

SBORNÍK
ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

7364

Rostlinná výroba

Univerzitní knihovna v Olomouci

6-7

ROČNÍK 4 (XXXI) – PRAHA, ČERVENEC 1958

CENA 36 Kčs

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada: *dopisující člen ČSAZV prof. dr. Václav Káš (předseda), ing. František Baxa, dr. Ladislav Černý, dopisující člen ČSAZV prof. dr. ing. Vladimír Kosil, doc. dr. ing. František Landovský, ing. Miloslav Schmied, ing. Vladimír Skládal, dopisující člen ČSAZV RNDr. ing. Jaroslav Zakopal. — Vedoucí redaktor Jaroslav Limax.*

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

- Najmr S.:** Československý soudobý půdoznalecký výzkum
Почвоведческое обследование в Чехословакии
Czechoslovak Pedological Research
Tschechoslowakische gegenwärtige bodenkundliche Forschung 637
- Haslbach:** Stanovení bodu vadnutí rostlin na některých půdních typech
Установление точки завядания растений на некоторых почвенных типах
Die Bestimmung des Welkenpunktes der Pflanzen der einigen Bodentypen 649
- Najmr S.:** Soustava třídění organické půdní hmoty
Система классификации органической массы почвы
Systematische Klassifikation des organischen Bodenbestandes 661
- Sirový V.:** Vliv reliéfu a zrnitostního složení na zvětrávací a půdotvorný proces v degradované černozemi
Влияние рельефа и механического состава почвы на ход процесса выветривания и почвообразования в деградированном черноземе
Effect of Relief and Mechanical Composition on the Course of Weathering and Soil-Formation Process in Degraded Chernozem Soils
Der Einfluß des Reliefs und der mechanischen Zusammensetzung auf den Verwitterungsverlauf und den Bodengestaltungsprozeß in der degradierten Schwarzerde 693
- Tjaglo G.:** Poznatky ze sledování strukturotvorného pochodu v osevních postupech na černozemní a mírně podzolované půdě
К вопросу изучения структурообразующего процесса при севооборотах на черноземе и слабо-оподзоленной почве
Die Erfahrungen aus der Verfolgung des strukturbildenden Prozeßes in den Saatfolgen auf der Schwarzerde und auf dem mäßig podsolierten Boden 715
- Tjaglo G.:** Půdoznalecké výzkumy v oboru travoplní soustavy zemědělství
3. Zpráva o studiu kořenových systémů monokultur semenných trav
Почвоведческие исследования в рамках изучения травопольной системы сельского хозяйства
3. Сообщение об изучении корневых систем многолетних монокультур семенных трав
Pedological Researches in the Line of the Travopolye agricultural System
3. Report of a Study of Root Systems of perennial Monocultures of Seed-Grasses
Die bodenkundigen Forschungen im Studiumgebiet von Futtergrasanbausystem der Bodenkultur
3. Der dritte Bericht über das Studium der Wurzelsysteme der vieljährigen Monokulturen der Samengräsern 743
- Spíčka A.:** Vliv různých závlahových dávek na sklizně polních a lučních plodin a na fyzikální půdní vlastnosti
Влияние различных доз орошения на урожай полевых и луговых культур и на физические свойства почвы
Der Einfluß verschiedener Beregnungswassermengen auf die Ernte der Feld- und Wiesenfrüchte und auf die physikalischen Bodeneigenschaften 775

Československý soudobý půdoznalecký výzkum

Dr. Stanislav NAJMR, dopisující člen ČSAZV

Výzkumná práce půdoznaleckých pracovišť ČSAZV byla v posledních letech zaměřena na úkoly travoplní soustavy zemědělství, na úkoly z oboru zpracování půdy a na další úkoly, které se k nim druží. Některá půdoznalecká oddělení prohlubovala výzkum zúrodnování půd přírodními cestami, rozšířila jej na výrobně důležité genetické půdní typy, sledovala kořenovou hmotu dalších píceň, půdní strukturu a ověřovala dosavadní poznatky. Aspirantské práce řešily speciální problematiku, zaměřenou na rostlinnou výrobu, v některých případech se opíraly o podrobný půdoznalecký průzkum katastrů pokusných objektů a tak nepřímou přispěly k prohloubení znalostí výrobně důležitých genetických půdních typů.

Půdoznalecké ústavy vysokých škol se zabývaly speciálními otázkami, zejména výzkumem humusu, jílových minerálů a výzkumem moderních laboratorních metod, většinou fyzikálně chemického rázu a jejich uváděním do půdoznalecké analytiky.

Výzkumné úkoly spadající do travoplní soustavy zemědělství byly komplexní a byly v nich řešeny kromě půdoznaleckých otázek problémy pěstitelské, agrotechnické, výživářské a jiné. Půdoznalecký výzkum v těchto komplexních úkolech se zabýval zejména strukturotvorným procesem v osevních postupech, přičemž byl zvláště sledován specifický vliv běžných polních plodin na vznik, vývoj a stabilizaci půdní struktury. Ve druhém případě byl studován vliv pícních rostlin, kulturních trav a jejich směsek na strukturu různých půd, množství posklizňových zbytků, zejména kořenů a jejich odumřelých frakcí, v různém stadiu přeměny neb humifikace a na množství v nich obsaženého organického dusíku, a to do různých hloubek půdního profilu.

Oba tyto úkoly, i když byly obsahem a metodicky rozdílné a byly řešeny na různých místech a různých půdních typech, měly přibuznost v tom, že vnikaly hlouběji do problematiky zvyšování půdní úrodnosti. Souběžně s těmito úkoly se mikrobiologové zabývali organominerálními hnojivy, zejména účelnou přípravou kvalitních kompostů a jejich použitím pro zúrodnování půd.

Ve vedoucích úkolech z oboru technologie půdy bylo sledováno zpracování v osevních postupech travoplní soustavy zemědělství, podrývání a prohlubování půd, orební odpory a připravovány podklady pro vypracování krajových soustav

zpracování půdy. V každém z hlavních úkolů bylo přiblíženo k mechanizaci polních prací a zavádění nových strojů pro zpracování půdy. V poslední době se ke zmíněným úkolům přiřadil výzkum vlivu různých dávek závlahové vody na fyzikální a jiné vlastnosti půdy, a to opět v komplexu, v němž kromě půdoznaleckých úkolů byly sledovány i jiné výrobně důležité otázky.

Nízký obsah vlastního humusu v orných půdách, malá produkce statkových hnojiv, zejména kompostů, nabádala některé půdoznalce k tomu, aby soustředili pozornost na výzkum rozmnožování organické půdní hmoty posklizňovými zbytky jetelovinotravních směsek. Kořenové systémy různých směsek a doprovodné frakce za vegetace odumřelé kořenové hmoty skýtaly bojnost vhodného materiálu pro studium kvalitativní skladby organické hmoty v různém stupni humifikace. Přitom byla pokračováno ve výzkumu stratigrafického uložení a kvalitativní skladby ústrojné hmoty dalších genetických půdních typů.

Některá sdělení zařazená do tohoto čísla Sborníku jsou zhuštěným výtabem ze závěrečných zpráv o vyřešených výzkumných úkolech a z kandidátských aspirantských prací. Jiná jsou výsledkem studií zvláštních a též výsledkem víceletého studia určitého problému a zhodnocení analytického dokladového materiálu, jak je tomu např. v práci St. Najmra, nazvané „Soustava třídění organické půdní hmoty“.

Navržená soustava zavádí určitý pořádek do třídění organické půdní hmoty, zavádí složky, které v půdotvorném procesu mají podstatnou funkci a eliminuje složky, které mají druhořadý význam z hlediska půdotvorného a z hlediska zúrodnování půd. Třídění je poměrně jednoduché. Odstraňuje dvoukolejnost, je aplikovatelné na všech půdách i na organominerálních zemínách, použitelných pro zúrodnování půd. Je v něm používáno vhodné terminologie, opírá se o poměrně velmi jednoduchou a prozkoušenou laboratorní metodiku; jednoduchostí a praktickou použitelností předčí dosavadní známé systémy.

Obě sdělení G. Tjagla, „Posudky ze sledování strukturotvorného pochodu v osevním postupu atd.“ a „Studium kořenových systémů monokultur semenných trav“, uvádějí hlavní poznatky, k nimž autor dospěl vyřešením dvou výzkumných úkolů. Na některé výsledky z oboru zúrodnování půd bylo již poukázáno ve Sborníku ČSAZV a jiných publikacích. Používaná domácí původní metodika pro stanovení kořenové hmoty došla uznání i v zahraničí a byla ohodnocena jako kvantitativní velmi výstižná.

Jistý vztah k problematice zmíněných tří prací má též sdělení B. Nováka „Tvorba humusu ve statkových hnojivech“, v němž autor uvádí poznatky ze sledování humusotvorného pochodu a v mrvě uložené za chladu a v mrvě kompostované se zemínou. Novákova práce má též tendenci přispět k účelnému rozmnožování vlastního humusu v orných půdách.

Prvé ze dvou sdělení A. Špičky, nazvané „Přehled terénních půdních a hospodářských poměrů v ČSR z hlediska zpracovatelnosti půd“ má dvojitý význam. Jednak poukazuje na pestrost půdních poměrů v ČSR a jejich uplatnění ve zpracovatelnosti, jednak demonstruje početnost a kvalitu půdoznaleckého materiálu,

jebož bylo použito jako podkladu v připravovaném návrhu krajových soustav zpracování půdy. Krajobové soustavy budou mít zcela mimořádnou důležitost v rajónizaci plodin v mechanizaci polních prací a v rostlinné výrobě vůbec. Druhá práce tébož autora „Vliv různých závlahových dávek na sklízně polních plodin a fyzikální stav půdy“ je sice již staršího data, přináší však poznatky, které mohou být porovnány s výsledky současného úkolu, v němž působení závlahové vody na půdu je sledováno ve větší šíři, dotýká se nejen fyzikálních vlastností, nýbrž i složek organické půdní hmoty.

Práce L. Pavla „Nová úprava termických rozborů jílových minerálů — rychlostní, derivační termoanalýza“ objasňuje teorii termické analýzy jílových minerálů a přináší její praktické ověření. Druhá práce tohoto autora „Rentgenografická identifikace půdních i jílových minerálů při užití čs. mikrostrukturálního rentgenu Mikro-Meta“ vysvětluje metodiku pro československý rentgen, navrhuje jistá zlepšení a dává připomínky k hodnocení analytických výsledků. Obě pojednání jsou cenným přínosem k moderní půdoznalecké laboratorní metodice.

K uvedeným pojednáním se řadí výtahy z aspirantských kandidátských prací J. Němečka „Černozemě na těžkých pleistocenních pokryvech v severozápadních Čechách“ a V. Sirového „Vliv reliéfu a zrnitostního složení na průběh zvětrávání a půdotvorného procesu v degradované černozemi“. Obě práce přinášejí další poznatky z pedogenetického studia našich orných půd a rozmnožují posudky pedochemického rázu o typu černozemním. K nim se druží i sdělení J. Haselbacha „Stanovení bodu vadnutí rostlin na některých půdních typech“, který potvrdil, že hlavním činitelem, který působí na vadnutí polních plodin, je množství jílů v půdě, jinými slovy prvním ukazatelem počátku vadnutí je z řady vnějších činitelů půdní druh. Vliv genetického půdního typu ustupuje před vlivem půdního druhu. Sdělení V. Zvánovce „Příspěvek k otázce rigolování viničných půd“ má praktické zaměření. Pojednává se v něm o zkušenostech, které autor získal, vysvětluje uložení organické hmoty v půdním profilu, uložení ubličitanu vápenatého, reakci rigolovaných vrstev před pokusem a po něm. Výsledky mají praktický význam, zejména v této době, kdy se jedná o znovuvvedení bývalých viničných půd do původní výroby.

Soubor těchto vybraných pojednání skýtá běžný pohled na rozmanitost a výrobní důležitost půdoznaleckých prací konaných v minulé i současné době a svědčí o tom, že půdoznalci nepečují jen o to, aby své poznatky uváděli do našeho socialistického zemědělství instruktážemi a poradenskou činností na JZD a státních statcích, ale že nezůstávají dlužni své druhé povinnosti, tj. uvádění nových vědeckých poznatků do naší i zahraniční odborné veřejnosti.

Д-р Станислав НАЙМР, член-корреспондент ЧСАСХН

За последние годы научно-исследовательская деятельность почвоведческих рабочих мест Чехословацкой академии сельскохозяйственных наук была направлена на выполнение заданий, связанных с травопольной системой сельского хозяйства, заданий, касающихся обработки почвы и других заданий. Некоторые почвоведческие отделения углубляли исследование вопросов повышения плодородия почвы естественными способами, расширяли его на производственно важные генетические почвенные типы, изучали корневую массу кормовых трав и структуру почвы и проверяли полученные до сих пор результаты. Аспирантские работы были посвящены решению специальной проблематики, относящейся к растениеводству, опираясь в некоторых случаях на подробное почвоведческое обследование площади опытных объектов, и таким образом косвенно содействовали углублению познания производственно важных генетических почвенных типов.

Почвоведческие институты высших учебных заведений занимались специальными вопросами, в частности исследованием перегноя и минералов глины и изучением новейших — в большинстве физико-химических лабораторных методов и применения их в почвоведческой аналитике.

Научно-исследовательские задания, касающиеся травопольной системы сельского хозяйства, были комплексными и в них, кроме почвоведческих проблем, решались также вопросы выращивания культур, питания растений, агротехники и др. Почвоведческое исследование в этих комплексных заданиях было направлено, в частности, на процесс образования структуры почвы в севооборотах, причем в особенности изучалось специфическое влияние обычных полевых культур на образование, развитие и стабилизацию почвенной структуры. В других случаях изучались влияние кормовых растений, культурных трав и их смесей на структуру различных почв, на количество поукосных остатков, в особенности корней и их отмерших фракций, в различных стадиях изменения и гумификации, и на количество содержащегося в них органического азота на разной глубине почвенного профиля.

Оба эти задания, хотя и были как методически, так и по содержанию различными и решались на разных местах и на разных почвенных типах, были сходны в том, что глубже входили в проблематику повышения плодородия почвы. Параллельно с работами по выполнению этих заданий микробиологи занимались органоминеральными удобрениями, в частности целесообразным приготовлением качественных компостов и их применением для повышения плодородия почвы.

При выполнении главных заданий, касающихся обработки почвы, изучались: обработка почвы в севооборотах травопольной системы, глубокое рыхление, почвоуглубление, тяговое сопротивление плуга и подготавливались основные материалы для разработки областных систем обработки почвы. В каждом из главных заданий было обращено внимание на вопросы механизации полевых работ и введения новых машин для обработки почвы. В последнее время к перечисленным заданиям прибавилось еще исследование влияния различных норм орошения на физические и другие свойства почвы; эти задания также были комплексными, так что при их выполнении, кроме почвоведческих вопросов, решались и другие производственно важные вопросы.

Низкое содержание собственного перегноя в пахотных почвах и незначительная продукция местных удобрений, в особенности компостов, побуждали некоторых почвоведов к сосредоточению внимания на исследование вопроса об увеличении количества органической почвенной массы поукосными остатками бобовозлаковых травосмесей. Корневые системы различных смесей и сопровождающие фракции корневой массы, отмершей в течении вегетации, представляли большое количество материала, пригодного для изучения качественного состава органической массы в разных степенях гумификации. При этом продолжалось исследование стратиграфического расположения и качественного состава органической массы в дальнейших генетических почвенных типах.

Некоторые сообщения, включенные в настоящ. номер «Сборника», представляют собой сжатые выдержки из заключительных отчетов по научно-исследовательским заданиям и из кандидатских аспирантских работ. Другие сообщения являются результатом специальных исследований или многолетнего изучения определенных проблем и оценки фактического аналитического материала, как например в работе Ст. Наймра, озаглавленной «Система классификации органических веществ в почве».

Предлагаемая автором система вносит определенный порядок в классификацию органического вещества почвы, вводит компоненты, которые играют существенную роль в процессе почвообразования, и устраняет другие, которые имеют второстепенное значение как с точки зрения почвообразования, так и с точки зрения повышения плодородия почв. Эта классификация сравнительно проста. Она устраняет двойственность и применима для всех почв и органоминеральных удобрений, используемых для повышения плодородия почвы. В классификации применяется целесообразная терминология и она опирается на относительно очень простую, испытанную лабораторную методику и сама, своей простотой и практической применимостью, превосходит все существовавшие до сих пор системы.

Оба сообщения Г. Тягло «Данные об изучении структурообразующего процесса у севооборотов и т. д.» и «Изучение корневых систем многолетних монокультур семенных трав», приводят главные данные, установленные автором, который выполнил при этом два научно-исследовательских задания. На некоторые результаты исследования в области повышения плодородия почвы уже указывалось в «Сборнике ЧСАСХН» и в других изданиях. Применяемая оригинальная отечественная методика получила признание и за рубежом и была высоко оценена.

Известное отношение к проблематике указанных трех работ имеет и сообщение Б. Новака «Образование гумуса в местных удобрениях», в котором автор приводит данные, полученные им при изучении процесса образования гумуса в навозе при холодной укладке и в навозе, компостированном с землей. Работа Б. Новака также имеет целью способствовать увеличению количества собственного гумуса в пахотных почвах.

Первое из двух сообщений т. А. Шпички, озаглавленное «Обзор условий местности, почвы и экономических условий в Чехословакии с точки зрения способности почв к обработке» имеет двойное значение. С одной стороны, это сообщение указывает на разнообразие почвенных условий в Чехословакии и их влияние на способность почвы к обработке, а с другой стороны, оно показывает большое количество и качество почвоведческого материала, использованного как основание при подготовке проекта областных систем обработки почвы. Областные системы будут чрезвычайно важны для механизации полевых работ и для растениеводства вообще. Вторая работа этого автора «Влияние различных норм орошения на урожай полевых и луговых культур и на физические свойства почвы», хотя и написана

уже сравнительно давно, но содержит данные, сравнимые с результатами выполнения новейшего задания, при разработке которого влияние орошения на почву изучается во всей широте, в отношении не только физических свойств, но и слагаемых органической массы почвы.

Работа Л. Павела «Новый метод термического анализа минералов глины — скоростный, деривационный термоанализ» выясняет теорию термического анализа минералов глины и представляет практическую проверку этой теории. Вторая работа того же автора «Рентгенографическое установление почвенных минералов и минералов глины при применении чехословацкого микроструктурного рентгеновского аппарата Мако-Мета» объясняет методику применения этого чехословацкого аппарата, предлагает некоторые усовершенствования и высказывает замечания по вопросу оценки результатов анализов. Обе работы представляют собой ценный вклад в новейшую почвоведческую лабораторную методику.

К приведенным работам относятся выдержки из аспирантских кандидатских работ Я. Немечека «Черноземы на тяжелых плейстоценовых покровах в северо-западной Чехии» и В. Сирового «Влияние рельефа и механического состава почвы на ход процесса выветривания и почвообразования в деградированном черноземе». Обе работы содержат новые данные в области генетики типов наших пахотных почв и расширяют наши химические суждения о черноземном типе. К ним относится еще сообщение В. Я. Гасельбаха «Установление точки увядания растений на некоторых почвенных типах»; автор установил, что главным фактором, действующим на увядание полевых культур, является количество глины в почве, другими словами, среди ряда различных факторов первым показателем начала увядания является вид почвы. Влияние генетического почвенного типа отступает перед влиянием вида почвы. Сообщение В. Звановца «К вопросу райольной вспешки почвы виноградников» имеет практическую направленность. Автор рассматривает полученный им опыт, выясняет размещение органического вещества в почвенном профиле, размещение углекислой извести, реакции почвенных слоев, в которых была проведена райольная вспашка, перед опытом и после него. Эти результаты имеют практическое значение, в особенности в то время, когда рассматривается вопрос о возвращении земель бывших виноградников первоначальному производственному использованию.

Комплекс этих и остальных работ представляет краткий обзор разнообразных, производственно важных почвоведческих исследований, выполненных и выполняемых в настоящее время и свидетельствует о том, что почвоведы не только заботятся о передаче своих данных и познаний нашему социалистическому сельскому хозяйству путем инструктажей и консультаций, но и выполняют свою вторую задачу — сообщать новые данные нашей и зарубежной научной общественности.

Czechoslovak Pedological Research

Dr. Stanislav NAJMR, corresponding member of the CAAS

The research work of the pedological institutions of the Czechoslovak Academy of Agricultural Sciences has been aimed during the past years at problems of the grassland and field agricultural system, at problems in the sphere of soil tillage and at other adjoining problems. A number of pedological departments made a profound research

of soil fertilization in natural ways, broadened the research to genetical soil types important for production, made observations of the root system of further fodder plants, of the structure of the soil and they verified the present facts. The papers of aspirants solved special problematics aimed at plant production, in some cases they were supported by a detailed pedological research of the land-register of the experimental areas and so they indirectly contributed to a broader knowledge of genetical soil types important for production.

Pedological institutes of the Universities worked on special questions, especially on humus research, on the research of clay minerals and on a research of modern laboratory methods, mostly of a physically-chemical character and on their introduction into pedological analytics.

The research tasks aimed at the grassland agricultural system were complex and the problems solved were not only pedological questions, but also problems of cultivation, agrotechnics, nutrition etc. Pedological research in these complex tasks gave its attention especially to the structure-forming process in crop rotations, where the specific influence of common field crops on the formation, development and stabilization of the soil structure was followed with special care. In the second case the influence of fodder-plants, cultured grasses and of their mixtures was studied with regard to the structure of different soils, on the quantity of postharvest remains, especially the roots and their died-off fractions in different stages of change or humification and on the quantity of organic nitrogen contained therein in different depths of the soil profile.

Both these tasks, although differing in both contents and method and being solved at different places and on differing types of soil, were related in that they penetrated deeper into the problematics of heightened soil fertility. Parallel to these problems our microbiologists worked on the research of organomineral fertilizers, especially on the proper preparation of composts of good quality and their use for the fertilization of soils.

In leading tasks in the sphere of soil tillage there has been observed the tillage in crop rotations of the grass-land agricultural system, the subsoiling and deepening of soils, the ploughing resistances, and foundation were prepared for the devising of district systems for soil tillage. In each of the principal tasks there was taken into account the mechanization of field labour and the introduction of new machines for soil tillage. Recently there was added to the tasks named a research of the effect of different quantities of irrigation water on physical and other properties of the soil, again as a complex, inside which there studied not only pedological problems, but other problems important for productivity as well.

A low contents of self-contained humus in arable soils, a low production of farm manure, especially of composts, incited several pedologists to concentrate their attention on a research of the augmentation of organic soil substance by postharvest remains of grass and clover mixtures. The root systems of different mixtures and their accompanying fractions of root substance decayed during the vegetation offered an abundance of suitable matter for the study of the qualitative composition of organic substance in different degrees of humification. At the same time the research of the stratigraphic outlay and the qualitative composition of organic matter in further genetic types of soil was being continued.

Some of the papers printed in the present number of the Annals are concise summaries of final reports on solved tasks of research and of papers submitted by candidates of aspiranture. Others are the results of special studies and also the results of several years given to the study of a certain problem and an evaluation of analytical documentary material, as for instance in the work of Stanislav Najmr, called "A System of Classification of the organic Soil Substance".

The suggested system establishes an order in the classification of organic soil substances, introduces constituents which have an essential function in the soil-forming process, and it eliminates those ones of secondary importance from the viewpoint of the cultivation of soils. The classification is relatively simple. It eliminates duplicity, it may be applied to all soils as well as to organomineral earths used for the cultivation of soils. It uses a suitable terminology, is based on relatively very simple and well-tried laboratory methodics and it surpasses by its simplicity and practicability other systems in use until now.

Both papers by G. Tjaglo "Estimates based on Observations of the Structure-forming Process in Crop Rotation etc." and "A Study of Root Systems in Monocultures of Seed Grasses" give the principal facts arrived at by the author in solving two tasks of research. Certain results from the sphere of soil cultivation were already referred to in the Annals and in other publications as well. The original method used received recognition abroad and was valued as very comprehensive.

The paper of B. Novák "Forming of Humus in Farm Manure" bears a certain relation to the problems treated in the three above-named articles. The author gives the results of his studies of the humus-forming process in manure stored at low temperature and in manure composted together with earth. His article also shows a tendency to aid toward an expedient increase of humus proper in arable soil.

The first of two articles by comrade A. Špička, named "A Survey of Terrain, Soil and economical Conditions in Czechoslovakia from the Viewpoint of the Workability of Soil" has a dual importance. On the one hand it draws attention to the variegated soil conditions in Czechoslovakia and their suitability for different ways of tillage, on the other hand it demonstrates the large number and quality of the pedological material used as a foundation for the project in preparation of district systems of soil tillage. The district systems will be of quite exceptional importance for the mechanization of field works and of plant production in general. The second article by the same author "The Effect of different Irrigation Doses on the Yields of Field Crops and on the physical Condition of Soil" is of somewhat older date, but it brings notions which may be compared with the results of the present task, where the effects of irrigation water on the soil are followed in broader extension, concerning not only the physical properties but also the components of the organic soil substance.

The paper of L. Pavel "A new Arrangement of Thermoanalyses of Clay Minerals — a Speedy and Derivation Thermoanalysis" elucidates the theory of the thermal analysis of clay minerals and brings its authentication in practice. The second article by this author, "Roentgenographic Identification of Soil and Clay Minerals using the Czechoslovak microstructural X-Ray Apparatus MIKRO-META" explains the methodics for the Czechoslovak X-ray apparatus, and offers certain improvements and notions toward the evaluation of analytical results. Both treatises are a valuable addition to modern pedological laboratory methodics.

With the named treatises there are ranged excerpts from candidates for aspiranture papers by J. Němeček: "Black-soils on heavy pleistocene Covers in Northwestern Bohemia" and by V. Sirový: "The Effect of the Relief and Grain Composition on the Course of the erosive and soil-forming Process in degraded Black-soil". Both papers bring further facts found by pedogenetic studies of our arable soils and they add to the notions of pedochemical character about the black-soil type. These are also joined by the article by J. Haselbach "Determination of the wilting Point of Plants on certain Soil Types", who found that the principal factor influencing the wilting of field produce is the quantity of clay in the soil, in other words the first index of the commencement of wilting is, besides other factors, primarily the kind of soil. The effect of the gene-

tic type of soil retreats before the influence of the kind of soil. The article of V. Zvánovec "A Contribution to the Question of Trenching the Vineyards Soils" is aimed at practice. It treats of experiences gained by the author, it explains the deposition of the organic substance in the profile of the ground, the deposition of calcium carbonate, the reaction of the trenched strata before the experiment and after. The results are of practical import, especially at this time, where there is a lot of endeavour to bring previous vineyard areas to their original production.

These and other articles give the reader a cursory glance at the variety and production importance of pedological work performed in the past and present time and they testify to the fact that pedologists do not only give their care to the introduction of their findings to our socialist agriculture through instruction courses and advisory activity in UAC and state-owned farms, but that they discharge their debt to their second duty, i. e. to introduce new findings to both our own and to foreign expert public.

Tschechoslowakische gegenwärtige bodenkundliche Forschung

Dr. Stanislav NAJMR, der korrespondierende Mitglied der Tschechoslowakischen Landwirtschaftsakademie

Die Forschungsarbeit der bodenkundlichen Arbeitsstellen der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften wurde in den letzten Jahren auf die Aufgaben des landwirtschaftlichen Feldgras-Systemes, ferner auf die Aufgaben des Fachgebietes der Bodenbearbeitung und auf weitere mit ihnen im Zusammenhang stehende Aufgaben gerichtet. Mehrere bodenkundlichen Abteilungen haben die Forschungsaufgabe der Urbarmachung auf den natürlichen Wegen vertieft, die Forschung auf die produktiv wichtige genetische Bodentypen erweitert, weiters die Wurzelsubstanz anderer Futterpflanzen und die Bodenstruktur beobachtet und die bisherigen Erkenntnisse beglaubigt. Die Arbeiten der Aspiranten haben die spezielle, auf die Pflanzenproduktion gerichtete Problematik gelöst und haben sich in einigen Fällen auf die ausführliche bodenkundliche Forschung der Kataster der Versuchsobjekte gestützt und auf diese Weise haben sie indirekt zur Vertiefung der Kenntnisse der produktiv wichtigen genetischen Bodentypen beigetragen.

Die bodenkundlichen Institute der Hochschulen befaßten sich mit speziellen Fragen, besonders mit Humus-Forschung, mit Forchung der Tonmineralien und der modernen laboratorischen Methoden, meistens physikalisch-chemischer Art und deren Einführung in die bodenkundliche Analytik.

Die in das Feldgras-System der Landwirtschaft gehörenden Forschungsaufgaben waren komplex und es wurden außer der bodenkundlichen Fragen, die Züchtungsprobleme, die agrotechnischen und die Ernährungs-Probleme und noch andere Probleme gelöst. Die bodenkundliche Forschung in diesen komplexen Aufgaben hat sich besonders mit dem strukturbildenden Prozeß in den Fruchtfolgen befaßt, wobei besonders der spezifische Einfluß der üblichen Feldfrüchte auf den Ursprung, auf die Entwicklung und Stabilisierung der Bodenstruktur verfolgt wurde. Im zweiten Falle wurde der Einfluß der Futterpflanzen, der Kulturgräser und deren Gemenge auf die Struktur verschiedener Böden, auf die Menge der Nachernte-Reste, besonders der Wurzel und deren abgestorbenen Fraktionen und zwar in verschiedenem Umwandlungs- oder Humifizierungsstadium

und auf die Menge des darin enthaltenen organischen Stickstoffes, und zwar in verschiedenen Tiefen des Bodenprofils, studiert.

Diese beiden Aufgaben, wenn sie auch inhaltlich und methodisch verschiedenartig sind und auf verschiedenen Stellen und in verschiedenen Bodentypen gelöst wurden, weisen eine Anverwandtschaft dadurch aus, daß sie tiefer in die Problematik der Bodenfruchtbarkeitserhöhung eingedrungen sind. Parallel mit diesen Aufgaben befaßten sich Mikrobiologen mit den organomineralischen Düngern, besonders mit einer zweckmäßigen Zubereitung von qualitativen Komposten und deren Ausnützung für Bodenfruchtbarmachung.

In den führenden Aufgaben aus dem Bereiche der Bodenbearbeitung wurden die Bearbeitung in den Fruchtfolgen des landwirtschaftlichen Feldgras-Systemes, die Lockerung und Vertiefung der Böden, und die Bodenwiderstände beim Pflügen verfolgt und es wurden die Unterlagen für Ausarbeitung der Kreissysteme für die Bodenbearbeitung vorbereitet. In jeder von diesen Hauptaufgaben wurde die Mechanisierung der Feldarbeiten und Einführung neuer Bodenbearbeitungsmaschinen berücksichtigt. In der letzten Zeit hat sich zu den erwähnten Aufgaben die Forschung über den Einfluß verschiedener Gaben des Bewässerungswassers auf die physikalischen und anderen Bodenbeschafftheiten zugesellt, und zwar wieder im Komplex, in welchem außer den bodenkundlichen Aufgaben auch die anderen produktionswichtigen Fragen verfolgt wurden.

Der niedrige Gehalt des eigenen Humus im Ackerböden und kleine Produktion der Stalldünger, besonders der Komposte, hatten manche Sachverständigen der Bodenkunde angestiftet, die Aufmerksamkeit auf die Forschung der Vermehrung von organischen Bodensubstanz durch die nacherntlichen Reste der Klee-Gras-Gemenge zu konzentrieren. Die Wurzelsysteme verschiedener Gemenge und die Begleitfraktionen der während der Vegetation abgestorbenen Wurzelmasse haben eine Menge geeigneten Materials zum Studium einer qualitativen Zusammensetzung der organischen Stoffe in verschiedenen Humifikationsgrad geboten. Dabei wurde in der Forschung der stratigrafischen Lage und der qualitativen Zusammensetzung des organischen Stoffes in weiteren genetischen Bodentypen fortgesetzt.

Einige in dieser Sammel-schrift-Nummer eingereichten Mitteilungen stellen einen kurzgefaßten Auszug aus den Schlußberichten über die gelösten Forschungsaufgaben und Kandidatenarbeiten der Aspiranten dar. Die anderen sind Ergebnisse der Sonderstudien und auch Resultat des mehrjährigen Studiums eines bestimmten Problems und der Bewertung des analytischen Belegmaterials, wie es zum Beispiel in der St. Najmr's Arbeit „Klassifikationssystem der organischen Bodensubstanz“ der Fall ist.

Dieses vorgeschlagene System führt in die Klassifikation der Bodensubstanz eine gewisse Ordnung ein, und führt die Komponenten ein, welche im Bodengestaltungsprozeß eine wesentliche Funktion haben, und eliminiert diejenige Komponenten, welche aus dem Standpunkte der Bodengestaltung und der Bodenfruchtbarmachung eine sekundäre Bedeutung erweisen. Die Klassifizierung ist verhältnismäßig einfach. Sie beseitigt die Zweigeleisigkeit, ist applizierbar auf alle Böden und auf die organisch-mineralischen Erden, welche für die Fruchtbarmachung geeignet sind. Die benützte Terminologie ist sehr geeignet und basiert auf einer verhältnismäßig sehr einfachen und durchgeprüften laboratorischen Methodik und durch eine einfache und praktische Anwendung übertrifft die bisherigen bekannten Systeme.

Beide G. Tjaglo's Berichte „Gutachten aus der Verfolgung des strukturbildenden Prozesses in der Saatfolge usw.“ und „Studium der Wurzelsysteme der Monokulturen von Samengräsern“ führen die Haupteigenschaften an, zu welchen der Autor durch zwei Forschungsaufgaben gekommen ist. Auf einige Ergebnisse aus dem Gebiete der Bodenfruchtbarmachung wurde schon in Sammel-schrift der Tschechoslovakischen Akademie der

Landwirtschaftswissenschaften und in anderen Publikationen hingewiesen. Die angewandte originelle einheimische Methodik gewinnt Anerkennung auch im Auslande und wurde als eine sehr treffende bewertet.

Eine gewisse Beziehung zur Problematik der erwähnten drei Arbeiten hat auch der B. Novák's Bericht „Die Humusbildung in den Stalldüngern“, worin der Autor die Erfahrungen aus der Verfolgung des humusbildenden Prozesses im kaltgelagerten Mist und im mit Erde kompostierten Mist anführt. Die Novák's Arbeit hat auch die Tendenz, zu einer zweckmäßigen Vermehrung des Eigenhumus in den Ackerböden beizutragen.

Die erste aus den zwei Arbeiten A. Špička's „Übersicht der Terrain-Boden und Wirtschaftsverhältnissen in der Tschechoslowakischen Republik aus dem Standpunkte der Bodenbearbeitungsfähigkeit“ hat einen doppelten Sinn. Erstens weist auf die Buntheit der Bodenverhältnisse in der Tschechoslowakischen Republik hin und auf deren Bewertung in der Bearbeitungsfähigkeit, zweitens demonstriert sie die Quantität und Qualität des bodenkundlichen Materials, welches als Unterlage zum vorbereiteten Vorschlag der Kreissysteme für Bodenbearbeitung benützt wurde. Die Kreissysteme werden eine ganz außerordentliche Wichtigkeit für Mechanisierung der Feldarbeiten und in der Pflanzenproduktion allgemein bedeuten. Die zweite Arbeit desselben Autors „Einfluß verschiedener Bewässerungsgaben auf die Ernte der Feldfrüchte und den physikalischen Zustand des Bodens“ ist zwar schon eines älteren Datums, bringt jedoch Erkenntnisse, die mit den Ergebnissen der laufenden Aufgabe verglichen werden können, in welcher dann die Wirkung des Bewässerungswassers auf den Boden in einer größeren Ausbreitung verfolgt werden kann und nicht nur die physikalischen Eigenschaften, sondern auch die Komponenten der organischen Bodensubstanz betrifft.

Die Arbeit von L. Pavel „Neue Regelung der thermischen Analysen der Tonminerale — eine Schnell- und Derivationsthermoanalyse“ klärt die Theorie der thermischen Analysen der Tonmineralien auf und bringt deren praktische Beglaubigung. Die zweite Arbeit dieses Autors „Röntgenographische Identifikation der Boden- und Tonmineralien unter Benützung des tschechoslowakischen Mikrostrukturalroentgen Mikro-Meta“ erklärt die Methodik für den tschechoslowakischen Roentgenapparat, schlägt gewisse Verbesserungen vor und bietet einige Hinweise zur Bewertung der analytischen Ergebnisse. Beide Arbeiten stellen einen wertvollen Beitrag zu einer modernen bodenkundlichen laboratorischen Methodik dar.

Zu den erwähnten Arbeiten schließen sich die Auszüge aus den aspirantlichen Kandidatenarbeiten von J. Němeček an „Schwarzerde auf den schweren Pleistozän-Bodendecken in Nordwest-Böhmen“ und vom A. Sirový „Einfluß des Reliefs und der körnigen Struktur auf den Verwitterungsverlauf und auf den Bodenbildungsprozeß in der degradierten Schwarzerde“. Beide Arbeiten bringen die weiteren Erkenntnisse aus dem pedogenetischen Studium unserer Ackerböden und vermehren die Beschlässe einer pedochemischen Art über den Schwarzerdentyp. Zu diesen Arbeiten schließt sich noch der Bericht von J. Haselbach: „Feststellung des Welkpunktes von Pflanzen auf einigen Bodentypen“ an, welcher feststellte, daß der Hauptfaktor, welcher das Welken der Feldfrüchte verursacht, die Menge des Toninhaltes bildet, mit anderen Worten, daß das erste Kennzeichen eines Welkenanfanges, von einer Reihe verschiedener Faktoren, die Bodenart ist. Der Einfluß des genetischen Bodentypes gibt vor dem Einfluß der Bodenart nach. Der Bericht von V. Zvánovec „Beitrag zur Frage der Rigolierung von Weinböden“ hat einen praktischen Ziel. Er behandelt die Erfahrungen, welche der Autor erworben hat, erklärt die Lage des organischen Stoffes im Bodenprofil, des kohlensauerer Kalciums und die Reaktion der rigolierten Schichten vor und nach dem Versuch. Die Ergebnisse haben einen praktischen Sinn besonders in der Zeit, wo es sich um Wiederaufbau der ehemaligen Weinrebeböden auf die ursprüngliche Produktion handelt.

Der Komplex dieser und anderen Arbeiten stellt einen flüchtigen Blick auf die Vielfältigkeit und Produktionswichtigkeit der bodenkundlichen Arbeiten in der jetzigen und eben vergangenen Zeit dar und beweist, das die bodenkundlichen Fachleute sorgen nicht nur dafür, die Erkenntnisse in unsere sozialistische Landwirtschaft durch Instruktionen und Beratungen auf die LPG und Staatsgüter weiterzuleiten, sondern auch um ihre zweite Aufgabe, die Einführung der neuen Erkenntnisse in die fachmännische Inlands- und Auslandsöffentlichkeit zu ermöglichen.

Stanovení bodu vadnutí rostlin na některých půdních typech

Установление точки завядания растений на некоторых почвенных типах

Die Bestimmung des Welkenpunktes der Pflanzen der einigen Bodentypen

Inž. J. HASLBACH

Vysoká škola zemědělsko-lesnická, katedra půdoznalství, meteorologie a klimatologie, Brno

Zpracováno pod vedením akademika Václava Nováka, doktora zemědělských věd

Předkládá akademik Václav Novák

Úvod

V komplexu činitelů, určujících růst, vývoj a sklizňové výnosy zemědělských plodin, je voda jedním z hlavních faktorů. Pro rostliny je voda základním růstovým činitelem, který se uplatňuje v mnoha směrech; jednak umožňuje výživu rostlin rozpouštěním a transportem minerálních živin, na růst plodiny působí četnými funkcemi v rostlinném organismu, jednak působí na všechny fyzikálně chemické a biologické pochody v půdě. Pro zásobování rostlin vodou je rozhodující tzv. fyziologicky přístupná půdní vláhá. Její obsah se v půdě mění jak s růstem a vývojem rostlin, tak se změnami fyzikálně chemických vlastností půdy a v úzké závislosti na podmínkách makro- i mikroklimatických.

Stanovení půdní vláhly fyziologicky přístupné rostlinám, zvláště její dolní hranice přístupnosti, má velký význam jako podkladové údaje pro technická meliorační opatření, používaná v rostlinné výrobě, jako např. odvodňování půd, postřiky atd.

Mnohaleté zkušenosti z rostlinné výroby dávají podnět k hospodárnému využití půdní vláhly, zejména v sušších krajích, což se projevuje v přizpůsobené soustavě mechanického zpracování půdy a její agrotechnice i v uspořádání osevních postupů.

Význam vodního režimu půd a jeho úpravy je vyjádřen také v úkolech druhého pětiletého plánu rozvoje národního hospodářství, kde je uloženo rozšířit odvodňovací soustavu půd nejméně na 800.000 ha a zvýšit postřikovanou a zavlažovanou plochu na 50.000 ha. K těmto úkolům přistupuje svým významem zúrodnování suchých oblastí jižní Moravy a Slovenska.

Studiem půdní vláhly se zabývali u nás zejména akademik Václav Novák, dopisující člen ČSAZV V. Kosič, J. Solnář, V. Smolík, dopisující člen ČSAZV V. Káš, J. Spírhánský, dopisující člen ČSAZV J. Pelíšek, V. Vrbenský aj. Jejich výzkumné práce, které přinesly velmi cenné poznatky, spadají převážně do doby před patnácti až dvaceti lety. Ve světové literatuře je otázce vodního režimu půd věnována velmi obsáhlá literatura mnoha autorů, přičemž je otázka fyziologické přístupnosti půdní vláhly rostlinám řešena z mnoha

hledisek. Výsledky, uváděné těmito autory, jsou však často nesouhlasné, zejména nesrovnatelné vlivem různosti používaných metod.

Význam výzkumu půdní vláhy se projevuje také v tom, že v mnoha státech, zejména v SSSR, se v této práci usilovně pokračuje se snahou vyřešit mnohé dosud nevyřešené důležité otázky vodního režimu půd.

Předkládaná práce se zabývá otázkami fyziologické nepřístupnosti určitého podílu půdní vláhy (bodu vadnutí) na některých genetických půdních typech a otázkou faktorů, ovlivňujících hodnoty fyziologicky nepřístupné půdní vláhy. Pojednání podává pouze souhrn dosažených výsledků bez kritického rozboru obsáhlé literatury a charakteristiky pracovních postupů. Kromě půdních typů byly zkoušeny také některé druhy tzv. zahradnických zemin; výsledky těchto pokusů budou uvedeny v samostatném pojednání.

Metodika pokusů

Za vedení akademika Václava Nováka byla vypracována metodika stanovení bodu vadnutí, všímající si celkové charakteristiky půdních vzorků, odebraných v jednotlivých horizontech půdních typů a umožňující vyhodnocení závislosti hod-

I. Z genetických půdních typů byly pro pokusy vybrány:

Číslo vzorku	P ů d n í		Hloubka	
	typ	hori- zont	půdního horizontu	odběru půd- ního vzorku
			cm	
1.	černozem pravá na spraši — Křižanovice	A	0 — 50	20 — 30
2.	černozem pravá na spraši — Křižanovice	C	50 — 100	70 — 80
3.	černozem degradovaná na spraši — Vyškov	A	0 — 45	20 — 30
4.	černozem degradovaná na spraši — Vyškov	B	45 — 70	50 — 60
5.	černozem degradovaná na spraši — Vyškov	C	70 — 150	80 — 100
6.	hnědozem středoevropská na spraši — Neslovice	A	0 — 25	5 — 20
7.	hnědozem středoevropská na spraši — Neslovice	B	25 — 50	30 — 40
8.	hnědozem středoevropská na spraši — Neslovice	C	50 — 150	80 — 100
9.	typický podzol na spraši — Pařezovice	A ₁	0 — 5	0 — 5
10.	typický podzol na spraši — Pařezovice	A ₂	5 — 20	5 — 20
11.	typický podzol na spraši — Pařezovice	B ₁	20 — 70	30 — 50
12.	typický podzol na spraši — Pařezovice	B ₂	70 — 110	80 — 100
13.	typický podzol na spraši — Pařezovice	C	110 — 140	120 — 130
14.	mírný podzol na bitešské rule — Zhoř	A ₁	0 — 20	5 — 20
15.	mírný podzol na bitešské rule — Zhoř	A ₂	20 — 40	25 — 35
16.	mírný podzol na bitešské rule — Zhoř	B	40 — 70	50 — 60
17.	mírný podzol na bitešské rule — Zhoř	C	70 — 120	90 — 110
18.	rendzina na jurském vápenci — Pavlovské vrchy	A	0 — 30	5 — 20
19.	hnědozem na permských pískovcích — Rohozec	A	0 — 20	5 — 20
20.	hnědozem na permských pískovcích — Rohozec	B	20 — 50	30 — 40
21.	slínovatka na téglu — Brno	A	0 — 25	5 — 20
22.	slínovatka na téglu — Brno	C	25 — 80	40 — 50
23.	slanec na aluviálních náplavech — Příbeník	A'	0 — 5	0 — 5
24.	slanec na aluviálních náplavech — Příbeník	A''	5 — 30	10 — 20
25.	slanec na aluviálních náplavech — Příbeník	B	30 — 55	40 — 50
26.	slanec na aluviálních náplavech — Příbeník	G	55 — 80	60 — 70
27.	vátý písek — Březi		prům. vz.	0 — 30
28.	vátý písek — Březi		prům. vz.	0 — 30
29.	vátý písek — Březi		prům. vz.	0 — 30

not bodu vadnutí na základních fyzikálně chemických vlastnostech půdních typů a zhodnocení vlivu různého druhu rostlin na hodnoty bodu vadnutí.

Vegetační metoda Briggse a Shantze, kterou byly stanoveny hodnoty bodu vadnutí, byla nepatrně upravena v tom, že byly zachovány všechny její zásady až na dobu izolace povrchu půdního vzorku parafinem. Zatím co Briggs a Shantz izolovali výpar z půdy již po vysetí semen, byla v tomto případě konána izolace výparu až po vyklíčení semen a objevení se klíčících rostlin na povrchu půdy. Tato změna měla za účel vyloučení případného vlivu nedostatku vzduchu v kořenové zóně v období pozdějšího růstu, tj. v období uvádání rostlin, čímž by poněkud mohly být zkresleny hodnoty bodu vadnutí.

Vzorky č. 27–29, tj. váte pisky, byly zařazeny do zkoušených půd pro doplnění a rozšíření druhového zastoupení půdních vzorků. Ve všech dalších tabulkách jsou jednotlivé vzorky půd uváděny pod příslušným pořadovým číslem z předcházející tabulky.

Z rozborů, charakterisujících půdní vzorky, byla vykonána tato stanovení:
 mechanický rozbor zrnitosti podle Kopeckého,
 obsah fyzikálního jílu podle Nováka,
 obsah humusu oxydační metodou modif. Novák–Pelíšek,
 číslo hygroskopičnosti podle Mitscherlina modif. podle Beutelspachera,
 obsah karbonátů podle Janka,
 reakce půdy aktuální elektrometricky,

II. Rozbory vzorků genetických půdních typů

Číslo vz.	Mech. analysa				%	%	%	pH	%	V	%
	I.	II.	III.	IV.	humusu	V _h	CaCO ₃		fyzik. jíl		R ₂ O ₃
1.	41	47	10	2	2,65	7,26	1,8	7,10	8,80	91,4	12,03
2.	42	46	11	1	0,51	6,04	12,5	7,35	6,55	97,6	9,80
3.	39	45	15	1	2,35	7,40	0,2	7,05	10,10	87,9	11,41
4.	41	49	8	1	0,41	6,77	0,9	7,20	7,20	80,7	12,83
5.	40	49	9	1	0,15	6,15	12,8	7,35	6,10	97,6	9,98
6.	44	41	8	7	2,06	6,53	—	6,80	7,30	70,5	15,11
7.	51	43	5	1	0,72	8,60	—	6,45	10,75	69,0	16,38
8.	36	52	5	7	0,31	6,85	13,2	6,95	9,70	85,6	15,39
9.	37	43	14	6	6,00	4,46	—	5,65	7,30	13,1	6,92
10.	35	43	14	8	0,82	3,53	—	5,20	7,18	5,8	6,83
11.	48	39	8	5	0,36	8,00	—	5,60	12,10	28,4	12,67
12.	45	37	12	6	0,31	8,53	—	6,30	10,45	53,3	14,35
13.	42	41	12	5	0,36	4,92	14,0	7,10	8,35	97,6	9,38
14.	36	38	14	12	1,24	5,40	—	6,15	4,10	6,42	9,18
15.	35	36	14	15	0,78	5,44	—	5,95	4,35	9,50	9,03
16.	40	34	13	13	0,16	5,42	—	6,00	5,25	9,69	9,32
17.	45	29	13	13	0,10	6,54	—	6,15	6,55	16,42	11,10
18.	46	38	14	2	5,07	14,98	1,5	7,25	17,25	89,09	15,04
19.	36	26	20	18	1,19	5,18	—	6,30	8,15	27,12	13,45
20.	41	40	17	2	0,16	6,69	—	5,85	9,65	10,50	17,09
21.	61	25	5	3	2,22	13,15	7,2	7,45	23,65	70,34	14,91
22.	73	22	4	1	0,62	12,83	23,5	7,75	21,80	90,55	12,29
23.	76	18	5	1	6,26	17,72	—	6,75	25,90	34,93	11,20
24.	84	10	5	1	2,53	19,64	—	7,35	32,45	55,67	16,42
25.	84	11	4	1	1,14	20,31	—	7,95	32,00	69,63	18,58
26.	81	14	4	1	0,88	19,90	—	8,21	22,95	76,22	19,61
27.	7	2	7	84	0,72	1,96	—	6,63	1,06	25,77	2,15
28.	7	6	6	81	1,03	2,13	—	6,31	1,23	9,04	2,17
29.	12	7	9	72	1,24	2,24	—	5,98	1,68	9,30	3,01

III. Průměrné hodnoty bodu vadnutí různých druhů rostlin

Číslo vz.	Ječmen	Hořčice bílá	Jetel červený	Kukuřice	Len setý	Paprika	Štírovník ob.	Vikev ozimá	Průměr. hodnota
1.	8,32	9,57	8,42	11,63	7,54	8,65	7,24	7,39	8,60
2.	8,60	8,54	7,80	11,20	8,35	7,58	7,51	7,80	8,42
3.	11,79	7,33	9,32	10,53	7,78	9,11	7,26	7,56	8,84
4.	9,14	8,21	9,54	11,13	9,28	9,85	7,69	7,91	9,09
5.	6,26	6,99	8,73	9,49	7,63	8,43	6,84	7,00	7,67
6.	13,20	12,44	11,14	15,40	13,16	10,79	9,44	10,26	11,98
7.	11,43	11,24	11,76	13,81	11,13	10,81	9,91	10,40	11,37
8.	9,21	9,35	9,92	12,12	9,32	8,61	9,14	7,17	9,36
9.	10,28	9,33	10,15	10,16	6,85	8,58	7,58	7,82	8,84
10.	5,03	5,10	5,80	6,14	6,39	5,19	4,79	5,05	5,44
11.	12,83	11,12	12,22	12,42	10,54	9,76	9,71	9,87	11,06
12.	12,75	9,59	12,38	12,31	10,03	9,51	9,95	9,50	10,75
13.	7,83	8,53	10,01	9,27	5,53	7,18	7,59	6,57	7,81
14.	7,87	7,12	7,69	8,51	7,14	8,23	6,84	7,19	7,57
15.	6,81	7,04	6,84	8,10	6,32	7,95	6,28	7,00	7,04
16.	7,43	7,17	7,25	8,65	6,83	7,94	6,85	7,49	7,45
17.	8,61	7,72	7,61	10,71	7,20	8,46	7,94	8,34	8,32
18.	23,37	26,19	25,37	33,08	24,08	28,11	26,47	29,53	27,03
19.	6,54	7,17	7,26	8,85	7,21	7,60	7,61	8,06	7,54
20.	9,30	8,66	8,81	11,20	8,86	9,23	9,32	10,37	9,47
21.	17,36	16,32	15,88	18,37	16,37	17,33	16,83	17,14	16,95
22.	15,43	17,65	17,53	19,26	15,75	18,37	17,38	18,86	17,53
23.	22,80	23,04	23,63	25,76	21,78	23,39	23,27	22,27	23,24
24.	23,43	25,98	25,19	27,59	23,26	26,19	25,36	21,71	24,84
25.	23,59	27,03	25,85	27,81	23,66	26,42	25,94	25,47	25,72
26.	23,07	22,94	24,06	25,68	22,53	23,33	23,91	23,57	23,64
27.	1,97	2,09	2,19	2,84	1,99	2,36	2,19	2,28	2,24
28.	2,15	2,45	2,53	3,37	2,19	2,70	2,28	2,92	2,57
29.	2,85	2,94	2,88	4,05	2,54	3,20	2,53	3,25	3,03

hydrolytická acidita podle Kappena,
stupeň nasycenosti sorpčního komplexu (V) podle Kappena,
celkový obsah sesquioxydů (R_2O_3),

Výsledky těchto rozborů jsou uvedeny v tabulce II.

Jako indikátorů bodu vadnutí bylo použito těchto druhů rostlin: ječmen, hořčice bílá, jetel červený, kukuřice, len setý, paprika, štírovník obecný, vikev ozimá. Stanovení bodu vadnutí bylo konáno ve třech opakováních u každého půdního vzorku a každého druhu rostlin. Výsledky stanovení bodu vadnutí v hodnotách obsahu vody v půdě váhově na sušinu na všech vzorcích půd a se všemi výše jmenovanými druhy rostlin jsou uvedeny v tabulce III.

Sledované závislosti hodnot bodu vadnutí na některých vlastnostech půdních byly vyhodnoceny metodou variační statistiky, která umožnila posouzení směrodatnosti a přesnosti získaných výsledků a zhodnocení vlivu různých druhů indikačních rostlin na hodnoty bodu vadnutí.

Diskuse získaných výsledků

1. Vztahy bodu vadnutí ke stratigrafii půdních typů

Profilový průběh bodu vadnutí na sorpčně nasycených půdních typech (černozem pravá a degradovaná) je celkem rovnoměrný, přičemž hodnoty bodu vadnutí s hloubkou mírně klesají.

U třífázových půdních typů (hnědozemě, podzoly) se průběh bodu vadnutí v profilu komplikuje. Pro hnědozemě je charakteristické zvýšení hodnot bodu vadnutí v *B* horizontu. Porovnáme-li tyto výsledky s tabulkou II. průvodních rozborů, odpovídá zvýšení hodnot bodu vadnutí také vyšší obsah hrubé jíloviny, fyzikálního jílu a R_2O_3 a současně také vyšší hodnota čísla hygroskopičnosti, i když značně poklesl obsah humusu v *B* horizontu.

Nejvýrazněji se projevuje stratigrafie půdního typu ve vztahu k hodnotám bodu vadnutí u typického podzolu. U horizontu *A*₂ hodnota bodu vadnutí velmi silně klesá, v *B*₁ horizontu dosahuje maxima a v *B*₂ a *C* horizontu opět mírně klesá. Tak jako u hnědozemě, odpovídá tomuto průběhu bodu vadnutí také stav výše jmenovaných půdních veličin v jednotlivých horizontech. Podobný průběh se projevuje také u profilu slance, kde hodnota bodu vadnutí nápadně stoupá v hlubších horizontech a profilový průběh je vyjádřen charakteristickou křivkou.

Rendziny jsou charakterisovány celkem vyrovnaným průběhem hodnot bodu vadnutí z profilu; u rendziny na vápenci se však dá předpokládat, že v *C* horizontu nastane značné snížení hodnot bodu vadnutí. Váté písky nebyly profilově zkoumány, možno však předpokládat, že profilový průběh hodnot bodu vadnutí bude celkem rovnoměrný, případně bude poněkud ovlivněn odlišnými vrstvami, vyskytujícími se v profilu.

Z těchto poznatků lze tedy učinit závěr, že půdní genetický typ, který je výslednicí půdotvorného procesu, značnou měrou ovlivňuje hodnoty bodu vadnutí, i když tento vliv není vždy určující a rozhodující a bývá překrýván jinými faktory, zejména mechanickým složením půdních horizontů.

2. Vztahy bodu vadnutí k fyzikálním a chemickým půdním veličinám

Při matematickém zpracování výsledků pokusů byly sledovány mimo jiné také korelační závislosti mezi hodnotami bodu vadnutí a číslem hygroskopičnosti, obsahem hrubé jíloviny, obsahem fyzikálního jílu, obsahem sesquioxydů a stupněm nasycenosti sorpčního komplexu. Pro výpočet těchto korelací (mimo vztah bodu vadnutí k nasycenosti sorpčního komplexu) bylo použito průměrných hodnot bodu vadnutí ze dvaceti čtyř stanovení bez ohledu na druh indikační rostliny, a to z toho důvodu, že hodnoty korelačních koeficientů, vypočtené pro jednotlivé druhy rostlin, se od této průměrné hodnoty celkem nelišily. Pouze u výše jmenované závislosti byl rozdíl rozhodující pro konečné posouzení, proto byly v tomto případě vyčísleny korelační koeficienty pro každý rostlinný druh.

Nejvyšší hodnota korelačního koeficientu (*r*) a tím také nejužší vztah je mezi bodem vadnutí a číslem hygroskopičnosti, kde činí jeho hodnota 0,971 (u ječmene 0,988, jetele červeného 0,991, u kukuřice 0,974 atd.). Jeho střední chyba (*s_{rr}*) je 0,046. Jedná se tedy o vysoce průkaznou závislost (*t_r* = 21,13).

Závislost mezi obsahem fyzikálního jílu a bodem vadnutí vychází rovněž jako vysoce průkazná (*r* = 0,919, *s_r* = 0,076, *t_r* = 16,73) právě tak, jako korelace mezi obsahem hrubé jíloviny a bodem vadnutí (*r* = 0,901, *s_r* = 0,083, *t_r* = 14,62 ale hodnota korelačního koeficientu je již nižší, než u čísla hygroskopičnosti. Také celkový obsah sesquioxydů je s bodem vadnutí ve zřejmé korelaci (*r* = 0,743, *s* = 0,129, *t_r* = 5,76) s nejnižší hodnotou korelačního koeficientu, i když se ještě jedná o vysoce průkaznou závislost.

Vztah mezi nasyceností sorpčního komplexu a hodnotami bodu vadnutí byl vyčíslen z výše uvedených důvodů pro jednotlivé druhy rostlin v těchto hodnotách:

ječmen $r = 0,502, s_r = 0,166, t_r = 3,02$

hořčice bílá $r = 0,497, s_r = 0,166, t_r = 2,97$

jetel červený	$r = 0,517, s_r = 0,164, t_r = 3,13$
kukuřice	$r = 0,578, s_r = 0,156, t_r = 3,74$
len setý	$r = 0,488, s_r = 0,167, t_r = 2,90$
paprika	$r = 0,483, s_r = 0,158, t_r = 2,86$
štírovník obecný	$r = 0,464, s_r = 0,190, t_r = 2,72$
vikev ozimá	$r = 0,468, s_r = 0,170, t_r = 2,75.$

Podle těchto výsledků je závislost hodnot bodu vadnutí na stupni nasycenosti sorpčního komplexu také vysoce průkazná, až na dva případy — štírovník obecný a vikev ozimá — kde je tato závislost pouze průkazná. Závislost mezi obsahem humusu a bodem vadnutí nebyla v této práci sledována.

Pro porovnání s údaji jiných autorů, kteří převádějí hodnoty bodu vadnutí na násobky čísla hygroskopičnosti, byl také tento koeficient vyčíslen ze všech stanovení (celkem 696), daný průměrnou hodnotou 1,38. Tento násobek kolísá u zkoušených půdních vzorků v rozmezí od 1,14 do 1,98, bez zjevné závislosti na půdním druhu nebo typu. Hodnota 1,38, vyčíslená z těchto pokusů, velmi dobře souhlasí s údaji jiných autorů. Na příklad Novák uvádí 1,5 V_h , Briggs a Shantz

IV. Rozdíly hodnot bodu vadnutí mezi různými druhy rostlin

Číslo vz.	1. Ječmen × hořčice bílá					2. Ječmen × jetel červený				
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$\bar{s}_d$	t	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$\bar{s}_d$	t
1.	8,32	9,57	1,25	0,100	12,50	8,32	8,42	0,10	0,105	0,95
2.	8,60	8,54	0,06	0,100	0,60	8,60	7,80	0,80	0,114	7,01
3.	11,79	7,33	4,46	0,167	26,70	11,79	9,32	2,47	0,167	14,79
4.	9,14	8,21	0,93	0,089	10,44	9,14	9,54	0,40	0,100	4,00
5.	6,26	6,99	0,73	0,126	5,79	6,26	8,73	2,47	0,118	20,93
6.	13,20	12,44	0,76	0,148	5,13	13,20	11,14	2,06	0,141	14,60
7.	11,43	11,24	0,19	0,141	1,34	11,43	11,76	0,33	0,069	4,78
8.	9,21	9,35	0,14	0,105	1,33	9,21	9,92	0,71	0,114	6,22
9.	10,28	9,33	0,95	0,122	7,78	10,28	10,15	0,13	0,114	1,14
10.	5,03	5,10	0,07	0,071	0,98	5,03	5,80	0,77	0,071	10,84
11.	12,83	11,12	1,71	0,077	22,20	12,83	2,22	0,61	0,071	8,45
12.	12,75	9,59	3,16	0,109	28,99	12,75	12,38	0,37	0,071	5,21
13.	7,83	8,53	0,70	0,141	4,69	7,83	10,01	2,18	0,109	20,00
14.	7,87	7,12	0,75	0,071	10,56	7,87	7,69	0,18	0,138	1,30
15.	6,81	7,04	0,23	0,071	3,23	6,81	6,84	0,03	0,077	0,38
16.	7,43	7,17	0,26	0,045	5,77	7,43	7,25	0,18	0,055	3,27
17.	8,61	7,72	0,89	0,118	7,54	8,61	7,61	1,00	0,095	10,52
18.	23,37	26,19	2,82	0,100	28,20	23,37	25,37	2,00	0,187	10,69
19.	6,54	7,17	0,63	0,045	14,00	6,54	7,26	0,72	0,055	13,09
20.	9,30	8,66	0,64	0,158	3,98	9,30	8,81	0,49	0,084	5,83
21.	7,26	16,32	0,94	0,063	14,92	17,36	15,88	1,48	0,095	15,57
22.	15,43	17,65	2,22	0,122	18,19	15,43	17,53	2,10	0,109	19,26
23.	22,80	23,04	0,24	0,197	1,21	22,80	23,63	0,83	0,138	6,01
24.	23,43	25,98	2,55	0,055	46,36	23,43	25,19	1,76	0,095	18,52
25.	24,59	27,03	2,44	0,077	31,68	24,59	25,85	1,26	0,122	10,32
26.	23,07	22,94	0,13	0,077	1,68	23,07	24,06	0,99	0,063	15,71
27.	1,97	2,09	0,12	0,045	2,66	1,97	2,19	0,22	0,045	5,77
28.	2,15	2,45	0,30	0,055	5,45	2,15	2,53	0,38	0,071	5,35
29.	2,85	2,94	0,09	0,084	1,07	2,85	2,88	0,03	0,045	0,66

1,47 V_h , Kočerina uvádí pro černozem 1,2–1,3 V_h , pro šedozem 1,4–1,5 V_h , Fedorovský pro pšenici na černozemní půdě 1,3–1,6 V_h , Kačinský uvádí pro různé půdy Uralu a západní Sibíře průměrnou hodnotu 1,5 V_h , atd.

Hodnotíme-li profilové změny výše jmenovaných půdních veličin jako výslednici půdotvorného procesu ve vztahu k hodnotám bodu vadnutí, docházíme k potvrzení závěru v předchozí stati, že hodnoty bodu vadnutí jsou značnou měrou ovlivňovány půdním typem.

3. Půdní druhy a hodnoty bodu vadnutí

Zeminy, použité při pokusech, lze rozřadit podle mechanického složení do několika druhů. Nejpočetnější jsou zastoupeny zeminy hlinité a jílovitohlinité, ve vzorcích chybí zeminy písčitohlinité. Tyto druhy se však liší svým původem z různých genetických horizontů různých půdních typů, čímž se uplatňují při zjišťování hodnot bodu vadnutí na těchto druzích v různém stupni ostatní faktory, ovlivňující hodnoty bodu vadnutí. Hodnoty bodu vadnutí se proto pohybují u každého půdního druhu v určitém rozmezí. V následujícím jsou uváděny průměrné hodnoty bodu vadnutí ze dvaceti čtyř stanovení, bez ohledu na druh indikačních rostlin.

U písčitých zemin kolísají hodnoty bodu vadnutí od 2,24 ‰ do 2,57 ‰. Rozmezí hodnot bodu vadnutí hlinitopísčitých zemin nebylo možno stanovit. Jsou zastoupeny pouze jedním vzorkem o průměrné hodnotě bodu vadnutí 3,03 ‰.

V. Rozdíly hodnot bodu vadnutí mezi různými druhy rostlin

Číslo vz.	3. Ječmen × kukuřice					4. Ječmen × len setý				
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$s_{\bar{d}}$	t	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$s_{\bar{d}}$	t
1.	8,32	11,63	3,31	0,155	21,35	8,32	7,54	0,78	0,094	7,97
2.	8,60	11,20	2,60	0,158	16,45	8,60	8,35	0,25	0,148	2,11
3.	11,79	10,53	1,16	0,141	8,22	11,79	7,78	4,01	0,164	24,45
4.	9,14	11,13	1,99	0,158	12,59	9,14	9,28	0,14	0,118	1,18
5.	6,26	9,49	3,23	0,189	17,08	6,26	7,63	0,37	0,118	3,13
6.	13,20	15,40	2,20	0,226	9,73	13,20	13,16	0,04	0,141	0,28
7.	11,43	13,81	2,38	0,114	20,87	11,43	11,63	0,20	0,134	1,49
8.	9,21	12,12	2,91	0,122	23,85	9,21	9,32	0,11	0,126	0,87
9.	10,28	10,16	0,12	0,130	0,92	10,28	6,85	3,43	0,122	28,11
10.	5,03	6,14	1,14	0,130	8,53	5,03	6,39	1,36	0,161	8,44
11.	12,83	12,43	0,41	0,089	4,60	12,83	10,54	2,29	0,089	25,73
12.	12,75	12,31	0,44	0,173	2,54	12,75	10,03	2,72	0,077	35,32
13.	7,83	9,27	1,34	0,134	10,00	7,83	5,53	2,30	0,130	17,69
14.	7,87	8,51	0,64	0,139	4,60	7,87	7,14	0,73	0,063	11,58
15.	6,81	8,10	1,29	0,109	11,83	6,81	6,32	0,49	0,045	10,88
16.	7,43	8,63	1,20	0,089	13,48	7,43	6,83	0,60	0,045	13,33
17.	8,61	10,71	2,10	0,141	14,89	8,61	7,20	1,41	0,055	25,63
18.	23,37	33,08	9,71	0,084	115,59	23,37	24,08	0,71	0,077	9,22
19.	6,54	8,85	2,31	0,064	36,09	6,54	7,21	0,67	0,045	14,88
20.	9,30	11,20	1,90	0,126	15,07	9,30	8,86	0,44	0,063	6,98
21.	17,36	18,37	1,01	0,138	7,31	17,36	16,37	0,99	0,077	12,85
22.	15,43	19,26	3,83	0,084	45,59	15,43	15,75	0,32	0,071	4,50
23.	22,80	25,76	2,96	0,084	35,23	22,80	20,78	1,02	0,105	9,71
24.	23,43	27,59	4,16	0,089	46,74	23,43	23,26	0,17	0,114	1,49
25.	23,59	27,81	4,22	0,226	18,67	23,59	23,66	0,07	0,077	00,90
26.	23,07	25,63	2,56	0,141	18,15	23,07	22,53	0,46	0,084	5,47
27.	1,97	2,84	0,87	0,064	13,59	1,97	1,99	0,02	0,045	0,44
28.	2,15	3,37	1,22	0,071	17,18	2,15	2,19	0,04	0,045	0,88
29.	2,85	4,05	1,20	0,064	18,75	2,85	2,54	0,31	0,045	6,88

Bod vadnutí hlinitých zemin kolísá od 5,44 % do 11,98 %, jílovitohlinitých od 8,32 % do 16,95 %. Výjimkou u jílovitohlinitých zemin je vzorek č. 18 (A horizont rendziny na vápenci), kde hodnota bodu vadnutí, zřejmě vlivem vysokého obsahu nasyceného humusu (5,07 %) dosahuje 27,03 %. Jílovité zeminy, zastoupené pouze dvěma vzorky, mají celkem malé rozmezí hodnot bodu vadnutí — od 16,93 do 17,53 %. Hodnoty bodu vadnutí jílů se pohybují od 23,24 % do 25,72 %.

Na základě těchto výsledků lze tedy potvrdit závěry dřívějších prací, týkajících se vztahů hodnot bodu vadnutí k půdním druhům. Hodnoty bodu vadnutí stoupají kontinuálně od lehkých k těžkým druhům půd, jsou však ve svých absolutních hodnotách ovlivňovány dalšími faktory, vyplývajícími z různých fyzikálních a chemických vlastností zemin rozličného místního i stratigrafického původu.

4. Vliv rostlinného druhu na hodnoty bodu vadnutí

Dalším vztahem, sledovaným v této práci, byla závislost hodnot bodu vadnutí na druhu indikační rostliny. Za standard, se kterým byly srovnávány hodnoty bodu vadnutí ostatních druhů rostlin, byl zvolen ječmen jako tradiční klasická indikační rostlina. Kritériem hodnověrnosti byla průkaznost rozdílů hodnot bodu vadnutí mezi standardem — ječmenem — a ostatními rostlinnými druhy, vypočtená variačně statistickým zpracováním výsledků pokusů. Výsledky tohoto porovnání jsou uvedeny v tabulkách IV.—VII. ($P\ 0,05 = 2,01$, $P\ 0,01 = 2,68$).

VI. Rozdíly hodnot bodu vadnutí mezi různými druhy rostlin

Číslo vz.	5. Ječmen × paprika					6. Ječmen × štírovník obecný				
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$s\bar{d}$	t	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$s\bar{d}$	t
1.	8,32	8,65	0,33	0,105	2,44	8,32	7,24	1,08	0,089	12,13
2.	8,60	7,58	1,02	0,179	5,69	8,60	7,51	1,09	0,118	9,23
3.	11,79	9,11	2,68	0,122	26,27	11,79	7,26	4,53	0,148	30,60
4.	9,14	9,85	0,71	0,084	8,45	9,14	7,69	1,45	0,114	12,71
5.	6,26	8,43	2,17	0,145	14,96	6,26	6,84	0,58	0,122	4,75
6.	13,20	10,79	2,41	0,170	14,17	13,20	9,44	3,76	0,148	25,40
7.	11,43	10,81	0,62	0,084	7,38	11,43	9,91	1,52	0,095	16,00
8.	9,21	8,61	0,60	0,105	5,71	9,21	9,14	0,07	0,109	0,64
9.	10,28	8,58	1,70	0,114	14,91	10,28	7,58	2,70	0,122	22,13
10.	5,03	5,19	0,16	0,122	1,31	5,03	4,79	0,24	0,100	2,40
11.	12,83	9,76	3,07	0,084	36,54	12,83	9,71	3,12	0,071	43,94
12.	12,75	9,51	3,24	0,118	27,45	12,75	9,95	2,80	0,077	36,36
13.	7,83	7,18	0,65	0,114	5,70	7,83	7,59	0,24	0,141	1,70
14.	7,87	8,23	0,36	0,063	5,71	7,87	6,84	1,03	0,084	12,26
15.	6,81	7,95	1,14	0,055	20,72	6,81	6,20	0,53	0,084	6,30
16.	7,43	7,94	0,51	0,164	3,10	7,43	6,85	0,58	0,063	9,20
17.	8,61	8,46	0,15	0,077	1,94	8,61	7,94	0,67	0,077	8,70
18.	23,37	28,11	4,74	0,330	14,23	23,37	26,47	3,10	0,095	32,63
19.	6,54	7,60	1,06	0,077	13,76	6,54	7,61	1,07	0,118	9,06
20.	9,30	9,23	0,07	0,173	0,40	9,30	9,32	0,02	0,105	0,19
21.	17,36	17,33	0,03	0,234	0,12	17,36	16,83	0,53	0,071	7,46
22.	15,43	18,37	2,94	0,411	7,15	15,43	17,38	1,95	0,138	14,13
23.	22,80	23,39	0,59	0,158	3,73	22,80	23,27	0,47	0,155	3,03
24.	23,43	26,19	2,76	0,161	17,14	23,43	25,36	1,93	0,138	13,98
25.	23,59	26,42	2,83	0,148	19,12	24,59	25,94	1,35	0,095	14,21
26.	23,07	23,33	0,26	0,084	3,09	23,07	23,91	0,84	0,100	8,40
27.	1,97	2,36	0,39	0,063	6,19	1,97	2,19	0,22	0,055	4,00
28.	2,15	2,70	0,55	0,045	12,22	2,15	2,28	0,13	0,063	2,06
29.	2,85	3,20	0,35	0,045	7,77	2,85	2,53	0,32	0,063	5,07

Procentické zastoupení různých stupňů průkaznosti rozdílů nám dává tento obraz:

	Vysoce průkazných rozdílů	Průkazných rozdílů	Neprůkaz- ných rozdílů
ječmen — hořčice bílá	72,4 %	3,5 %	24,1 %
ječmen — jetel červený	82,7 %	—	17,3 %
ječmen — kukuřice	89,6 %	3,5 %	6,9 %
ječmen — len setý	65,5 %	3,5 %	31,0 %
ječmen — paprika	82,7 %	3,5 %	13,8 %
ječmen — štirovník obecný	82,7 %	6,9 %	10,4 %
ječmen — víkev ozimá	82,7 %	6,9 %	10,4 %
Celkově ze 696 stanovení je	79,7 %	3,5 %	16,8 %

VII. Rozdíly hodnot bodu vadnutí mezi různými druhy rostlin

Číslo vz.	7. Ječmen × víkev ozimá					Číslo vz.	7. Ječmen × víkev ozimá				
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$s\bar{d}$	t		$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{d}$	$s\bar{d}$	t
1.	8,32	7,39	0,93	0,170	5,47	16.	7,43	7,49	0,06	0,134	0,44
2.	8,60	7,80	0,80	0,126	6,34	17.	8,61	8,34	0,27	0,118	2,28
3.	11,79	7,56	4,23	0,164	25,79	18.	23,37	29,53	6,16	0,184	33,47
4.	9,14	7,91	1,23	0,167	7,36	19.	6,54	8,06	1,52	0,063	24,12
5.	6,26	7,00	0,74	0,138	5,36	20.	9,30	10,37	1,07	0,138	7,75
6.	13,20	10,26	2,94	0,152	19,34	21.	17,36	17,14	0,22	0,161	1,36
7.	11,43	10,40	1,03	0,161	6,39	22.	15,43	18,86	3,43	0,122	28,11
8.	9,21	7,17	2,04	0,114	17,89	23.	22,80	22,27	0,53	0,138	3,84
9.	10,28	7,82	2,46	0,145	16,96	24.	23,43	21,71	1,72	0,089	19,32
10.	5,03	5,05	0,02	0,084	0,23	25.	24,59	25,47	0,88	0,105	8,38
11.	12,83	9,87	2,96	0,109	27,15	26.	23,07	23,57	0,50	0,122	4,09
12.	12,75	9,50	3,25	0,152	21,38	27.	1,97	2,28	0,31	0,084	3,69
13.	7,83	6,57	1,26	0,173	7,28	28.	2,15	2,92	0,77	0,055	14,00
14.	7,87	7,19	0,68	0,100	6,80	29.	2,85	3,25	0,40	0,084	4,76
15.	6,81	7,00	0,19	0,084	2,26						

Mimo vztahy ječmene jako standardu a ostatních druhů rostlin byly informativně propočítány také vztahy jiné, na příklad kukuřice (standard) — paprika: 10,35 % neprůkazných rozdílů, hořčice bílá (standard) — víkev ozimá: 10,35 % neprůkazných rozdílů, jetel červený (standard) — štirovník obecný: 24,20 % neprůkazných rozdílů atd. Tyto vztahy souhlasí s výše uvedenými výsledky, kde byl jako standard použit ječmen. K velmi blízkým výsledkům bychom došli za použití kteréhokoli druhu rostlin jako standardu. Výskyt neprůkazných rozdílů nelze vázat na určitý druh nebo typ půdní. Pouze na vátých písčích se neprůkaznost rozdílů projevovala poměrně nejčastěji. Na půdních typech, přes podrobný rozbor výsledků v tomto směru, nebylo lze najít určitou zákonitost.

Na základě výše uvedených výsledků lze učinit závěr, že rostlinný druh svým působením živého organismu na okolní prostředí do různé míry ovlivňuje hodnotu bodu vadnutí, tj. ve stejné půdě má fyziologicky nepřístupná vláhová hodnota různé druhy rostlin různé hodnoty. Tento závěr se v zásadě rozchází s vývodem Briggse a Shantze, Veihmeyera a Hendricksona a jiných, kteří ve svých pracích

dokazují nezávislost hodnot bodu vadnutí na rostlinném druhu. To znamená, že podle jejich teorie se chová živá rostlina ke svému životnímu prostředí jako na-prosto pasivní činitel.

Souhrn

Byly určovány hodnoty bodu vadnutí fyziologickou metodou podle Briggse a Shantze na některých půdních typech s cílem ověřit bod vadnutí hlavních, výrobně důležitých půdních typů ve vztahu k číslu hygroskopičnosti, prokázat, které faktory ovlivňují podstatně a nejvíce hodnoty bodu vadnutí. Mimo to byl také sledován vliv různých rostlinných indikátorů na hodnoty bodu vadnutí. Za standardní rostlinu byl zvolen ječmen, kromě něho pro srovnání také kukuřice, hořčice bílá a jetel červený.

Na základě výsledků, sestavených do příslušných tabulek, lze učinit tyto závěry:

1. Hlavním faktorem, určujícím a ovlivňujícím hodnoty bodu vadnutí, je obsah hrubé jíloviny a fyzikálního jílu, tj. půdní druh. Hodnoty bodu vadnutí stoupají se stupněm disperzity půdy. Je tedy pro bod vadnutí zpravidla určujícím faktorem půdní druh.

2. Genetický půdní typ jako výsledek půdotvorného procesu ovlivňuje značnou měrou hodnoty bodu vadnutí, ale může být překryt jinými faktory, zejména mechanickým složením půdních horizontů. V podstatě se výraznost vlivu půdního typu na bod vadnutí stupňuje s nenasyčeností sorpčního komplexu.

3. Násobek čísla hygroskopičnosti, odpovídající hodnotě bodu vadnutí, činí u zkoušených půdních typů 1,38. Kolísání tohoto koeficientu má u půdních typů rozmezí od 1,14 do 1,98. Kolísání tohoto koeficientu nelze vázat na určitý půdní druh ani na půdní typ, ani na humózní svrchní horizonty (převodní koeficient v průměru činí 1,43) ani na bezhumózní spodiny (průměrná hodnota převodního koeficientu 1,35).

4. Různé druhy rostlin do různé míry odčerpávají vláhu ze stejných půdních vzorků. Hodnoty bodu vadnutí, určené vegetační metodou, jsou ovlivněny použitým druhem rostliny, tj. rostlinným indikátorem vadnutí. Rozdíly mezi zkoušenými druhy rostlin se pohybují na zkoušených půdách od 0,02 % do 4,53 %. Neprůkaznost rozdílů nelze vázat na určitý půdní druh nebo typ.

Literatura

Andrianov P. I.: Svjazanaja voda počv i gruntov. 1946, Moskva - Leningrad. — Brezeale E., Mc George W.: A new Technic for Determining Wilting Percentage of soil. Soil Science, vol. 68, 1949. — Dolgov S. I.: Issledovanie podviznosti počvennoj vlagi i jeje dostupnosti dla rastenij. 1948, Moskva - Leningrad. — Fedorovskij D. V.: Zavisimost koeficienta zavjadaniya ot vida rastenij i osmotičeskovo davleniya počvenno rastvora. Počvovėdėniye No. 10, 1948. — Kočerina E. I.: K voprosu o vlažnosti zavjadaniya rastenij. Počvovėdėniye No. 1, 1948. — Kosil V., Káš V., Solnař J.: Půda jako zásobitelka rostlin vodou. Zprávy VÚZ č. 78, 1940, Praha. — Maximov N. A.: Izbrannyje raboty. Tom 1, 1952, Moskva. — Novák V.: Studie o hygroskopické vodě v půdě. Zeměd. archiv 1918, Praha. — Novák V., Pelíšek J.: K problému vodního režimu půdního suché oblasti jihomoravské. Sborník ČAZ, 1938, Praha. — Novák V.: Příspěvek k poznání tzv. přístupné vody v půdních typech na Moravě. Sborník ČAZ, 1946, Praha. — Rode A. A.: Počvennaja vlaga, 1952, Moskva. — Smolík L.: K určování bodu vadnutí v půdách. Sborník ČAZ XII, 1937, Praha. — Veihmeyer F. J., Hendrickson A. H.: Methods of Measuring Field Capacity and Permanent Wilting Percentage of soils. Soil Science vol. 68, 1949. — Zavadil J.: O stanovení vody v půdě pro rostliny fyziologicky neúčinné. Věstník pro vodní hosp., XVI, 1937, Praha.

Физиологическим методом по Бриггсу и Шантцу устанавливались величины точки завядания на некоторых типах почв с целью проверить точку завядания на главных, производственно важных типах почв по отношению к коэффициенту гигроскопичности и выяснить, какие факторы оказывают существенное и наибольшее влияние на высоту точки завядания. Кроме того исследовалось также влияние на высоту точки завядания различных растительных индикаторов. В качестве стандартного растения был принят ячмень, а кроме него для сравнения также кукуруза, белая горчица и красный клевер.

На основании результатов, сведенных в соответствующие таблицы, можно сделать следующие выводы:

1. Главным фактором, который оказывает влияние и обуславливает величины точки завядания, является содержание крупнозернистой глины и физического ила, т. е. вид почвы. Высота точки завядания возрастает со степенью дисперсности почвы. Таким образом, как правило, вид почвы является определяющим фактором точки завядания.

2. Генетический почвенный тип, как результат процесса почвообразования, в значительной мере влияет на высоту точки завядания, но может быть перекрыт другими факторами, в особенности механическим составом почвенных горизонтов. В сущности проявление влияния почвенного типа на точку завядания увеличивается с ненасыщенностью поглощающего комплекса.

3. Кратное число величины гигроскопичности, соответствующее высоте точки завядания, в обследованных почвенных типах равняется 1,38. Колебания этого коэффициента у почвенных типов происходит в пределах от 1,14 до 1,98. Колебания этого коэффициента нельзя связывать ни с определенным видом почвы, ни с почвенным типом, ни с верхними гумусными горизонтами (переводный коэффициент в среднем равняется 1,43), ни с безгумусными нижними слоями (средняя величина переводного коэффициента 1,35).

4. Разные виды растений в разной мере вычерпывают влагу из одинаковых образцов почвы. Высота точки завядания, установленная вегетационным методом, находится под влиянием использованного вида растения, т. е. растительного индикатора завядания. Различия между испытанными видами растений колеблются на испытанных почвах от 0,02 % до 4,53 %. Недостоверность различий нельзя связывать с определенным видом или типом почвы.

Die Bestimmung des Welkepunktes der Pflanzen der einigen Bodentypen

An manchen Bodentypen wurden die Welkepunktswerte mittels physiologischer Methode nach Briggs festgestellt; das Ziel war, den Welkepunkt der wichtigsten Bodentypen im Verhältnis zur Hygroskopizitätszahl zu beglaubigen und nachzuweisen, welche Faktoren den Welkepunkt beträchtlich und größtenteils beeinflussen. Als Standardpflanze wurde Gerste und als Vergleichspflanze auch Mais, weißer Senf und Rotklee gewählt.

Auf Grund der tabellenmäßig bearbeiteten Ergebnisse konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Der die Welkepunktswerte bestimmende und beeinflussende Faktor ist der Gehalt an Tonfraktion und physikalischen Ton, d. h. die Bodenart. Die Welkepunktswerte steigen mit dem Bodendispersitätsgrad an. Der den Welkepunkt am meisten bestimmende Faktor ist demnach die Bodenart.

2. Der genetische Bodentyp als Ergebnis des bodenbildenden Prozesses beeinträchtigt erheblich die Welkepunktswerte, kann jedoch durch andere Faktoren, vor allem durch die mechanische Zusammensetzung der Bodenhorizonte, überdeckt werden. Grundsätzlich steigt der Einfluß des Bodentypes auf den Welkepunkt mit dem Sinken des Sättigungsgrades des Sorptionskomplexes.

3. Das dem Welkepunkt entsprechende Vielfache der Hygroskopizitätszahl beträgt bei den untersuchten Bodentypen 1,38. Das Schwanken dieses Koeffizienten bewegt sich zwischen 1,14 bis 1,98. Dieses Schwanken kann weder auf eine bestimmte Bodenart noch auf den Bodentyp, auf die oberen humusreichen Horizonte (der Umrechnungskoeffizient beträgt durchschnittlich 1,43), noch auf den humuslosen Untergrund (Durchschnittswert des Umrechnungskoeffizienten 1,35) gebunden werden.

4. Verschiedene Pflanzenarten nehmen die Feuchtigkeit aus gleichen Bodenproben in verschiedenem Maße auf. Die mittels Vegetationsmethode festgestellten Welkepunkt-
werte werden durch die angewandte Pflanzart, d. h. durch den Pflanzenindikator des
Welkens, beeinflußt. Die Unterschiede zwischen den geprüften Pflanzenarten bewegen sich
bei den geprüften Böden von 0,02 bis 4,53 %. Die Unnachweisbarkeit der Unterschiede
kann mit einem bestimmten Bodentyp nicht verbunden werden.

Soustava třídění organické půdní hmoty**Система классификации органической массы почвы****Systematische Klassifikation des organischen Bodenbestandes**

Dr. Stanislav NAJMR, dopisující člen ČSAZV

*Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, Praha-Ružyně***Úvod**

V soudobé světové půdoznalecké literatuře pozorujeme, že výzkum organické půdní hmoty opustil starý statický směr a že hodnotí humus jako činitele zúčastněného na vývoji půdy a její úrodnosti. Současný stav nauky o půdním humusu ukazuje, že starý způsob nazírání, který se v některých státech udržoval do poslední doby, brzdil tempo výzkumu, neboť nedovolil postřehnout a hodnotit četné a pestré změny fyzikálního, chemického a biologického rázu v půdě.

Úkolem půdoznaleckého výzkumu organické půdní hmoty nemůže být jen studium vzniku a přeměny humusu, jeho specifických složek, jejich chemických a fyzikálně-chemických vlastností, jejich vzájemného poměru a stratigrafického uložení v půdním profilu, vyhledávání znakových hodnot atd., jak tomu bylo v některých státech převážně v posledním dvacetiletí.

Praktickým úkolem půdoznaleckého bádání o humusu v orných půdách je soustřeďovat, třídit a hodnotit dosavadní užitečné poznatky a použít jich vhodným způsobem k prospěchu zúrodnování půd.

Světová literatura o humusu je dnes tak obsáhlá, že je mnohdy velmi obtížné dopátrat se originálních pramenů s laboratorní metodikou. Dnes existuje nepřehledné množství metod pro nejrůznější účely. K nim se přidružují v poslední době zcela nové metody, založené na moderních, dříve nepoužívaných principech. Lze připomenout, že snad nebylo konference o zúrodnování půd a půdním humusu, aby nebyl vznesen požadavek zjednodušovat a sjednocovat experimentální metody, aby poznatky byly srovnatelné a aby na ně mohl navazovat další výzkum. Nejednou byla zdůvodňována potřeba vytvoření jednotné terminologie, neodlučitelné součásti vědeckého bádání.

Náš výzkum organické půdní hmoty, konaný nepřetržitě se zaměřením na genetický půdní typ a porovnáváný s výsledky zahraničních výzkumů, zejména sovětských, nashromáždil množství poznatků, které lze prakticky zhodnotit určitým způsobem.

Uložili jsme si úkol zpracovat zejména ty výsledky, které mohou být podkladem jednoduchého třídění organické půdní hmoty, jež by bylo obecně užitečné a prakticky použitelné. K tomu nás vedlo vědomí, že ani v zahraničním půdoznalství neexistuje systém třídění, v němž by byly zahrnuty jen hlavní a podstatné složky

organické hmoty, důležitých funkcí v půdotvorném pochodu, a který by se opíral o jednoduchou a expeditivní laboratorní metodiku.

Potřebu a důvodnost třídění organické půdní hmoty pokládáme za analogickou jiným systémům třídění, používaných v půdoznalství. Můžeme poukázat na disperzní třídění jako nejstarší a na třídění genetické, které spadá do novějšího období našeho půdoznalství. Obě se používají a jsou obecně velmi užitečná. V přípravném studiu, které pokračovalo pozvolna, bylo mnoho překážek, majících příčinu v hledání správného způsobu hodnocení látkových podskupin a složek. Jednalo se nám o to, aby systém třídění byl skutečně jednoduchý, snadno ovladatelný a zahrnoval nejdůležitější složky organické hmoty a opomíjel složky bez podstatného vlivu na půdní úrodnost.

Dále se nám jednalo o to, aby vypracovaný systém třídění byl použitelný pro nejrůznější účely, zejména pro charakteristiku pokusných pozemků, pro sledování zúrodnování půd v travoplní soustavě zemědělství, pro zdokonalení charakteristiky genetických půdních typů, pro vypracování hnojařských plánů, meliorační písčité půdy, hodnocení přírodních organo-minerálních zemin i pro hodnocení humusu v bonitaci půd.

Protože se jedná o méně známou, ale důležitou problematiku, uvádíme v následující stati náš názor na význam a funkci hlavních složek organické půdní hmoty, stručný přehled vývoje třídění půd organické hmoty a zdůvodňujeme náš návrh třídění a uvádíme příklady jeho použití.

Základní charakteristiky látkových skupin, podskupin a složek zařazených do soustavy třídění organické půdní hmoty

V posuzování látkových skupin, podskupin a složek organické půdní hmoty vycházíme z názoru, že veškerou organickou půdní hmotu lze dělit na dvě základní látkové skupiny. První z nich se skládá z vlastního humusu a látek vlastnostmi jemu blízkých, druhá z látek vlastnostmi vlastního humusu vzdálených. Látkové podskupiny a složky je možno zařadit podle své povahy do jedné nebo druhé základní látkové skupiny.

Z aplikace laboratorních metod je známo, že veškerou ústrojnou půdní hmotu lze analyticky vytřídit ve dvě základní látkové skupiny a že se k tomuto účelu používá dvou postupů. V prvním je dělicím činidlem acetyl bromid, ve druhém hydrolyza 80 % kyselinou sírovou za vysoké teploty.

Acetylbromidová metoda se řadí k nejstarším a velmi dobře prozkoušeným metodám, používaným v chemické analýze humusu a houževnatě hájeným některými staršími pracovníky. Organická hmota se acetylbromidovou metodou dělí na dvě látkové skupiny. První z nich je vlastní humus, druhá ostatní látky, zvané nehumusový podíl.

Hydrolyzou se organická hmota též dělí na dvě látkové skupiny. Do nehydrolyzovatelné se řadí vlastní humus a kromě něho látky rezistentní proti rozkladu silnou kyselinou, proti oxydaci, mineralizaci i proti činnosti půdních mikroorganismů. Do druhé se řadí látky snadno oxydovatelné, mineralizovatelné a velmi snadno rozložitelné půdními mikroorganismy. Hydrolyzu pokládáme pro zmíněný účel za vhodnou, neboť složení látkových skupin jí vyčleněných odpovídá našim názorům na systematické třídění. Metodu hydrolytického štěpení lze skloubit s extrakčními metodami v soubornou metodiku.

Z mnoha výzkumných pracovišť byl podán důkaz, že hydrolyzovatelný podíl organické půdní hmoty se skládá z látek snadno okysličitelných a biologicky rozložitelných, z nichž některé jsou chemicky definovatelné a stanovitelné zvláštními metodami. Podstatnou součástí této látkové skupiny jsou zbytky rostlinných porostů, podléhající rychlé mineralizaci. Jejich množství se v průběhu roku v půdě mění (podle druhu pěstované plodiny, objemnosti kořenového systému, množství strniskové hmoty, zeleného hnojení atd.).

Druhá látková skupina — nehydrolyzovatelný podíl — je charakterisována odolností proti jakémukoli rozkladu, mnohem více odolává oxydaci a mineralizaci než první látková skupina. Zmíněná odolnost skýtá podmínky pro její ukládání, namnoze i hromadění v půdě. Její jistý podíl má funkci výchozího materiálu pro vznik, udržování a rozmožování vlastního humusu.

Humínové látky

Podle dosavadních zkušeností pokládáme humínové látky za soubor, v půdě vytvořených specifických látek, jež lze určitými extrakčními metodami uvést do koloidního roztoku; z nichž humínová kyselina je zpravidla jejich hlavní složkou. Humínové látky lze chemicky charakterizovat jako různorodou soustavu organických sloučenin, v níž převládají velkomolekulární polymerní cyklické sloučeniny.

Složky této látkové skupiny se v půdoznalecké literatuře uvádějí jako řada, jejíž první člen jsou fulvokyseliny, střední člen kyselina humínová a poslední článek tvoří humin. Pokládáme-li fulvokyseliny v humifikačním pochodu za jeho počáteční produkt (Alexandrova 1949, Laatsch 1950), humínovou kyselinu na hlavní a v koloidních vlastnostech kulminující produkt, a humin za humínovou kyselinu změněných vlastností, jedná se o vývojovou řadu humusových látek.

Těmto třem specifickým látkám připisujeme v půdotvorném pochodu významnou funkci, a proto mají svá místa v navrhované soustavě třídění. Složky huminových látek, které tuto funkci nemají nebo je jejich funkce překrývá jinou složkou, se nezařazují.

Humínové látky lze peptizovat ze zmíněné zeminy alkalickou extrakcí uvést do roztoku. Organické látky alkalického extraktu lze minerální kyselinou rozdělit ve dvě látkové frakce. Tmavý podíl, který se okyslením prostředí vylučuje z roztoku jako hnědá klatá sraženina, je humínová kyselina a látky jí, po chemické stránce, velmi blízké

Světlý podíl, který zůstává v kyselém filtrátu, jsou fulvokyseliny a jiné doprovodné látky nehumusových vlastností. Po prozkoumání huminových látek v genetických půdních typech pokládáme humínovou kyselinu a fulvokyseliny za hlavní a specifické složky látkové skupiny peptizovatelné alkalickými činidly. Tak na příklad kyselinu hymatomelanovou pokládáme za složku kyseliny humínové menší kondenzace, humát za sloučeninu bazického kationu s humínovou kyselinou, humin za humínovou kyselinu pozměněných vlastností atd.

Humínová kyselina

Humínová kyselina je hlavním a konečným produktem humifikačního pochodu. Je obsažena ve větším nebo menším množství v každé půdě, soustřeďují se v ní vlastnosti pravého humusu a její zúrodnovací účinky na půdu jsou větší než kterékoli jiné organické látky. Je koloidně nejaktivnější složkou organické půdní hmoty, je nadána poměrně značnou rezistencí proti mineralisaci, méně proti změnám v látkové podstatě. Není hydrolyzovatelná a není rozpustná v acetylbromidu. Velkou sorpční kapacitou předčí jiné specifické složky organické půdní hmoty. Za neutrální reakce činí

sorpční kapacita černozemní huminové kyseliny až 500 *mval*/100 g. V čerstvém stavu je schopna chemických a fyzikálně-chemických reakcí; spolupůsobí též aktivně ve strukturotvorném pochodu. Slučovací schopnost huminové kyseliny se uplatňuje zejména při tvoření organominerálních solí, z nichž mají v půdotvorném pochodu zvláštní význam humáty dvojmocných a trojmocných kationů.

Podle posledních výzkumů není huminová kyselina jednotného složení, nýbrž má znaky smíšeného polymerisátu s vlastnostmi sferokoloidu.

Huminová kyselina jako půdní součást je schopna čelit změnám půdní reakce směrem do kyselého i zásaditého prostředí, které mohou mít původ v přírodních a kultivačních vlivech. Volná (sorpční nenasyčená) huminová kyselina ztrácí časem koloidní aktivitu, což je provázáno i určitou změnou chemických vlastností (viz humin). Představuje kulminující vývojové stadium mezi nově vytvořenými látkami, velkého významu pro vývoj půdy o její úrodnost.

Fulvokyseliny

Fulvokyseliny jsou různorodá látková skupina, ve které převládají látky s typickými vlastnostmi kyselin; jejich molekula je menší než kyseliny huminové. Existují v půdě v polymerních komplexech s huminovou kyselinou. Jsou rozpustné v kyselinách i zásadách. Lze je uvolnit ze zeminy alkalickou extrakcí spolu s huminovými kyselinami. Jsou hydrolyzovatelné a rozpustné v acetylbromidu. Vyznačují se menší sorpční kapacitou než kyselina huminová.

Jejich poměr k huminovým kyselinám v půdách je různý. S rostoucí sorpční nenasyčeností půd roste zpravidla jejich převaha nad huminovými kyselinami. V půdách silně podzolovaných, podzologlejových apod. jsou velmi významnou složkou, která v některých případech tvoří třetinu až polovinu veškeré ústrojné hmoty.

Na rozdíl od huminových kyselin se vyznačují silným rozptylem a pohyblivostí v půdním profilu. V sorpčně nenasyčených půdách zvyšují aciditu půdního roztoku a tak zesilují podzolizační proces. Jsou záporným činitelem ve strukturotvorném procesu. Jejich funkci v půdotvorném pochodu možno obecně posuzovat jako opak funkce kyselin huminových.

Humát

Humát je organominerální sloučenina, produkt reakce kyseliny huminové a bazického kationu. Slučování huminové kyseliny s kationy probíhá za určitých podmínek, proto množství humátů v půdě a jejich složení je ukazatelem kvality půdotvorného procesu. Humáty vícemocných kationů jsou nerozpustné, obsahují kondenzovanou huminovou kyselinu, jsou odolné proti oxydaci, nikoli proti výměnným reakcím. Mohou je vyvolávat roztoky solí, které se skládají ze silné kyseliny a jedno-mocného nebo dvojmocného kationu. V prvním případě přechází do roztoku kationová složka humátu, ve druhém složka anionová. První reakce se používá např. při stanovení výměnného vápníku atd., druhé pro stanovení huminové kyseliny humátové. Humáty dvoj- a trojmocných kationů jsou nerozpustné v acetylbromidu. Hydrolyzou se rozkládají, bazická složka přechází do roztoku, ale huminová kyselina vzoruje hydrolyze a v kyselém prostředí setrvává v pevné formě.

Humáty vícemocných kationů se mohou v půdě ukládat a jejich rozmnožování znamená obohacování půdy o důležitou složku trvalého humusu.

Je známo, že humáty též zvyšují ústojčivost půd, a proto se jim přiznává ochranný účinek jak proti přírodním rušivým vlivům, tak i proti účinkům, které vyplývají z kultivace půd, zejména používání jednoduchých strojených hnojiv. Významnou úlohu v ukládání humátů v orných půdách mají zejména vápník, hořčík

a železo, případně hliník; vápník v půdách sorpčně nasycených, železo v půdách sorpčně méně nasycených. Proto se v černoziemních půdách, borovinách apod. setkáváme s velkým množstvím humátů vápenatého. V půdách chudých jedno- a dvojmocnými kationy je pozorováno za vhodných podmínek ukládání humátů železa a hliníku.

Důležitá úloha v zúrodnování půd připadá humátu vápenatému, který se může v půdách těžkých, středních i lehkých hromadit. Zúrodnovací účinek nelze přiznat humátům jednomocných prvků. Humát sodný má zcela jiné vlastnosti než humát vápenatý. Peptizačními účinky sodíku se huminová kyselina udržuje v roztoku a vyznačuje poměrně značnou pohyblivostí v půdním profilu. Odparem půdní vody a prosycháním nastává vylučování huminové kyseliny a cementace půdního povrchu.

Humín

Humín je sorpčně nenasycená huminová kyselina, existující v půdách převážně ve fyzikálním upoutání na jílovité částice. Toto upoutání je velmi pevné, nesnadno narušitelné přírodními vlivy i těmi, které vyplývají ze zpracování a hnojení půd. Huminová kyselina, upoutaná na mikroskopické částice jílového minerálu, je schopna poutat povrchové kationy. To znamená, že humín a humáty lze předpokládat v nejúžších komplexech a na nejjemnějších půdních částicích. Humín nepodléhá za chladu peptizaci, není rozpustný v acetylbromidu a není hydrolyzovatelný.

V pokryvovém humusu lesních půd existuje humín ve volné formě a je také nerozpustný v acetylbromidu, není hydrolyzovatelný a není za normální teploty peptizovatelný alkalickými činidly.

Změny podmíněné stárnutím se pokládají za proces podobný uhelnatění, při němž opakovaným provlhčením, prosycháním, změnami teploty, dehydratací, desoxydaci a dekarboxilací se huminová kyselina mění ve svém složení i vlastnostech. Pokud tento proces silně nepokročil, udržuje si koloidní vlastnosti i velkou sorpční schopnost a taktéž i její komplex s jilem. Pokračující hysterezi koloidní vlastnosti huminu zanikají a převládají vlastnosti karbonizované hmoty.

O postupujících změnách v řadě huminová kyselina — humín — karbonizovaná hmota lze se snadno přesvědčit postupně zesilovanou peptizací humusu lesních půd. Extrakty postupně připravované z těžce zeminy (vzorku) slábnou až do velmi světlých odstínů, kdy v zemině zbývá nepeptizovatelný, karbonizovaný zbytek a nehumifikované pozůstatky rostlinné hmoty.

Humus stabilní

Humáty a humín jsou vývojové formy huminové kyseliny a jejich množství je dáno vlastnostmi prostředí a půdotvorným pochodem. Jsou to formy vlastního (pravého) humusu, v nichž minerální půdní hmota vstupuje v nejužší kontakt s organickou hmotou.

Humáty a humín jsou svérázné látky rázu sloučenin, nadané mnohem větší odolností proti rozpadu a mineralizaci než volná huminová kyselina. Rozmnožování obsahu humátů a humínů v půdě označujeme jako stabilizaci humusu a obě tyto složky zařazujeme do podskupiny, zvané humus stabilní.

Humus vlastní se tudíž skládá ze třech složek: volné huminové kyseliny a dvou zmíněných složek humusu stabilního.

Humus rezervní

Stanovíme-li v zemině analyticky uhlík všech tří složek vlastního humusu a porovnáme-li jeho úhrn s uhlíkem příslušné látkové skupiny, což je v tomto případě

nehydrolyzovatelná organická hmota, zjišťujeme podle genetického půdního typu a horizontu vždy větší nebo menší rozdíl. Stanovený rozdíl ukazuje na druhou látkovou podskupinu nehydrolyzovatelného podílu, ve které se združují látky nehumifikované a zčásti pozměněné. Jejich odolost proti rozkladu a hydrolyze je převážně dána jejich chemickým charakterem.

Početnost a různost složek této látkové podskupiny způsobuje její kvalitativní heterogenitu. Jsou v ní obsaženy některé látky zcela specifických vlastností, které se v rostlinách vytvořily a jsou stanovitelné zvláštními metodami (vosky, tuky, pryskyřice aj.). Kromě toho jsou zde látky humifikací více nebo méně změněné (předstupně humusu) nejrozličnějšího původu. Tyto látky se mohou v půdě ukládat, jsou rezervní hmotou, jejich množství závisí na množství a kvalitě organické hmoty, která do půdy přichází (posklizňové zbytky, mrva, zelené hnojení, kompost aj.). Jejich látkovou podskupinu označujeme jako humus rezervní. Hodnotíme ji jako součást humusu trvalého (není hydrolyzovatelná) a rozlišujeme ji od vlastního humusu. Laboratorní metodika, která se používá v navrhovaném systému třídění, odděluje a stanoví ji sumárně s dostatečnou přesností.

Mladá organická hmota

Každá polní plodina zanechává v půdě a na půdě jisté množství zbytků (zejména kořenů), které odumírají a zaoráním jsou rozptýleny v ornici. Množství a složení posklizňových zbytků je různé podle plodiny. Okopaniny zanechávají malé množství snadno rozložitelné hmoty, obiloviny mnohem více, ale vždy méně než rostliny pící jako vojtěška, jetel, kulturní trávy a jejich směsky.

Posklizňové zbytky některé rostliny jsou velmi snadno rozložitelné a mizí beze zbytku za několik měsíců nebo i týdnů; z jiných se rozkládá rychle určitý podíl, zbytek volně, u jiných je rozklad pomalý, závisí na půdě a jejím stavu (hydrotermické podmínky) a hlavně na rozvoji a aktivitě půdní mikroflóry. Zkoumáme-li hydrolyzou posklizňové zbytky polních plodin, zjišťujeme, že hydrolyzovatelný podíl je různý podle plodiny. Hydrolyzovatelnost je hrubým ukazatelem jejich rozložitelnosti v půdě.

Zaorání rostlinných zbytků vyvolává mohutnou biologickou činnost, při níž hydrolyzovatelná hmota rychle mizí, hmota nesnadno hydrolyzovatelná prodělává změny a přechází do látkové podskupiny, kterou jsme nazvali humus rezervní. Podíl snadno rozložitelný je nepochybně živným materiálem půdních makro- a mikroorganismů, a proto jeho označení jak humus živný lze pokládat za správné. Tato složka ústrojové hmoty v žádné (i velmi činné) orné půdě neustoupí do mizivého minima, neboť i při vegetační době nastává odumírání určitých partií kořenového systému polních plodin a tím se živný materiál celkem samovolně udržuje.

V hydrolyzovatelném podílu veškeré organické hmoty lze rozeznávat dvě hlavní látkové podskupiny. První z nich má původ v přeměnných procesech organické hmoty; vytvořila se v půdě, její vznik je ovládán půdotvorným procesem a je tudíž druhotného původu. Druhá skupina jsou hydrolyzovatelné zbytky rostlinstva, jejichž množství se mění rok od roku podle osevního postupu.

Určíme-li množství uhlíku první podskupiny, která je stanovitelná extrakčním postupem, a odečteme-li jej od uhlíku příslušné základní látkové skupiny, vypočítáváme uhlík, připadající na mladou ústrojovou hmotu.

Mladá ústrojová hmota je podstatný podíl živného humusu velmi neurčitého a kolísavého složení podle plodiny, podle množství podzemního nebo nadzemního podílu posklizňových zbytků atd. Jsou v ní obsaženy specifické látky vytvořené rostlinou, jako škrob, cukry, bílkoviny aj. Jsou hlavní součástí živného humusu. V některých způsobech frakcionování organické hmoty se stanoví zvláštními

metodami. V našem třídění se k této specifikaci nepřihlíží, neboť nemají jiné funkce než celá látková podskupina, do které se řadí svými vlastnostmi. Výzkum těchto látek a látek dalších lze vítat, neboť poznatky prohloubí vědomosti o látkových podskupinách.

Humusové uhlí

V půdoznaleckých publikacích pojednávajících o půdním humusu se huminové látky uvádějí jako vývojová řada, která počíná fulvokyselinami, jako počátečním produktem humifikace, a končí humusovým uhlím jako nejstarší a vývojově kulminující složkou. Nerozpustnost v acetylchloridu a nehydrolyzovatelnost jsou do dnes hlavní důvody, proč se humusové uhlí řadí do huminových látek.

Přezkoumáním této látky z různých míst a různých genetických půdních typů a z půd ovlivněných různými porosty, docházíme k této charakteristice:

Humusové uhlí je tmavá, uhlíkem bohatá a dusík obsahující karbonizovaná hmota, koloidně neaktivní, nepeptizovatelná, nehydrolyzovatelná, nerozpustná v acetylchloridu, bez účasti na půdotvorném pochodu; pozbyla funkce pravého humusu.

Zařazení humusového uhlí na konci řady huminových látek nelze odmítat, nutno však konstatovat, že se jedná o látku spíše minerálního než organického rázu, která je vyřazena z přímé účasti na půdotvorném pochodu.

Stručný přehled vývoje třídění organické půdní hmoty

Pokusy o třídění organické hmoty lze podle literatury zjišťovat již mezi rokem 1910—1930. Jejich počátky dosahují až do druhé poloviny minulého století (G. J. Mulder 1861, P. E. Müller 1887). Protože znalosti vlastní organické hmoty orných půd byly skrovné a laboratorní metody velmi jednoduché, převládaly snahy třídit organickou půdní hmotu podle morfologických vlastností. Organická hmota svrchních horizontů lesních půd vzhledem k vrstevnatému uložení a snadno rozpoznatelným vlastnostem mohla být tříděna snadněji než organická hmota půd orných.

V době po roku 1900 bylo již používáno metod, které dovozovaly stanovení některých složek. Byla to např. metoda amoniaková, navržená L. Grandeaum (1878), Piétrého metoda s pyridinem, Lapicque-Barbéova s hypochloritem sodným, metoda acetylchloridová aj. Z nich se svému účelu nejvíce blížila metoda acetylchloridová, neboť toto reagens dělí organickou hmotu ve dvě rozdílné látkové skupiny (humusový a nehumusový podíl).

Vynikajícím badatelem v oboru humusu zmíněné doby byl Sven Odén (1919), který se zabýval zkoumáním organické hmoty v rašelinách a organogenních zemích a jejím tříděním podle chemických vlastností. Vypracoval metodiku, která třídila ústrojnou hmotu podle rozpustnosti v alkalických a jiných činidlech. Vžíla se metodika třídění hydroxydem sodným, která dělila organickou hmotu v extraktivní a neextraktivní podíly. Rozpustný podíl představoval hmotu humifikovanou, jejímž hlavním podílem je zpravidla kyselina huminová, nerozpustný podíl jsou látky nehumusového charakteru.

Metodika Odénova nabyla značného rozšíření, bylo jí používáno i na jiné zeminy než organogenní. V její aplikaci na orných půdách jsou základy pozdějších extrakčních metod, navržených a prozkoušených jinými autory.

S. A. W a k s m a n vypracoval třídění organické hmoty, v němž se jednalo více o izolaci a stanovení všech specifických látek nejružnějšího charakteru, než o vlastní humus a jeho složky (1927, 1929). Obecně známá (prvá) Waksmanova soustava měla následující sled metod:

1. stanovení organických látek rozpustných ve vodě
2. stanovení organických látek rozpustných v éteru
3. stanovení organických látek rozpustných v alkoholu
4. stanovení hydrolyzovatelného podílu ve zředěné HCl
5. stanovení hydrolyzovatelného podílu v koncentrované H_2SO_4
6. stanovení podílu nerozpustného v acetylbromidu.

S použitím těchto hlavních metod třídil Waksman hlavní organické složky v humusových hmotách přírodního i umělého původu. Tato metodika neměla hlavní zaměření na půdy, je náročná na čas a proto se v půdoznalství neujala. Waksmanovo třídění přezkoušel sovětský autor N. P. Remezov (1933) s přihlédnutím k půdním druhům a genetickým půdním typům a zjistil jeho nedostatky pro aplikaci v půdoznalství.

U. Springer (1928) vypracoval tzv. komplexní analýzu a používal ji pro stanovení látkových skupin. Podobně jako Waksman používal organických extrahadel též hydrolyzy 2 % HCl , 80 % H_2SO_4 a v nehydrolyzovatelném zbytku stanovil acetylbromidovou metodou humus.

Pro charakteristiku humusového komplexu navrhl následující sled metod:

1. obsah pravého humusu (acetylbromidem)
2. číslo humifikace
3. L/S koeficient (huminové látky v extraktu hydroxydu sodného a uhlíčitanu sodného)
4. číslo zabarvení
5. obsah hnědé a šedé huminové kyseliny
6. kyslíkové číslo
7. poměr $C : N$.

Komplexní analýza je v jistém směru upravený postup Waksmanův a v metodice pro posuzování humusového komplexu jsou zahrnuty relativní, čili znakové hodnoty. Znakové hodnoty, i když mají svůj význam pro posuzování vlastností organické hmoty, k vlastnímu třídění nepřispívají. Nejedná se tudíž o třídění organické hmoty ve skutečném slova smyslu.

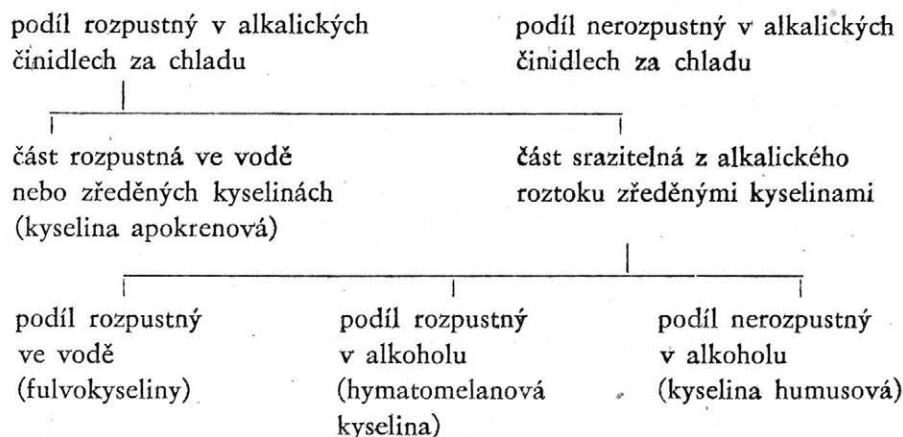
Do metodiky třídění organické půdní hmoty zasáhla též Mezinárodní půdoznalecká společnost (MPS), která na budapeštském kongresu v roce 1929 doporučila, aby při výzkumu humusu v orných a lesních půdách bylo používáno následující osnovy:

1. stanovení C_t a N_t v organickém upoutání
2. frakcionované analýzy s úkolem charakterisovat humifikovaný podíl ústrojné hmoty těmito postupy:
 - a) stanovením C a N v extraktu, připraveném za vyšší teploty zředěným roztokem $NaOH$
 - b) stanovením C a N v podílu nerozpustném v acetylbromidu
 - c) stanovením C a N ve výluhu připraveném zředěným roztokem H_2O_2
 - d) stanovením oxydační hodnoty výluhu připravovaného za vyšší teploty zředěným roztokem $NaOH$
 - e) stanovením intenzity zabarvení alkalického výluhu (optická hodnota).

Osnova navržená MPS měla ráz neúplného třídění, neboť základním úkolem bylo stanovení veškerého uhlíku, což dovoľovalo vyjádřit procenticky podíl uhlíku sledovaných složek (látek) na uhlík veškeré organické hmoty. Měla přispívat k prohlubování studia genetických půdních typů a tím i k rozvoji genetického třídění půd, které se tehdy začínalo rozvíjet ve střední Evropě. Z metod, do ní zařazených, se rozšířily metody extrakční, neboť jimi byl sledován vlastní humus, byly hromadně aplikovatelné a vynikaly rychlostí a nenákladností.

Jednou z prvních metod byla metoda frakcionování organické půdní hmoty podle G. W. Robinsona a J. O. Jonese (1925):

Veškerá organická půdní hmota



Alkalickou extrakcí se dělila veškerá organická hmota na dvě látkové skupiny, z nichž prvá je podle složení jednoduchá, kdežto druhá (nerozpustná) je látkově velmi pestrá. Způsob dělení extrahovatelné látkové skupiny prozrazuje tehdejší skrovné znalosti jejích složek. Jestliže kromě stanovení C extračních látek se konalo stanovení C₁, bylo možno určit jejich podíl na veškeré organické hmotě, čímž byl dán jednoduchý systém třídění.

Po roce 1930 nastal rozvoj výzkumu humusu polních i lesních půd v SSSR a v Německu. Svědčí o tom pojednání v *Počvověděnie* a v *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde* a jiných časopisech. V SSSR byl výzkum zaměřen v té době na kvalitativní skladbu ústrojné hmoty a její množství v genetických půdních typech nejdůležitějších z hlediska rostlinné výroby. V německých výzkumech se jednalo o složky ústrojné hmoty, celkem bez zřetele k jejich funkci v půdotvorném pochodu, o jejich chemismus a hledání tzv. znakových hodnot, které by přispívaly k charakteristice kvality veškeré ústrojné hmoty (Springer).

V roce 1939 publikoval K. Mainvald přehled názvů organické půdní hmoty a jejích složek (podskupin). Rozeznával:

1. veškerou ústrojnou hmotu
2. hmotu ve stadiu částečných přeměn
3. tmavou koloidní hmotu — produkt humifikace
4. humusové látky oddělitelné od veškeré ústrojné hmoty určitými metodami.

Pro veškerou ústrojnou hmotu (ad 1) připouštěl též název veškerý humus a pro uhlík veškeré ústrojné hmoty doporučil znak C₁. Do druhé látkové skupiny (ad 2) řadil rostlinné a živočišné výchozí látky, průvodní látky humusové a látky

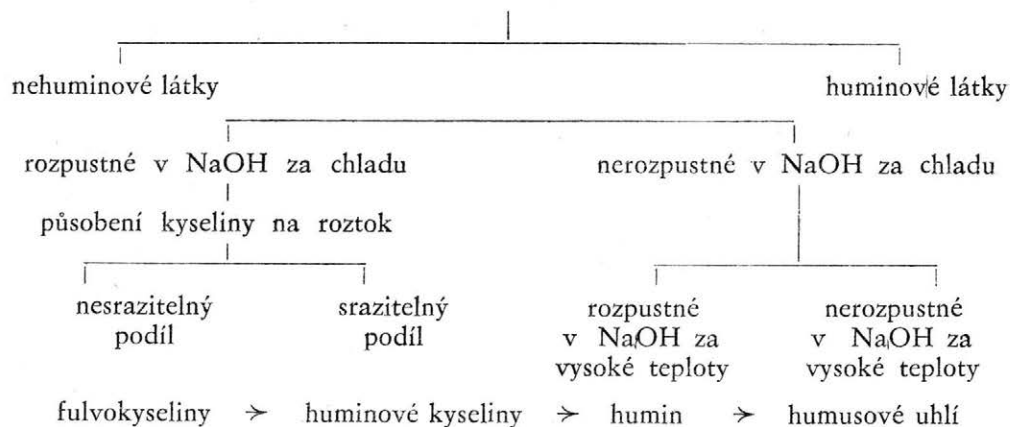
humoligninové. Do třetí látkové skupiny (ad 3) řadil právě humusové látky a též tzv. trvalý humus (podle Laatsche) a pro uhlík této látkové skupiny zavedl znak C_h . Do čtvrté skupiny (ad 4) řadil huminovou kyselinu, humáty a též humin. Toto třídění se opíralo o názory současných badatelů (S. A. Waksmana, A. Schnitzingera, F. Scheffera, K. Simona, W. Laatsche, S. Odéna, H. J. Doge, F. Šmuka, W. Fuchse aj.).

Hlavními metodami, kterých se v této době nejvíce používalo pro kvalitativní vytrídění organické hmoty, byla hydrolýza s použitím H_2SO_4 80 %, metoda acetyl-bromidová, extrakční postup s použitím alkalických činidel, jako $NaOH$, NH_3 , Na_2CO_3 aj. Všeobecného použití dosáhly extrakční metody pro svou poměrnou rychlost, nenákladnost, vhodnost pro sériové použití a zejména proto, že vlastní stanovení extrahované látky bylo možno konat kolorimetricky. Jejich výhodou byla v tom, že dovolily stanovit nejpodstatnější část organické hmoty, složky vlastního humusu (huminové kyseliny) a jejich průvodní látky (fulvolátky).

V roce 1952 byl publikován F. Schefferem systém frakcionování ústrojné hmoty, v němž na rozdíl od Robinsonova třídění se též používalo peptizace za vysoké teploty. Byly stanoveny látkové skupiny peptizovatelné za normální teploty, za varu a nepeptizovatelný zbytek. V alkalických extraktech byla stanovena kyselina huminová volná, humátová a humin a jejich průvodní fulvolátky.

Třídění ústrojné půdní hmoty v látkové skupiny a složky podle F. Scheffera (1952)

Ústrojná půdní hmota



Zcela odlišné názory na třídění organické půdní hmoty se jevíly na soustavě navržené J. V. Tjurinem. Nepřihlíží se v ní převážně ke složkám vlastního humusu, nýbrž i k látkám nehuminovým, o nichž je známo, že i ony mají v půdotvorném pochodu více nebo méně důležitou funkci. Tjurin dělí organickou půdní hmotu ve tři látkové skupiny. První nazývá látky huminové, druhou látky nehuminové a do třetí řadí látky rozpustné v různých organických činidlech. Huminové látky dělí podle rozpustnosti v alkalických roztocích na dvě podskupiny. Novým znakem tohoto třídění jsou tři, zcela rozdílné látkové skupiny, které se liší svými chemickými vlastnostmi, ale též jejich funkcí v půdotvorném pochodu a neopomíjí žádnou ze složek, které lze zařadit do základních látkových skupin — humus trvalý a humus živý. K rozšíření a použití tohoto způsobu třídění došlo nejen v SSSR, nýbrž i v jiných zemích.

I. Huminové látky	nerozpustné v alkaliích humin, humolignin, humusové uhlí
	rozpustné v alkaliích huminová kyselina, hymatomelanová kyselina, fulvokyseliny
II. Nehuminové látky —	lignin, celulóza, hemicelulóza, proteiny, nízkomolekulární produkty rozkladu, organické kyseliny, aminokyseliny
III. Látky rozpustné v organických činidlech	látky živičné, vosky, smoly, mastné kyseliny a j.

Jistou změnu proti původnímu systému třídění z roku 1952 představuje přepracovaný návrh F. Scheffera (1956). Organická hmota se v něm dělí na živý (edafon) a neživý podíl (humus). Neživý podíl je tříděn podle látkového (chemického) složení, podle funkce v půdě a podle morfologických a genetických znaků (formy humusu). Hmota humusová jsou dvě látkové skupiny, a to látky nehuminové a látky huminové.

K tomuto třídění lze podotknout, že složky humusu, zařazují-li se k nim látky nehuminové, nepředstavují vlastní humus, nýbrž veškerou organickou hmotu. Vytřídění veškeré organické hmoty ve dvě frakční složky, které jsou fakticky základními látkovými skupinami, lze pokládat se zřetelem na současné vědomosti o půdním humusu za příliš jednoduché.

Třídění F. Schefferovo

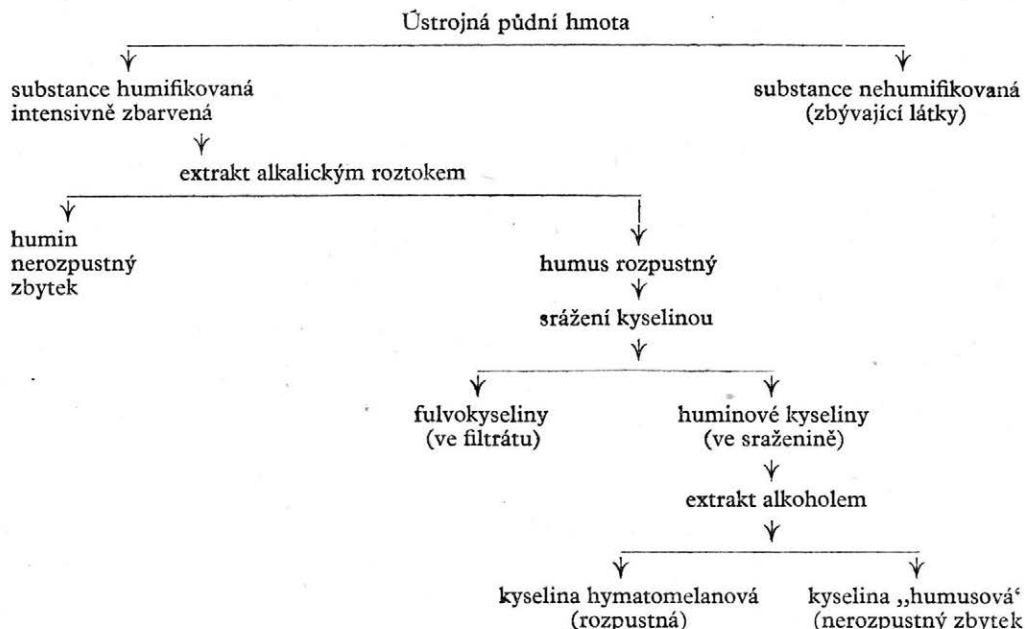
podle chemického složení funkce a morfologických a genetických znaků (1956)

Organická hmota		
Edafon	Humus	
živý podíl	mrtvý podíl	
způsob posuzování humusového podílu		
podle složení	podle funkce	podle morfologických a genetických znaků
složky humusu	druhy humusu	formy humusu
1. látky nehuminové	1. živný humus	1. terestrické, např. surový humus, měl
2. látky huminové a) fulvokyseliny b) kyselina hymatomelanová c) kyseliny huminové d) humin e) humusové uhlí	2. trvalý humus	2. semiterestrické, např. rašelina 3. subhydrické, vytvořené pod vodou, např. gyttja, dy

Sledujeme-li vývoj nauky o humusu v poslední době v zahraničí podle oficiálních publikací, zjišťujeme, že třídění organické půdní hmoty celkem nepokročilo a že se autoři spokojují s frakcionováním extrakční metody.

Tak na příklad v Chirityově knize *Pedologie generala* z roku 1955 se ukazuje jen na cizí způsoby třídění, je popisováno třídění lesních půd podle známého způsobu a jsou citovány metody pro stanovení složek organické hmoty a uveden následující způsob frakcionování:

Analytické třídění ústrojné hmoty v látkové skupiny atd. podle C. D. Chirity (1955)



Z tohoto velmi stručného přehledu vývoje třídění organické půdní hmoty v zahraničí, které zachycuje jen některé důležité etapy, je zřejmo, že v posledních deseti letech nenastaly v třídění změny podstatnějšího významu. Naproti tomu možno konstatovat velký pokrok ve výzkumu vzniku humusu, v jeho účasti na půdotvorném pochodu, jeho vlivu na půdní úrodnost, zeměpisných zákonitostí tvoření humusu, jeho funkce ve strukturotvorném procesu půd atd., jak to pozorujeme zejména na tematice sovětských vědeckých půdoznaleckých publikací.

První návrh na třídění organické půdní hmoty v orných půdách byl v ČSR publikován v roce 1943 Kosilem - Gösslem. Podle Kosilovy osnovy byl tříděn veškerý půdní humus (veškerá ústrojná půdní hmota) na tři látkové skupiny:

- A. humusový materiál,
- B. humusové předstupně,
- C. humus vlastní.

Do první skupiny byly zařazeny rostlinné (posklizňové) zbytky, které dosud nedoznaly podstatné změny. Do druhé látky, které v průběhu uložení v půdě doznaly určitých změn, z nichž některé z větší nebo menší části nabyly znaků nových látek, a proto se jim dostalo označení humusové předstupně. Sem byly též zařazeny jako podskupina látky velmi odolné, avšak velmi povolna humifikující,

nazvané doprovodné látky humusu. Do třetí hlavní látkové skupiny zařadil nejdůležitější látky z hlediska půdotvorného a obecné funkce humusu v půdě: humus živný a humus trvalý. První charakterizoval jako soubor látek nejpřístupnějších půdním mikroorganismům, i těm, které zakládají humusotvorný proces. Do druhé podskupiny zařadil podstatné složky vlastního humusu, což prakticky znamená, že tento podíl trvalého humusu hodnotil v orných půdách jako nejdůležitější součást veškeré ústrojné půdní hmoty. Použité principy v tomto návrhu byly odezvou tehdejšího našeho i zahraničního nazírání na heterogenitu organické půdní hmoty a funkci jejích složek ve vývoji půd.

Kosilovo třídění dnes ustupuje pod vlivem nových poznatků o půdním humusu, ale v tehdejší době bylo jediným tříděním u nás a splnilo své poslání, i když nebylo provázáno laboratorní metodikou.

Druhým pokusem o systém třídění organické půdní hmoty u nás bylo zhodnocení autorových poznatků z výzkumu genetických půdních typů, jichž bylo použito v práci publikované v roce 1956 (Sborník ČSAZV — Rostlinná výroba). Publikovaná osnova, označená jako frakční složky ústrojné půdní hmoty a jejich třídění, uváděla vývojové stadium této problematiky, k němuž se dospělo asi do roku 1953—1954. Pokračujícím studiem organické hmoty v dalších genetických půdních typech, srovnávacím studiem experimentálního materiálu a prohlubováním laboratorní metodiky se došlo k novým poznatkům, které zdůvodnily a podložily novou soustavu třídění. Je předmětem tohoto sdělení a pojednává se o ní v následující stati.

Při používání předchozího třídění jsme si uvědomovali, že příčinou pomalého vývoje třídění ve světovém půdoznalství je hlavně různost hodnocení funkce složek organické půdní hmoty v půdotvorném pochodu. Uznává-li se, že humus spolu tvoří půdní úrodnost, je nutno znát, jak na ni působí. To je možné tehdy, známe-li jeho kvalitativní složení. V kvalitativní skladbě třeba rozpoznávat složky, které mají přímou a kladnou účast v půdotvorném pochodu a působí na vývoj půdy ve smyslu růstu její úrodnosti, které jsou bez podstatného vlivu, a též ty, které v něm jsou nebo mohou být pasivním činitelem. Předpokládá to prozkoumání četných půd po stránce organické hmoty, zejména těch genetických půdních typů, které si jsou přirozenou úrodností nejvzdálenější.

Systém třídění, který má mít praktickou upotřebitelnost, nemůže být bez laboratorní metodiky. Je účelná taková metodika, která dovoluje snadno a spolehlivě vytrdit a stanovit látkové skupiny a složky pojaté do soustavy, aniž by zůstal nestanoven některý podíl organické hmoty.

Zmíněné třídění z roku 1956 mělo své nedostatky i po této stránce. Bylo upraveno na systém, který je prost podstatných závad a je v něm používáno terminologie, která má odstranit na tomto úseku dřívější terminologické nedostatky, jejichž příčina je v tom, že nebylo u nás zavedeno oficiální humusové názvosloví.

Návrh třídění

V navrhované soustavě se veškerá ústrojná půdní hmota třídí ve dvě látkové skupiny: hydrolyzovatelnou (HŽ) a nehydrolyzovatelnou (HT). První má dvě látkové podskupiny povahy živného humusu (HŽ₁ a HŽ₂). Druhá látková skupina se dělí v podskupinu rezervního humusu (RH) a ve tři složky vlastního humusu, huminovou kyselinu volnou, huminovou kyselinu humátovou a humin (HČ, HS₁ a HS₂). Vcelku se jedná o osm komplexních nebo jednoduchých podílů, z nichž každý je přítomen v půdě jakéhokoli původu, v různém množství a v různém

I. Přehled hlavních vlastností huminových látek a humusového uhlí

HUMINOVÉ LÁTKY			KARBONIZOVANÁ HMOTA
fulvokyseliny	huminová kyselina	humín	humusové uhlí
hydrolyzovatelné	nehydrolyzovatelné	hydrolyzovatelný	nehydrolyzovatelné
v acetylbromidu rozpuštěné	nerozpuštěná	nerozpuštěný	nerozpuštěné
rozpuštěné v kyselinách i zásadách	peptizovatelná za normální teploty	peptizovatelný za vysoké teploty	nepeptizovatelné
nesražitelné kyselinami	sražitelné z alkalických roztoků minerálními kyselinami		nerozpuštěné v alkáliích
fakultativního charakteru	typický koloid	typický koloid	hmota v hrubě dispersním stavu
silně kyselé reakce	mírně kyselé reakce	nepřechází do roztoku	nepřechází do půdního roztoku
pasivní činitel v půdo- tvorném pochodu	zúrodňující	zúrodňující	bez přímé účasti na půdotvorném pochodu
látková příslušnost: živý humus 2	hlavní složka vlastního humusu	druhá složka vlastního humusu	nehumusová látka

II. Přehled látkových skupin, podskupin a složek ústrojné půdní hmoty

Veškerá ústrojná hmota (veškerý humus) VÚH	Veškerá ústrojná hmota má dvě látkové skupiny		Živný humus se skládá z		Trvalý humus se skládá z látek				Karboni- zovaná, nehydro- lyzovatelná hmota
	hydrolyzo- vatelnou	nehydro- lyzovatelnou	rostlinných zbytků	látek nově vytvořených	nehumi- nových	huminových, tvořících humus vlastní			
					ligninový komplex	huminová kyselina volná	huminová kyselina humátová	humín	
název a znak složky	humus živný	humus trvalý	primární složka živného humusu	sekund. složka živného humusu	humus rezervní	humus činný	humus stabilní		humusové uhlí
	HŽ	HT	HŽ 1	HŽ 2	HR	HČ	HS 1	HS 2	HU
pořadí	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Legenda, znaky a stručné charakteristiky látkových skupin a složek ústrojné hmoty

VÚH — podle čs. definice: Soubor ústrojných látek nashromážděných v půdě smíšených nebo nesmíšených s minerálním podílem, pocházejících z odumřelých rostlinných, živočišných a mikrobiálních zbytků v různém stupni rozkladu a látkové přeměny

1. HŽ — podle F. Scheffera: Látky hydrolyzované silnými a koncentrovanými minerálními kyselinami, biologicky snadno rozložitelné

2. HT — podle W. Laatsche a F. Scheffera: Látky nehydrolyzovatelné silnými kyselinami a biologicky nesnadno rozložitelné

3. HŽ 1 — naše charakteristika: Hydrolyzovatelný a biologicky snadno rozložitelný podíl odumřelé rostlinné hmoty

4. HŽ 2 — naše charakteristika: Hydrolyzovatelná a biologicky rozložitelná, humusotvornými a jinými pochody nově vytvořená hmota

5. HR — naše charakteristika: Specifické látky rostlinné hmoty, nehumifikované nebo částečně humifikované, nehydrolyzovatelné; mohou se v půdě hromadit

6. HČ — naše charakteristika: Huminová kyselina ve stavu koloidní aktivity, schopná chemických a fyzikálně-chemických reakcí (s možnou účastí na stabilizaci půdní struktury)

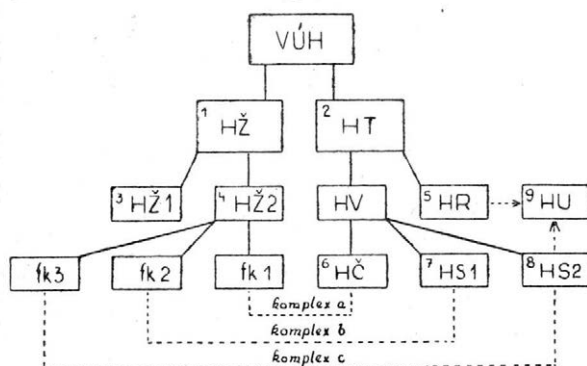
7. HS 1 — obecná charakteristika: Huminová kyselina nasycená dvojmocným nebo trojmocným kationem v humát; v této sloučenině je odolná proti mineralizaci a může se v půdě hromadit

8. HS 2 — obecná charakteristika: Huminová kyselina ve fyzikálně-chemickém upoutání na jílové minerály; v humusojílovém komplexu spolupůsobí jeho sorpční aktivita, je velmi odolná proti mineralizaci a může se v půdě hromadit

9. HU — naše charakteristika: Tmavá, beztvářá, nehydrolyzovatelná a nepeptizovatelná uhlíkatá hmota s vyšším obsahem dusíku, bez přímé účasti na půdotvorném pochodu

kvantitativním poměru k ostatním a má definovatelnou funkci v půdotvorném pochodu.

Látková soustava je uvedena v tabulce II., v níž jsou její složky řazeny v logickém sledu se stručnou slovní charakteristikou. Obrazí se v ní přívod organické hmoty do půdotvorného pochodu a posléze stárnutí a zánik (fulvokyseliny $\rightarrow$ humusové uhlí).



Diagr. 1. Soustava třídění organické půdní hmoty

vlastního humusu a tvoří v ní látkový komplex (a, b, c), který je laboratorní metodikou ve svých složkách i v celku stanovitelný.

Připomínky k metodice

1. Hydrolyzovatelná a nehydrolyzovatelná látková skupina se stanoví známou metodou, při níž se používá k hydrolyze 80 % (72 %) kyseliny sírové. Hydrolytické štěpení kyselinou sírovou za vysoké teploty bylo prozkoušeno na mnohých a zcela rozdílných půdách. K výpočtu uhlíku humusu trvalého (C/HT) a humusu živního (C/HŽ) slouží analytický údaj o obsahu veškerého uhlíku, pro jehož stanovení lze použít kterékoli spolehlivé metody.

2. Rozborových hodnot HT, HŽ se používá k nepřímému stanovení látkových podskupin humusu rezervního (HR) a první složky humusu živního (HŽ₁).

3. Látková skupina humus trvalý (HT) se dělí ve dvě podskupiny, které se nazývají humus vlastní (HV) a humus rezervní (HR). První se stanoví chemicky, druhá nepřímo, výpočtem z jiných analytických hodnot.

4. Humus vlastní má tři složky: huminovou kyselinu volnou, sorpčně nedosycenou (náš starý používaný znak *bk/sp*), která má několikerou funkci a mezi nimi funkci humusu činného (HČ), dále huminovou kyselinu humátovou (starý znak *hk/stp*), která je první složkou humusu stabilního (HS₁), a humin (starý znak *bk/pp*), který je druhou složkou stabilního humusu (HS₂).

5. Látková skupina HV se vcelku oddělí od (dekalciované) zeminy komplexní alkalickou extrakcí při peptizaci zesílené varem. Získá se výluh (extrakt č. 3), obsahující veškeré huminové kyseliny včetně huminu a fulvokyselin. Použije se jej pro stanovení uhlíku veškerých huminových kyselin a veškerých fulvokyselin.

6. Huminová kyselina vázaná v humátech (HS₁) se extrahuje z dekalcinované zeminy alkalickým činidlem za normální teploty (spolu s volnou huminovou kyselinou a průvodními fulvokyselinami. Přípravený výluh (extrakt č. 2) obsahuje huminové kyseliny a fulvokyseliny složek HS₁ + *fk*₂ + HČ + *fk*₁ (viz diagram)).

7. Huminová kyselina volná (HČ) se oddělí od nepreparované zeminy alkalickou extrakcí na normální teploty (extrakt č. 1). V extraktu se stanoví známým postupem uhlík huminové kyseliny (CHČ) a uhlík průvodních fulvokyselin (C*fk*₁).

8. Stanovení humusu vlastního (HV) a humusu živného (HŽ₂):

a) od uhlíku huminových kyselin 3. alkalické reakce (extrakt 3) se odečte uhlík huminových kyselin 2. alkalické extrakce (extrakt 2). Rozdíl odpovídá uhlíku huminu (HS₂),

b) od uhlíku huminových kyselin 2. alkalické extrakce se odečte uhlík 1. extrakce (extrakt 1). Rozdíl odpovídá uhlíku huminové kyseliny humátové (HS₁),

c) od uhlíku fulvokyselin 3. alkalické extrakce (extrakt 3) se odečte uhlík fulvokyselin 2. extrakce (extrakt 2). Rozdíl odpovídá uhlíku fulvokyselin huminového komplexu f_{k3} ,

d) od uhlíku fulvokyselin 2. alkalické extrakce (extrakt 2) se odečítá uhlík fulvokyselin 1. extrakce (extrakt 1). Rozdíl odpovídá fulvokyselinám v komplexu s humáty f_{k2} ,

e) součet rozborových hodnot $C_{H\check{C}} + C_{HS_1} + C_{HS_2}$ je uhlík vlastního humusu (HV). Součet rozborových hodnot $C_{fk_1} + C_{fk_2} + C_{fk_3}$ je veškerý uhlík 2. složky živného humusu HŽ₂.

9. Stanovení humusu rezervního HR. Suma uhlíku veškerých huminových kyselin (extrakt 3) se odečítá od uhlíku látkové skupiny HT a rozdíl odpovídá uhlíku humusu rezervního HR.

10. Stanovení 1. složky živného humusu HŽ₁. Suma uhlíku veškerých fulvokyselin (extrakt 3) se odečítá od uhlíku látkové skupiny HŽ a rozdíl odpovídá 1. složce humusu živného HŽ₁.

Použití hydrolyzy má z analytického hlediska výhodu v tom, že třídí ústrojnou hmotu ve dvě základní látkové skupiny, do nichž lze řadit všechny významné složky a skýtá též možnost nepřímého stanovení látkových podskupin humusu rezervního a první složky humusu živného. Tento princip poskytuje metodicky velké výhody.

Systém navrhovaného třídění je dále demonstrován na několika půdních typech. Pro výpočet uhlíku látkových skupin, podskupin a složek je použito zeminy s obsahem 1,929 % veškeré ústrojné hmoty (1,278 C_t) původem z půdy černozemního vidu.

Postup

1. Obsah veškerého uhlíku	1,278 % C _t , (tj. 100,00 %)
2. Hydrolyzovatelný podíl (HŽ)	0,520 % C, (tj. 40,69 %)
3. Nehydrolyzovatelný podíl (HT)	0,758 % C, (tj. 59,31 %)
Celkem	100,00 %

4. První alkalickou extrakcí (extrakce 1) stanoveno:

C/bl . . . 0,087 %, C/bk . . . 0,40 %, C/fk . . . 0,047 %.

5. Druhou alkalickou extrakcí (po dekalcinaci) stanoveno:

C/bl . . . 0,366 %, C/bk . . . 0,157 %, C/fk . . . 0,209 %.

6. Odpočtem uhlíku izolovaného první extrakcí od výsledku extrakce druhé vycházející hodnoty odpovídají uhlíku huminové kyseliny v humátové vazbě:

C/bl . . . 0,279 %, C/bk . . . 0,117 %, C/fk . . . 0,162 %.

7. Třetí alkalickou extrakcí (zesílenou peptizací) stanoveno:

$C/bl \dots 0,750 \%$, $C/bk \dots 0,342 \%$, $C/fk \dots 0,408 \%$.

8. Odpočtem uhlíku složek uvolněných druhou extrakcí od výsledků třetí extrakce se stanoví hodnoty odpovídající uhlíkatému komplexu huminu:

$C/bl \dots 0,384 \%$, $C/bk \dots 0,185 \%$, $C/fk \dots 0,199 \%$.

9. Výpočet uhlíku první složky živného humusu ($H\check{Z}_1$):

$$C_{H\check{Z}} - C(fk)v = C_{H\check{Z}_1} \\ 0,520 - 0,408 = 0,112.$$

Její procentický podíl na uhlíku veškeré ústrojné hmoty C_t :

$$1,278 : 0,112 = 100 : x, x = 8,76 \%$$

10. Výpočet procentického podílu uhlíku druhé složky živného humusu ($H\check{Z}_2$):

$$1,278 : 0,408 = 100 : x, x = 31,93 \%$$

11. Výpočet procentického podílu humusu činného ($H\check{C}$) na C_t :

$$1,278 : 0,040 = 100 : x, x = 3,13 \%$$

12. Výpočet procentického podílu uhlíku humátového (HS_1) na C_t :

$$1,278 : 0,117 = 100 : x, x = 9,15 \%$$

13. Výpočet procentického podílu uhlíku huminu (HS_2) na C_t :

$$1,278 : 0,185 = 100 : x, x = 14,47 \%$$

14. Veškeré huminové kyseliny $3,13 + 9,15 + 14,47$ (HV) činí $26,75 \%$ C_t .

15. Výpočet uhlíku humusu rezervního (HR):

$$59,31 \% - 26,75 \% = 32,56 \%$$

III. Seřazení výsledků v procentech

C_t	$H\check{Z}$	HT	$H\check{Z}_1$	$H\check{Z}_2$	HR	$H\check{C}$	HS_1	HS_2
1,278	0,520	0,758	0,112	0,408	0,480	0,040	0,117	0,185
100	40,69	59,31	8,76	31,93	32,56	3,13	9,15	14,47
	100,00		40,69		59,31			

Tato rozborová čísla udávají převahu humusu trvalého nad humusem výživným, vyrovnaný poměr humusu vlastního a rezervního a mírnou převahu fulvo-kyselin nad kyselinami huminovými.

Příklady

Vytřídění organické hmoty ve čtyřech genetických půdních typech s použitím navržené laboratorní metodiky

Půda č. 1

Genetický půdní typ: sekundární slinovatka, borovina.

Místo výskytu: Volenovice, okres Mladá Boleslav.

Mechanické složení půdního profilu a hloubka půdy: svrchní vrstva půdního profilu do hloubky 90 cm (horiz. A) je jílovitá zemina s pískem, spodní část půdního profilu (horiz. C) je slinitá jílovitá zemina.

Reakce půdy, obsah CaCO_3 : mírně alkalická reakce v celém profilu, obsah CaCO_3 je nestejný, kolísá mezi 0,2–1,7 ‰ CaCO_3 , spodní část profilu od 90 cm obsahuje až 10 ‰ a více uhlíkatu vápenatého.

Lokalita: proláklé území aluviálního rázu (s uloženinami rozplavené opuky), zbavené drenáží vlivu podzemní vody, kterou udržovala v půdním profilu jilová zvětralina křídové opuky. Odvodnění bylo vykonáno před čtyřiceti lety, od kteréžto doby se půdní poměry ustálily.

Jedná se o půdu sorpčně nasycenou s poměrně vysokým obsahem vápníku a s vysokým obsahem ústrojné hmoty. Její množství v horizontu A činí více než 5 ‰ (černá barva), v horizontu C asi 0,4 ‰.

IV. Půda č. 1. Genetický půdní typ: sekundární slinovatka, borovina. Místo výskytu: obec Volenovice, okres Mladá Boleslav

Hloubka cm	Horizont	VÚH %	Ct %	HŽ %	HT %	HŽ ₁ %	HŽ ₂ %	HR %	HČ %	HS ₁ %	HS ₂ %
				1	2	3	4	5	6	7	8
10		5,34	3,10	41,29 1,28	58,71 1,82	21,94 0,68	19,35 0,60	18,71 0,62	1,61 0,05	25,80 0,80	11,29 0,35
20		5,08	2,95	41,70 1,23	58,30 1,72	22,04 0,65	19,66 0,58	15,93 0,47	2,03 0,06	28,47 0,84	11,86 0,35
35	A	5,43	3,15	46,04 1,45	53,96 1,70	26,34 0,83	19,68 0,62	14,28 0,45	2,22 0,07	24,76 0,78	12,70 0,40
60		5,55	3,22	39,44 1,27	60,56 1,95	18,32 0,59	21,12 0,68	15,87 0,51	1,86 0,06	26,40 0,85	16,97 0,54
70	A/C	3,79	2,20	37,93 0,58	62,07 1,62	15,69 0,24	22,24 0,34	28,72 0,75	1,92 0,05	17,62 0,44	13,79 0,36
110	C	0,43	0,25	32,00 0,08	68,00 0,17	16,00 0,04	16,00 0,04	36,00 0,09	8,00 0,02	16,00 0,04	8,00 0,02

Vlastnosti ústrojné hmoty (tabulka IV):

1. V obsahu hlavních látkových skupin byla zjištěna převaha HT nad HŽ. Ve spodních vrstvách je tato převaha až dvojnásobná.

2. Byla stanovena velká zásoba vlastního humusu, v němž vyniká vysokým obsahem složka humátová. Množství je nad 20 ‰. Je zřejmo, že první složka stabilního humusu (HS₁) se může hromadit v půdě za vhodných podmínek. Také obsah huminu (HS₂) je vysoký, v humózním horizontu A jeho obsah je větší než 10 ‰.

3. Množství rezervního humusu je poměrně značné, ale je v menšině proti humusu vlastnímu.

4. Obsah fulvokyselin je v porovnání s obsahem veškerých huminových kyselin poměrně nízký, takže se jeví převaha C_{hk} nad C_{fk} , což je obecným znakem půd sorpčně nasycených.

Charakteristickým znakem ústrojné hmoty této půdy je silná převaha trvalého humusu nad humusem živným, přičemž se trvalý humus vyznačuje velkým obsahem humusu vlastního. Výsledky třídění dovolují označit tuto těžkou borovinu jako bohatou veškerou ústrojnou hmotou s vysokým podílem trvalého a vlastního humusu. Vlastnosti humusu jsou v soulase se sorpční nasyceností půdy.

Genetický půdní typ: aluviální orná půda rázu boroviny.

Místo výskytu: Žerčice, okres Mladá Boleslav.

Mechanické složení a hloubka profilu: půdní profil do hloubky jednoho metru se skládá z naplavovaných zemín písčitohlinitých. Mají do jisté míry původ ve zvětralíně křídového pískovce.

Reakce půdy a obsah uhlíkatu vápenatého: mírně alkalická reakce, ve všech vrstvách je obsažen uhlíkat vápenatý, jeho množství je nestejně, po malých hloubkách rozdílné, jak tomu bývá u náplavových půd. V humózním horizontu A nepřesahuje 2 ‰ a neklesá pod 0,5 ‰. Horizont C má až 10 ‰ CaCO_3 .

Lokalita: úpadové území v okruhu primárních a sekundárních slinovatek. Jedná se o sorpčně nasycenou mladou půdu, která byla drenáží zbavena podzemní vody.

Tato půda byla zvolena k demonstraci třídění ústrojné hmoty proto, že má znaky genetické příbuznosti s půdou číslo 1, je však mnohem lehčí a obsah veškeré ústrojné hmoty je menší, její barva je v horizontu A světlejší než u půdy č. 1. Ostatní morfologické znaky jsou podobné.

V. Půda č. 2. Genetický půdní typ: aluviální půda rázu boroviny. Místo výskytu: obec Žerčice, okres Mladá Boleslav. Analytik: Ing. J. Urban

Hloub. cm	Hori- zont	VÚH %	Ct %	HŽ %	HT %	HŽ ₁ %	HŽ ₂ %	HR %	HČ %	HS ₁ %	HS ₂ %
				1	2	3	4	5	6	7	8
0—5	A	3,455	2,001	49,62 0,993	50,38 1,008	35,83 0,717	13,79 0,276	39,58 0,792	2,60 0,052	6,09 0,122	2,10 0,042
10—20	A	3,056	1,770	53,61 0,949	46,39 0,821	40,39 0,591	14,57 0,258	33,16 0,587	2,77 0,049	4,01 0,071	6,44 0,114
20—30	A	1,777	1,030	36,21 0,373	63,79 0,656	14,66 0,151	21,55 0,222	38,05 0,392	3,10 0,032	6,50 0,067	16,01 0,165
30—40	A	1,730	1,002	32,73 0,328	67,27 0,674	9,78 0,198	22,95 0,230	30,53 0,306	3,00 0,030	6,28 0,063	17,46 0,175
40—50	A	1,482	0,858	27,27 0,334	72,73 0,642	8,74 0,175	18,53 0,159	49,30 0,423	3,26 0,028	5,82 0,050	16,43 0,141
60—70	A/C	0,832	0,482	30,50 0,147	69,50 0,335	11,83 0,057	18,67 0,090	47,09 0,227	5,18 0,025	4,77 0,023	12,44 0,060
70—80	C/A	0,627	0,363	25,34 0,092	74,66 0,271	7,71 0,028	17,63 0,064	54,82 0,199	6,61 0,024	2,48 0,009	10,74 0,039

Vlastnosti ústrojné hmoty (tabulka V):

1. Silná převaha HT nad HŽ zejména ve spodině, kde je více než dvojnásobná. V poměru hlavních látkových skupin se zde zjišťuje podoba s půdou č. 1.

2. Obsah vlastního humusu je v porovnání s 1. půdou mnohem menší. Obsah humátové složky je též mnohem menší, ve spodině ji převahuje obsahem složka huminová.

3. Obsah humusu rezervního je větší než obsah humusu vlastního. Tato látková podskupina je zastoupena v celém profilu hojněji než kterákoliv jiná.

4. Druhá složka živného humusu je v ornici v menšině oproti první, ale ve spodině mají fulvokyseliny mírnou převahu. V ornici mají mírnou převahu nad humusem vlastním, ale ve spodině (od 30 cm) je obsah fulvokyselin menší než obsah kyselin huminových.

Charakteristickým znakem této náplavové půdy je vysoký obsah humusu rezervního a jeho převaha nad humusem vlastním, zejména ve spodině od 50 cm. Kromě toho je převaha huminu nad humáty. Organická hmota půdy č. 2 představuje nižší vývojový stupeň než půdy č. 1.

Půda č. 3

Genetický půdní typ: středoevropská hnědozem.

Místo výskytu: Průhonice, trať Michovka.

Mechanické složení půdního profilu a jeho hloubka: ornice (horiz. A) hlína jílnatá, spodina (horiz. B) jílovitohlinitá, druhá spodina (horiz. C) je zemitá zvětralina algonkické břidlice.

Reakce půdy a obsah uhličitanu vápenatého: slabě kyselá, ve spodině kyselá, v ornici stopy po uhličitanu vápenatém, spodina je bezvápená.

Lokalita: mírná proláklina, neovlivňovaná podzemní vodou, po mnoho let orná půda. Bývalá půda lesní.

Tato půda byla zvolena k demonstraci pro svoji příslušnost k půdnímu typu, který je chudý veškerou ústrojnou hmotou a obsahuje jen skrovné množství vlastního humusu. Ornice neobsahuje celá 2 % veškeré ústrojné hmoty (1,07 % C). Směrem do hloubky uhlíku pozvolna ubývá a v horizontu C je jeho obsah 0,3 %. Barva humusu v horizontu A je hnědavá, v horizontu B zaniká a je překrývána jeho rezavým odstínem.

VI. Půda č. 3. Genetický půdní typ: středoevropská hnědozem, orná půda. Místo výskytu: Průhonice, trať Michovka

Hloub. cm	Hori- zont	VÚH %	Ct %	HŽ %	HT %	HŽ ₁ %	HŽ ₂ %	HR %	HČ %	HS ₁ %	HS ₂ %
				1	2	3	4	5	6	7	8
15	A	1,844	1,07	60,74 0,650	39,26 0,420	40,18 0,430	20,56 0,220	17,85 0,191	0,84 0,009	10,93 0,117	9,62 0,103
25	A/B	0,948	0,550	58,18 0,320	41,82 0,230	37,27 0,205	20,91 0,115	29,09 0,160	1,09 0,006	5,27 0,029	6,36 0,035
40	B	0,741	0,430	62,79 0,270	37,21 0,160	43,02 0,185	19,77 0,085	27,21 0,117	0,93 0,004	3,48 0,015	5,58 0,024
60	B	0,620	0,360	52,77 0,190	47,23 0,170	33,33 0,120	19,44 0,070	38,05 0,137	0,83 0,003	3,89 0,014	4,44 0,016
70	B	0,689	0,400	52,50 0,210	47,50 0,190	42,00 0,168	10,50 0,052	40,50 0,162	0,50 0,002	3,25 0,013	3,25 0,013
80	B/C	0,638	0,370	48,65 0,180	51,35 0,190	36,48 0,135	12,17 0,045	45,15 0,167	0,81 0,003	2,70 0,010	2,70 0,010
100	C	0,517	0,300	50,00 0,150	50,00 0,150	42,66 0,128	7,34 0,022	41,66 0,125	1,00 0,003	3,00 0,009	4,33 0,013

Vlastnosti ústrojné hmoty (tabulka VI.):

1. Rozbor ukázal převahu *HŽ* nad *HT* ve svrchních půdních vrstvách, ve spodině je poměr hlavních látkových skupin zhruba vyrovnaný.

2. Příznačným znakem této hnědozemní půdy je malý obsah vlastního humusu, v němž volná huminová kyselina nepřesahuje podstatně v žádném horizontu 1 0/0 *C_t*. Poměr humusu humátového k huminovému je kvantitativně vyrovnaný, ale jejich množství je malé.

3. Fulvokyseliny mají značnou převahu nad kyselinami huminovými v celém profilu kromě horizontu *C*.

4. Rezervní humus je přítomen ve značném množství, zejména ve spodních horizontech, kde množstvím mnohokrát převyšuje vlastní humus.

Pro tuto hnědozemní půdu je příznačné malé množství veškeré ústrojné hmoty, velmi nízký obsah vlastního humusu a relativně velká zásoba humusu rezervního. Malá zásoba a méně dobrá kvalita ústrojné hmoty je obecným znakem hnědozemních půd, které nedospěly kultivací na vyšší stupeň zúrodnění.

Půda č. 4

Genetický půdní typ: podzolovaná půda lesní.

Místo výskytu: Nová Ves, okres Tábor.

Mechanické složení a hloubka půdy: jílovitopísčítá zemina přecházející v hloubce jednoho metru do hrubě písčitého rozpadu ruly, která je mateční horninou této půdy.

Reakce půdy a vápenitost: silně kyselá reakce, velký stupeň sorpční nenasycenosti, kyselý humus atd.

VII. Půda č. 4. Genetický půdní typ: podzolovaná lesní půda. Místo výskytu: Nová Ves, okres Tábor. Analytik: Inž. J. Urban

Hloubka cm	Horizont	VÚH %	C _t %	HŽ %	HT %	HŽ ₁ %	HŽ ₂ %	HR %	HČ %	HS ₁ %	HS ₂ %
				1	2	3	4	5	6	7	8
0—3	A ₀	67,58	39,30	55,57 21,84	44,43 17,46	39,39 15,48	16,18 6,36	31,55 12,40	6,16 2,42	0,00	6,72 2,64
3—5	A ₀	62,94	36,51	52,20 19,06	47,80 17,45	32,81 11,98	19,39 7,18	32,73 11,95	8,08 2,95	0,00	6,98 2,55
5—10	A ₀	51,92	30,12	43,29 13,04	56,71 17,08	22,61 6,81	20,68 6,23	43,39 13,07	6,84 2,06	0,00	6,47 1,95
10—13	A ₁	2,93	1,70	47,65 0,81	52,35 0,89	31,18 0,53	16,47 0,28	32,35 0,55	13,53 0,23	st.	6,47 0,11
13—18	A ₂	1,19	0,69	53,62 0,37	46,38 0,32	20,29 0,14	33,33 0,23	26,08 0,18	5,22 0,036	st.	15,07 0,104
45	B ₁	0,46	0,27	37,03 0,10	62,97 0,17	22,22 0,06	14,81 0,04	48,15 0,13	4,07 0,01	nest.	10,74 0,029
75	B ₂	0,44	0,26	34,61 0,09	65,39 0,17	26,92 0,07	7,69 0,02	57,69 0,15	3,84 0,01	nest.	3,84 0,01
90	B/C	0,31	0,18	50,00 0,09	50,00 0,09	38,89 0,07	5,55 0,01	44,44 0,08	2,77 0,005	nest.	2,77 0,005

Svrchní pokryvná vrstva této lesní půdy se skládá hlavně z odpadu borůvky a smrkového jehličí. Odpad se ukládá na povrchu, rozkládá se, humifikuje a tvoří vrstvu pokryvného humusu (drť a měl). Protože volně uložená organická hmota nemá kontaktu s minerální půdní hmotou, jsou přeměnné pochody odlišného rázu, a proto také jejich produkty a vlastnosti jsou zcela svérázné. Z tohoto důvodu byla tato půda zvolena k demonstraci vytrídění ústrojné hmoty ve funkční složky.

Svrchní vrstvy, horizont *Ao1* a *Ao2* obsahují zhruba 30–40 % *C'*, horizont *A1* obsahuje však již jen asi 3 % *C_t*; ústrojná hmota má ráz humusu mělového a je hnědočerného zbarvení. Horizont *A2* obsahuje jen 0,69 % *C_t*. Spodní horizonty *B1*, *B2* a *B/C* jsou ústrojnou hmotou chudě (0,27–0,18 % *C_t*).

Vlastnosti ústrojné hmoty (tabulka VII.):

1. V nejsvrchnějších horizontech *Ao1* a *Ao2* byla zjištěna mírná převaha hydrolyzovatelné látkové skupiny nad nehydrolyzovatelnou. V dalších horizontech je tomu obráceně, ústrojná hmota nehydrolyzovatelná má převahu nad hydrolyzovatelnou. Obsah vlastního humusu je relativně nízký a v obsahu huminové kyseliny volné a huminu není rozdíl.

2. Prvá složka stabilního humusu (*HS₁*) ve svrchních vrstvách úplně chybí. To lze vysvětlit tak, že ústrojná hmota zde tvoří více než 60 % půdní hmoty veškeré a nedostává se reakceschopných kationů, které by volnou huminovou kyselinu dosycovaly v humáty.

3. Humin obsažený v pokryvném humusu představuje převážně volnou formu huminu, která není upoutána na jílovou půdní hmotu, jak je tomu u orných a jiných půd. V minerální spodině převládá humin upoutaný na jílové minerály.

4. Z rozborové tabulky VII. lze zjistit, že hlavní podíl nehydrolyzovatelné ústrojné hmoty připadá v této půdě na humus rezervní. Jeho obsah v půdním profilu se pohybuje mezi 25–57 % *C*. Kromě humusu trvalého je rezervní humus nejhojněji zastoupenou složkou, a to v celém půdním profilu kromě pokryvného horizontu *Ao*.

5. Z porovnání obsahu veškerých huminových kyselin s obsahem fulvokyselin se zjišťuje, že převaha fulvokyselin je zhruba dvojnásobná. Indikuje vysoký stupeň podzolise.

Zvláštním znakem této půdy je nahromadění ústrojné hmoty na povrchu, pozvolný přechod od surového humusu k humusu vlastnímu. Dále je to velký obsah rezervního humusu, poměrně malé množství humusu vlastního, výskyt huminů ve volné formě a převaha fulvokyselin nad kyselinami huminovými.

Pro demonstrační vytrídění organické půdní hmoty byly použity čtyři geneticky rozdílné půdy, z nichž prvé dvě mají jistou podobnost. Systémem rozborů se jasně rozlišují kvalitativní vlastnosti organické hmoty v horizontech půdního profilu. Systémem rozborů se též rozlišují velké i malé rozdíly v obsahu složek organické hmoty do soustavy pojatých a rozdíly v jejich stratigrafickém uložení.

Tím se dokazuje použitelnost a spolehlivost metodiky pro všechny orné a nivní půdy, které se vyskytují v ČSR.

Diskuse

1. Navrhovaný systém třídí veškerou ústrojnou půdní hmotu do dvou základních, funkčně i kvalitativně rozdílných látkových skupin. Základní látkové skupiny se člení do šesti složek, z nichž tři jsou látkové podskupiny, další tři chemicky definovatelné složky. Celkem se jedná o šest složek, které z hlediska biologického, chemického i fyzikálně-chemického mají v půdotvorném pochodu své funkce a jsou

obrazem kvalitativních vlastností veškeré ústrojné hmoty. Jedná se o systém třídění, který se pojetím liší od zahraničních systémů dřívějších i současných. Je podložen celkem jednoduchou analytickou metodikou, umožňující stanovit všechny jeho složky.

2. Na půdách různého původu bylo potvrzeno, že hydrolýza silnou minerální kyselinou dělí veškerou ústrojnou hmotu ve dvě kvalitativně rozdílné látkové skupiny, které svými vlastnostmi odpovídají definicím humusu živného a humusu trvalého, jak byly vysloveny F. Schefferem (1941, 1956). Tím je zdůvodněno používání 72–80 % kyseliny sírové jako hlavního činidla. Metoda acetyl bromidová nemá v našem třídění použití, neboť neskýtá předpoklady pro stanovení dalších složek ústrojné hmoty, jako je tomu u hydrolýzy kyselinou sírovou. Její postradatelnost je dána i tím, že navržená metodika zajišťuje stanovení všech tří složek vlastního humusu.

3. Ke složkám ústrojné hmoty extrahovatelným vodou, alkoholem, éterem, alkoholbenzem atd. se nepřihlíží individuálně, ani sumárně. Některé z nich jsou svou chemickou povahou vlastnímu humusu velmi vzdálené. Hodnotí se podle své povahy jako součást hydrolyzovatelné nebo nehydrolyzovatelné látkové skupiny. Jejich sledování je však doporučitelné při studiu podrobné skladby veškeré ústrojné hmoty, nebo podrobné skladby humusu živného i humusu trvalého. Jejich eventuelní stanovení dovoluje specifikaci živného a rezervního humusu.

4. Rozdělení nehydrolyzovatelné látkové skupiny ve dvě podskupiny lze zdůvodnit takto: Na různých půdních typech bylo mnohokrát zjištěno, že vlastní humus tvoří jen jistou část humusu trvalého. V podzolaných půdách i lesních, v hnědozemních aj. též i v orných půdách silně ovlivněných porosty (picniny) je vlastní humus mnohdy co do množství značně převyšován druhou složkou trvalého humusu. Se zřetelem na kvantitativní zastoupení rezervního humusu v ústrojné hmotě všech genetických půdních typů a na jeho funkci, o které se činí zmínka v dalším, je nezbytné jeho zařazení do systému třídění. Jeho analytické stanovení je jednoduché, což je kladným znakem tohoto třídění.

5. Huminová kyselina volná, humátová a humin se kvalitativně i funkčně podstatně liší od jiných složek ústrojné hmoty. Funkce každé z nich odpovídá v půdotvorném procesu jejich chemickému i fyzikálně-chemickému stavu. Ve svých funkcích nejsou nahraditelné jinými složkami ústrojné hmoty. Jejich látková podstata a zúrodňující účinky zdůvodňují též jejich sumární označení. Jako vhodný název se navrhuje humus vlastní. V chemické analytice a v různých jiných případech není povšechný název humus vlastní vždy výstižný. Mluvíme-li na příklad o veškerých huminových kyselinách, pak označení huminové kyseliny se zpravidla jeví jako vhodnější než humus vlastní.

6. Druhou poskupinou v látkové skupině trvalý humus jsou ligninové a jiné nehydrolyzovatelné látky. Lignin je spolu s hemicelulozami a pektinem velmi rozšířen v rostlinné hmotě zejména buněčných stěnách. Zaplňuje meziprostory a tvoří mezi buňkami izotropní a amorfní tmel. Má účast na tvoření vnitřní disperzní humusových látek s velkou povrchovou plochou. Při přeměnách rostlinných zbytků v půdě podléhá také jistým změnám. Způsobuje rozmnožení karboxylových skupin, čímž se zvětšuje hydrofylie a vnitřní disperze ligninového komplexu. Je známo, že více nebo méně změněné ligninové látky se hromadí v komplexu humifikované hmoty. Jsou humusotvorným materiálem a podle okolností i materiálem živným. V každém případě jsou ligninové látky zásobním materiálem, který může mít obojí uplatnění. V práci z roku 1952 bylo uvedeno, že za vlastní humus nelze pokládat humusové látky, které nenabývaly typických koloidních vlast-

ností (7). Vlastnosti ligninového komplexu a jeho dvojí funkce zdůvodňují jeho místo v tabule třídění.

7. Rozbory ústrojné hmoty nejrůznějších půd potvrzují, že látková skupina živný humus se skládá ze dvou podskupin zcela rozdílných vlastností. Jsou to jednak snadno oxydovatelné a hydrolyzovatelné části rostlinných zbytků, které lze obecně pokládat za složku nejvíce atakovatelnou půdními mikroorganismy, jednak vedlejší nebo doprovodné produkty humifikačního pochodu, které jsou též snadno hydrolyzovatelné.

Množství a kvalita první složky se každoročně mění podle druhu plodin v osevním postupu (posklizňové zbytky); množství druhé složky závisí na podmínkách humifikačního pochodu. Jejich původ a vlastnosti dovolují dělit živný humus na podskupinu primárního a na skupinu sekundárního původu. Sekundární složka živného humusu obsahuje kromě jiných látek organické kyseliny méně koloidních vlastností s vyšším obsahem dusíku, pro které se v našem i zahraničním půdoznání vžil název fulvokyseliny. Vyskytují se v každé půdě, v níž je obsažena kyselina huminová. Kromě této hlavní funkce se uplatňují i jinak; na některých půdních typech se pozoruje jejich zjevná účast na podzolisaci. Jestliže v půdě není dostatek bazických kationů, které by je otupovaly a fulvokyseliny jsou v převaze oproti kyselině huminové, zvyšující silně aciditu půdního roztoku a sesilují vyluhovací proces.

Huminovou kyselinu lze v půdách kyselých i zásaditých pokládat vesměs za aktivního a kladného činitele v půdotvorném pochodu, kdežto fulvokyseliny za složku, která na půdu nemá vždy efektivního zúrodnovacího účinku. Naopak v půdách určitých genetických vlastností působí proti půdní úrodnosti a pak může mít funkci činitele záporného významu. Potvrzují to poznatky ze studia silně podzolovaných půd, podzolovaných půd oglejených a některých půd lesních.

8. Humin (huminy) je podle našeho pozorování nejstarší a do jisté míry pozměněná huminová kyselina. Není přímým produktem huminifikačního pochodu, nýbrž produktem změn, kterými prochází kyselina huminová i v pevném upoutání v půdě. V minerálních půdách existuje humin v upoutání na jílové minerály, v půdách (nebo horizontech) organogenních, velmi chudých bazickými prvky, ve volné formě. V první formě je humin zejména odolný proti mineralizaci, a proto se řadí k humusu stabilnímu.

Stárnutím (hysterezi) se chemická skladba huminu mění, úbytkem kyslíku roste obsah uhlíku v jeho hmotě. Změnu humusové hmoty tohoto druhu lze označit jeho uhelnatění (karbonizací). Zvláště jí podléhá humin obsažený v pokryvném humusu lesních půd. Uhelnatění volného huminu je provázeno postupným zánikem koloidních vlastností.

Spojením volné huminové kyseliny s jílem vzniká humusojílovitý komplex, v němž si obě složky (minerální i organická) udržují koloidní aktivitu a tím je podmíněna jeho sorpční a hydratační schopnost. Humusojílovitý komplex je centrem fyzikálně-chemických a výměnných reakcí. Jeho vlastnosti jsou ukazatelem přirozeného vývoje půd, jejich zúrodnění i degradace. V půdách silně písčitých, sorpčně nedosycených, zůstává větší nebo menší množství huminové kyseliny ve volném (nedosyceném) stavu, časem ztrácí koloidní vlastnosti a karbonizuje.

9. Při rozplavování zemín vodním stříkem a třídění kořenové a jiné organické hmoty síty různé hustoty se v jemných i hrubších frakcích zjišťuje přítomnost karbonizovaných částic. Jsou tmavého zbarvení, různého tvaru, různé velikosti i poréznosti; vzhledem připomínají drť černého, někdy hnědého uhlí. V mnohých půdách je přítomno humusové uhlí ve velmi jemných částicích až mikroskopické velikosti.

Humusové uhlí vzdoruje hydrolýze silnými kyselinami i peptizaci alkalickými činidly. Jsou to vlastnosti, kterých nabývá humusová hmota změnami způsobenými karbonizací. Obsah minerálních látek v humusovém uhlí je nestejný a vesměs akcesorického rázu. Dusík a hlavní biogenní prvky jsou v něm obsaženy ve vysokém, ale kolísavém množství. Humusové uhlí podle našeho pozorování nemá užšího kontaktu s minerální půdní hmotou, jako např. huminová kyselina a humin. Nemá přímé účasti na půdotvorném pochodu, a proto ho nelze řadit k vlastnímu humusu, který má vyhraněné funkce. Nepřímá účast humusového uhlí na půdotvorném procesu spočívá v pozvolné mineralizaci jeho hmoty a přecházení uvolněného kyslíčnicku uhličitého a amoniaku do půdního roztoku. Uvedená charakteristika humusového uhlí je shodná s názory, které byly uvedeny v publikaci z roku 1952 (7).

Nutno podotknout, že v zahraniční literatuře se názory na humusové uhlí někdy rozcházejí; není vždy ujasněn rozdíl ve složení a funkci humínu a humusového uhlí. Jsou známy případy, že se tyto látky ztotožňují. Připisuje se mu i předhistorický původ (F. S c h e f f e r 1956).

Poznat vlastnosti humusového uhlí dovolilo posouzení velkého množství jeho vzorků a velkého množství vzorků i z jednotlivých půd. Při rozplavování půdních bloků je mnohdy získáno až překvapivé množství karbonizující a karbonizované hmoty, které dovoluje studium jejich vlastností.

10. Nejobtížnější částí laboratorní metodiky, o níž se třídění opírá, je trojí alkalická extrakce pro stanovení tří složek vlastního humusu ($H\check{C}$, HS_1 , HS_2).

V případech, kde specifikace vlastního humusu je postradatelná, možno použít extrakce se zesílenou peptisací po preparaci (extrakt 3), jíž se uvedou do roztoku veškeré huminové látky. Analytických hodnot o veškeré huminové kyselině a veškerých fulvolátkách se použije pro vyčíslení obsahu vlastního humusu, rezevního humusu a specifikaci humusu živného (viz osnovu).

Při kontrole půd sorpčně nenasyčených a kyselých, kde humátová složka je zpravidla přítomna v nepatrném množství, lze obecně používat tohoto zjednodušeného postupu.

11. Sledování a stanovení dusíku v látkových skupinách a složkách není obtížné a postup je velmi podobný postupu pro stanovení uhlíku. Stanovení dusíku v hydrolyzovatelné a nehydrolyzovatelné skupině je velmi jednoduché a skýtá pro jejich posuzování charakteristické hodnoty.

Souhrn

Předložená práce je výsledkem soustavného srovnávacího studia organické hmoty v genetických půdních typech. Má pět oddílů. V prvních se pojednává o významu třídění organické půdní hmoty pro praktické účely, o potřebě vhodného systému, o vlastnostech látkových skupin, podskupin a složek a jejich funkci v půdotvorném a zúrodnovacím pochodu podle vlastních pozorování.

Ve třetí stati se velmi stručnou formou charakterizuje vývoj třídění organické půdní hmoty ve světovém půdoznalství od nejstarší do současné doby.

V dalším se zdůvodňují principy, jichž bylo použito při vypracování navrhované soustavy, na lehké ornici černozemního vidu je předveden příklad třídění do látkových skupin, podskupin, složek a výpočet rozborových hodnot. Na profilech čtyř genetických půdních typů středoevropské hnědozemi, sekundární slinovatce (borořvina), nivní půdě a lesní podzolované půdě je předveden systém třídění a doložena jeho široká použitelnost.

V poslední stati je diskutován navrhovaný systém třídění v tom smyslu, že se jím a navrženou metodikou třídí veškerá ústrojná hmota půd ve dvě základní funkčně a kvalitativně rozdílné látkové skupiny, že tyto látkové skupiny se člení v šest složek, z nichž tři lze posuzovat jako heterogenní látkové podskupiny a další tři jako specifické složky vlastního humusu. Kromě dvou základních látkových skupin se jedná o tři podskupiny a tři složky, které po biologické, chemické a fyzikálně-chemické stránce mají důležité funkce v půdotvorném a zúrodnovacím pochodu a skýtají kvalitativní obraz vlastností veškeré půdní ústrojné hmoty.

Jedná se o systém třídění, který se pojetím a praktickou použitelností liší od dosavadních systémů. Třídění se opírá o jednoduchou analytickou metodiku, která dovoluje stanovit beze zbytku všechny látkové skupiny, podskupiny a složky pojaté do soustavy.

Na rozdíl od jiných, neúplných způsobů třídění a posuzování organické půdní hmoty, v nichž bylo hlavně přihlíženo k extraktivním látkám a které nebyly stanoveny zcela jednotnou laboratorní metodikou, předpisuje navrhovaná soustava sledování látek funkčně důležitých podle spolehlivé metodiky.

Naše soustava třídění organické půdní hmoty má nepochybnou důležitost pro charakteristiku půd určených pro přesné polní pokusy, např. z oboru výživy rostlin, zpracování půdy atd., pro pokračující studium genetických půdních typů, pro sledování vývoje půd zúrodnovaných přírodní organickou hmotou, v typizování půd ve velkých akcích, jako je bonitování půd, rayonizace rostlinné výroby, komplexní půdoznalecký prozkum půd aj. Podle dosavadních zkušeností jsou toto třídění a metodika použitelné též při posuzování kvality statkových a průmyslových kompostů. Soustava třídění má vyhovět hlavním požadavkům půdoznalství a rostlinné výroby, které se vyskytují v praxi.

Literatura

Aleksandrova L. N.: Gumus kak sistema polimernych sojedenenij - Trudy jubil sessiji, posojaščenoj stoletija so dňa rožděnija V. V. Dukučajeva, DAN SSSR, 225-321, 1949. — Aleksandrova L. N.: Processy gumussobrazovaniya v primitivnyh počvach. Trudy počvenogo instituta V. V. Dukučajeva, 16, 253-303, 1953. — André C.: Chimie du sol I. (Constitution chimique de la matière organique des sols) 1921, Paris. — Dokučajev V. V.: Vybrané práce. Přírodovědecké nakladatelství, Praha 1951 (Překlad J. Spiranžla). — Dragunov S. S., Bachtina E. F.: Löslichkeit der Huminsäuren u. Stickstoffformen in verschiedenen Torfarten. Z. f. P. D. A 34: 89-1000, 1943. — Dragunov S. S., Vysockaja P. N.: Chimičeskoje issledovaniye gumusovykh vėščestv nekotorych počv. Počvovėdeniye, 23-30, 1953. — Dubach P., Zweifel G., Bach R., Deuel R.: Untersuchungen an der Fulvosäuren-Fraktion einiger schweizerischen Böden. Z. f. P. D. B., 69-107, 1955. — Ehrenberg P.: Welchen Einfluß haben Dauerhumus u. Nährhumus auf die Krümmelstruktur, beziehungsweise Bodengare? Forschungsdienst, 17, 1941. — Flaig W., Reinemund K.: Zur Kenntnis der Huminsäuren. VI. Mitteilung. Z. f. P. D. B., 68: 225-268, 1955. — Flaig W., Scheffer F., Klamroth B.: Zur Kenntnis der Huminsäuren. VIII. Mitteilung. Z. f. P. D. B., 71: 33-57, 1955. — Freytag H. E.: Über die Huminstoffe im Abbau befindlicher Pflanzenwurzeln. Z. f. P. D. B. 68: 123-132, 1955. — Gelzer F. J.: Vývoj názorů ak. V. R. Viljamse na humusové látky v půdě, Věstník ČSAZV, XXIV, 1950. — Gössl V.: Genetický systém půdních typů v Čechách a jejich určování. Zem. Archiv, č. 5-6, 1938. — Gössl V.: Nové poznatky o ústrojné hmotě v půdě. Zem. Archiv, XXXIV., 1-2. — Gössl V.: Morfologická charakteristika našich hlavních půdních typů. - Věda přírodní, 20, 232, 1941. — Hock A.:

Beziehungen zwischen Konzentration u. Farbwerten von Huminsäurelösungen. Z. f. P. D. B., 7, 19, 1938. — Hock A.: Grundsätzliches bei Farbmessungen in Humuslösungen. Z. f. P. D. B. 7, 257, 1938. — Chirita C. D. Pedologie generala, Bukarest 1955, Editura agrosilvica de stat. — Hoffmann E.: Über die Rolle der Enzyme bei der Humusbildung. Z. f. P. D. B., 69, 165-172, 1955. — Hoppe - Seyler F.: Über Huminsubstanzen, ihre Entstehung u. ihre Eigenschaften. Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. 13, 66, (188) 1889. — Jacob A.: Neuere Arbeiten der Russischen Landwirtschaftschemie. Forschungsdiens 14, 1-2, 1942. — Jon S. V.: Vplyv lesa na pôdu. - Slov. vydavatel. podohospod. literatúry, Bratislava, 1956. — Junker E.: Zur Kenntnis der kolloidchemischen Eigenschaften des Humus, Kolloid-Zeitschrift, B. 95. H. Z. 1941. — Káš V.: Mikrobiologická charakteristika klimatogenetických půdních typů. Sbor. ČAZ, XIV, 2, 1939. — Konovova M. M.: Problema počvennogo gumusa i sovremennye zadachi jeho iznačeniya. - Izdatelstvo AN SSSR, Moskva 1951. — Konovova M. M.: Problema gumusa v novejšej literature. Počvovědenije, 12: 45-61, 1953. — Konovova M. M.: Ješčo o probleme ročvennogo gumusa. Počvovědenije, 3: 67-75, 1953. — Konovova M. M.: Humus v hlavních půdních typech SSSR a jeho vznik. Počvovědenije, 1956, 3. — Kubiena W. L.: Die Bedeutung des Begriffs Humusform für die Bodenkunde und Humusforschung. Z. f. P. D. B. 69: 3-7, 1955. — Maiwald K.: Organische Bestandteile des Bodens. Handbuch der Bodenlehre, Berlin, 1931. — Maiwald K.: Chemische Beschaffenheit des Bodens. HdB. der Bodenlehre. Berlin 1939, Ergänzungsband č. 1. — Mařan B.: O lesním humusu. Čs. Háj, 1941. — Meyer L.: Ton-Humuskomplexe als Träger der Bodenfruchtbarkeit u. als Bodenbesserungsmittel. - Forschungsdienst, 11, 3-4, 1951. — Meyer L.: Über Entstehung u. Bildung der Ton-Humus-Komplexe. - Forschungsdienst, 17, 1941. — Meyer L.: Mittel u. Wege der Humusanreicherung zum Zwecke der Bodenverbesserung. - Forschungsdienst, 17, 1941. — Mückenhausen F.: Beziehung der Bodendynamik zur Bodenfruchtbarkeit. Comptes Rendus de la IV ème Commision, de l'Association du Sol, 1939, Stockholm. — Najmr S.: Komplexní vystupování půdních typů na Mladoboleslavsku. Sbor. ČAZ, XIII, 70, 1936. — Najmr S.: Polní a lesní půdy okresu Mladá Boleslav. Sbor. VÚZ, sv. 167, 1939. — Najmr S.: České křídové slinovatky - chemická charakteristika. Sbor. ČAZ, XVIII, 2, 1943. — Najmr S.: Některé výsledky výzkumu ústrojné hmoty v genet. půdních typech. I. typ černozemní. Sbor. ČAZ XX, 183/1254, 1947. — Najmr S.: Některé výsledky výzkumu ústrojné hmoty v genet. půdních typech. II. typ hnědozemní. Sbor. ČAZ, XXII, 942/1356, 1949. — Najmr S.: Příspěvek k oxydimetricko-odměrnému stanovení huminových kyselin, Sbor. ČAZ, 870/1285. — Najmr S.: Humus v dynamice půdotvorného procesu různých variet černozemního typu. Sbor. ČAZ, XXII, 2, 920/1305, 1950. — Najmr S.: Vliv mikroliefu na půdotvorný proces ve středoevropské hnědozemí na spraši. Sbor. ČAZ, XXII, 1, 902/1317, 1949. — Najmr S.: Některé výsledky výzkumu ústrojné hmoty v genet. půd. typech. III. typ půdy podzolované. Sbor. ČAZ, XXIV, 1067/1431, 1951. — Najmr S.: Příspěvek k rozmnožování ústrojné hmoty v orných půdách podzolovaných. Sbor. ČAZV XXIV, 1019/1433, 1951. — Najmr S.: Trvalý humus ve výzkumu zúrodnování půd atd. Sbor. ČAZ, 1504, 1952. — Najmr S.: Der Einfluß langjähriger Kultivierung auf entwicklungsmässige Veränderung von Ackerböden (podsolierte Böden). Za socialističeskiju selskochozajstvenuju nauku SA, 3, 1956, Praha. — Najmr S.: Vývojové změny orných půd vlivem kultivace. (Střed. hnědozem.) Sbor. ČSAZV XXIX, č. 3, 1956. — Najmr S.: Funkční složky ústrojné půdní hmoty a jejich třídění. Sbor. ČSAZV, XXIX, č. 11, 1956. — Nehring K.: Untersuchungen an aus verschiedenen Bodentypen isolierten Huminsäuren. Z. f. P. D. B. 69-71-86, 1955. — Niklewski M.: Studia nad rola azotu v dynamice rozkladu materialów raślinnych. Nadbitka z rocznikow nauk rolnicznych, sv. 51, 1948, Poznań. — Novák V.: O otázce třídění a názvosloví humusu. Lesnická práce, 1933. — Novák V.: O půdních typech. Zeměd. konference, Bratislava, 1937, str. 25. — Novák

V.: Das Problem der Typologie von Kulturböden. Za socialističeskiju sel'skochozjajstvenuju, nauku, SA, 3, 1956, Praha. — Novák V.: Rozmístění humusu v půdních agregátech v některých půdních typech. Sbor. ČAZ XIX, 1-3, 1946. — Odén S.: Die Huminsäuren. Kolloidtechnische Beihefte, Sonderausgabe, 1919, Dresden, Leipzig. — Pavel L.: Některé poznatky o půdních huminových látkách. Sbor. ČSAZV, A 27: 11-14, 1954. — Pavel L.: Fulvokyseliny - důležitá půdní složka. Za socialist. zemědělství 2-838-841, 1952. — Pavel L., Koloušek J., Šmatlák V.: Příspěvek k poznání huminových látek. Sbor. ČSAZV, A 27, 207-213, 1954. — Pavel L., Koloušek J., Šmatlák V.: Příspěvek k poznání huminových látek. Sbor. ČSAZV, A 26, 155-164, 1953. — Pelíšek J.: Lesnické půdoznalství, SZN, 1957. — Pejve J. V.: Metodika stanovení pohyblivých forem organ. látek v půdách podzolované oblasti. Chimisacia soc. zemědelija, 1938, 10. — Ponomareva V. V.: O metodách vydělení a chemické přírode fulvokyslot. Počvověděnije, 714-723, 1947. — Ponomareva V. V., Mjasnikova A. M.: K charakteristice humusotvorného procesu v drnokarbonátových půdách. Počvověděnije, 1951, 12. — Pozdena L.: Humus und Wasserführung. Forschungsdienst, 17, 1941. — Puri A. N., Sarup A.: Extration of Humus from Soil with Alkalies and its Colorimetric Estimation. Recherches sur le Sol. V/B VI, 2, 1938. — Robinson G. W.: „Die Böden“ Verlagsgesellschaft für Ackerbau, Berlin SW 11, 1939. — Remesov N. P.: Beiträge zur Charakteristik der organ. Substanz der Böden der NSSR, Z. f. P. D. B., Bd 30, 1933. — Simon K.: Über die unterschiedlichen Eigenarten extrahierbarer Humussubstanzen. Z. f. P. D. B. A. 34-1934. — Simon K.: Humus und Huminsäuren. Praktische Blätter für Pflanzenbau, 12, 1935, München. — Siegel O.: Charakterisierung der dunkelgefärbten Humusstoffe mittels Extraktionsverfahren. Fortschritte der landw. chemischen Forschung, Forschungsdienst, 17, 1941. — Scheele W.: Eine Methode zur quantitativen Bestimmung der Huminsäuren, Recherches sur le sol. 3. 139, 1937. — Scheffer F., Halfter G.: Einfluß der Kationenbelegung auf die Farbtiefe der Humusstoffe. Z. f. P. D. B. 15, 277-284, 1939. — Scheffer F.: Aufgaben der Humusforschung. Forschungsdienst 17, 1941. — Scheffer F., Schachtschabel P.: Die Bodenkunde 1952 a totěž 1956. — Siegel O.: Humusanreicherung durch Stallmistzufuhr, Forschungsdienst, 17, 1941. — Siegel O.: Die agrikultur-chemische Bedeutung der Ergebnisse der bisherigen Humusuntersuchungsmethodik, Forschungsdienst, 17. 1941. — Smolík L.: Huminifikace v klimatogenetických půdních typech. Sbor. ČAZ, XI, 1, 93, 1936. — Smolík L.: Pedochémie hlavních typů moravských půd. ČAZ, Věd. spisy, 1938. — Souci S. W.: Die Chemie des Moores. F. Enke, Stuttgart, 1938. — Spirhanzl J.: Agrochemicko-půdoznalecká studie o půdách na třetihor. uloženinách jihočeských. Sbor. VÚZ, 147, 1936. — Spirhanzl J.: Agrochemicko-pedologická studie o jihočeských půdách rulových. Sbor. VÚZ, 163, 1938. — Spirhanzl J.: Agrochemicko-pedologická studie o českých křídových slinovatkách. Sbor. VÚZ, 174, 1947. — Spirhanzl J. a spol.: Zemědělské zhodnocení půd na různých matečních horninách. Sbor. VÚZ, 173, 1948. — Springer U.: Über Humusvorstufen u. echte Humusstoffe. Z. f. P. D. u. B, 21/22, 1940. — Springer U.: Der Platz der Huminsäure in der Chemie des Humus. Z. f. P. D. B. A 37, 1935. — Springer U.: Humuskolorimetrie und ihre quantitative Auswertung. Acker- und Waldböden, 1938, Dresden. — Springer U.: Der heutige Stand der Humusuntersuchungsmethodik. Z. f. P. D. B. 6, 12-373, 1938. — Springer U.: Die Stoffgruppenanalyse, Bedeutung, Ausführung und Verbesserungsvorschläge. Forschungsdienst, 17, 1941. — Schmalfuss K.: Über Nährhumus, Forschungsdienst, 17, 1941. — Šmuk A.: K otázce chemismu organických látek v půdě. Počvověděnije, 25, 5, 1930. — Stoklasa J.: Biochemische Methode zur Bestimmung der Fruchtbarkeit des Bodens. Comptes Rendus de la Conference agropedologique à Prague, 1922. Praha 1924. — Tjulin A. T.: Herkunft, Struktur und Eigenschaften organomineralischer Bodenkolloide. Z. f. P. D. B. 21/22, 544-568, 1940. — Tjurin J. V.: Půdotvorný proces,

úrodnost půdy a otázky dusíku v zemědělství. Počvovědění, 3, 1956. — Tjurin J. V.: Organické neštěstí počv. i jeho rol' v počvoobrazování i plododii Selchozgiz. M-L, 1937. — Tjurin J. V.: K otázce o podstatě fulvokyselin v půdním humusu. Práce půdoznaleckého ústavu A. N. SSSR, 1940. — Tjurin J. V.: Zeměpisná zákonitost při tvoření humusu, Dokl. na jubil. Dokučajevskoj s., 1946. — Waksman S. A., Reusser H. W.: Über die chemische Natur und Ursprung des Humus im Erdboden. Zellulosechemie 11, 209, 1930. — Waksman S. A.: Humus, London, 1938. — Zadmar V. H.: Zur Kenntnis der kolloid-chemischen Eigenschaften des Humus. Kolloid-Beihilfe, 49, 315-364, 1939.

Система классификации органической массы почвы

Настоящая работа является результатом систематического сравнительного изучения органической массы в генетических почвенных типах. Работа содержит пять разделов. В первых двух разделах рассматривается на основании собственных наблюдений автора значение, которое классификация органической массы имеет для практических целей, и далее — необходимость целесообразной системы классификации свойства групп, подгрупп и компонентов веществ и их функции в процессе почвообразовании и повышения плодородия почвы.

В третьем разделе очень кратко характеризуется развитие классификации органического вещества почвы в мировом почвоведении от самых старых времен и до настоящего времени.

Далее дается обоснование принципов, примененных при разработке предлагаемой системы. Применительно к пахоте черноземного вида приводится классификация на группы, подгруппы и компоненты веществ и расчет аналитических величин. На примере профилей четырех генетических почвенных типов — средне-европейского бурозема, секундарной рендзины, аллювиальной почвы и лесной оподзоленной почвы излагается система классификации и дается обоснование ее широкой применимости.

В последнем разделе предлагаемая система классификации рассматривается в том аспекте, что при помощи этой системы и предложенной лабораторной методики, вся органическая масса почв разделяется на две основные, функционально и качественно отличные группы веществ; эти группы в свою очередь разделяются на шесть составных частей, из которых три части можно рассматривать как гетерогенные подгруппы веществ, а три дальнейшие — как специфические компоненты собственно гумуса.

Кроме двух основных групп веществ имеются три подгруппы и три компонента, которые в биологическом, химическом и физико-химическом отношении имеют важные функции в процессе почвообразования и повышения плодородия почвы и дают качественную картину свойств всей органической массы почвы.

Это система классификации, которая по своему основному принципу и по практической применимости отличается от существовавших до сих пор систем. Классификация основывается на простой аналитической методике, которая полностью позволяет устанавливать все группы, подгруппы и компоненты веществ, включенные в систему. В отличие от других, неполных способов классификации и оценки органической массы почвы, которые обращали главное внимание на экстрагируемые вещества и не обуславливались совершенно целостной лабораторной методикой, предлагаемая система устанавливает разделение функционально важных веществ согласно надежной методике.

Наша система классификации органической массы почвы имеет несомненную важность для характеристики почв, предназначенных для точных полевых опытов, например по питанию растений, по обработке почвы и т. п., для продолжающегося изучения генетических почвенных типов, для изучения развития почв, плодородие которых повышается естественной органической массой, для типизации почв при проведении крупных мероприятий, таких как бонитировка почв, районирование растениеводства, комплексное почвоведческое обследование и т. д. Согласно полученному до сих пор опыту эта классификация и методика применимы и при оценке качества местных и промышленных компостов. Система классификации должна удовлетворять главным требованиям почвоведения и растениеводства, которые возникают в практике.

Systematische Klassifikation der organischen Bodenmasse

Die vorliegende Arbeit ist ein Ergebnis eines systematischen Vergleichsstudiums der organischen Masse in genetischen Bodentypen. Die Arbeit besteht aus fünf Abschnitten. In den ersten Abschnitten wird die Bedeutung der Klassifikation der organischen Bodenmasse für praktische Zwecke, die Notwendigkeit eines geeigneten Systems, die Eigenschaften der Stoffgruppen, Untergruppen und Komponenten und ihre Funktion in dem bodenbildenden Prozeß und bei der Urbarmachung laut eigener Beobachtungen behandelt.

Der dritte sehr kurzgefaßte Abschnitt charakterisiert die Entwicklung der Klassifikation der organischen Bodenmasse in der Bodenkunde der Welt von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart.

Weiters werden die bei der Ausarbeitung des vorgeschlagenen Systems angewandten Prinzipie begründet; als Beispiel der Klassifikation in Stoffgruppen, Untergruppen, Komponenten und zur Berechnung der Analysenwerte dient ein leichter schwarzerdeartiger Mutterboden.

Das Klassifikationssystem und seine breite Anwendbarkeit wird auf vier genetischen Bodentypen der mitteleuropäischen Braunerde, des sekundären Rendsinebodens, des Auenbodens und des podsolierten Waldbodens vorgeführt.

Im letzten Kapitel wird das vorgeschlagene Klassifizierungssystem von dem Gesichtspunkt behandelt, daß durch dasselbe und durch die vorgeschlagene Methodik die gesamte organische Bodenmasse in zwei in ihrer Funktion und qualitativ unterschiedliche Stoffgruppen aufgeteilt wird, daß diese Stoffgruppen sich in sechs Komponenten gliedern, von denen drei als heterogene Untergruppen und weitere drei als spezifische Komponenten des eigentlichen Humus zu beurteilen sind. Außer den grundlegenden Stoffgruppen handelt es sich um drei Untergruppen und drei Komponenten, welche von biologischer, chemischer und physikalisch-chemischer Hinsicht wichtige Funktionen in dem bodenbildenden Prozeß und bei der Urbarmachung haben und ein qualitatives Bild der Eigenschaften der gesamten organischen Bodenmasse darstellen.

Es handelt sich hierbei um ein Klassifizierungssystem, dessen Auffassung und praktische Anwendbarkeit sich von den bisherigen Systemen unterscheidet. Die Klassifizierung stützt sich auf eine einfache analytische Methodik, welche die Bestimmung aller in das System begriffenen Stoffgruppen, Untergruppen und Komponenten restlos erlaubt.

Zum Unterschied von anderen Klassifizierungs- und Bewertungsmethoden der organischen Bodenmasse, bei welchen vor allem die Extraktivstoffe berücksichtigt wurden und welche nicht mittels einer einheitlichen Labormethodik bestimmt wur-

den, wird durch das in Vorschlag gebrachte System die Beobachtung der funktionswichtigen Stoffe nach einer verlässlichen Methodik vorgeschrieben.

Unser Klassifizierungssystem der organischen Bodenmasse ist ohne Zweifel für die Charakteristik der für genaue Feldversuche bestimmten Böden von Wichtigkeit, zB. für die Pflanzenernährung, Bodenbearbeitung usw., für das fortschreitende Studium genetischer Bodentypen, für die Beobachtung der mittels natürlicher organischer Masse verbesserten Böden, bei der Bodentypisierung in großen Aktionen, wie zB. Bodenbonitation, Rayonisierung der Pflanzenproduktion, komplexe bodenkundliche Forschung usw. Nach den bisherigen Erfahrungen eignet sich diese Klassifizierung und Methodik auch für die Qualitätsbewertung wirtschaftseigener Komposte und Industriekomposte. Das Klassifizierungssystem soll den grundlegenden Forderungen der Bodenkunde und der Pflanzenproduktion, die in der Praxis vorkommen, entsprechen.

Vliv reliéfu a zrnitostního složení na zvětrávací a půdotvorný proces v degradované černozemi

Влияние рельефа и механического состава почвы на ход процесса выветривания и почвообразования в деградированном черноземе

Effect of Relief and Mechanical Composition on the Course of Weathering and Soil-Formation Process in Degraded Chernozem Soils

Der Einfluß des Reliefs und der mechanischen Zusammensetzung auf den Verwitterungsverlauf und den Bodungestaltungsprozeß in der degradierten Schwarzerde

Inž. Vladimír SIROVÝ

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, půdoznalecké oddělení, Praha — Ruzyně

Předložil dopisující člen ČSAZV dr. inž. Stanislav Najmr

Úvod

Při půdoznaleckém průzkumu pozemků šlechtitelské stanice v Úhřetích u Chru-
dimi byly vymezeny dva půdní komplexy, a to degradované černozemě a lužní půdy.
Černozemě byly dále rozděleny podle mocnosti humózního horizontu a hloubky,
v níž byl nalezen matečný substrát, nedotčený půdotvorným procesem. Protože pouze
rozdílné působení půdotvorných činitelů může být příčinou rozličného půdního vý-
voje, bylo nutno nalézt ty faktory, které ovlivnily rozdílný vývoj půd uvnitř černo-
zemního půdního komplexu. Těmito faktory byly shledány reliéf terénu a matečná
zemina, přesněji řečeno její zrnitostní složení. Jejich působení se neodráží pouze
v současném vývoji půdního profilu, ale i v dynamice půdních procesů. Poněvadž ne-
byla možnost bližšího sledování půdní dynamiky, které by potvrdilo závěry o půd-
ních procesech v jednotlivých půdních odrůdách sledované degradované černozemě,
byly hledány při další experimentální práci navazující na vlastní terénní průzkum,
kvalitativní, případně i kvantitativní znaky, analyticky zjištělné, potvrzující a cha-
rakterizující rozdíly půdních procesů. Na nedostatečné používání analytických metod
pro rozdělování půd na nižší taxonomické jednotky než je půdní typ poukazuje ve
své práci A. A. R o d e (13), který zdůrazňuje nutnost diagnostiky půd na základě
srovnatelné, objektivní, podle možnosti kvalitativní charakteristiky půd podle pří-
slušných znaků. Skutečně také byly v této práci nalezeny některé znaky, potvrzující
nejen závěry o půdních procesech, ale i přispívající k posouzení některých agronomic-
kých vlastností sledovaných půd.

Na význam reliéfu v půdotvorném procesu ukázal již V. V. D o k u č a j e v (2).
Reliéf ovlivňuje hydrotermický režim půdy tím, že má vliv na rychlost odtoku sráž-

kové vody a spolurozhoduje o úrovni hladiny podzemní vody, o množství dopadajícího slunečního záření a výparu. Rovněž i erozivní procesy, silně zasahující do vlastního vývoje půdy, jsou ve značné míře podmíněny utvářením reliéfu.

Podobně i zrnitostní složení se uplatňuje svým vlivem na vodní a živinný režim půdy jako činitel, ovlivňující rychlost půdotvorného procesu a tím i vývoj půdy. O konkrétních možnostech ovlivnění zvětrávacího a půdotvorného procesu v daných podmínkách bude podrobněji pojednáno v následující části.

Podmínky půdotvorného procesu

V této stati se blíže zmíním pouze o těch podmínkách půdotvorného procesu, které rozhodovaly v okruhu půd stanice o vývoji rozdílných půdních typů a jejich nižších taxonomických jednotek.

Jak již bylo uvedeno, zaujímají pozemky uvedené šlechtitelské stanice dva půdní komplexy: lužní půdy a černozemě. Těmito dvěma půdními komplexům odpovídají různé podmínky prostředí jejich vzniku. Lužní půdy se vyvinuly na holocenních náplavech v rovinách podél řek Chrudimky a Novohradky, černozemě naproti tomu asi o 20 m výše v mírně zvlněném území s mocnými pokryvy typické spraše.

Půdotvorný substrát lužních půd, z velké části přeplavené sprašové hlíny, byl již při svém nahromadění, tj. naplavení, silně ovlivněn působením vody, při němž došlo odplavením nejjemnějších částic ke zvýšení písčitého podílu. Ovlivnění vodou, především podzemní, pokračovalo pak dále i při samotném vývoji těchto půd. V současné době je ovlivnění zdejších lužních půd vodou již mnohem menší v důsledku silného poklesu hladiny podzemní vody, způsobeného regulací vodních toků a jejich zařízením hluboko (až i 3 m) pod úroveň okolních pozemků.

Vývoj černozemí byl ovlivněn především zasakující vodou, jejíž množství se zvětšilo při změně suchého stepního klimatu v klima humidnější, přičemž došlo k degradaci, která pokročila až k vytvoření různě mocného illuviálního horizontu. O rozsahu této degradace rozhodovalo nejen samotné množství srážkové vody, ale především její rozdělení mezi zásak a povrchový odtok. Toto rozdělení je ovlivněno, kromě jiných faktorů, především reliéfem a texturou zemin v půdním profilu.

Na silné ovlivnění půdotvorného procesu působením mikroreliéfu poukázal ve své práci z roku 1949 S. N a j m r (11), který také zjistil, že spraš je velmi reaktivní matečný substrát, reagující již na jemné změny intenzity půdotvorného pochodu. V rovině je větší množství zasakující vody než na svazích a návrších, toto množství se ještě zvětšuje v terénních depresích, kde se kromě toho udržuje větší trvalá vlhkost v důsledku přítoku povrchové vody a sníženého výparu. S reliéfem jsou těsně spojeny i erozivní účinky vody. Největší narušení půdního vývoje erozí je na úzkých, dosti příkrých hřebetech mezi jednotlivými depresemi, odkud je ustavičně snášena zemina do depresí, kde dochází k akumulaci humózního horizontu.

Podobně i textura spolurozhoduje o podílu zasáklé srážkové vody. Čím větší je podíl jemných částic (tj. čím je zemina těžší), tím více je snížen zásak a promývání půdního profilu, ale současně je trvale zvýšena celková provlhllost půdního profilu (vyšší vodní kapacita, vyšší podíl hygrokopické vody).

S ohledem na utváření reliéfu pozemků černozemního komplexu půd zmíněné stanice můžeme očekávat vývoj čtyř odrůd černozemí, odpovídajících polohám v terénu, tj. v rovině, na mírných svazích a návrších, v terénních depresích a na ostrých hřebetech mezi jednotlivými depresemi. Tento vývoj může být ještě dále komplikován rozdílným zrnitostním složením matečného substrátu — spraše.

V našem případě lze zjistit pouze rozdíl v zrnitostním složení spraše u půd v rovině, kde má spraš menší podíl částic 1. kategorie podle Kopeckého (asi 35 %) proti spraši, na níž se vytvořily ostatní černozemní půdy (asi 42 %).

Charakteristika jednotlivých odrůd degradované černozemě

Sledované černozemě jsou hlinité půdy (34–44 % částic 1. kategorie podle Kopeckého) s obsahem humusu kolem 2,3 %. Jejich degradace se projevuje morfologicky rozčleněním humózního horizontu v subhorizonty *A'* a *A''*, hlavně však vytvořením různě mocného illuviálního horizontu *B*, světle hnědé barvy s rezivým odstínem, kostkovitou strukturou a hojnými humusovými zátekami. Přejít do horizontu *C*, slinité spraše, je velmi ostrý.

a) Černozemě smyté (erodované) zaujímají malé plochy na hřebetech mezi terénními depresemi na jihovýchodním svahu a polohami na horních okrajích svahů, oddělujících černozemě od nížní polohy. Plošná eroze zde brání vytvoření mocnějšího humózního horizontu, který zpravidla nepřevyšuje mocnost ornice (kolem 30 cm), je slabě humózní, s obsahem CaCO_3 do 10 %. Textura odpovídá textuře spraše, která následuje bezprostředně pod horizontem *A*, který do ní zasahuje krátkými humusovými zátekami.

b) Degradované černozemě mělké zaujímají značnou rozlohu na nízkém návrší a přilehlých mírných svazích. Mocnost horizontu *A* se pohybuje kolem 60 cm, na severozápadním až severovýchodním svahu se ještě poněkud zvětšuje, avšak horizont *C* (spraš nedotčená půdotvorným pochodem) není hlouběji jak 100 cm, čímž tyto černozemě se liší od následující skupiny, kde současně s hloubkou horizontu *A* roste i mocnost horizontu *B* a v důsledku toho klesá horizont *C* hlouběji než 100 cm. Na jižním svahu se proti tomu zmenšuje mocnost horizontu *A*, horizont *C* je v menší hloubce. Humózní horizont je členěn v subhorizonty *A'* a *A''*, přičemž diferenciace obou subhorizontů se zvětšuje s mocností celého humózního horizontu. Pod humózním horizontem je illuviální horizont *B* asi 20 cm mocný, hnědé barvy, s humusovými zátekami, zřetelně těžší, kostkovité struktury. Ostře nasedá na silnou spraš.

c) Degradované černozemě středně hluboké se rozkládají na rovině pod mírným svahem, spadajícím k východu. Jejich humózní horizont je 60–80 cm mocný a je na rozdíl od předchozích černozemí vždy zřetelně rozdělen v subhorizonty *A'* a *A''*. Horizont *C* leží vesměs ve větší hloubce jak 100 cm. Mocnost illuviálního horizontu se pohybuje kolem 50 cm. Obsahuje větší množství jílových částic než horizont *A*, avšak toto zvýšení je relativně nižší než u mělkých černozemí.

d) Degradované černozemě hluboké (akumulované) pokrývají dna depresí na jižním svahu mezi smytými a mělkými degradovanými černozeměmi, odkud je sem částečně snášena ornice, a to jak transportem vodou, tak i při obdělávacích zákrocích. Humózní horizont je hlubší jak 100 cm, většinou až 150–160 cm. Je rovněž členěn v subhorizonty *A'* a *A''*, horizont *B* má mocnost kolem 50 cm.

Část experimentální

Při studiu zvětrávacího a půdotvorného pochodu se vycházelo z předpokladu, že rozdíly v jejich průběhu musí ovlivnit především koloidní a jim blízké půdní složky, tj. humus a jílový podíl, či jinak řečeno, se odrážejí ve výstavbě organominerálního koloidního komplexu.

Především byly vykonány zrnitostní rozborů (pipetovací metodou podle Kačinského) a ve frakci částic menších než 0,001 mm, která byla izolována podle metody N. I. Gorbunova (6), byl stanoven obsah koloidního jílu (odpipetováním ze suspenze částic menších než 0,001 mm z hloubky 5 cm po 17,5 dnech stanoveno množství částic menších než 0,0002 mm). Výsledky těchto stanovení jsou uvedeny v tabulce I. V ní vidíme, že obsah jílových částic je nejmenší v profilu středně hluboké degradované černozemě (profil č. 1), vyšší je u mělkých degradovaných černozemí (profily č. 5 a 18), z nich profil č. 5, tvořený těžšími zeminami než profil č. 18, je daleko mělký. Přitom také roste relativní nahromadění jílu v illuviálním horizontu mělké degradované černozemě. Porovnáme-li obsah koloidního jílu v jednotlivých horizontech, sledujeme, že obsah koloidních částic v subhorizontu A" je přibližně stejný jako v horizontu C (počítáno na zeminu bez CaCO_3), zatím co v ornici je jejich obsah nižší, v illuviálním horizontu vyšší. Naproti tomu množství předkoloidní frakce jílu se celkem málo mění uvnitř jednotlivých profilů s výjimkou horizontu C. V horizontu C je její obsah nejnižší, stejně tak jako obsah částic větších než 0,25 mm.

Pro kvalitativní charakteristiku jílové frakce (částic menších než 0,001 mm) bylo použito chemických rozborů, stanovení sorpčních vlastností (výměnné sorpční kapacity pro kationty, sorpční kapacity pro anionty, selektivní sorpce pro ionty vápníku a amonia), diferenční termické analýzy a tepelné dehydratace.

Diferenční termické křivky všech vzorků jílové frakce poskytly tři zřetelné endotermní výchylky, a to při 100° C, 515° C a třetí, daleko méně zřetelnou, při 856° C a jednu exotermní výchylku s vrcholem při 920° C. Tyto křivky stejně jako křivky tepelné dehydratace se shodují s křivkami uváděnými N. I. Gorbunovem (7) pro jílový minerál jím označovaný jako beidellit, řazený do skupiny montmorillonoidů. Stejně tak i hodnoty výměnné sorpční kapacity pro kationty (kolem 60 mval na 100 g) a poměru $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ se shodují s údaji pro tento minerál. Avšak individualita tohoto minerálu je stále sporná, patrně se zde jedná o minerál se smíšenými strukturami. Tento názor je v poslední době zastáván stále více a více (R. E. Grim 8, M. F. Víkulova 21, B. B. Zvjagin, cit. I. D. Zchus 23). V našem případě lze vyslovit předpoklad vzhledem k velikosti výměnné sorpční kapacity, obsahu draslíku a selektivní sorpci, že v jílové frakci uvedených černozemí převládá minerál se smíšenými strukturami illitu a montmorillinitu. Tento předpoklad je podporován i nálezy D. Schroedera (18), který zjistil v jílové frakci půd, vyvinutých na spraši, minerály se smíšenými strukturami illitu a montmorillinitu.

V menší míře je zastoupen v jílové frakci křemen (jak bylo dokázáno rentgenografickými rozborů) a volné (nesilikátové) hydráty sesquioxydů.

V tabulce II. jsou uvedeny výsledky chemických rozborů jílové frakce z profilu středně hluboké degradované černozemě (profil č. 1) a mělké degradované černozemě (profil č. 18). Pro srovnání jsou zde ještě uvedeny výsledky rozborů jílové frakce z lužních půd (profil č. 7 a 14). Nejvyšší molekulární poměr $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ je v ornici, což lze přičíst zvýšenému množství křemene v nich vzhledem k ostatním horizontům. Toto množství je pak vyšší u černozemí než u lužních půd, jak bylo také rentgenograficky prokázáno. Tento poměrně vysoký poměr v ornici lužních půd vzhledem k nižšímu obsahu křemene než v černozemích lze do určité míry zdůvodnit zvýšeným množstvím montmorillonitických struktur v lužních půdách. Jinak se poměrně málo mění uvnitř profilů molekulární poměr $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$. Obsah vápníku je v obou případech nejvyšší v horizontu C, jeho změny v ostatních horizontech jsou nepatrné. Podle U. Schoena (17) svědčí tato okolnost o tom, že v profilu zvětrávací proces probíhá v horizontech A a B s přibližně

I. Zrnitostní složení. (Pipetovací metodou podle Kačinského)

Profil	Hloubka vzorku cm	Ztráta při promývání	>0,25 mm	0,25—0,01 mm	0,01—0,005 mm	0,005—0,001 mm	0,001.0,0002 mm	<0,0002 mm	<0,001 mm	Horizont
1	0—10	1,22	2,62	60,25	5,68	7,11	13,55	9,57	23,12	A' or
	60—70	0,91	2,00	60,64	4,67	8,33	11,96	11,49	23,45	A''
	100—110	1,32	1,61	61,63	3,06	5,75	10,50	16,13	26,63	B
	140—150	17,38	0,21	55,59	3,85	4,71	7,89	10,37	18,26	C
		1,21	0,25	66,50	4,60	5,64	9,40	12,40	21,80	
5	0—10	2,25	4,66	47,57	5,52	8,18	—	—	31,82	A' or
	10—20	1,94	5,18	47,26	5,12	8,58	—	—	31,92	A' or
	25—35	2,46	5,24	41,22	6,16	8,30	—	—	36,62	A''
	40—50	5,86	5,29	35,14	5,09	7,87	—	—	40,75	B
18	0—10	2,85	5,03	53,25	5,65	8,24	14,76	10,22	24,98	A' or
	60—70	1,73	3,44	48,90	5,52	8,73	15,00	16,68	31,68	A''
	80—90	1,85	3,68	43,65	4,78	7,76	14,23	24,05	38,28	B
	130—150	24,79	1,78	41,81	3,61	6,35	8,38	13,28	21,66	C
		3,82	2,28	53,45	4,62	8,12	10,73	16,98	27,71	

Pozn.: Čísla v druhé řádce u horizontů C jsou hodnoty přepočtené na zeminu bez obsahu karbonátů

II. Chemický rozbor frakce menší než 0,001 mm

Sonda	Hloubka vzorku cm	Horizont	Ztráta žháním	Procent vyžíhané hmoty								SiO ₂ : R ₂ O ₃	Molek. poměr SiO ₂ : R ₂ O ₃
				SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		
1	0—10	A' or	19,45	64,80	30,67	10,24	20,43	0,08	1,38	2,41	0,34	2,11	4,07
	60—70	A''	21,28	59,82	32,37	10,00	22,37	0,09	1,41	2,43	0,59	1,85	3,53
	100—110	B	18,73	61,30	33,82	11,19	22,63	0,07	1,29	2,50	0,44	1,81	3,50
	140—150	C	16,66	62,60	32,70	10,04	22,66	0,18	0,53	2,61	0,79	1,92	3,66
18	0—10	A' or	19,15	64,30	31,82	8,73	23,09	0,14	0,51	2,24	0,44	2,02	3,82
	60—70	A''	19,65	61,18	34,34	8,60	25,74	0,13	1,54	2,22	0,52	1,78	3,31
	80—90	B	18,52	61,40	33,42	9,07	24,35	0,16	1,20	2,64	0,72	1,84	3,47
	130—150	C	15,59	62,80	31,64	8,34	23,30	0,29	1,27	2,71	0,72	1,99	3,72
7	0—10	A or	19,45	60,45	31,80	8,77	23,03	0,05	0,69	1,80	0,63	2,02	3,81
	120—140	CG	18,60	60,70	34,70	8,71	25,99	0,19	0,79	1,92	0,85	1,75	3,26
14	0—10	A or	18,18	61,60	32,52	9,52	23,00	0,23	0,83	2,05	0,74	1,90	3,60

stejnou intenzitou, v horizontu C je pak tato intenzita daleko menší. Tato zjištění podporují i rozdíly v obsahu draslíku, který vzrůstá směrem do hloubky, nejvyšší je rovněž v horizontu C. Předpokládáme-li, že je zde draslík vázán v illitických strukturách, lze uvažovat, že těchto struktur přibývá směrem do hloubky. Naproti tomu při srovnání s obsahem draslíku v jílové frakci z lužních půd lze říci, že v lužních půdách je těchto struktur méně než v černozemích.

III. Obsah koloidního jílu v jílové frakci a její sorpční vlastnosti

Sonda	Hloubka cm	% frakce <0,2 μ	T po oxy- daci	Sorpce P_2O_5 mval/100 g	Sorpce v mval na 100 g jílu po oxydaci			Ca $\times$ 100	NH ₄ $\times$ 100
					Ca	NH ₄	Ca + NH ₄ +	T	T
1	0—10	41,5	59,20	6,13	34,9	22,4	57,3	60,8	39,2
	60—70	49,0	65,15	7,07	38,2	25,6	63,8	59,8	40,2
	100—110	60,5	69,05	7,50	40,3	28,2	68,5	58,9	41,1
	140—150	56,9	62,65	6,48	35,2	26,2	61,4	57,4	42,6
18	0—10	41,0	56,08	5,81	32,8	23,0	55,8	58,8	41,2
	60—70	52,6	64,30	6,92	37,1	25,9	63,0	58,9	41,1
	80—90	62,8	72,27	7,76	41,0	30,5	71,5	57,3	42,7
	130—150	61,3	61,10	6,10	33,4	27,1	60,5	55,2	44,8
7	0—10	37,7	59,60	6,88	36,8	22,4	59,2	62,2	37,8
	120—140	55,9	84,40	9,86	—	—	—	—	—
14	0—10	36,9	62,80	6,92	37,8	24,2	62,0	61,0	39,0

Tabulka III. uvádí některé sorpční vlastnosti jílové frakce a procenta koloidních částic v ní obsažených. Sorpční kapacita jílové frakce zbavené humusu se pohybuje, jak již bylo uvedeno, v rozmezí 60—70 mval na 100 g. Velikost sorpční kapacity roste v profilech směrem do hloubky, v horizontu C opět klesá. Zvětšení sorpční kapacity lze přičíst jednak zvýšení disperzity jílové frakce, jednak jejím kvalitativním změnám, neboť se zvýšením disperzity klesá pravděpodobně i obsah křemene, čímž se zvyšuje podíl vlastních aktivních jílových minerálů. Poměrně nízká sorpční kapacita jílové frakce z horizontu C v porovnání se sorpční kapacitou jílu z ostatních horizontů a s obsahem koloidních částic v jílu může mít několik příčin. Jednak to může být nezoxydovaný humus přítomný v jílu izolovaném ze svrchních horizontů, který zvyšuje silně sorpční kapacitu, další příčinou může být již zmíněný vyšší obsah illitických struktur v horizontu C a konečně i menší tvorba jílových minerálů ve spraši, takřka nedotčené zvětrávacím procesem. Tak se může v jílové frakci objevit větší množství primárních minerálů, které byly mechanicky rozmělněny a mají malou povrchovou aktivitu. Porovnáme-li sorpční kapacitu jílové frakce navzájem u obou uvedených černozemních profilů s ohledem na obsah koloidní frakce, zjistíme, že u profilu mělké degradované černozemě (profil č. 18) je sorpční kapacita relativně nižší než u profilu středně hluboké degradované černozemě (profil č. 1), což lze přičíst vyššímu obsahu illitických struktur, pro což svědčí i hodnoty selektivní sorpce. Podle P. Schachtschabela (15) sorbují slídnaté minerály z roztoků obsahujících ekvivalentní množství iontů vápníku a amonia selektivně ionty amonia, zatím co montmorillonitické minerály sorbují především ionty vápníku. Skutečně také je sorbován větší podíl iontů HN_4 u vzorků z profilu č. 18 než u profilu č. 1, kde je zase větší než u vzorku z lužního profilu č. 7.

Pro charakteristiku organické části sorpčního komplexu bylo použito kromě stanovení obsahu veškerého uhlíku a dusíku I. V. Tjurinova (20) schematu třídění humusu ve složky a stanovení velikosti sorpční kapacity huminových kyselin. V Tjurinově schematu bylo vynecháno stanovení 3. frakce huminových látek, neboť řada vzorků obsahovala uhlíkatý vápenatý, takže bylo třeba použít dekalcinace kyselinou, po níž se huminové látky této frakce z velké části vyextrahují již s frakcí druhou. Zde se projevilo, že humus je citlivým indikátorem rozdílů v dynamice půdních procesů a že může na tyto rozdíly poměrně rychle reagovat, zatím co minerální složky (s výjimkou rozpustných solí a výměnných kationtů) zůstávají ještě těmito změnami takřka nedotčené. Nejzřetelnější a také nejprůkaznější nejsou změny v celkovém obsahu humusu, ale hlavně ve vzájemném poměru jeho jednotlivých složek, především huminových kyselin a fulvolátek. Výsledky stanovení frakčního složení humusu jsou uvedeny v tabulce IV.

Zřetelné zvýšení obsahu veškerého uhlíku můžeme pozorovat v černozezemním profilu č. 5. Lze je nejpravděpodobněji přičíst porostu, totiž vojtěškotravní směsce, neboť stejný zjev vidíme i v lužních půdách u profilu č. 7 rovněž s vojtěškotravní směskou a zvláště pak u sondy č. 15 s několikaletým travním porostem. Výsledky rozborů z několika vzorků lužních půd stejně jako vzorků z hnědozemě z Benátek nad Jizerou a mírně degradované černozezemě z Líbeznice jsou pro srovnání uvedeny v tabulce IV. Je však také možné, že se u sondy č. 5 kromě porostu uplatnilo i zvýšené množství jílových částic, které umožňují pevné poutání humusu půdou a zabraňují tak jeho ztrátám.

Ve všech uvedených profilech vidíme v první frakci huminových látek (tj. frakce uvolněná extrakcí 0,1 *n* NaOH bez dekalcinace) silnou převahu fulvolátek nad huminovými kyselinami. Rozdíly v obsahu huminových látek 1. frakce mezi jednotlivými profilem a uvnitř těchto profilů nejeví zřetelnou zákonitost. Pouze poměrně vysoký obsah této frakce v lužním profilu č. 15 svědčí o silném hromadění mladé humusové hmoty s poměrně malým stupněm kondenzace a slabě použitých minerálních hmotou, to znamená snadno peptizovatelných.

Mnohem zřetelněji vystupují zákonité rozdíly v obsahu huminových látek uvolněných po dekalcinaci. Podíl uhlíku huminových kyselin, uvolněných po dekalcinaci, na celkovém obsahu uhlíku stoupá v profilech směrem do hloubky, poněkud se snižuje v horizontu B. Při vzájemném srovnání jednotlivých profilů vidíme, že v černozezemích je nejnížší obsah huminových kyselin v ornici hluboké degradované černozezemě. Ještě nižší je v ornicích lužních půd a uvedeného srovnávaného hnědozemního profilu. Nejcharakterističtější je však poměr obou hlavních extraktivních skupin huminových látek, huminových kyselin a fulvolátek.

Porovnáme-li poměr uhlíku veškerých extrahovaných huminových kyselin k uhlíku fulvolátek, vidíme, že v ornicích mělké a středně hluboké degradované černozezemě se pohybuje tento poměr kolem jedné, přičemž je nižší v profilu mělké degradované černozezemě č. 18, vyšší v profilu středně hluboké degradované černozezemě č. 1 a mělké degradované černozezemě na jižním svahu č. 5. U hluboké degradované černozezemě klesá až na asi 0,8, čímž se blíží poměru v blízkých lužních půdách, kde je ještě poněkud nižší. Přibližně stejný poměr byl nalezen ve srovnávací hnědozemí z Benátek nad Jizerou. Tyto rozdíly zřejmě souvisí s rozdílnými podmínkami pro kondenzaci huminových kyselin v jednotlivých profilech, určenými především jejich hydrotermickým režimem. V subhorizontech A'' degradované černozezemě poměr uhlíku huminových kyselin k uhlíku fulvolátek silně stoupá a jeho velikost přibližně odpovídá tomu, jak je tento horizont morfologicky zřetelný. Nejvyšší je u hluboké degradované černozezemě, kde v subhorizontu A'' vyznačuje šedočernou barvou, nejnížší je v profilu z Líbeznice, použitým pro srovnání.

IV. Frakční složení humusu

Sonda	Hloubka cm	Horizont	Ct	HK			FK				HK/FK	Neextra- hovatelný podíl	
				I.	II. + III.	suma	Ia	I.	II. + III.	suma			
1	0-10	A' or	1,40	4,2	24,0	28,2	3,2	6,9	16,4	26,5	1,06	45,3	degradovaná černozem středně hluboká
	10-20	A' or	1,26	3,2	25,6	28,8	3,2	7,3	17,1	27,6	1,04	43,6	
	20-30	A'	0,92	3,9	34,8	38,7	3,4	10,0	17,3	30,7	1,26	30,6	
	60-70	A''	0,91	2,7	44,0	46,7	3,0	7,3	20,5	30,8	1,51	22,5	
	100-110	B	0,39	2,9	42,2	45,1	3,5	6,6	18,3	28,4	1,59	26,5	
4	0-10	A' or	1,28	4,0	21,9	25,9	3,8	7,6	19,8	31,2	0,83	42,9	degradovaná černozem hluboká
	20-30	A'	1,18	2,6	22,3	24,9	1,4	3,8	28,4	33,6	0,74	41,5	
	130-140	A''	0,97	7,1	37,3	44,4	2,8	6,1	15,4	24,3	1,83	31,3	
5	0-10	A' or	1,77	2,0	23,7	25,7	3,0	6,9	15,3	25,2	1,02	49,1	degradovaná černozem mělká
	25-35	A''	1,21	2,1	34,2	36,3	3,1	7,7	18,6	29,4	1,23	34,3	
	40-50	B	0,98	1,7	33,4	35,1	3,1	6,8	24,0	33,9	1,04	31,0	
18	0-10	A' or	1,23	2,8	27,9	30,7	2,9	6,2	23,3	32,4	0,95	36,9	degradovaná černozem mělká
	10-20	A' or	1,33	3,7	25,6	29,3	2,9	6,3	21,8	31,0	0,95	39,7	
	60-70	A''	1,08	1,9	44,9	46,8	3,0	6,6	25,1	34,7	1,35	18,5	
	80-90	B	0,57	2,1	43,1	45,2	3,0	6,4	23,8	33,2	1,36	21,6	
7	0-10	A or	1,52	3,1	15,4	18,5	4,5	6,2	13,5	24,2	0,76	57,3	lužní půda
	10-20	A or	1,18	2,8	15,7	18,5	4,5	7,1	15,6	27,2	0,68	54,3	
14	0-10	A or	1,22	2,7	18,6	21,3	3,8	7,0	17,3	28,1	0,76	50,6	lužní půda
	20-30	A	1,09	2,2	19,0	21,2	3,5	4,7	20,5	28,7	0,74	50,1	
15	0-10	A	3,19	5,7	11,3	17,8	5,3	10,2	12,6	28,1	0,61	54,9	lužní půda s trvalým lučním porostem
	10-20	A	2,44	4,8	9,9	14,7	5,1	12,5	13,9	31,5	0,47	53,8	
Libeznice A	5-15	A or	1,58	4,7	19,5	24,2	2,1	3,0	19,9	25,0	0,97	50,8	černozem mírně degradovaná
	30-40	A''	1,41	4,8	27,7	32,5	2,2	3,0	22,1	27,3	1,18	40,2	
Benátky	0-5	A or	1,69	3,8	14,3	18,1	2,4	2,6	16,3	21,3	0,85	60,6	hnědozem
	10-20	A or	1,15	3,9	13,5	17,4	2,4	2,7	18,2	23,3	0,75	59,3	

nání, kde je tento subhorizont sotva rozpoznatelný. Poměr huminových kyselin k fulvolátkám nepatrně stoupá v horizontech *B* degradovaných černozemí.

Dále je v tabulce IV. uveden rozdíl zbývající do 100 % po odečtení procent uhlíku stanovených extraktivních skupin humusu. Tento rozdíl odpovídá jednak velmi pevně poutaným huminovým látkám (menší část 3. frakce podle Tjurina a „huminy“), jednak se zde mohou uplatňovat i nehumifikované organické látky, přítomné ve vzorku. Ve všech uvedených černozemních profilech se zmenšuje tento rozdíl v horizontu *A* směrem do hloubky, což lze přičíst především poklesu obsahu nehumifikované organické hmoty, který je nejvyšší v nejsvrchnější části horizontu *A*, především v ornici. Tento předpoklad podporuje i zjištění, že rozdíl do 100 % je nejvyšší v ornicích sond č. 1, 4 a 5, kde vzorky byly odebrány na podzim, a to u sondy č. 1 po zaorání strniska pšenice, stejně jako u sondy č. 4, u sondy č. 5 po sklizni vojtěškotravní směsky. Proti tomu vzorky ze sondy č. 18 byly odebrány na jaře, to znamená, že zde bylo již dostatečně dlouhé období, kdy mohl být již uskutečněn rozklad větší části nejjemnějších organických zbytků, které se mohou nejvíce uplatňovat na těchto stanoveních (k rozborům byla použita jemnozem připravená na síti 0,25 mm). Rovněž u profilů z Líbeznice a Benátek nad Jizerou se může uplatňovat na zvýšení neextraktivního, podílu nahromadění jemných nerozložených rostlinných zbytků travním porostem. Kromě toho může zde být ovlivněn tento rozdíl zvýšeným prosycháním profilu (odkryv cihelny), které napomáhá pevnému upoutání humusu minerální půdní hmotou a snížení jeho peptizovatelnosti.

Rovněž u ostatních profilů může být ovlivněna velikost neextraktivního podílu vlhkostními poměry, neboť proschnutí půdy je větší na podzim než na jaře. Rovněž i expozice pozemků se může zde uplatňovat značnou měrou.

Zvýšený obsah neextraktivních organických látek ve většině horizontů *B* černozemí (ve srovnání se subhorizontem *A'*) je způsoben především pevnější vazbou organické hmoty s minerálním půdním podílem. Tyto vazby jsou ovlivněny kromě hydrotermických podmínek i vysokým obsahem koloidních částic (pod 0,0002 cm) a obsahem sesquioxydů. Pro tento předpoklad svědčí i zjištěný pokles neextraktivního podílu v horizontu *B* u sondy č. 5, kde je značný obsah karbonátů, takže zde mohou být zastoupeny huminové látky ve formě humátů ve větší míře než v horizontech *B* ostatních černozemních profilů.

Rozdílné podmínky humusotvorného procesu v jednotlivých odrůdách sledovaných černozemí i ostatních půd se odrážejí nejen ve vzájemném poměru hlavních složek humusu, ale i v jejich kvalitě. Jednou takovou kvalitativní vlastností je velikost sorpční kapacity, která byla stanovena u huminových kyselin vyextrahovaných 0,1 *n* NaOH po dekalcinaci zeminy kyselinou a oddělení od fulvolátek srážením kyselinou. Zbytky kyseliny byly odstraněny dialýzou. Sorpční kapacita byla stanovena konduktometrickou titrací roztokem hydroxydu barnatého podle H. S a n d h o f f a (14). Reakce s hydroxydem barnatým se zúčastňují jak karboxylové skupiny huminových kyselin, tak i skupiny fenolické. Výsledky stanovení byly vyjádřeny v *mval* na 100 g huminových kyselin, dále *mval* na 100 g uhlíku huminových kyselin, v *mval* na 100 g zeminy, z níž byly vyextrahovány, a v procentech celkové výměnné sorpční kapacity zeminy. Hodnoty sorpční kapacity huminových kyselin z horizontů *A* jsou uvedeny v tabulce V., kde jsou pro porovnání i hodnoty pro huminové kyseliny z lužních půd sledovaného objektu a několika dalších srovnávaných půd.

Sorpční kapacita na 100 g extrahovaných huminových kyselin se pohybuje v ornicích úhřetických černozemí asi od 460 do 490 *mval*, v subhorizontech *A'* vystu-

Sonda	Hloubka cm	Horizont	a T HK na 100 g HK	b T HK na 100 g C HK	c T HK na 100 g zem.	d T HK v % T celkem	e b : a	
1	0-10	A' or	456	845	3,55	20,9	1,85	degradovaná černozem střed. hluboká
	10-20	A' or	478	890	3,21	18,3	1,86	
	60-70	A''	578	1013	4,31	21,2	1,75	
4	0-10	A' or	459	908	2,96	14,6	1,98	degradovaná černozem hluboká
	20-30	A'	345	638	1,88	11,6	1,85	
	130-150	A''	521	968	4,20	20,3	1,85	
5	0-10	A' or	493	870	3,48	10,6	1,77	degradovaná černozem mělká
	25-35	A''	541	932	2,66	6,5	1,72	
	40-50	B	452	715	1,79	4,4	1,58	
18	0-10	A' or	476	888	3,32	16,3	1,86	degradovaná černozem mělká
	10-20	A' or	475	912	3,55	18,1	1,92	
	60-70	A''	511	984	4,98	19,2	1,92	
7	0-10	A or	340	727	2,03	9,9	2,14	lužní půda
	10-20	A or	345	698	1,53	7,2	2,03	
13	0-10	A or	332	675	1,58	9,2	2,04	lužní půdy
14	0-10	A or	329	696	1,56	8,8	2,12	
15	0-10	A or	352	766	3,36	9,9	2,16	
	10-20	A or	333	762	2,34	7,7	2,29	
Benátky	0-5	A or	340	684	2,10	10,1	2,01	hnědozem černozem mírně degradovaná černozem mírně degradovaná
Líbeznice A	5-15	A' or	462	986	3,41	17,0	2,14	
	30-40	A''	482	973	4,44	16,9	2,02	
Líbeznice B	0-10	A' or	427	860	4,21	—	2,02	drnopod- zolová půda
	20-30	A''	423	857	3,16	—	2,03	
Slapy	0-10		344	725	2,11	16,2	2,11	

puje vesměs nad hodnotou 510 *mval*. Rozdíly mezi sorpční kapacitou huminových kyselin v ornicích a subhorizontu A'' jsou tím větší, čím je tento subhorizont morfologicky zřetelnější. Proto také u profilu černozemě z Líbeznice, kde byl subhorizont A'' sotva patrný, je rozdíl hodnot sorpční kapacity huminových kyselin z ornice a tohoto subhorizontu poměrně malý (20 *mval* proti 40–120 *mval* u vzorků z Úhřetic). Je zde zřejmá souvislost se stupněm kondenzace huminových kyselin, který je vyšší v subhorizontu A'' než ve vrstvách vyšších. Stupněm kondenzace lze si vysvětlit silný pokles (asi o 100 *mval*) sorpční kapacity huminových kyselin v podorničí profilu č. 4 (hluboká degradovaná černozem), kde se uplatňuje zvýšení provlhlčení, bránící kondenzačním reakcím. Naproti tomu huminové kyseliny z ornice tohoto profilu se neliší po této stránce od huminových kyselin z ornic ostatních černozemních profilů. To lze přičítat tomu, že tato ornice je sem jednak splavována vodou, jednak snášena při obdělávacích zákrocích s okolních svažitých částí pozemků a proto stav jejího humusu neodpovídá úplně podmínkám v ostatním profilu.

Podobně lze vysvětlit i rozdílnou sorpční kapacitu huminových kyselin u uvedených dvou profilů černozemě z Líbeznice, v nichž může být poněkud odlišný hydrotermický režim ovlivňující kondezační reakce organických látek. Profil B

leží totiž v mírném úpadu, takže se zde uplatňuje, podobně jako i u uhřetického profilu č. 4, zvýšené provlhčení, bránící kondenzaci složitějších huminových kyselin s vyšší sorpční kapacitou (u obou líbeznických profilů byl porost stejný, totiž traviny na neobdělávaných okrajích hlinišť).

Sorpční kapacita huminových kyselin v ornících lužních půd je zhruba o 100 *mval* nižší než v ornících černozemí. Přibližně stejně vysoké hodnoty byly zjištěny i pro huminové kyseliny z ornice hnědozemě. Přitom sorpční kapacita huminových kyselin z ornice pozemků s travními nebo vojtěškotravními porosty (sondy č. 7 a 15) je poněkud vyšší než z ornice půd, na nichž byly pěstovány obilniny (sonda č. 13) nebo okopaniny (sonda č. 14). Současně je do jisté míry velikost sorpční kapacity v profilu směrem do hloubky, což svědčí o změnách jejich kvalitativních bylo učiněno i u sledovaných černozemí, v jejichž ornících je nejvyšší sorpční kapacita huminových kyselin u sondy č. 5, kde byl dvouletý porost vojtěškotravní směsky a současně i nejvyšší obsah humusu.

V dalším sloupci tabulky V. jsou uvedeny přepočty sorpční kapacity huminových kyselin na 100 g uhlíku (stanoveného oxydimetricky). I zde vidíme stejné zákonitosti v její velikosti, i když huminové kyseliny z černozemí jsou uhlíkem relativně bohatší než z lužních půd a v černozemích opět huminové kyseliny ze subhorizontu *A''* mají vyšší obsah uhlíku než z ornice. Avšak relativní přírůstek sorpční kapacity huminových kyselin je nižší než přírůstek obsahu uhlíku, o čemž svědčí poměr velikosti sorpční kapacity počítané na obsah uhlíku k velikosti sorpční kapacity přepočtené na váhové množství huminových kyselin. Tento poměr je nižší u černozemních profilů v subhorizontech *A''* a u profilu č. 5 i horizontu *B* a v ornících černozemí nižší než např. v ornících lužních půd, hnědozemě a drno-podzolové půdy.

VI. Stanovení sorpční kapacity fulvolátek v horizontu A profilu č. 1

Hloubka vzorku v <i>cm</i>	<i>T FK</i> na 100 g zeminy	<i>T FK</i> na 100 g <i>C FK</i>	<i>T FK</i> v % <i>T</i> celkové
0–10	0,96	259	5,65
10–20	0,94	270	5,35
60–70	0,86	306	4,23

Z uvedených čísel vidíme, že sorpční kapacita fulvokyselin je mnohem nižší než huminových kyselin, počítáno na 100 g uhlíku činí zhruba jednu třetinu sorpční kapacity huminových kyselin. Při přepočtení na váhové množství fulvokyselin byl by tento rozdíl sorpčních kapacit patrně ještě poněkud větší, vzhledem k procentickému obsahu uhlíku ve fulvokyselinách, který je nižší než u huminových kyselin. Podobně jako u huminových kyselin se zvyšuje i u fulvokyselin velikost sorpční kapacity v profilu směrem do hloubky, což svědčí o změnách jejich kvalitativních vlastností.

Pokud se týká podílu sorpční kapacity huminových kyselin na celkové výměnné sorpční kapacitě zeminy, se pohybuje v ornících černozemí mezi 10 % a 20 %, v ornících lužních půd zhruba mezi 8 %–10 %, podobně i v ornici uvedené hnědozemě. Tento podíl se mění kromě podle vlastní velikosti sorpční kapacity huminových kyselin a jejich obsahu v zemině i podle velikosti sorpční kapacity minerální části, tj. podle obsahu jílových částic a jejich kvality. Nejnížší je právě v profilu č. 5, kde je také největší obsah částic pod 0,001 *mm*. Podobně i v rámci jednoho profilu se tyto vlivy silně uplatňují, ač zde nejsou v horizontu *A* příliš

velké rozdíly v obsahu jílové frakce. Přesto však zůstává u černozemních profilů (s výjimkou profilu č. 5) zřetelné zvýšení podílu sorpční kapacity huminových kyselin na celkové sorpční kapacitě v subhorizontu A'' vzhledem k ornici, ač je zde absolutní množství huminových kyselin nižší než v ornici. U profilu č. 5 se silně uplatňuje jak větší pokles absolutního obsahu huminových kyselin v subhorizontu A'' vzhledem k ornici, tak i poměrně značně vysoký obsah jílových částic, který silně stoupá do hloubky. Kromě toho je zde daleko menší rozdíl ve velikosti vlastní sorpční kapacity huminových kyselin v subhorizontu A'' oproti ornici.

Jako třetí složka sorpčního komplexu byl stanoven obsah jednotlivých výměnných kationtů a hodnota celkové sorpční kapacity pro kationty. Výměnné kationty jsou velmi citlivá složka sorpčního komplexu, reagující na řadu změn v průběhu půdních procesů daleko dříve, než ostatní složky, takže jejich složení může být ovlivněno zásahy člověka v daleko větší míře, než ostatní složky. Proto také někdy neodpovídá v kulturních půdách stav výměnných kationtů skutečnému průběhu půdotvorného procesu (např. zvýšení sorpční dosycenosti podzolovaných půd vápněním, zvýšení obsahu jednomocných kationtů při použití strojených hnojiv). Přesto však zjišťujeme v našem případě určité zákonitosti v obsahu výměnných kationtů, jak lze pozorovat z tabulky VII. Nápadný je především vysoký obsah výměnného sodíku v horizontu C (ve spraši), jehož podíl na celkovém obsahu výměnných kationtů zde stoupá z cca 3 % v ostatních horizontech na více jak 6 %. Naproti tomu zde silně klesá obsah výměnného draslíku. Tuto okolnost lze přičíst tomu, že sodík, jako kation velmi slabě poutaný sorpčním komplexem je nejdříve odnášen vodou do hlubších vrstev, zatím co draslík je méně pohyblivý a může být i částečně fixován v nevýměnné formě minerálními koloidy. Relativní množství draslíku se zvětšuje v ornicích, což lze přičíst použití strojených draselných hnojiv, neboť toto zvýšení není pozorováno v ornici profilu č. 5 s porostem vojtěškotravní směsky, kde nebylo použito hnojení. Rovněž i v ornicích srovnávaných lužních půd je podíl draslíku na obsahu výměnných kationtů nižší, než ve většině vzorků z černozemí.

Velmi cenným údajem může být poměr dvoumocných výměnných kationtů k jednomocným. Jeho velikost závisí (při jinak stejných podmínkách) na velikosti výměnné sorpční kapacity koloidů a na intenzitě promývání. Se zvýšením sorpční kapacity koloidů dochází k větší diferenciaci jednomocných a dvoumocných kationtů, neboť dvoumocné kationty jsou v tomto případě relativně více sorbovány v důsledku silnějšího snížení aktivitních koeficientů po jejich sorpci. S touto okolností souvisí výše zmíněný zjev selektivní sorpce, neboť např. montmorillonitické minerály (podobně jako huminové kyseliny) selektivně sorbují vápník především v důsledku své vysoké sorpční kapacity, zatím co slídnaté minerály s mnohem nižší sorpční kapacitou sorbují selektivně ionty amonia nebo draslíku, tedy jednomocné kationty (v tomto případě se uplatňují i vhodné rozměry uvedených iontů, které mohou také vystupovat do krystalové mřížky jílových minerálů typu illitu). Dále je poměr dvoumocných výměnných kationtů k jednomocným ovlivňován intenzitou vymývání, neboť při zředování půdního roztoku dochází v důsledku nerovnoměrného rozdělení iontů podle Donnanových rovnovážných stavů k většímu uvolnění sorbovaných jednomocných kationtů než dvoumocných, takže se poměr dvoumocných výměnných kationtů k jednomocným zvyšuje s intenzitou vymývání, jak to také experimentálně potvrdili J. M. Riblé a L. F. Davis (12).

Srovnáváme-li uvedené profily podle velikosti poměru dvoumocných kationtů k jednomocným a vezmeme-li současně v úvahu velikost výměnné sorpční kapacity, můžeme tyto profily seřadit v řadu podle přibývajících intenzit vymývání.

VII. Výměnné kationty a výměnná sorpční kapacita

Sonda	Hloubka cm	Horizont	Výměnné kationty v mval na 100 g					S	T	$\frac{Ca+Mg}{Na+K}$	
			Ca	Mg	Na	K	H				
1	0—10	A' or	15,21	1,08	0,43	0,49	0,00	17,21	17,2	17,7	degradovaná černozem středně hluboká
	10—20	A' or	15,90	0,92	0,52	0,49	0,45	17,82	18,3	16,8	
	60—70	A''	18,21	1,20	0,52	0,31	0,41	20,24	20,6	23,4	
	100—110	B	17,40	1,80	0,43	0,38	0,36	20,01	20,4	23,7	
	140—150	C	10,25	3,22	1,08	0,25	0,00	14,80	14,8	10,1	
3	0—10	A' or	17,73	1,80	0,69	0,52	0,00	20,74	20,7	16,1	degradovaná černozem mělká
	10—20	A' or	16,81	1,44	0,69	0,52	0,00	19,46	19,5	15,1	
	30—40	A'	17,05	2,94	0,43	0,40	0,00	20,82	20,8	24,1	
	50—60	A''	18,85	2,04	0,52	0,40	0,00	21,78	21,8	22,7	
	65—75	B	22,90	1,74	1,04	0,53	0,25	26,21	26,5	15,7	
	78—88	B	26,04	2,15	0,78	0,42	0,00	29,39	29,4	23,5	
	90—100	C	11,94	3,76	1,30	0,28	0,00	17,28	17,3	9,95	
5	0—15	A' or	30,17	1,80	0,61	0,52	0,51	33,10	33,6	28,3	degradovaná černozem mělká
	10—20	A' or	32,47	2,10	1,08	0,52	0,40	36,17	36,6	21,6	
	25—35	A''	37,26	2,16	1,08	0,40	0,00	40,90	40,9	26,6	
	40—50	B	38,49	1,44	1,13	0,25	0,00	41,31	41,3	28,9	
18	0—10	A' or	17,34	3,06	0,43	0,64	0,00	21,47	21,5	19,1	degradovaná černozem mělká
	10—20	A' or	16,86	1,56	0,43	0,64	0,00	19,49	19,5	16,1	
	60—70	A''	21,85	3,78	0,43	0,38	0,42	26,44	26,8	31,7	
	80—90	B	24,70	2,04	0,43	0,51	0,44	27,68	28,1	28,4	
	130—150	C	12,41	3,88	1,08	0,31	0,00	17,68	17,7	11,7	
7	0—10	A or	18,48	1,70	0,43	0,31	0,00	20,92	20,9	25,9	lužní půda
	10—20	A or	18,63	2,74	0,43	0,31	0,00	22,11	22,1	28,9	
	20—30	A	19,87	1,70	0,43	0,25	0,00	22,25	22,2	31,7	
10	0—10	A or	38,80	2,16	0,52	0,31	0,32	41,79	42,1	49,3	lužní půda
	22—32	A	30,90	1,74	0,43	0,25	0,27	33,32	33,6	48,0	
15	0—10	A	27,84	3,28	0,69	0,38	2,01	32,19	34,2	29,1	lužní půda
	10—20	A	25,20	2,10	0,52	0,31	2,28	28,13	30,4	32,9	
	60—70	Cg	16,24	1,08	0,34	0,25	7,27	17,91	25,2	29,3	

Přitom vidíme, že v mnohých případech je poměr $\frac{Ca + Mg}{Na + K}$ menší u vzorků z profilů méně vymývaných i v tom případě, kdy je jejich sorpční kapacita podstatně vyšší než u srovnávaných vzorků z profilu více vymývaného. Výše uvedená řada profilů podle vzrůstající intenzity vymývání je následující: profil č. 5, 3, 18 a 1, což je v souladu s již uvedenými předpoklady o intenzitě vymývání, účinnými na základě utváření reliéfu. Rovněž uvnitř jednotlivých profilů ukazuje velikost poměru $\frac{Ca + Mg}{Na + K}$ na nejmenší intenzitu vymývání v horizontu C.

Diskuse

Na základě terénního průzkumu byly na pozemcích šlechtitelské stanice v Úhřeticích vymezeny čtyři odrůdy degradované černozemě, jejichž vznik byl spojen s utvářením reliéfu terénu a texturou matečné zeminy. Účelem vykonané experimentální práce bylo potvrzení závěrů o vývoji těchto odrůd a jeho příčinách. Prvním úkolem vůbec bylo zjištění způsobu degradace uvedených černozemí projevující se hlavně vznikem illuviálního horizontu B a subhorizontu A''. Zrnitostními rozbory bylo prokázáno, že v horizontu B dochází k nahromadění především částic menších než 0,0002 mm, zatím co obsah částic 0,001–0,0002 mm se v profilu až na horizont C téměř nemění. Nejmenší množství částic 0,001–0,0002 mm v horizontu C je zřejmě spojeno s nejmenší intenzitou zvětrávacího procesu, který působí ve směru zvyšování disperzity minerálních částic. Zvýšení obsahu koloidních částic v horizontu B může být způsobeno jednak mechanickým proplavováním těchto částic zasakující vodou, aniž by přitom docházelo k rozpadu jílových částic na jednotlivé složky. Tento proces můžeme označit jako degradaci. Dále může docházet k rozrušení jílu ve svrchních částech profilu a samostatnému posunu jednotlivých složek různou rychlostí, tj. podzolizace. Konečně může dojít k nahromadění jílu v důsledku zvětrávání, přičemž se však v daném horizontu nemění poměr $SiO_2 : R_2O_3$ vzhledem k ostatním horizontům. Tento poslední proces můžeme v našem případě předem vyloučit z podstatné účasti na vytváření horizontů A'' a B, neboť poměr $SiO_2 : R_2O_3$ se v nich zmenšuje zvláště vzhledem k ornici, jak ukazují čísla uvedená v tabulce VIII.

VIII.

Profil číslo	$SiO_2 : R_2O_3$ v horizontech			
	A	A''	B	C
1	6,92	5,40	5,36	5,49
18	5,40	4,62	4,04	4,67

K rozlišení prvních dvou pochodů, tj. degradace a podzolizace, může přispět chemický rozbor jílové frakce, neboť při podzolizaci dochází v profilu v důsledku nestejně pohyblivosti uvolněných sesquioxydů a kyseliny křemičité k jejich různému rozložení. V našem případě se poměr $SiO_2 : R_2O_3$ v jílové frakci z jednotlivých horizontů téhož profilu mění celkem málo, největší rozdíl je mezi tímto poměrem v ornici a ostatních horizontech. Zjištěné malé rozdíly lze přičíst tomu, že se v profilu pohybují především částice menší než 0,0002 mm, zatím co roz-

bory byly konány u frakce menší než 0,001 mm, neboť získání takového množství frakce menší než 0,0002 mm, které by dostačovalo pro chemické rozbor, bylo by za současného vybavení, které bylo k dispozici, velmi zdoluhavé. J. G e e r i n g (cit. W. Laatsch 10) používá pro charakteristiku posunu minerálních koloidů podílu z poměrů kyseliny křemičité k sesquioxydům v koloidní frakci z *A* a *B* horizontu (die Profilcharakterzahl). Tento poměr se blíží u půd, kde neprobíhá podzolizace, jedné, zatím co u podzolovaných půd se pohybuje mezi 2,5–5 (např. podle L. S m o l í k a [19] v podzolu od Slavkovic je tento poměr 3,30–4,25). V našem případě je podíl poměrů $SiO_2 : R_2O_3$ ve frakci menší než 0,001 mm z ornice a horizontu *B* mezi 1,10–1,15, tj. silně se blíží jedné. U vlastní koloidní reakce by byl tento podíl jistě menší, neboť lze předpokládat, že tato frakce je bohatší sesquixydy než předkoloidní frakce jílu, takže její různé množství v jílu ovlivňuje poměr $SiO_2 : R_2O_3$. Při porovnání poměru $SiO_2 : R_2O_3$ v jílové frakci (tab. II.) a obsahu koloidní frakce v jílu (tab. III.) v profilech č. 1 a 18 můžeme usoudit, že v profilu č. 1 je větší rozdíl ve složení koloidní a předkoloidní frakce jílu, neboť při menším rozdílu v obsahu koloidní frakce je zde větší rozdíl mezi poměry $SiO_2 : R_2O_3$. To lze přičíst zvýšenému množství druhotného křemene v předkoloidní frakci. Tato okolnost svědčí podle V. M. F r i d l a n d a (4) o větší intenzitě zvětrání v tomto profilu.

Z výše uvedených poznatků lze učinit závěr, že degradace sledovaných černozemí projevující se vznikem horizontů *A'* a *B*, je způsobena posunem koloidních částic (menších než 0,0002 mm) v profilu, aniž přitom dochází v patrné míře k rozpadu jílových minerálů v jednotlivé složky. Tento proces navrhuje V. M. F r i d l a n d (5) nazývat na rozdíl od podzolizace "illimerisace", od latinského slova illimare, tj. přidávat jíl. V našem případě jsou koloidy ze svrchních horizontů splavovány do horizontu *B*, jejich úbytek v subhorizontu *A'* je z větší části kompenzován přínosem z horizontu *A'*, neboť množství koloidní frakce je zde přibližně stejné jako v horizontu *C* (přepočteno na zeminy bez $CaCO_3$). V horizontu *A'* je zatím toto množství zřetelně nižší, neboť pokud je zde poněkud intenzivnější průběh zvětrávání v důsledku biologických procesů, nestačí krýt úbytek, způsobený posunem.

Posun koloidních částic je ovlivňován jednak množstvím zasakující vody, jednak zrnitostním složením zemin. V lehčích zeminách, kde je v našem případě současně i větší množství zasakující vody v důsledku polohy na rovině, zasahuje zde splavování do větší hloubky a nahromadění není takového stupně jako v profilech s těžšími zeminami, kde se splavování zastaví v menší hloubce a v důsledku toho je nahromadění jílu v horizontu *B* větší, tj. rozdíl v obsahu koloidních částic v ornici a horizontu *B* je větší.

O větší intenzitě promývání ve středně hlubokých degradovaných černozemích svědčí i poměr dvoumocných výměnných kationtů k jednomocným. S intenzitou vymývání, která určuje, jak rychle jsou z profilu odváděny produkty zvětrávání, souvisí i stupeň zvětrání minerálního podílu. Posuzujeme-li tento stupeň podle obsahu vápníku v jílové frakci, vidíme, že bylo dosaženo vyššího stupně zvětrání ve středně hlubokých degradovaných černozemích než v mělkých, kde je obsah CaO vyšší. S intenzitou vymývání a s ní spojenou intenzitou zvětrávání souvisí i kvantitativní rozdíly v mineralogickém složení jílové frakce. Ve středně hlubokých degradovaných černozemích přibývá v horizontu *A* montmorillonitických struktur, jak potvrzují hodnoty výměnné sorpční kapacity pro kationty, které jsou u uvedeného profilu vyšší než v profilu mělké degradované černozemě, zvláště pak, přihlídneme-li k obsahu koloidních částic. Ke stejným závěrům vede i stanovení selektivní sorpce. Ještě větší množství montmorillonitických struktur je ve

srovnávaných vzorcích z lužních půd. Tyto změny odpovídají názorům na vznik a přeměny jílových minerálů (R. E. Grim 8, Scheffera a P. Schachtschabel 16, J. L. White 22, I. I. Ginzburg, cit. I. D. Zchus 23 aj.). Podle nich působením vody vniklé mezi illitové trojvrství dochází k hydrataci draslíkových iontů, mřížka minerálu se uvolňuje a ionty draslíku, ležící na povrchu vrstev, jsou vytěsňovány vodíkovými ionty. Tak dochází v souhlase s pokračujícím zvětráváním ke tvorbě montmorillonitu, případně může dojít i k odštěpení kyseliny křemičité a tak ke vzniku kaolinitu.

Podobně jako u minerálního podílu půdního lze pozorovat i u organické hmoty půdní určité zákonité rozdíly podmíněné rozdílným průběhem některých půdních procesů v důsledku poněkud odlišného hydrotermického režimu sledovaných odrůd degradované černozemě. Díváme-li se na huminové látky jako systém vysokomolekulárních polymerních sloučenin (L. N. Alexandrova 1, Thiele a Kettner, cit. H. Freytag 3), při jejichž vzniku mají značnou úlohu kondenzační reakce, doprovázené především odštěpením vody (M. M. Kononova 9), lze předpokládat, že v půdách s trvale větší vlhkostí budou vznikat látky jednodušší, s menší molekulou, tj. fulvolátky a huminové kyseliny s menším stupněm kondenzace. Proto také poměr huminových kyselin k fulvolátkám může nám charakterizovat, jaké jsou podmínky pro kondenzaci kvalitních, vysokomolekulárních huminových kyselin. V uvedených černozemních profilech stoupá poměr huminových kyselin k fulvolátkám od profilu hluboké degradované černozemě č. 4 přes profily mělké degradované černozemě č. 18 a č. 5 k středně hluboké degradované černozemi, profil č. 1, kde je nejvyšší. U hluboké degradované černozemě se blíží tento poměr poměru v lužních půdách, případně ve srovnávané hnědozemi z Benátek nad Jizerou. To znamená, že jsou zde v důsledku většího provlhčení způsobeného polohou v úpadu, ztíženy kondenzační reakce, vedoucí ke vzniku kvalitních huminových kyselin. Tato poloha způsobuje větší přítok srážkové vody, stékající z okolních svahů a její delší zadržení v těchto polohách. Rovněž je možno předpokládat, že výpar vody je zde poněkud snížen. Vyšší poměr uhlíku huminových kyselin k uhlíku fulvolátek v ornici profilu č. 4 lze přičíst tomu, že tato ornice je sem z větší části snesena z okolních svahů, takže stav jejího humusu ještě zcela neodpovídá podmínkám, panujícím v tomto profilu. Dále následují podle velikosti poměru uhlíku huminových kyselin k uhlíku fulvolátek profily mělké degradované černozemě. Rozdíly mezi nimi lze přičíst rovněž rozdílným hydrotermickým podmínkám v důsledku opačné expozice svahu. Profil č. 18 leží na severním svahu, zatím co profil č. 5 na svahu jižním, takže jej možno v průměru označit za sušší a tedy i příznivější kondenzačním reakcím. Nejvyšší poměr uhlíku huminových kyselin k uhlíku fulvolátek je ve středně hluboké degradované černozemi, kterou lze pokládat za sušší než předcházející odrůdy, i když množství zasakující vody je větší. Tato voda v důsledku menšího obsahu jílových částic je méně zadržována a její ztráty zásakem a výparem jsou větší. Současně mohou být jednodušší humusové složky více odnášeny do hlubších vrstev profilu, kde pak samy procházejí kondenzačními reakcemi a přispívají k prohlubování humusového horizontu.

K podobným závěrům o podmínkách pro kondenzaci huminových kyselin vede i stanovení jejich sorpční kapacity, neboť tato se zvětšuje se stupněm kondenzace. Pro srovnání je nejlépe použít čísel ze subhorizontů A', kde jsou podmínky více stabilizovány a odpovídají lépe celkové dynamice půdního profilu, než jak je tomu v ornici, kde se může uplatňovat řada krátkodobých vlivů (plodiny, hnojení atd.). Z těchto čísel opět vidíme, že lepší podmínky pro kondenzaci jsou ve středně hluboké degradované černozemi než v mělké, ale s větším obsahem jílových částic, kde se hodnoty v profilu č. 18 (na severním svahu) již blíží i hodnotám z profilu hluboké

degradované černozemě. O profilu hluboké degradované černozemě lze také říci, že se nepříznivý vliv zvýšené vlhkosti na kondenzaci humusu projevuje především v podorníci, zřejmě jako důsledek vyššího stavu jílových částic, zatím co hlouběji se zeminy v profilu poněkud vylehčují.

Podobně i rozdíly v sorpční kapacitě huminových kyselin ze dvou černozemních profilů z Líbeznice lze vysvětlit rozdílnými vlhkostními poměry v důsledku konfigurace terénu. Profil *A* je na rovině, zatím co profil *B* byl odkryt v terénním úpadu, kde je větší možnost zadržování vody.

Souhrn

Při půdoznaleckém průzkumu pozemků šlechtitelské stanice v Uhřetvicích byly shledány značné rozdíly v hloubce černozemních profilů a mocnosti jejich humusových horizontů. Tento různý vývoj byl zřejmě způsoben rozdílnou konfigurací terénu a rozdíly v textuře matečné zeminy (spraše), kteréžto faktory ovlivnily hydrotermický režim těchto půd.

Degradace černozemí se projevuje rozčleněním humózního horizontu *A* v subhorizonty *A'* a *A''* a vytvořením illuviálního horizontu *B*. Tento horizont vznikl posunem koloidních částic z horizontu *A*, aniž přitom došlo k patrné destrukci jílového podílu a samostatnému posunu jednotlivých jeho složek.

Vývoj černozemních půd a stupeň jejich degradace byl silně ovlivněn reliéfem terénu a mechanickým složením půdotvorného substrátu. Morfologicky se projevuje tato rozdílnost v různé mocnosti humózního horizontu a hloubce, v níž leží substrát, nedotčený půdotvorným procesem.

Na návrších a přihlých svazích jsou půdní profily celkově mělké s mělkým humózním horizontem, neboť migrace elementů v těchto profilech je snížena v důsledku většího povrchového odtoku vody, způsobeného jednak utvářením povrchu, jednak sníženou propustností, způsobenou větším obsahem jílových částic. Přitom je však nahromadění jílu v horizontu *B*, který má menší mocnost, větší než u středně hlubokých degradovaných černozemí, kde je posun jílových částic do hloubky snazší v důsledku lehčího zrnitostního složení. Nejhlubší profily jsou v terénních depresích, kde dochází k akumulaci humusového horizontu.

Rozdílnost hydrotermického režimu způsobená reliéfem a zrnitostním složením je také příčinou změn v některých vnitřních vlastnostech půdy, především ve výstavbě organominerálního sorpčního komplexu.

Vykonané rozborů nasvědčují tomu, že se v jílové frakci sledovaných degradovaných černozemí zvyšuje podíl illitických struktur na úkor montmorillonitických od hlubokých degradovaných černozemí k mělkým, kde v důsledku menšího promývání jsou i menší ztráty draslíku z mezivrstevních prostor krystalové mřížky jílových minerálů. Se zvýšeným promýváním ve středně hluboké degradované černozemí (vzhledem k mělkým) je spojena i větší migrace jednotlivých chemických elementů v profilu a tím i větší stupeň zvětrávání. Pro tuto okolnost svědčí i zjištěná diferenciací ve složení předkoloidní a koloidní frakce jílu, která je vyšší právě u středně hluboké degradované černozemě, a obsah vápníku v jílové frakci, který je zde následkem silnějšího zvětrávání nižší. Zde také dochází ke zvýšení poměru dvoumocných výměnných kationtů k jednomocným, neboť jednomocné kationty se při promývání uvolňují ve větší míře než dvoumocné.

Pokud se týká složení humusu, zvyšuje se podíl fulvolátek na obsahu humusu od středně hlubokých degradovaných černozemí přes mělké k hlubokým (akumulovaným), kde se poměr uhlíku huminových kyselin k uhlíku fulvolátek blíží poměru v lužních půdách. Tyto rozdíly souvisí se stupněm trvalého provlhčení, které brání

kondenzačním reakcím, při nichž vznikají kvalitní, vysokomolekulární huminové kyseliny. Nejmenší je toto provlhlčení u středně hlubokých degradovaných černozemí, kde se v důsledku menšího obsahu jílů snižuje i množství vláhy trvale zadržované půdou. U mělkých degradovaných černozemí lze ještě pozorovat rozdíly v poměru uhlíku huminových kyselin k uhlíku fulvolátek mezi profilem na jižním svahu a na úpatí severního svahu, kde je tento poměr nižší. I zde je zřejmá souvislost s hydrotermickým režimem půdy, podmíněným v tomto případě reliéfem a expozicí svahů. Uvedeným velikostem poměru uhlíku huminových kyselin k uhlíku fulvolátek zhruba odpovídá kvalita huminových kyselin, posuzovaná podle velikosti jejich sorpční kapacity. Nejnížší je v podorníci akumulované degradované černozemě, nejvyšší v subhorizontu A'' středně hluboké degradované černozemě.

Literatura

- Aleksandrova L. N.: Gumus kak sistema polimernych sojedinenij. Trudy jub. sess. posvj. stol. so dňa rožd. V. V. Dokučajeva, str. 225-232. Izd. AN SSSR, Moskva - Leningrad, 1949, (1). — Dokučajev V. V.: Russkij černozem. 2. vyd. Moskva 1952, (2). — Freytag H. C.: Über die Huminstoffe in Abbau befindlicher Pflanzenwurzeln. Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenkunde, 68 (113): 123-132, 1955, (3). — Fridland V. M.: O roli vyvetřivaniya v sozdaniyi počvennogo profila i razdelenii počvennoj massy. Počvovedeniye, 1955, No. 12, 7-17, (4). — Fridland V. M.: Opodzolivaniye i illimerizacija. DAN SSSR, 115: 1006-1009, 1957 (5). — Gorbunov N. I.: Metodika razdeleniya počv i glin na frakcii dlja rentgenografičeskogo i termografičeskogo izučeniya. Počvovedeniye, 1950, No. 7., 431-435, (6). — Gorbunov N. I.: Uspechi v izučeniyi vysokodispersnyh mineralov počv. Počvovedeniye 1957, No. 10, 33-50 (7). — Grim R. E.: Clay mineralogy. Mc Graw-Hill, New York, Toronto, London, 1953, (8). — Kononova M. M.: Problema počvennogo gumusa i sovremennyye zadači ego izučeniya. Izd. AN SSSR, Moskva 1951, (9). — Laatsch W.: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Steinkopff, Dresden u. Leipzig, 1954, (10). — Najmr St.: Vliv mikroreliefu na půdotvorný proces ve středoevropské hnědozemí na spraši. Sborník ČAZ, XXII, 32-58, 1949, (11). — Riblé J. M.: Davis L. E.: Ion exchange in soil columns. Soil Sci., 79, 41-47, 1955, (12). — Rode A. A.: K voprosu ob organizacii raboty po nomenklature, sistematike i klassifikacii počv. Počvovedeniye 1957, No. 9., 89-95, (13). — Sandhoff H.: Konduktometrische Bestimmung des T-Wertes von Böden und Bodenbestandteilen. Zeitschrift f. Pflanzenern. Düng. Bodenkunde, 62, 1-19, 1953; 67, 24-38, 1954, (14). — Schachtschabel P.: Untersuchungen über die Sorption der Tonminerale und die Bestimmung des Anteils dieser Kolloide an der Sorption im Boden. Kolloid Beihefte, 51, 199-276, 1940, (15). — Scheffer F., Schachtschabel P.: Bodenkunde, Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde I. Teil. 4. vyd. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1956, (16). — Schoen U.: Kennzeichnung des Tonanteils in Böden durch Phosphatbindung und Kationenumtausch. Zeitschrift. f. Pflanzenern., Düng., Bodenkunde, 63, 97-114, 1953, (17). — Schroeder D.: Tonminerale mit Wechsellagerungsstruktur im Löss. Zeitschrift. f. Pflanzenern., Düng., Bodenkunde, 70, 17-22, 1955, (18). — Smolík L.: Příspěvek k chemismu koloidních jílu izolovaných z podzolů. Věstník ČAZ, VIII, 744-747, 1932, (19). — Tjurin I. V.: K metodike analiza dlja sravnitel'nogo izučeniya sostava počvennogo peregrnoja ili gumusa. Trudy počvennogo inst. im. V. V. Dokučajeva, 38, 5-21, 1951, (20). — Vikulova M. F.: O novejšich metodach issledovaniya glinistych mineralov. Trudy vseoj. sověšč. rab. min.-petrograf. laboratorij, str. 20-47. GOSGEOLTECHIZDAT, Moskva 1955, (21). — White J. L.: Transformation of illit into montmorillonite. Soil Sci. Soc. Amer. Proceed. 1950, 15, 129-133, 1951, (22). — Zchus I. D.: K voprosu o napravlenii stadijnyh izmenenij glinistych mineralov. DAN SSSR, 115, 376-39, 1957, (23).

Влияние рельефа и механического состава почвы на ход процесса выветривания и почвообразования в деградированном черноземе

При почвоведческом обследовании земельных участков селекционной станции в Угржетицах были обнаружены значительные различия как в глубине черноземных профилей, так и в мощности их гумусных горизонтов. Эти различия в развитии несомненно были вызваны различиями в конфигурации местности и различиями в текстуре материнской горной породы (лесс); оба эти фактора оказали влияние на гидротермический режим этих почв.

Деградация черноземов проявляется в разделении гумусного горизонта А на субгоризонты А' и А'' и в образовании иллювиального горизонта В. Этот горизонт возник перемещением коллоидных частиц из горизонта А, не сопровождавшимся заметным разрушением доли глины и самостоятельным перемещением отдельных ее составляемых.

Развитие черноземных почв и степень их деградации находились под сильным влиянием рельефа местности и механического состава почвообразующего субстрата. Морфологически это различие проявляется в разной мощности гумусного горизонта и в глубине залегания субстрата, незатронутого процессом почвообразования.

На возвышенностях и прилегающих к ним склонах почвенные профили в общем представляют собой более мелкий горизонт, так как перемещение элементов в этих профилях ослаблено вследствие большего поверхностного стока воды, который обуславливается как формой поверхности, так и меньшей водопроницаемостью, вызываемой большим содержанием глинистых частиц. При этом, однако, накопление глины в горизонте В, мощность которого меньше, является большим чем у среднеглубоких деградированных черноземов, где перемещение глинистых частиц в глубину происходит легче, вследствие более легкого механического состава. Наиболее глубокие профили образуются в низменных местах, где происходит накопление гумусного горизонта.

Различие в гидротермическом режиме, вызванное рельефом и механическим составом почвы, является также причиной изменения некоторых внутренних свойств почвы, прежде всего в структуре органоминерального поглощающего комплекса.

Произведенные анализы свидетельствуют о том, что в глинистой фракции исследованных деградированных черноземов доля иллитических структур повышается за счет монтмориллонитических от глубоких деградированных черноземов к мелким, где вследствие меньшего вымывания имеют место и меньшие потери калия из междуслойных пространств кристаллической решетки глинистых минералов. С более сильным вымыванием в средне глубоких деградированных черноземах (по сравнению с мелкими) связано и большее перемещение отдельных химических элементов в профиле, а тем самым и большая степень выветривания. Об этом свидетельствует и установленная большая дифференциация в составе предколлоидной и коллоидной фракции глины, которая более высока, как раз у средне глубокого деградированного чернозема, а также содержание кальция в глинистой фракции, которое здесь ниже, вследствие более сильного выветривания. Здесь также происходит повышение отношения двухвалентных катионов к одновалентным, так как при вымывании одновалентные катионы освобождаются в большей мере чем двухвалентные.

Что касается состава гумуса, то доля фульвокислот повышается, начиная от средне глубоких деградированных черноземов, через мелкие черноземы к более глубоким (аккумулированным), где отношение углерода гуминовых кислот к угле-

роду фульвокислот приближается к отношению в луговых почвах. Эти различия связаны со степенью постоянной влажности, препятствующей конденсационным реакциям, при которых возникают качественные высокомолекулярные гуминовые кислоты. Эта наличная влажность является наименьшей у средне глубоких деградированных черноземов, где вследствие меньшего содержания глины снижается и количество влаги, постоянно удерживаемой в почве. У мелких деградированных черноземов можно еще наблюдать различия в отношении углерода гуминовых кислот к углеорду фульвокислот, а именно, между профилем на южном склоне и профилем на подножьи северного склона, где это отношение наиболее низкое. И здесь ясно видна связь с гидротермическим режимом почвы, который в данном случае обусловлен рельефом и экспозицией склона. Приведенным величинам отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот в общем отвечает качество гуминовых кислот, оцениваемое по величине сорбционной способности. Она является самой низкой в подпахотном слое аккумулярованного деградированного чернозема и наиболее высокой в субгоризонте А" средне глубокого деградированного чернозема.

Effect of Relief and Mechanical Composition on the Course of Weathering and Soil-Formation Process in Degraded Chernozem Soils

During scientific soil research on the plots of the experimental station in Uhřetice, there were found to be marked differences in the depth of chernozem profiles and in the strength of their humus horizons. This difference in development was obviously caused by different configuration of the terrain and differences in the texture of the parent earth (loess), factors which affect the hydrothermic regime of these soils.

The degradation of chernozem is shown in the division of the humus horizon A into sub-horizons A' and A", and by the formation of the illuvial horizon B. This horizon originated because of the shift of colloidal particles from horizon A, without any apparent destruction of the clay part, or of the independent shifting of the individual components.

The development of chernozem soils and their level of degradation was strongly influenced by the relief of the terrain and by the mechanical composition of the soil-forming substratum. This difference appears morphologically in the different strength of the humus horizon and deeper, where the substratum lies, unaffected by the soil-formation process.

On ridges and adjoining slopes the soil profiles have generally a more shallow horizon, since the migration of elements in these profiles is reduced as a result of the greater surface run-off of water, caused on the one hand by the shape of the surface, on the other by lower capacity to absorb because of the larger content of clay particles. But at the same time there is an accumulation of clay in horizon B (which has a smaller amount), which is greater than in the medium depth degraded chernozem soils, where the shift of clay particles downward is easier because of the lighter grainy composition. The deepest profiles are those of the depressions in terrain, where there is an accumulation of the humus horizon.

The difference in the hydrothermic regime caused by the relief and grainy composition is also the reason for changes in some internal properties of the soil, primarily in the building up of an organo-mineral absorption complex.

The analyses which had been carried out show that in the clay fraction of the observed degraded chernozem soil the proportion of illitic structures increases at the expense of the montmorillonitic ones from deep degraded chernozem soils to shallow ones, where, as a result of lesser washing there are also lower losses in potassium from the

inter-layer spaces of the crystal lattices of the clay minerals. Connected with the greater washing in the medium depth degraded chernozem soils (as compared with the shallow) there is also greater migration of the different chemical elements in the profile and thereby a higher level of weathering. This circumstance is also testified to by the differentiation found to be in the composition of the pre-colloidal fraction of the clay which is greater in the medium depth degraded chernozem soils, and by the calcium content in the clay fraction, which is lower here because of the stronger weathering. Here there also occurs an increase in the ratio of bivalent exchange cations to the monovalent ones, for the monovalent cations are released to greater degree during washing than are the bivalent ones.

In regard to the humus composition, the proportion of fulvic acids in the humus content increases from the medium depth degraded chernozems through the shallow to the deep (accumulated), where the ratio of carbon of humic acids to the carbon of fulvic acids approaches the ratio in shifting soils. These differences are related to the degree of constant moisture which prevents a condensation reaction during which high-quality, highly molecular humic acids appear. This moistness is least in the medium deep degraded chernozem soils, where as a result of the lower content of clay the amount of moisture maintained constantly by the soil is also lower. Here also is apparent the relation to the hydrothermic regime of the soil, caused in this case by the relief and exposed position of the slope. The quality of the humic acids, judged by the amount of their absorption capacity, roughly corresponds to the ratio of the carbon of humic acids to the carbon of fulvic acids. The lowest is found in the subsoil of the accumulated degraded chernozem, the highest in sub-horizon A'' of medium depth degraded chernozem soil.

Der Einfluß des Reliefs und der mechanischen Zusammensetzung auf den Verwitterungsverlauf und den Bodengestaltungsprozeß in der degradierten Schwarzerde

Bei der bodenkundlichen Aufklärung der Grundstücke der Veredelungsstation in Uhřetice wurden bedeutende Differenzen in der Tiefe der Schwarzerdenprofile und deren Humushorizontsmächtigkeit festgestellt. Dieser verschiedenartige Werdegang wurde offensichtlich durch die verschiedenartige Konfiguration des Terrains und der Differenzen in der Mutterbodentextur (Loess) verursacht, welche Faktoren das hydrothermische Regime dieser Böden beeinflußt haben.

Die Degradation der Schwarzerden erweist sich durch die Zergliederung des Humushorizontes A in die Subhorizonte A' und A'' und durch die Herstellung des Illuvialhorizontes B. Dieser Horizont ist durch die Verschiebung der Kolloidteilen aus dem Horizont A entstanden, ohne daß es dabei zu einer sichtbaren Destruktion des Tonanteiles und der selbständigen Verschiebung seiner einzelnen Bestandteile ankam.

Der Werdegang der Schwarzerden und ihr Degradationsgrad wurde stark durch den Terrainrelief und die mechanische Struktur des Bodengestaltungssubstrates beeinflußt. Morphologisch äußert sich diese Verschiedenheit in unterschiedlicher Mächtigkeit des Humushorizonts und in der Tiefe, in welcher sich der Substrat, unberührt durch den Bodengestaltungsprozeß, befindet.

Auf den Anhöhen und den anliegenden Abhängen bilden die Bodenprofile einen seichteren Horizont, denn die Elementenmigration in diesen Profilen wurde infolge des größeren, die Oberfläche betreffenden, Wasserablaufs erniedrigt. Dieser Wasserablauf entsteht erstens durch die Bildung der Oberfläche, zweitens durch die ermäßigte Durchlässigkeit, welche dem größeren Inhalt der Tonteilchen zu verdanken hat. Dabei ist jedoch die Anhäufung des Tones im Horizont B, welcher eine kleinere Mächtigkeit besitzt, eine

größere, als bei den mittelmäßig tiefen degradierten Schwarzerden, wo die Verschiebung der Tonteilchen in die Tiefe infolge der leichteren mechanischen Zusammensetzung leichter ist. Die tiefsten Profile sind in den Terraindepressionen, wo es zu einer Akkumulation des Humushorizontes kommt.

Die Verschiedenheit des hydrothermischen Regimes, welches durch den Relief und mechanische Zusammensetzung entsteht, ist auch die Ursache verschiedener Änderungen in den Inneneigenschaften der Böden, vor allem im Aufbau eines organomineralischen Sorptionskomplexes.

Die vollgezogenen Analysen deuten an, daß der Anteil der illitischen Strukturen sich zum Nachteil der montmorillonitischen in der Tonfraktion degradierten Schwarzerden erhöht von den tiefen degradierten Schwarzerden zu den seichten, wo auf Grund des geringeren Durchwaschens auch geringere Verluste an Kalium aus den zwischenschichtlichen Räumen der Kristallgitter der Tonminerale sind. Mit dem erhöhten Durchwaschen in der Mitteltiefen degradierten Schwarzerde (im bezug auf die seichten) ist auch die größere Migration der einzelnen chemischen Elemente im Profil und damit auch der größere Verwitterungsgrad verbunden. Diese Tatsache beweist auch die festgestellte Differenzierung in der Zusammensetzung der präkolloidischen und kolloidischen Tonfraktion, welche eben bei der mitteltiefen degradierten Schwarzerde höher ist und ferner der Kalziumgehalt in der Tonfraktion, welcher hier infolge der größeren Verwitterung niedriger ist. Hier entsteht eben die Erhöhung des Verhältnisses der bivalenten austauschbaren Kationen zu den monovalenten, denn diese werden beim Durchwaschen im größeren Ausmaße freigegeben, als die bivalenten.

Was die Humusstruktur anbelangt, erhöht sich der Anteil der Fulvosäuren auf dem Humusanteil von den mitteltiefen degradierten Schwarzerden über die seichten zu den tiefen (akkumulierten), wo sich das Kohlenstoffverhältnis der Huminsäuren zum Kohlenstoff der Fulvosäuren dem Verhältnisse in den Auenböden nähert. Diese Differenzen hängen mit dem Dauerfeuchtigkeitsgrad zusammen, welcher die Kondensationsreaktionen bekämpft, bei welchen die qualitativen hochmolekularen Huminsäuren entstehen. Das kleinste Durchfeuchten ist in den mitteltiefen degradierten Schwarzerden, wo sich infolge des kleineren Tongehaltes auch die durch den Boden dauernde aufgehaltene Feuchtigkeitsmenge herabsetzt. Bei den seichten degradierten Schwarzerden bemerkt man noch Unterschiede im Verhältnis des Huminsäurenkohlenstoffes zum Kohlenstoff der Fulvosäuren zwischen dem Profil auf dem Südabhang und auf dem Fuß des Nordabhanges, wo dieses Verhältnis geringer ist. Auch hier ist der Zusammenhang mit dem hydrothermischen Bodenregime deutlich, welcher in diesem Falle vom Relief und von der Abhangsexposition abhängig ist. Den angeführten Größen der Verhältnisse des Huminsäurenkohlenstoffes zum Kohlenstoffes zum Kohlenstoff der Fulvosäuren entspricht im großen ganzen die Qualität der Huminsäuren, die der Größe ihrer Sorptionskapazität nach beurteilt werden. Die niedrigste befindet sich in dem Untergrund der akkumulierten, degradierten Schwarzerde, die höchste im Subhorizont A'' der mitteltiefen degradierten Schwarzerde.

Poznatky ze sledování strukturotvorného pochodu v osevních postupech na černozemní a mírně podzolované půdě

К вопросу изучения структурообразующего процесса при севооборотах на черноземе и слабо-оподзоленной почве

Die Erfahrungen aus der Verfolgung des strukturbildenden Prozesses in den Saatfolgen auf der Schwarzerde und auf dem mäßig podsolierten Boden

Dr. inž. G. TJAGLO

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, půdoznalecké oddělení, Praha-Ruzyně

Předložil dopisující člen ČSAZV dr. inž. Stanislav Najmr

Úvod

Účelem půdoznaleckého řešení výzkumného úkolu, krátce nazvaného „Osevní sledy“, bylo studium změn strukturotvorného procesu, jak se vyvíjel pod vlivem specifických účinků plodin zařazených do osevního postupu. Zejména se jednalo o zjištění, které ze zkoušených plodin zanechávají půdu v dobrém strukturním stavu a které ve zhoršeném ve srovnání se stavem výchozím. Kromě toho se ukládalo řešitelům zkoumat, do jaké míry se mohla struktura půdy kromě jiných růstových činitelů uplatnit svým vlivem na výši výnosu sledovaných plodin. Dále ukládala metodika zkoumat, jaký vliv mají na strukturu půdy plodiny dvakrát až třikrát po sobě seté.

K řešení těchto, u nás i v zahraničí méně známých otázek, byly zvoleny dvě zcela rozdílné pokusné půdy. První pokus se konal po čtyři roky na černozemní půdě v Liblicích u Českého Brodu, druhý pokus byl uskutečněn ve stejnou dobu a souběžně na mírně podzolované půdě ve Valečově u Havlíčkova Brodu. V liblickém pokusu bylo sledováno osm základních plodin: ozimá pšenice, jarní ječmen, ozimá řepka, bob, cukrovka, brambory, vojtěškotravní směska, červený jetel. Tyto plodiny byly sety v roce 1950 jednak po jarním ječmeni (předplodina z roku 1949) a jednak po různých předplodinách setých v roce 1950. Do pokusu bylo zařazeno osm plodin (skupin) v 86 různých kombinacích. Ze zmíněných osmi skupin byla vytvořena skupina IX. a X., které byly podrobeny zvláštnímu sledování.

Do IX. skupiny byly zařazeny různé plodiny, z nichž každé předcházela tatáž předplodina. Kromě toho byla sledována X. skupina plodin, v níž byl zkoumán strukturotvorný účinek ozimé pšenice, seté dvakrát až třikrát po týchž předplodinách.

Stručná charakteristika pokusného pole v Liblicích

Pokusný pozemek je rovina nepatrně zvlněná v otevřené poloze. Půdní profil je hluboký a mateční zemina (hornina) se objevuje v hloubce asi 120 cm. Humózní horizont zasahuje do hloubky až 45 cm, načež nastává úbytek humusu, zesvětlení horizontu a pozvolný přechod do minerální spodiny. Podle mechanických rozborů

I.

Hloubka 2 cm				Hloubka 17 cm			
kategorie zrna				kategorie zrna			
I	II	III	IV	I	II	III	IV
0,01	0,01–0,05	0,05–0,1	0,1–2,1	0,01	0,01–0,05	0,05–0,1	0,1–2,0
49,0	40,0	8,0	3,0	46,0	39,0	12,0	3,0

půdních vzorků z různých hloubek lze celý půdní profil charakterizovat tak, že je texturně vyrovnaný a sestává ze zeminy jílovitohlinité.

Výzkumu byla podrobena svrchní půdní vrstva do hloubky 30 cm, přičemž při sledování strukturotvorného procesu bylo přihlíženo k vrstvám ze 2, 17 a 30 cm. Průměrná hodnota mechanické skladby těchto vrstev byla stanovena výpočtem z velkého počtu mechanických rozborů. Podkladem pro tuto charakteristiku byla velmi hustá sondážní síť a velmi četné půdní vzorky. Průměrnou hodnotu zrnitosti těchto tří vrstev uvádí tabulka I.

Z rozborových údajů vyplývá, že texturní rozdíly zmíněných vrstev jsou nepatrné. Z toho lze vyvodit, že textura půdy nemohla nepříznivě ovlivnit strukturotvorný proces a že dosažené výsledky byly získány z orničního profilu vyrovnaných vlastností.

Přechodný horizont A/C připadá na vrstvu z hloubky 40–80 cm. Horizont C je světle zbarvený a skládá se ze zvětraliny permské slinité břidly.

Výchozí strukturní stav ornice pokusného pole byl stanoven ve velkém počtu půdních vzorků, vyjmutých na četných místech. Právě tak, jako byla stanovena průměrná zrnitost, byl stanoven i průměrný stav půdní struktury ve zmíněných třech vrstvách. Průměrné rozborové hodnoty udává tabulka II.

II.

Z hloubky 2 cm				Z hloubky 17 cm				Z hloubky 30 cm			
kategorie agregátů v %											
0,25 0,5 0,25–0,5 –1 1 mm				0,25 0,5 0,25–0,5 –1 1 mm				0,25 0,5 0,25–0,5 –1 1 mm			
46,0	24,0	16,0	14,0	43,0	22,0	16,0	19,0	34,0	15,0	17,0	34,0

Z tabulky II. vyplývá, že množství vodopevných agregátů velikosti nad 0,25 mm stoupá směrem od povrchu ornice do hloubky. Součty těchto tří velikostních skupin činily v průměru 54 %, 57 % a 66 % vodostálých makroagregátů, taktéž veli-

kostní skupina průměru nad 1 mm stoupá směrem do hloubky a činila 14 %, 19 % a 34 % vodopevných agregátů. Tento výchozí stav (z roku 1949) lze označit jako dobrý strukturní stupeň.

V celém profilu bylo zjišťováno uspokojivé množství uhlíčitanu vápenatého, takže pokusnou půdu lze označit jako sorpčně nasycenou. Humózní horizont obsahoval do hloubky 40 cm kolem 3 % veškeré ústrojné hmoty a kolem 0,2 % veškerého dusíku. Půdní aktivní reakce kolísala v ornici mezi 7,5 až 8,0 pH. Reakce polovýměnná (KCl /10 se pohybovalo kolem 7,0–7,5 pH. Spodina z hloubky přes 80 cm obsahovala až 18 % CaCO₃.

Hloubka, zvrstvení, texturní a další zmíněné vlastnosti dovozovaly tuto půdu hodnotit jako vhodnou pro sledování strukturního pochodu v osevním postupu.

Plodiny (v roce 1950) seté po jarním ječmeni (v roce 1949)

III. Množství vodopevných makroagregátů a agregátů 1 mm v procentech podle Gyganova, analýzy vždy čtyřikrát opakovány u všech pokusů. Zafazeny průměrné hodnoty

Polní plodiny	Rok 1949			Rok 1950		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Vojtěškotravní směska	44/ 9	46/14	56/26	74/29	73/30	75/32
2. Jetel červený	48/12	49/16	59/29	64/22	73/29	76/44
3. Ozimá řepka	52/15	56/20	61/26	66/18	75/33	75/32
4. Jarní ječmen	57/15	57/21	68/38	67/21	72/32	79/46
5. Brambory	52/13	55/18	71/42	69/23	64/29	73/39
6. Ozimá pšenice	60/11	64/18	69/29	70/25	66/26	79/45
7. Cukrovka	58/16	63/23	74/41	68/14	68/20	76/35
8. Bob	53/14	58/22	68/38	57/12	62/21	66/31
Průměr	53/13	56/19	66/34	67/20	69/27	75/38

Jarní ječmen byl výchozí plodinou (1949) a by set po cukrovce (1948). Na liblické půdě se projevil jako plodina dobrého vyrovnávacího účinku na půdu po okopanině. Uvedl rozptýlenou ornici pokusného pole do stejnoměrného strukturního stavu s průměrným obsahem 58 % vodopevných makroagregátů a z toho bylo 22 % agregátů velikosti nad 1 mm. Vodopevné agregáty se jeví v jednotlivých vrstvách ornice takto: v povrchové vrstvě do 2 cm se jejich množství pohybovalo od 44 % do 60 %, z toho 13 % agregátů velikosti nad 1 mm. V hloubce 17 cm bylo 46 % až 64 % s 19 % agregátů nad 1 mm. V hloubce 30 cm 56 % až 74 %, z čehož připadalo na větší agregáty průměrně 34 %.

V prvních dvou vrstvách ornice bylo více agregátů velikosti 0,25–0,5 mm a 0,5–1 mm. Ve třetí hloubce makroagregáty velikosti nad 1 mm tvořily asi polovinu veškerých makroagregátů. Ornice ve vrstvě do 17 cm byla v méně příznivém strukturním stavu. Při malém obsahu agregátů větších než 1 mm (13 % a 19 %)

může půda snadno přejít do rozptýleného stavu, svrchní orniční vrstva je vystavena mnohem větším rušivým vlivům než vrstva ve hloubce 17–30 cm, která měla dostatek vodopevných agregátů velikosti nad 1 mm. Výsledek změny strukturotvorného procesu se jevil v přírůstku vodopevných agregátů směrem do spodiny ornice.

Vývoj struktury na pokusných plochách u osmi následných plodin, pěstovaných v roce 1950 po jarním ječmeni, měl podobný ráz jako na ploše jarního ječmene. V první hloubce se množství vodopevných agregátů pohybovalo od 57 % do 74 % a z toho velikostní skupina nad 1 mm činila 20 %, v druhé hloubce stanoveno 62 % až 73 %. Z toho připadalo na agregáty průměru nad 1 mm 27 %. Ve třetí vrstvě stanoveno 66 % až 79 %, agregátů nad 1 mm bylo 38 %.

Průměr ze třech hloubek ornice činil 70 % vodopevných agregátů s obsahem 28 % agregátů větších než 1 mm. Průměrný obsah vodostálých agregátů pod následnými plodinami byl o 12 % vyšší než u jarního ječmene.

Vojtěškotravní směska a jetel červený se projeví jako plodiny s velmi kladnou funkcí ve strukturotvorném procesu, neboť velmi zlepšily půdní strukturu po jarním ječmeni. Vojtěškotrava zlepšila strukturní stav v průměru o 25 %, jetel červený o 19 % vodopevných makroagregátů. Ostatní plodiny, i když zlepšily půdní strukturu o 2 % až 16 % vodostálých agregátů, přece po nich struktura nemá takové stability jako struktura po motýlokvetých rostlinách, pěstovaných buď v monokulturách nebo ve směsi s mnoholetými travami.

Ozimá pšenice, setá v roce 1951 po různých předplodinách (1950), strukturní stav vesměs snížila.

IV. Strukturotvorný proces po ozimé pšenici v porovnání s předchozími plodinami

Předplodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Červený jetel	64/22	73/29	76/44	58/22	56/29	79/57
2. Jarní ječmen	67/21	72/32	79/46	69/15	54/12	66/31
3. Vojtěškotravní směska	74/29	73/20	75/32	45/15	54/16	85/30
4. Brambory	69/23	64/29	73/29	50/23	53/25	66/37
5. Bob	57/12	62/21	66/31	44/11	45/14	54/19
6. Cukrovka	68/14	68/20	76/35	54/16	41/ 8	68/36
7. Ozimá řepka	66/18	75/33	75/32	42/12	48/14	58/18
8. Ozimá pšenice 2 ×	70/25	66/26	79/45	52/15	47/16	42/26
Průměr	67/20	69/27	75/38	52/16	49/17	65/32

Strukturotvorný proces pod ozimou pšenicí ve svrchní části se projevil mírnou nevyrovnaností. Ve spodní vrstvě ornice byla struktura lepší než ve vrstvě svrchní. Množství vodopevných makroagregátů se v povrchové vrstvě pohybovalo v mezích 42 % až 69 % s 16 % agregátů nad 1 mm. Ve druhé hloubce stanoveno 41 % až 56 % a frakce nad 1 mm 17 %, ve třetí hloubce 42 % až 79 % se 32 % agregátů nad 1 mm.

Malý obsah agregátů nad 1 mm v prvních dvou hloubkách ornice svědčí o malé trvanlivosti slohu půdy, který je podmíněn nejen vyšším obsahem makroagregátů, nýbrž i množstvím agregátů větších 1 mm. Přítomnost těchto agregátů ovlivňuje

kladně fyzikálně chemické a biologické půdní pochody. Kromě toho ovlivňuje kladně změny humusotvorné hmoty.

Ozimá pšenice jako druhá následná plodina působila regresivně na strukturotvorný proces, což sejevilo v úbytku vodošťalých agregátů o 15 %, 20 % a 10 %, průměrně o 15 %. Po červeném jeteli a vojtěškotrávě v hloubce 30 cm způsobila zlepšení vodopevných agregátů až o 10 %, k čemuž mohl přispět obsah humusotvorné hmoty v této vrstvě. Silný pokles strukturního stavu byl způsoben ozimou pšenicí setou dvakrát po sobě. Úbytek vodošťalých agregátů činil 18 %, 19 % a 37 %, v průměru o 28 %. Vodopevné agregáty byly i zde v hloubce 30 cm zastoupeny ve větším množství než v prvních dvou vrstvách ornice. Bylo pozorováno, že jemné kořání ozimé pšenice v hloubce do 17 cm rychle mineralizuje, kdežto ve větší hloubce (30 cm) probíhají humusotvorné pochody (anaerobní), což působilo na zpevňování půdních agregátů.

Jarní ječmen, setý v roce 1951 jako druhá následná plodina po různých předplodinách v roce 1950, strukturní stav ornice taktéž snížil. Jeho účinek na strukturotvorný proces je zhruba stejný s účinkem ozimé pšenice.

V.

Předplodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Bob	57/12	62/21	66/31	47/10	53/14	61/16
2. Červený jetel	64/22	73/29	76/44	57/28	63/20	56/19
3. Ozimá pšenice	70/25	66/26	79/45	43/ 8	60/15	61/18
4. Jarní ječmen 2 ×	67/21	72/32	79/46	47/ 8	52/15	69/29
5. Vojtěškotrávní směska	74/29	73/30	75/32	53/15	54/16	60/15
6. Ozimá řepka	66/18	75/33	75/32	44/12	57/18	60/13
7. Brambory	69/23	64/29	73/39	29/ 2	52/14	69/23
8. Cukrovka	68/14	68/20	76/35	48/11	56/15	40/ 5
Průměr	67/20	69/27	75/38	46/12	56/16	60/17

Průměrná hodnota poklesu strukturního stavu půdy po jarním ječmeni činila 16 % vodopevných makroagregátů. Po jednotlivých předplodinách kolísal strukturní stav v rozpětí 4 % až 22 %. V povrchové vrstvě ornice se strukturní stav pohyboval od 29 % do 57 % s průměrným obsahem 12 % agregátů velikosti nad 1 mm. Ve druhé vrstvě ornice bylo množství agregátů více méně vyrovnané a pohybovalo se v mezích 52 %–63 %; z toho bylo průměrně 16 % agregátů nad 1 mm. Ve třetí hloubce (30 cm) byl stav vodoodolných agregátů též vyrovnaný, kolísal v rozpětí 56 % až 69 % a jeho podíl velikosti nad 1 mm činil 17 %.

Průměrný pokles obsahu vodě odolných agregátů v orničních vrstvách činil 21 %, 13 % a 15 %. Nejhorší strukturní stav vyvolal jarní ječmen setý po cukrovce. Bylo zjištěno, že nastal pokles o 20 %, 12 % a 36 %, přičemž obsah agregátů velikosti nad 1 mm byl jen 11 %, 15 % a 5 %.

Jarní ječmen po předplodinách zanechal půdu ve slabém strukturním stavu; bylo stanoveno jen 12 %, 16 % a 17 % hrubých agregátů. Jejich úbytek odpovídal asi polovině množství po předplodinách z roku 1950.

Jarní ječmen po bramborách zanechal v hloubce 30 cm velmi dobrý strukturní stav, který činil 69 % vodopevných agregátů. Rozdíl v množství stálých agre-

gátů mezi cukrovkou a bramborami lze vysvětlit různou formou kořenových systémů těchto plodin. Brambory jako mělce kořenicí plodina zanechávají neporušenou spodinu ornice v hloubce 30 cm, proto v této vrstvě je také více vodopevných agregátů. Naproti tomu cukrovka, jako hluboko kořenicí rostlina, zanechává v této hloubce nejmenší množství ve vodě stálých agregátů. Vyoráváním cukrovky struktura se narušuje do větší hloubky než u bramborů.

Ozimá řepka roku 1951 setá po týchž předplodinách jako jarní ječmen (1950) strukturní stav taktéž snížila, ale její redukující účinek strukturního procesu je menší než ozimé pšenice a jarního ječmene. Změna strukturního stavu je uvedena v tabulce VI.

VI.

Předplodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Bob	57/12	62/21	66/31	46/ 8	58/16	69/23
2. Červený jetel	64/22	73/29	76/44	60/ 9	68/17	67/13
3. Brambory	69/23	64/29	73/39	65/ 8	65/19	60/27
4. Vojtěškotravní směska	74/29	73/36	75/32	62/ 9	57/ 9	65/20
5. Cukrovka	68/14	68/20	76/35	51/10	55/ 9	64/13
6. Ozimá řepka 2 ×	66/18	75/33	75/32	66/11	53/ 8	54/16
7. Jarní ječmen	67/21	72/32	79/46	45/ 7	59/10	58/10
8. Ozimá pšenice	70/25	66/26	79/45	49/10	41/11	60/27
Průměr	67/20	69/27	75/38	55/ 9	57/12	63/20

Strukturetorný proces ozimé řepky po osmi předplodinách se projevil takto: ve svrchní orniční vrstvě množství vodopevných agregátů se pohybovalo od 45 % do 66 % a z toho bylo agregátů velikosti nad 1 mm v průměru jen 9 %, v druhé vrstvě (hloubka 17 cm) od 41 % do 68 % a v tom bylo jenom 12 % agregátů velikosti nad 1 mm, a ve třetí vrstvě od 54 % do 69 % s průměrným obsahem 20 % agregátů větších 1 mm. V průměru činila strukturnost v povrchové vrstvě ornice 55 %, z toho bylo 9 % agregátů větších 1 mm, ve druhé vrstvě 57 % s 12 % agregátů nad 1 mm a ve třetí vrstvě 63 % s obsahem 20 % makroagregátů větších 1 mm.

Průměrná hodnota poklesu strukturního stavu činila — 12 % vodopevných makroagregátů a projevila se v jednotlivých vrstvách ornice takto: u první hloubky o — 12, u druhé též o — 12 % a u třetí hloubky o — 13 %. Rozdíly ve změnách strukturního stavu kolísaly od 3 % až do 21 %. Úbytek vodopevných agregátů větších než 1 mm činil: 11 %, 15 % a 18 %, tj. průměrně 14 %, což činí úbytek asi 50 % těchto agregátů ve srovnání s rokem 1950.

Slah ornice v hloubce 30 cm byl nejvyrovnanější a byl o 12 % nižší než činil průměr po předplodinách v téže hloubce. Podle obsahu vodopevných agregátů větších 1 mm byl redukující účinek ozimé řepky větší než účinek ozimé pšenice a jarního ječmene. Půdní struktura byla tudíž méně trvanlivého rázu.

Bob, v roce 1951 pěstovaný po různých předplodinách (1950) se projevil též jako plodina narušující strukturní stav. Průměrná hodnota narušení strukturního stavu byla stejná a činila 16 % jako u jarního ječmene. Změna strukturního stavu půdy po různých předplodinách je uvedena v tabulce VII.

VII. Množství vodopevných makroagregátů a agregátů větších 1 mm po různých předplodinách

Předplodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Bob	57/12	62/21	66/31	34/ 5	57/10	64/17
2. Brambory	68/18	70/21	78/45	50/10	59/11	65/20
3. Červený jetel	64/22	73/29	76/44	56/19	55/12	61/22
4. Jarní ječmen	67/21	72/33	79/46	52/10	55/15	65/19
5. Ozimá pšenice	70/25	66/26	79/45	46/ 7	51/10	65/18
6. Ozimá řepka	66/18	75/33	73/32	45/10	60/12	48/ 7
7. Vojtěškotravní směska	74/29	73/30	75/32	46/ 7	52/15	56/25
8. Cukrovka	68/14	68/20	76/35	36/ 6	41/11	65/20
Průměr	67/20	69/27	75/38	48/ 9	54/12	61/18

Změna strukturního stavu po bobu se v povrchové vrstvě ornicejevila ve značném úbytku vodopevných makroagregátů s nepatrným obsahem agregátů větších 1 mm. Množství pevných agregátů v této vrstvě se pohybovalo v mezích 34 % až 56 % a 5 % až 19 % agregátů nad 1 mm. Předchozí plodiny bob a cukrovka působily velmi nepříznivě na strukturnost této vrstvy ornice. Bylo stanoveno jen 34 % a 36 % vodopevných makroagregátů s mizivým obsahem agregátů velikosti nad 1 mm (5 % a 6 %).

Strukturní stav v druhé vrstvě ornice byl po všech předplodinách kromě cukrovky mnohem vyrovnanější. Bylo stanoveno nad 50 % pevných agregátů, ale s poměrně malým obsahem agregátů větších 1 mm, který činil 10 % až 15 %. Ve třetí hloubce ornice byl strukturní stav (kromě stavu vyvolaného ozimou řepkou jako předplodinou) nejpříznivější a vyznačoval se obsahem 51 % až 69 % vodo- stálých makroagregátů, v nichž bylo 17 % až 25 % agregátů velikosti nad 1 mm. Po ozimé řepce bob zanechal jen střední stav s obsahem 48 % pevných agregátů a s nepatrným obsahem agregátů větších 1 mm, který činil 7 %. Tento náález nasvědčuje tomu, že ozimá řepka není vhodnou předplodinou pro bob, který silně narušuje odolnost slohu ornice.

Porovnáním stavu vodopevných makroagregátů po bobu s množstvím agre- gátů po předplodinách vidíme, že ve všech vrstvách ornice byl tento úbytek velmi značný a činil - 19 %, - 15 % a - 14 %. Současný úbytek agregátů větších 1 mm činil - 11 %, - 15 % a - 20 %. Úbytek těchto agregátů charakterisuje vliv bobů na strukturotvorný proces.

Bob je z motýlokvetých rostlin, které mají krátký a silný kulový kořen s po- měrně slabým rozvětvením jemného kořání. Jeho uplatnění ve strukturotvorném pochodu je nepatrné.

Cukrovka v roce 1951 setá po různých předplodinách (1950) poškodila struk- turotvorný proces ze zkoušených plodin relativně nejvíc. Její účinek byl však podle předplodin velmi rozdílný. Průměrná hodnota poklesu strukturního stavu činila - 19 % vodopevných makroagregátů. Zde byl pokles největší z parcel všech zkoušených plodin.

Cukrovka pěstovaná po ozimé pšenici zachovala ze všech ostatních předplo- din nejvyrovnanější stav, který byl ve všech třech orničních vrstvách přibližně stejný. Rozbory udaly 62 %, 59 % a 64 % vodopevných makroagregátů s obsa- hem 15 %, 20 % a 30 % agregátů větších 1 mm. Stoupající stabilita agregátů

Předplodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Ozimá pšenice	70/25	66/26	79/45	62/15	59/20	64/30
2. Bob	57/12	62/21	66/31	46/ 6	47/ 9	56/15
3. Cukrovka 2 ×	68/14	68/20	76/35	77/ 8	36/ 9	54/14
4. Ozimá řepka	68/18	75/33	75/32	50/ 7	55/11	61/11
5. Červený jetel	64/22	73/29	76/44	43/14	52/16	60/18
6. Jarní ječmen	67/21	72/32	79/46	43/ 9	54/13	57/24
7. Vojtěškotravní směska	74/29	73/36	75/32	46/10	38/ 8	53/14
8. Brambory	69/23	64/29	73/39	32/ 4	44/ 9	43/11
Průměr	67/20	69/27	75/38	50/ 9	48/12	56/17

směrem do hloubky je zjevná. Po ostatních předplodinách byl strukturální stav velmi rozdílný. Velmi nepříznivý byl stav struktury u cukrovky po bramborách, a to ve všech třech vrstvách ornice (32 ‰, 44 ‰ a 43 ‰), přičemž množství vodopevných agregátů velikosti nad 1 mm činilo jen 4 ‰, 9 ‰ a 11 ‰.

V povrchové vrstvě ornice bylo kolísání strukturnosti silné a pohybovalo se od 32 ‰ do 77 ‰. Průměrná hodnota makroagregátů zde činila 50 ‰ a z toho 9 ‰ připadalo na agregáty větší 1 mm. V druhé orniční vrstvě strukturnost se pohybovala od 36 ‰ do 59 ‰ vodostálých agregátů. Její průměrná hodnota činila 48 ‰, čemuž odpovídalo 12 ‰ agregátů nad 1 mm. Nejslabší účinnost strukturotvorného procesu byla zjištěna na parcele s cukrovkou. Strukturální stav vykazoval 36 ‰ a 38 ‰ vodostálých agregátů s obsahem 9 ‰ a 8 ‰ o průměru nad 1 mm. Ve třetí vrstvě strukturální stav byl vyrovnaný. Kolísání bylo v mezích od 53 ‰ do 64 ‰. Průměrná hodnota strukturnosti činila v této hloubce jen 56 ‰ vodostálých agregátů s obsahem 17 ‰ agregátů nad 1 mm.

Cukrovka, jako okopaninová kultura, narušila nejvíce strukturální stav půdy. Zjištěný stav činil 51 ‰ agregátů a množství agregátů nad 1 mm činilo 13 ‰.

Brambory (1951) pěstované po různých předplodinách (1950) se jeví též jako plodina strukturální stav redukující, neboť průměrná hodnota této redukce činila 16 ‰ vodopevných makroagregátů. Na okopaninových plochách (cukrovka a brambory) je snížení strukturotvorného procesu zesilováno jednak agrotechnickými úkony při vývoji plodin, zejména v povrchové vrstvě ornice. V době sklizně nastává silné narušení v hlubších vrstvách ornice, zvláště na nepříznivých vlhkostních poměrech. Okopaninové kultury v době vzrůstu nevyvíjejí takové množství jemných kořenů, které by bylo schopno silněji ovlivňovat strukturotvorný proces.

V povrchové vrstvě ornice byla struktura vyrovnanější než u cukrovky a množství pevných agregátů se pohybovalo od 40 ‰ do 53 ‰. V tomto množství bylo obsaženo od 5 ‰ do 14 ‰ agregátů větších 1 mm, tedy téměř stejné množství jako u cukrovky. Průměrná hodnota strukturnosti v této hloubce činila 48 ‰ se 7 ‰ agregátů velikosti nad 1 mm. Druhá vrstva ornice se vyznačovala vyšším stupněm strukturnosti než táž vrstva u cukrovky, a to průměrně o 8 ‰. Množství pevných agregátů po jednotlivých předplodinách v této vrstvě v rozpětí 46 ‰ až 71 ‰. Průměrná hodnota strukturnosti v této hloubce činila 56 ‰ a z toho připadalo na agregáty větší než 1 mm 13 ‰. Třetí hloubka ornice obsahovala průměrně 58 ‰ se 17 ‰ vodopevných agregátů velikosti nad 1 mm. Po jednotli-

IX. Strukturní stav zjištěný po bramborách

Předplodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Ozimá pšenice	70/25	66/26	79/45	53/ 5	62/ 9	58/18
2. Bob	57/12	62/21	66/31	41/ 5	41/ 9	61/19
3. Jarní ječmen	67/21	72/32	79/46	46/ 6	58/10	70/39
4. Brambory 2 ×	69/23	64/29	73/39	50/ 8	57/ 8	56/ 7
5. Vojtěškotravní směska	74/29	73/30	75/32	52/14	71/11	53/14
6. Jetel červený	64/22	73/29	76/44	51/ 8	62/27	53/13
7. Ozimá řepka	66/18	75/33	75/32	49/ 7	46/13	58/14
8. Cukrovka	68/14	68/20	76/35	40/ 6	50/15	57/16
Průměr	67/20	69/27	75/38	48/ 7	56/13	58/17

vých předplodinách se stav ornice měnil v rozmezí 53 % až 70 % vodostálých agregátů s obsahem 7 % až 39 % agregátů nad 1 mm. V této vrstvě ornice zanechaly brambory po jarním ječmeni 39 % pevných agregátů větších 1 mm, kdežto po ostatních předplodinách jejich množství činilo jen 7 % až 19 %, v průměru 12 %, což odpovídalo slohu po cukrovce (13 %).

Strukturní stav plochy pod bramborami, setými po jarním ječmeni, byl v třetí vrstvě ornice nejvyšší ze všech předplodin. Vyznačoval se obsahem 70 % vodopevných agregátů s 39 % agregátů větších 1 mm. Pro tento vývoj struktury nelze nalézt vysvětlení podle sledovaných faktorů.

Průměrný pokles strukturnosti v jednotlivých hloubkách ornice činil: 19 %, 13 % a 17 % vodopevných agregátů.

Osm plodin v roce 1951 setých po ozimé pšenici (1950) narušilo strukturu půdy průměrně o 16 %. Pokles struktury ornice byl až na jednu plodinu (silážní kukuřici) celkem stejnoměrný a vykazoval v průměru dobrý stav s obsahem 54 % vodopevných agregátů. Silážní kukuřice jako jediná plodina v této skupině snížila dobrý strukturní stav na střední stupeň. Ozimá pšenice jako předplodina působila na následné plodiny velmi rozdílně. Číselné hodnoty jsou uvedeny v tabulce X.

X.

Předplodina (ozimá pšenice)	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. Oves	70/25	66/26	79/45	58/10	51/11	65/15
2. Hrách	70/25	66/26	79/45	52/ 9	55/ 9	66/29
3. Mrkev	70/25	66/26	79/45	51/ 9	50/14	68/25
4. Mák	70/25	66/26	79/45	36/ 5	50/15	67/15
5. Jarní pšenice	70/25	66/26	79/45	51/20	49/15	56/19
6. Ozimá směska	70/25	66/26	79/45	49/ 9	51/10	62/23
7. Len olejnopřadný	70/25	66/26	79/45	42/ 8	63/33	58/17
8. Silážní kukuřice	70/25	66/26	79/45	44/ 8	50/11	48/ 9
Průměr	70/25	66/26	79/45	48/10	52/15	61/19

Strukturnost v povrchové vrstvě kolísala v širokém rozmezí, jež činilo 36 % až 58 % pevných agregátů s poměrně nízkým obsahem agregátů 1 mm (5 % až 20 %). Pod ovsem zjištěno největší množství makroagregátů (58 %), nejmenší pod mákem (36 %). Len, silážní kukuřice a ozimá směska byly sklizeny za stavu střední strukturnosti (40 % až 50 %).

V druhé vrstvě byla struktura vyrovnanější a kolísala mezi 49 % až 63 %, přičemž hrubé agregáty činily 9 % až 33 %. Nejlepší strukturotvorný účinek byl pozorován u olejnopřadného lnu (63 % pevných agregátů), nejnižší byl zjištěn po pšenici (49 %). Množství agregátů velikosti nad 1 mm činilo v této hloubce u plodin kromě lnu jen 9 % až 15 %. Len vykazoval 33 %, tj. něco přes 50 %.

Ornice v hloubce 30 cm vykazovala též značné kolísání pevných agregátů, jež činilo 48 % až 68 %. Všechny pokusné plochy mimo silážní kukuřici se vyznačovaly dobrým strukturním stavem, který odpovídal 56 %–68 % pevných agregátů, avšak hrubších agregátů bylo i v této vrstvě poměrně málo, 9 % až 29 %. Po silážní kukuřici bylo zjištěno v této hloubce jen 48 % pevných agregátů.

Průměrný pokles strukturnosti lze vyjádřit hodnotami 22 %, 14 % a 18 % vodopevných makroagregátů. Z toho připadalo na agregáty větší než 1 mm 15 %, 11 % a 26 %.

Devět plodin v roce 1951 setých po týchž předplodinách (1950) narušilo strukturu půdy o něco více než u plodin setých po ozimé pšenici (VIII. skupina 1951). V této skupině plodin nebyly předplodiny z roku 1950 sledovány. Nejlepší strukturní stav byl zjištěn u jarní pšenice, mrkve, ozimého žita, ovsa a máku, kde struktura půdy byla vyjádřena 59 % až 51 % vodopevných makroagregátů. U ostatních plodin půda vykazovala jen středně strukturní stav se 49 % až 42 % vodotálých agregátů.

XI.

Následné plodiny	Roku 1951		
	z hloubky cm		
	2	17	30
	procent		
1. Jarní pšenice po jarní pšenici	60	54	62
2. Mrkev po mrkvi	46	46	85
3. Ozimé žito po ozimém žitu	53	54	52
4. Oves po ovsu	45	60	49
5. Mák po máku	64	37	52
6. Len po lnu	42	43	63
7. Ozimá směska po ozimé směsce	42	41	57
8. Silážní kukuřice po silážní kukuřici	35	53	54
9. Hrách po hráchu	34	43	49
Průměr	48	48	58

Struktura v povrchové vrstvě kolísá v širokém rozmezí, jež činilo 34 % až 60 % vodopevných agregátů s poměrně nízkým (mimo mák) obsahem agregátů větších 1 mm (5 % až 17 %). Struktura z hloubky 17 cm kolísala v rozpětí 37 % až 60 %, s obsahem agregátů větších než 1 mm od 7 % do 20 %. V hloubce 30 cm kolísání činilo 49 % až 85 % a bylo provázeno poměrně nízkým obsahem agregátů velikosti nad 1 mm (10 % až 32 %).

Průměrná strukturnost u prvních dvou orničních vrstev (2 a 17 cm) se vyznačovala stejnou hodnotou (48 ‰). Třetí vrstva ornice obsahovala průměrně 58 ‰ s 18 ‰ agregátů větších 1 mm.

Ozimá pšenice v roce 1952 jako třetí následná plodina, pěstovaná po plodinách setých dvakrát až třikrát po sobě, vykazuje změny strukturních stavů, jak jsou uvedeny v tabulce XII.

XII.

Předplodiny	Rok 1950 různé plodiny*) do 30 cm	Rok 1951			Rok 1952		
		z hloubky cm					
		2	17	30	2	17	30
1. Bob 2 ×	62/21	34/5	55/10	64/17	62/27	44/8	62/23
2. Len		42/6	43/6	63/14	32/5	41/7	50/17
3. Brambory 2 ×	69/30	50/8	57/8	57/7	32/8	31/11	57/19
4. Ozimá pšenice 3 ×	72/32	52/15	47/16	42/26	38/12	33/8	44/23
5. Ozimá řepka 2 ×	72/28	66/11	53/8	56/16	30/8	35/5	42/14
6. Mák		75/37	36/7	52/10	29/5	34/4	44/26
7. Silážní kukuřice		35/9	53/19	54/14	41/18	29/14	36/18
8. Jarní ječmen 3 ×	73/33	47/8	52/15	69/29	27/7	36/15	39/17
9. Hrách		34/5	43/7	49/17	27/8	39/13	38/18
10. Oves		56/7	60/11	47/15	31/8	26/9	35/13
11. Mrkev		46/8	46/13	85/25	27/12	35/10	28/7
12. Cukrovka 2 ×	71/23	77/8	35/5	54/14	30/7	21/5	30/8
Průměr	70/28	51/12	46/12	58/26	34/16	34/14	42/16

*) Průměr ze tří orničních vrstev (2, 17 a 30 cm).

Strukturotvorný proces pod ozimou pšenicí lze s použitím výsledků charakterizovat takto:

Narušený strukturní stav po dvakrát setém bobu se zlepšil o 5 ‰, avšak nedospěl na výši z roku 1950 (62/21 ‰). Po bramborách pěstovaných po sobě strukturnost půdy klesla o 29/13 ‰. Po ozimé pšenici třikrát po sobě seté klesla o 34/14 ‰, po ozimé řepce dvakrát seté o 36/9 ‰, po jarním ječmeni třikrát setém o 39/13 ‰. Ozimá pšenice, která přišla po dvakrát seté cukrovce, způsobila mezi rokem 1950–1952 velké snížení strukturního stavu ornice, až o 43/7 ‰ vodopevných makroagregátů. Po ostatních předplodinách byl strukturotvorný účinek ozimé pšenice kolísavý; byl zjištěn menší nebo větší úbytek vodopevných makroagregátů.

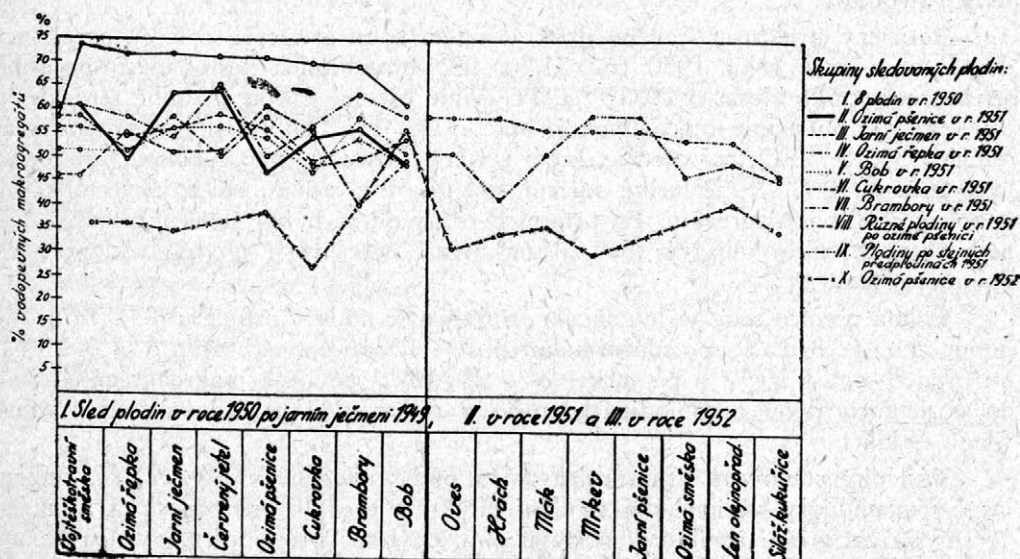
Ozimá pšenice setá po lnu snížila strukturnost půdy v průměru o — 8/10 ‰, po máku o — 18/12 ‰, po silážní kukuřici o — 12/16 ‰, po hrachu o — 8/13 ‰, po ovsu o — 23/10 ‰ a po mrkvi o — 29/10 ‰ pevných makroagregátů. Stav po posledních dvou předplodinách (ovsu a mrkvi) lze klasifikovat jako velmi silnou redukci.

Výsledky stanovení strukturních změn půdy, uvedené v tabulce XI, celkem jasně ukazují, jaký význam má střídání plodin v osevních postupech, a to nejen ve smyslu zachování strukturního stavu půdy, nýbrž i pro udržení vyšších hektarových výnosů polních plodin.

Celkový přehled změn strukturního stavu půdy vlivem plodin v osevních postupech uvádí tabulka XIII a diagram 1.

Plodina	Jarní ječmen 1949	I. skupina		II. skupina		III. skupina		IV. skupina	
		následné plodiny		ozimá pšenice		jarní ječmen		ozimá řepka	
		1950		1951		1951		1951	
množství vodopevných agregátů									
1. Vojtěškotráva	49/16	74/31	+ 25/31	61/20	- 13/20	56/15	- 18/15	61/13	- 13/13
2. Jetel červený	52/19	71/32	+ 19/32	64/36	- 7/36	59/22	- 12/22	65/13	- 6/13
3. Ozimá řepka 2 ×	56/20	72/28	+ 16/28	49/14	- 23/14	54/14	- 18/14	58/12	- 14/12
4. Jarní ječmen 3 ×	60/24	72/33	+ 12/33	63/19	- 9/19	56/17	- 16/17	54/9	- 18/9
5. Brambory 2 ×	59/24	69/30	+ 10/30	56/28	- 13/28	50/13	- 19/13	63/18	- 6/18
6. Ozimá pšenice 3 ×	64/19	71/33	+ 7/33	47/19	- 24/19	54/14	- 17/14	50/16	- 21/16
7. Cukrovka 2 ×	65/27	70/23	+ 5/23	54/20	- 16/20	48/10	- 22/10	57/11	- 13/11
8. Bob 2 ×	60/24	61/21	+ 1/21	48/14	- 13/14	54/13	- 7/13	58/16	- 3/16
Průměr	58/22	70/29	+ 12/28	55/22	- 15/22	54/25	- 16/15	58/13	- 12/13
9. Oves		71/33	} ozimá pšenice v roce 1950						
10. Hrách		71/33							
11. Mrkev		71/33							
12. Mák		71/33							
13. Jarní pšenice		71/33							
14. Ozimá směska		71/33							
15. Len olejnopřadný		71/33							
16. Silážní kukuřice		71/33							

Poznámka k rozborovým číslům: první číslo ze zlomku udává množství makro-



1. Strukturní stav půdy po různých plodinách na pokusných polích v Liblicích u Českého Brodu

V. skupina		VI. skupina		VII. skupina		VIII. skupina		IX. skupina		X. skupina	
Bob		Cukrovka		Brambory		Různé plodiny po ozimé pšenici		Plodiny po stejných před- plodinách		Ozimá pšenice po různých plodinách	
1951		1951		1951		1951		1951		1952	
do hloubky 30 cm + —											
51/16	—23/16	46/11	—28/11	58/13	—16/11						
57/18	—14/18	51/16	—20/16	55/16	—16/16						
51/10	—21/10	55/9	—17/9	51/11	—21/11					36/9	—36/9
57/14	—15/14	51/15	—21/15	58/18	—14/18					34/13	—38/13
58/10	—11/10	40/8	—29/8	54/7	—15/7					40/13	—29/13
54/12	—17/12	61/21	—10/21	58/11	—13/11					38/14	—33/14
47/12	—23/12	56/10	—14/10	49/12	—21/12					27/7	—43/7
51/11	—10/11	49/10	—12/10	48/11	—13/11					56/19	— 5/19
53/13	—17/13	51/12	—19/12	54/12	—16/12						
						58/12	—13/12	51	—	31/10	—27/10
						58/16	—13/16	42	—	34/13	—24/13
						56/16	—15/16	59	—	30/9	—26/9
						51/8	—20/8	51	—	36/12	—15/12
						52/18	—19/18	59	—		
						54/14	—17/14	47	—		
						54/19	—17/19	49	—	41/9	—13/9
						47/9	—24/9	47	—	35/16	—12/16

agregátů v procentech, druhé číslo množství agregátů velikosti nad 1 mm ($\varnothing > 1$ mm).

Přehled výsledků, dosažených na černozemní půdě

Stručná charakteristika plodin z hlediska jejich vlivu na strukturnost půdy

Jarní ječmen setý po cukrovce strukturní stav zřetelně zlepšil (58/22 ‰ vodopevných makroagregátů).

Osm plodin setých po jarním ječmenu působilo progresivně na strukturotvorný proces. V průměru se zlepšil půdní sloh o 12/28 ‰ pevných agregátů. Vojtěško-travní směska a červený jetel vytvořily relativně nejlepší strukturní stav. Přírůstek činil 25/20 ‰.

Ozimá pšenice setá po předchozích plodinách (rok 1950) působila regresivně na strukturnost půdy a snížila ji v průměru o 15/22 ‰ pevných agregátů. Největší pokles strukturnosti se projevil u ozimé pšenice po sobě seté (— 24/19 ‰), po ozimé řepce (— 23/14 ‰) a po cukrovce (— 24/20 ‰) vodopevných agregátů. Nejmenší narušení bylo zjištěno po červeném jeteli (— 7/36 ‰) a po jarním ječmenu (— 9/19 ‰).

Jarní ječmen v roce 1951 snížil strukturnost půdy průměrně o 16/15 ‰ pevných agregátů. Narušení strukturnosti půdy představovalo úbytek od 12/22 ‰ do 22/10 ‰. Po bobu byl úbytek nejmenší a činil jen — 7/13 ‰.

Ozimá řepka setá v roce 1951 po osmi různých předplodinách strukturní stav taktéž snížila, ale její redukující účinek v průměru pozorování osmi plodin byl

nejmenší — 12/13 ‰. Ozimá řepka vykazovala značné narušení slohu po ozimé pšenici o — 21/16 ‰ a po jarním ječmeni o — 18/9 ‰, nejmenší rozdíl byl zjištěn po bobu — 3/16 ‰ pevných agregátů. Po ostatních předplodinách jejich úbytek se pohyboval od 6 ‰ do 14 ‰.

Bob v roce 1951 jako druhá následná plodina strukturní stav silně narušil, a to o — 16/13 ‰. Největší úbytek vodopevných agregátů byl zjištěn pod bobem setým po vojtěškotravní směsce (— 23/16 ‰), po cukrovce (— 23/12 ‰) a po ozimé řepce (— 21/10 ‰). Po ostatních předplodinách byl zjištěn úbytek od 10 ‰ do 17 ‰ pevných makroagregátů.

Cukrovka jako okopaninová kultura působila velmi nepříznivě na udržení slohu půdy. Průměrná hodnota poklesu strukturnosti činila — 19/12 ‰ a byla pod cukrovkou největší ze všech zkoušených plodin. Velmi silný pokles byl zjištěn u cukrovky seté po bramborách (— 29/8 ‰), po vojtěškotravní směsce (— 28/18 ‰), po jarním ječmenu setém dvakrát po sobě (— 21/15 ‰) a po červeném jeteli (— 20/16 ‰) pevných agregátů. Po ostatních plodinách úbytek pevných agregátů činil 10 ‰ až 17 ‰.

Brambory (1951) jako druhá okopaninová kultura působily též redukčně na strukturetvorný proces. Redukující účinek brambor byl o 3 ‰ menší než cukrovky a činil v průměru pozorování osmi předplodin — 16/12 ‰. Rozdíly v rozborových číslech podle předplodin byly menší než po cukrovce (17 ‰) a činily jen 8 ‰. Největší úbytek pevných agregátů byl zjištěn pod kulturou brambor, jímž předcházela ozimá řepka (— 21/11 ‰) a cukrovka (— 21/12 ‰). Po ostatních předplodinách byl úbytek menší a činil 13 ‰ až 16 ‰ pevných agregátů.

Osm plodin setých po ozimé pšenici zmenšilo množství vodopevných agregátů o — 16/14 ‰. Plodiny až na silážní kukuřici udržely však půdní strukturu v dobrém stavu, neboť bylo stanoveno průměrně 54/15 ‰ pevných agregátů. Silážní kukuřice snížila dobrý strukturní stav na střední stav s obsahem 47/9 ‰ pevných makroagregátů.

Ozimá pšenice v roce 1952 jako třetí následná plodina, pěstovaná po plodinách setých dva až třikrát po sobě, se projevila ve smyslu strukturetvorném takto: po dvakrát po sobě seté ozimé řepce strukturní stav snížila o 36/9 ‰, po jarním ječmenu třikrát po sobě setém o 38/13 ‰, po bramborách dvakrát sázených o 29/13 ‰, po ozimé pšenici třikrát seté o 33/14 ‰, po cukrovce dvakrát seté způsobila mezi rokem 1950 a 1952 největší snížení strukturního stavu, které dosáhlo až 43/7 ‰, po ovsu o 27/10 ‰, po hráchu o 24/13 ‰ a po mrkvi o 26/9 ‰ atd. Po ostatních plodinách odpovídal pokles 15 ‰—12 ‰ pevných agregátů. Ozimá pšenice jako třetí následná plodina zredukovala dobrý strukturní stav na stav úplné nestrukturnosti.

Stručný popis pokusné plochy ve Valečově

Pokusný pozemek ve výměře 2,03 ha je rovina s velmi mírným svahem od severu k jihu. Mateční substrát půdy a pokusného pole vznikl zvětřáním ruly. Tato mateční hornina zde zvětřává na zeminy lehčí (písčité), chudé jílovitým podílem. Půda je středně hluboká, místy hlubší.

Průměrná zrnitost třech svrchních vrstev půdy pokusné plochy je uvedena v tabulce XIV.

Z průměrné hodnoty mechanického rozboru je zřejmé, že jílnatého podílu (I. kat.) je zde malé množství (30 ‰), proti tomu písčitého podílu (IV. kat.) je nejvíce (43 ‰ až 45 ‰). Orniční vrstva má mocnost nejvýše 25 cm. Podorniční vrstva má znaky mírného vyluhování.

Hloubka 2 cm				Hloubka 17 cm				Hloubka 30 cm			
jílnaté částice 0,01 mm	prach 0,01—0,05 mm	práškový písek 0,05—0,1 mm	písek 0,01—2,0 mm	jílnaté částice 0,01 mm	prach 0,01—0,05 mm	práškový písek 0,05—0,1 mm	písek 0,1—2,0 mm	jílnaté částice 0,01 mm	prach 0,01—0,05 mm	práškový písek 0,05—0,1 mm	písek 0,1—2,0 mm
procent											
32,0	17,0	8,0	43,0	30,0	17,0	8,0	45,0	31,0	16,0	8,0	45,0

Fyzikální vlastnosti: pórovitost je značná, ve většině případů dosahuje 40 %. Absolutní vodní kapacita se pohybuje ponejvíce kolem 30 %. Absolutní vzdušná kapacita ve svrchní půdní vrstvě (10 cm) je vesměs příznivá, přesahuje 10 %. V hlubších vrstvách klesá až na 1,75 %.

Hrubší zrnitost a hrubší pórovitost dovolují polním porostům rychlé zakořeňování do hloubky.

Struktura půdy se vyznačuje značnou převahou hrubých makroelementů velikosti 10—50 mm (40 %—50 %) a makroelementů velikosti 2,0—10,0 mm (25 %—29 %) nad mikroelementy, jejichž obsah činil pouze 5—7 %. Silná převaha makroelementů nad mikroelementy je charakteristickým znakem této půdy.

Celá vegetační vrstva se vyznačuje velmi nízkým obsahem vápníku, poměrně malým obsahem draslíku a ve svrchní vrstvě vegetačního profilu uspokojivým množstvím hořčíku. Uhlíčitán vápenatý chybí úplně, ornice je mírně kyselá (6,5—6,0 pH), spodina silně kyselá (6,0—4,8 pH).

Humózní horizont je mělký, obsah veškeré ústrojné hmoty do hloubky asi 25 cm činí asi 2,5 %, poté nastává pokles jejího obsahu asi na 1 % a spodiha z hloubky pod 60 cm má kolem 0,2 % veškeré ústrojné hmoty. Obsah veškerého dusíku se zmenšuje směrem do spodiny rovnoměrně s obsahem ústrojné hmoty; ve svrchní orniční vrstvě činí jeho obsah kolem 0,17 %. Obsah veškeré kyseliny fosforečné se vyznačuje v této půdě neobyčejnou vyrovnatostí; do hloubky 1 m kolísá mezi 0,22 % až 0,18 % P_2O_5 . Na základě vykonaných rozborů se půda jeví jako minerálně chudá.

Nadmořská výška území je 467 m, průměr ročních srážek 600 mm, průměrná roční teplota 7,1° C, průměrná teplota červencová 17,3° C, dešťový faktor 78,4. Podle pozorování zvrstvení a morfologických znaků půdního profilu na více zkušebních jamách a s přihlédnutím k základním průměrným meteorologickým datům a nadmořské výšce území lze valečovské území řadit geneticky k půdám mírně podzolaným.

Ve valečovském pokusu bylo sledováno v letech 1949 až 1952 celkem 84 kombinací polních plodin, v nichž byly zastoupeny: ozimé žito, oves, brambory, krmná řepa, červený jetel, jetelotráva, jarní směska a len. Byly sety stejným způsobem jako u prvního pokusu. Oves v roce 1952 po předplodině dvakrát po sobě setý, jarní ječmen jako výchozí předplodina z roku 1949, zanechal půdu pokusného pozemku v nestrukturním stavu, který vykazoval jen 22 % vodopevných agregátů.

Půda valečovského pokusného pole, jak je zřejmo z půdoznaleckého popisu, se řadí k půdám lehkým. Obsahuje asi 43 % písku a asi 30 % jílnatých částic. Kromě zmíněného obsahu hrubšího písku chová nestejnou, ale značnou příměs hrubší

rulové drti. Půdám těchto druhových vlastností chybí hlavní předpoklad pro tvorbu pevných agregátů, zejména makroagregátů, jichž se používá pro hodnocení druhu a kvality struktury. Přes to však sledované plodiny při malém stupni půdní strukturnosti, přecházejícím až do úplného rozptýlení, skýtaly podprůměrné i nadprůměrné výnosy.

Jarní ječmen v roce 1949, setý po bramborách (1948), jako předplodina, zanechal půdu v nestrukturním stavu. Bylo stanoveno jen 22 % vodopevných makroagregátů. Množství agregátů větších než 1 mm nebylo lze ve zdejší půdě stanovit, neboť ornice kromě jemného texturního podílu obsahuje 43 %—45 % písku IV. kategorie. Následné plodiny v roce 1950, seté po jarním ječmenu, strukturní stav zlepšily v průměru o + 6 % vodopevných makroagregátů.

XV.

Předplodina následné plodiny	Rok 1949		Rok 1950		
	z hloubky <i>cm</i>				
	17	30	2	17	30
1. jetelotráva	25	17	40	41	33
2. krmná řepa	17	11	33	35	26
3. červený jetel	16	10	19	38	32
4. brambory	22	20	34	35	31
5. oves	34	25	31	33	23
6. jarní směska	25	20	27	26	25
7. ozimé žito	35	30	27	27	14
8. len	20	24	13	10	9
průměr	24	20	28	31	24

Jetelotrávní směska, jetel červený a krmná řepa strukturní stav zlepšily o 17 %. Některé strukturu narušily, zejména len o 11 % a ozimé žito o 10 %.

Ve valečovské půdě bylo pozorováno v orničních vrstvách jiné seskupení vodopevných makroagregátů než v půdě liblické. Ve většině případů v druhé orniční hloubce (17 cm) bylo více pevných agregátů než v hloubce 30 cm. Tento

XVI.

Předplodiny a následná plodina	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky <i>cm</i>					
	2	17	30	2	17	30
1. len	13	10	9	32	31	21
2. krmná řepa	33	35	26	15	35	58
3. jarní směska	27	26	25	36	35	12
4. červený jetel	19	38	32	34	31	26
5. ozimé žito	27	27	14	23	27	17
6. oves	31	33	23	29	26	26
7. brambory	34	35	31	34	33	19
8. jetelotrávní směska	40	41	33	24	28	27
průměr	28	31	24	28	31	26

zjev si vysvětlujeme větším obsahem ústrojné humusotvorné hmoty v druhé hloubce ornice.

Ozimé žito (1951) po osmi různých předplodinách v průměru pozorování strukturní stav udrželo, jak uvádí tabulka XVI.

Žito po lnu, krmné řepě a jarní směsce strukturní stav zlepšilo o 2–17 %. Po ostatních plodinách strukturnost poklesla o 1–12 %. Sloh půdy kromě případu žita po žitě, jež zanechalo půdu v rozptýleném stavu (22 % pevných agregátů), se pohyboval v mezích slabé až střední strukturnosti.

Oves (1951) po různých předplodinách (1950) průměrný strukturní stav nezměnil, jak udává tabulka XVII.

XVII.

Předplodiny a plodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. len	13	10	9	30	24	28
2. brambory	34	35	31	39	41	29
3. oves	31	33	23	30	25	36
4. krmná řepa	33	35	26	26	29	39
5. jarní směska	27	26	25	28	29	20
6. červený jetel	19	38	32	23	33	22
7. ozimé žito	27	27	14	23	19	16
8.j etelotravní směska	40	41	33	37	27	28
průměr	28	31	24	29	27	27

V této skupině plodin jen oves po lnu zlepšil půdní strukturu o 16 % vodopevných agregátů a uvedl nestrukturní stav (11 %) do stavu málo strukturního (27 %).

Len pěstovaný (1951) po různých předplodinách (1950) působil na strukturní proces redukčně a zanechal půdu ve stavu průměrně o 6 % nižším než činila průměrná hodnota v roce 1950. Zlepšení struktury se neobjevilo po žádné předplodině.

XVIII. Vliv lnu na půdní strukturnost

Předplodiny a plodina	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky <i>cm</i>					
	2	17	30	2	17	30
1. červený jetel	19	38	32	23	29	35
2. jarní směska	27	26	25	35	21	20
3. ozimé žito	27	27	14	23	23	11
4. krmná řepa	33	35	26	25	28	29
5. jetelotravní směska	40	41	33	35	21	31
6. brambory	34	35	31	28	9	24
7. oves	31	33	23	16	8	14
8. len	13	10	9	—	—	—
průměr	28	31	24	26	20	23

Bylo zjištěno, že strukturní stav po všech plodinách, kromě červeného jetele (29 %), jetelotrávy (29 %) a krmné řepy (27 %), přecházel do stavu rozptýleného (méně než 25 % vodopevných agregátů).

Jarní směska pěstovaná (1951) po osmi různých předplodinách (1950) působila velmi nepříznivě na půdní strukturnatost. Zanechala půdu v rozptýleném stavu s 19 % vodopevných makroagregátů.

XIX.

Předplodiny a plodina	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. po ovsu	31	33	23	31	24	22
2. po ozimém žitě	27	27	14	18	20	13
3. po krmné řepě	33	35	26	23	23	23
4. po bramborách	34	35	31	29	30	9
5. po jarní směsce	27	26	25	13	19	16
6. po červeném jeteli	19	38	32	21	17	16
7. po jetelotrávě	40	41	33	27	28	23
8. po lnu	13	10	9	9	9	15
průměr	28	31	24	21	21	17

Jarní směska působila na půdní strukturnatost redukcujícím způsobem a snížila ji v průměru o 9 % vodopevných agregátů. Největší narušení půdní struktury bylo vyvoláno jarní směskou setou po červeném jeteli a jetelotrávě (— 12 %). Nejmenší narušení bylo zjištěno po ovsu (— 1 %) a ozimém žitě (— 5 %).

Krmná řepa v roce 1951, setá po týchž předplodinách, zanechala půdu ve strukturním stavu podobném po jarní směsce. Průměrné množství pevných makroagregátů po krmné řepě činilo 22 % a bylo o 6 % nižší než u předplodin z roku 1950.

Krmná řepa vytvořila po jetelotrávě a červeném jeteli stav, který odpovídal 34 % a 29 % vodopevných agregátů. Po ostatních předplodinách byl zjištěn stav

XX.

Předplodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. len	13	10	9	20	15	10
2. červený jetel	19	38	32	22	28	37
3. jetelotráva	40	41	33	28	39	34
4. oves	31	33	23	21	—	26
5. ozimé žito	27	27	14	23	—	11
6. jarní směska	27	26	25	20	15	18
7. brambory	34	35	31	21	26	21
8. krmná řepa	33	35	26	21	24	10
průměr	28	31	24	22	24	21

16 % až 23 % vodopevných agregátů. Silné narušení struktury způsobila krmná řepa, již předcházela táž předplodina, a to o — 13 % a brambory o 10 %. Nejmenší narušení bylo po krmné řepě, seté po červeném jeteli. Činilo asi o — 1 %. Přehled stanovených výsledků je uveden v tabulce XX.

Brambory pěstované po různých předplodinách snížily v průměru strukturní stav nepatrně, a to z 28 % na 25 %. Brambory sázené po lnu zlepšily půdní strukturu o 12 %, tj. z 11 % na 23 % vodopevných agregátů. Po červeném jeteli bylo pozorováno zlepšení o 4 %. Nejvíce poklesla struktura po bramborách pěstovaných po bramborách a po jetelotravní směsce. Pokles činil — 10 % a — 9 % vodopevných agregátů.

XXI.

Předplodiny a následné plodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. len	13	10	9	31	20	18
2. červený jetel	19	38	32	27	37	38
3. krmná řepa	33	35	26	23	29	24
4. oves	31	33	23	35	13	21
5. jarní směska	27	26	25	9	28	20
6. ozimé žito	27	27	14	21	21	30
7. jetelotráva	40	41	33	33	23	32
8. brambory	34	35	31	23	22	25
průměr	28	31	24	25	24	26

Brambory po červeném jeteli a jetelotravní směsce udržely půdu v nízkém strukturním stavu s obsahem 34 % a 29 % vodopevných makroagregátů. Po ostatních předplodinách byl zjištěn značný pokles.

Různé plodiny (1951), pěstované po ozimém žitě (1950), zanechaly půdu v rozptýleném stavu s průměrným obsahem 21 % vodopevných agregátů. Z nich ozimé žito, dvakrát po sobě pěstované, vytvořilo stav s 29 % vodopevných agre-

XXII.

Předplodina a následné plodiny	Rok 1950			Rok 1951		
	z hloubky cm					
	2	17	30	2	17	30
1. ozimé žito 2 × pěst.	27	27	14	31	29	28
2. jarní pšenice	27	27	14	22	28	24
3. mák	27	27	14	28	24	20
4. hrách	27	27	14	22	24	25
5. jarní ječmen	27	27	14	24	22	23
6. silážní kukuřice	27	27	14	27	15	20
7. jarní řepka	27	27	14	10	24	21
8. bob	27	27	14	19	9	19
9. tuřín	27	27	14	19	6	17
průměr	27	27	14	22	20	22

gátů. Mák, hrách a jarní ječmen udržely půdu v témž stavu, který byl vytvořen žitem v roce 1950.

Následné plodiny, seté po ozimém žitě, jím vytvořený stav udržely (tab. XXI).

Ozimé žito seté dvakrát po sobě a jarní pšenice zlepšily půdní strukturu o 7 0/0 a 3 0/0 vodopevných agregátů.

Skupina různých plodin, setých v roce 1951 po stejných předplodinách z roku 1950, zanechala v jednom případě stav málo strukturní, v ostatních nestrukturní. V této skupině plodin předplodiny z roku 1950 nebyly sledovány. Každá z plodin po sobě pěstovaných zredukovala stav pevných makroagregátů pod 25 0/0. Tím málostrukturní stav přešel do stavu rozptýlení. Množství pevných makroagregátů, stanovených po každé ze sledovaných plodin v sestupném pořadí podle jejich redukcijního vlivu na půdu, podává tabulka XXIII.

XXIII.

Následné plodiny	Rok 1951		
	z hloubky cm		
	2	17	30
1. jarní pšenice po jarní pšenici	26	22	28
2. jarní ječmen po jarním ječmeni	21	21	29
3. mák po máku	28	21	18
4. jarní řepka po jarní řepce	17	25	14
5. hrách po hrachu	18	17	23
6. silážní kukuřice po sil. kukuřici	19	17	17
7. tuřín po tuřínu	13	22	18
8. bob po bobu	19	17	13
průměr	20	20	17

XXIV. Změna strukturního stavu půdy vlivem ovsa po různých předplodinách pěstovaných dvakrát až třikrát po sobě

Předplodiny	Rok 1950 (různé plodiny) hloubka do 30 cm*)	Rok 1951			Rok 1952		
		z hloubky cm					
		2	17	30	2	17	30
1. mák	—	28	21	19	9	35	14
2. bob	—	19	9	19	18	8	15
3. len	11	—	—	—	11	12	7
4. krmná řepa	31	21	24	10	10	8	13
5. ozimé žito	22	23	27	17	14	3	5
6. jarní pšenice	—	22	28	24	1	—	11
7. oves	29	30	25	36	8	1	9
8. jarní řepka	—	10	24	21	—	2	3
9. hrách	—	22	24	25	1	—	4
10. brambory	33	23	22	25	—	2	3
průměr	25	22	23	21	9	9	8

* Průměr ze tří orničních vrstev (2, 17 a 30 cm).

Bob, tuřín a silážní kukuřice silně narušily půdní strukturu. V této skupině plodin bylo zjištěno, že ozimá pšenice po ozimé pšenici zanechala půdu v málo-strukturním stavu. Změna strukturního stavu půdy, vyvolaná plodinami po sobě pěstovanými, je shodná s působením plodin VIII. skupiny.

Oves (1952) setý po předplodinách, jdoucích dvakrát po sobě, zanechal půdu ve stavu silné rozptýlenosti; bylo stanoveno v průměru jen 8 % vodopevných makroagregátů. Vliv ovsa se projevil silným snížením strukturního stavu po všech deseti plodinách, jak patrně z tabulky XXIV.

Po všech předplodinách byl zjištěn rozptýlený stav půdy s obsahem 3 % až 19 % vodopevných agregátů. Úplná rozptýlenost ornice byla vyvolána ovsem, jemuž předcházely tyto plodiny: len 10 %, oves 6 %, jarní řepka 3 %, hrách 4 % a brambory 3 % vodopevných agregátů. Po ostatních předplodinách strukturní stav nepřesahoval 10 % až 19 % vodostálých agregátů.

Z uvedených předplodin ovsu nejlépe vyhovovaly mák a bob.

Výsledek tohoto obsáhlého pokusu ukazuje, že v nevhodných osevních sledech, při nevhodném zařazení plodin po sobě může na půdách valečovského rázu dojít k úplnému rozrušení strukturního stavu půdy. Přehled o těchto změnách, sledovaných na pokusném poli ve Valečově, podává tabulka XXIV. a diagram 2.

Přehled výsledků dosažených na podzolované půdě

Valečovskou půdu lze posuzovat podle druhových vlastností jako půdu méně dobrých strukturních vlastností. Posuzovat změny strukturního procesu půd — s nepříznivou texturní skladbou — je obtížné. Záporné faktory tvorby struktury převládají nad faktory kladnými (písčitost a šterkovitost, malý obsah zrna I. kategorie atd.). Kromě toho u těchto půd nelze brát v úvahu agregáty velikosti nad 1 mm, protože je nelze kontrolovat běžnými metodami agregátové analýzy. Proto půdy z valečovského pokusného pole posuzujeme jen orientačně, podle množství makroagregátů z jednotlivých hloubek ornice.

Jarní ječmen jako předplodina osmi jiných plodin strukturní stav v průměru nezlepšil, vykazoval jen 22 % pevných agregátů a neuvedl půdu ani do nejnižšího stupně strukturnosti (nad 25 %).

Osm následných plodin (1950) strukturní stav v průměru zlepšilo o 6 % pevných agregátů. Z plodin, které podstatně zlepšily půdní sloh, byly: jetelotráva o + 17 %, krmná řepa o + 17 %, jetel červený o + 17 % a brambory o + 12 % pevných agregátů. Oves a jarní směska zlepšily nepatrně, a to maximálně o 4 %. Naproti tomu len a zimé žito snížily strukturnost půdy asi o 10 %.

Ve valečovských půdách bylo pozorováno jiné seskupení pevných agregátů než u půdy pokusu liblického. Zde ve většině případů bylo v orniční vrstvě z hloubky 17 cm více pevných agregátů než ve hloubce 30 cm. Tento zjev vysvětlujeme větším obsahem humusotvorné hmoty v orniční vrstvě ze 17 cm hloubky.

Ozimé žito po osmi různých předplodinách v průměru pozorování strukturní stav udrželo. Žito po lnu, krmné řepě a jarní směsce strukturní stav zlepšilo o 2 % až 17 %. Po ostatních plodinách strukturnost poklesla až o 12 %. Větší strukturnost byla v hloubce 17 cm.

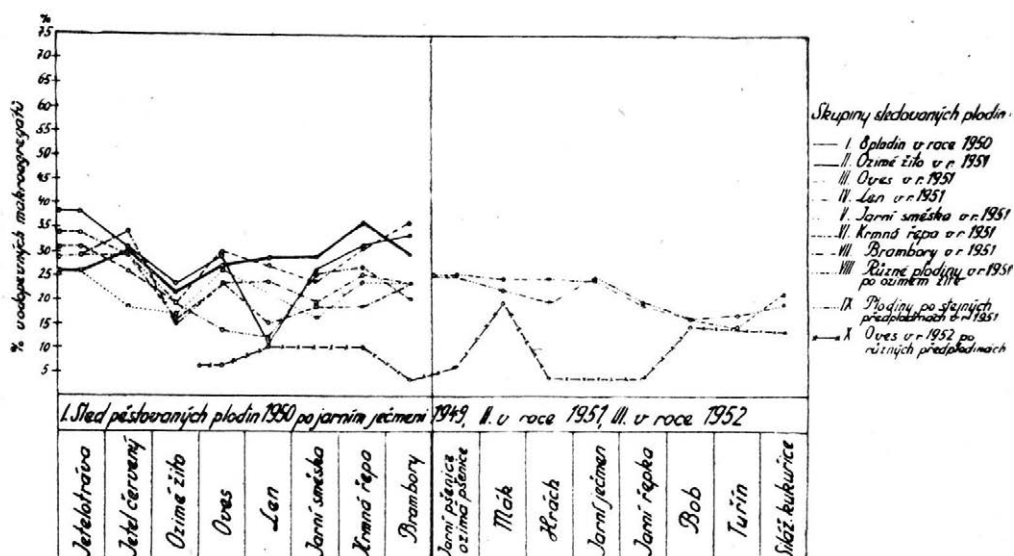
Oves průměrný strukturní stav po osmi předplodinách nezměnil. Jeho vliv na půdní strukturu byl velmi podobný působení ozimého žita. Oves po lnu zlepšil půdní strukturu o 16 %. Po bramborách a ovsu bylo zjištěno nepatrné zlepšení maximálně o 3 %.

Len, pěstovaný po různých předplodinách (1950), zanechal půdu ve strukturním stavu průměrně o 7 % nižším než činila průměrná hodnota v roce 1950.

Plodiny	Jarní ječmen	I. skupina		II. skupina		III. skupina	
		následné plodiny		ozimé žito		oves	
	1949	1950	1951	1951	1951	1951	1951
	Množství vodopevných						
1. jetelotráva	21	38	+17	26	-12	31	- 7
2. krmná řepa 2 ×	14	31	+17	36	+ 5	31	
3. červený jetel	13	30	+17	30		26	- 4
4. brambory 2 ×	21	33	+12	29	- 4	36	+ 3
5. oves 3 ×	28	29	+ 1	27	- 9	30	+ 1
6. jarní směska 2 ×	22	26	+ 4	28	+ 2	26	
7. ozimé žito 2 ×	32	22	-10	22		19	- 3
8. len 2 ×	22	11	-11	28	+17	27	+16
9. jarní pšenice		22	ozimé žito v roce 1950				
10. mák		22					
11. hrách		22					
12. jarní ječmen		22					
13. silážní kukuřice		22					
14. jarní řepa		22					
15. bob		22					
16. tuřín		22					

Zlepšení struktury se neobjevilo po žádné předplodině. Lepší stav byl pozorován v orniční vrstvě. Rozdíl činil až 6 0/0 proti ostatním orničním vrstvám.

Jarní směska, pěstovaná po osmi předplodinách v roce 1950, zanechala půdu ve stavu s 19 0/0 pevných agregátů. Jarní směska vytvořila po jetelotrávě stav



2. Strukturní stav půdy po různých plodinách na pokusném poli ve Valečově u Havlíčkova Brodu

IV. skupina		V. skupina		VI. skupina		VII. skupina		VIII. skup.		IX. skup.		X. skup.	
len		jarní směska		krmná řepa		brambory		různé plodiny po ozimém žitu		plodiny po týchž předplodinách		oves	
1951		1951		1951		1951		1951		1951		1952	
makroagregátů do hloubky 30 cm v procentech, rozdily + - %													
25	-13	26	-12	33	-5	29	-9						
27	-4	23	-8	18	-13	25	-6					10	-21
29	-1	18	-12	29	-1	34	+4						
20	-13	23	-10	23	-10	23	-10					3	-30
13	-16	25	-4	23	-6	23	-6					6	-23
25	-1	16	-10	18	-8	19	-7						
19	-3	17	-5	17	-5	15	-7	29	+7			7	-19
		11		15	+4	23	+12					10	-12
								25	+3	25		6	-5
								24	+2	22		19	-3
								24	+2	19		3	-19
								23	+1	23			
								20	-2	18			
								18	-4	19	3	-19	
								16	-6	16	14	-8	
								14	-8	18			

o 26 % a po ovsu o 25 % vodopevných makroagregátů. Po ostatních předplodinách byl zjištěn stav, jehož hodnota se pohybovala od 11 % do 23 % pevných agregátů. Větší strukturnost vykazovaly první dvě orniční vrstvy o + 4 % pevných agregátů.

Krmná řepa, setá v roce 1951 po týchž předplodinách, zanechala strukturní stav podobný stavu po jarní směsce. Průměrné množství pevných makroagregátů po krmné řepě činilo 22 % a bylo o 9 % nižší než v roce 1950. Krmná řepa vytvořila po jetelotrávě a červeném jeteli strukturní stav, který odpovídal 33 % a 29 % vodopevných makroagregátů. Po ostatních předplodinách byl zjištěn stav s 16 % a 23 % pevných agregátů. Množství pevných agregátů bylo větší i zde v druhé orniční vrstvě a 2 % a 3 %.

Brambory, pěstované (1951) po různých předplodinách, snížily strukturní stav z 28 % na 25 %. Brambory pěstované po lnu jej zlepšily o 12 %. Po červeném jeteli byl zjištěn přírůstek + 4 %, po ostatních předplodinách úbytek 7 % až 10 % pevných agregátů.

Různé plodiny (1951), pěstované po ozimém žitě (1950), zanechaly půdu ve stavu s průměrným obsahem 21 % vodopevných makroagregátů. Z nich jen ozimé žito (dvakrát po sobě pěstované) vytvořilo lepší strukturní stav s obsahem 29 % pevných agregátů. Následné plodiny seté po ozimém žitě v průměru stav udržely. Obsah pevných agregátů byl stejný v první a třetí orniční vrstvě, ve druhé orniční vrstvě byl o 2 % menší.

Plodiny, seté (1951) po stejných předplodinách (1950), zanechaly půdu v průměru pozorování v nestrukturním stavu s 19 % vodopevných agregátů. Z ostatních plodin jen jarní pšenice po jarní pšenici a jarní ječmen po jarním ječmeni zanechaly strukturu s obsahem 25 % a 24 % pevných agregátů. U těchto plodin byla vyšší strukturnost zjištěna ve třetí orniční vrstvě.

Oves (1952), setý po předplodinách jdoucích dvakrát po sobě, zanechal půdu ve stavu silné rozptýlenosti; v průměru bylo stanoveno pouze 8 % vodopevných makroagregátů. Po šesti plodinách byl zjištěn stav úplné rozptýlenosti, který byl charakterizován 3 %—7 % vodě odolných agregátů. Po čtyřech plodinách byl stav poněkud lepší, zde bylo stanoveno od 10 % do 19 % pevných agregátů.

Z uvedeného rozboru změn strukturního stavu po jednotlivých plodinách osevních sledů, zkoumaných na půdě černozemní a lehké mírně podzolované, nelze s jistotou říci, zda ta nebo ona plodina je určité plodině vždy dobrou nebo špatnou předplodinou. Z půdoznaleckého hlediska to závisí na půdně klimatických podmínkách, z hlediska pěstitelského to závisí na odrůdě, době a způsobu setí, ošetřování v průběhu vývoje a na mnoha jiných okolnostech. Jelikož půdní struktura povrchové orniční vrstvy je vystavena neustálému narušování zásahy mechanickými, chemickými, biologickými, atmosférickými a agrotechnickými, proto nelze v některých případech spolehlivě vysvětlit vzniklé nesrovnalosti ve strukturnosti půdy.

Dynamika strukturotvorného procesu je velmi složitá a její přesné sledování vyžaduje odběr půdních vzorků nejen před sklizní a po ní, nýbrž před a po každém agrotechnickém úkonu a po každé změně atmosférických vlivů atd. Správným sledováním změn strukturního stavu půdy vzniká tolik laboratorních prací, že je lze těžko zdolat. Náš výzkum změn strukturního stavu půdy se musel omezit jen na zjištění hlavních stavů.

Diskuse

I když se při řešení úkolu „Osevní sledy“ vyskytly určité nesrovnalosti ve strukturnosti půdy, které nebyly vysvětleny podrobněji, hodnotíme výsledky kladně. Na závadu byl zejména nedostatek přesných dat o agrotechnických úkonech, o srážkových poměrech, o biologické činnosti půdy, čistotě porostů, jakosti osiva a sádky, způsobu sklizně plodin atd. Přesto však výsledky našeho výzkumu jsou natolik průkazné, že na jejich základě je možno sestavit vhodný sled plodin, předplodin a následných plodin.

Lze konstatovat důležitý poznatek, který tímto pokusem byl získán: agregiční schopnosti mírně podzolované písčité půdy pod vlivem různých plodin a těžší půdy černozemního rázu.

K názornějšímu posouzení strukturních změn v osevním postupu uvádíme výsledky podrobného pokusu na půdě černozemní v Krasnodaru v Kubaňské oblasti a na půdě drnopodzolové ve Štěpankově v Moskevské oblasti SSSR.*) Porovnávána půda — černozem v Krasnodaru — se vyznačuje mocným tmavým horizontem A, který zasahuje do hloubky 120 cm, kdežto v Liblicích horizont A zasahuje jen do hloubky 45 cm a obsahuje 3 % veškeré ústrojné hmoty. Svrchní orniční vrstva krasnodarské černozemě obsahuje 4,37 % veškeré ústrojné hmoty, vrstva ze 20—40 cm 4,09 %. Podle mechanického složení je v této půdě 67,4 % jílnatých částic (I. kategorie), tj. o 19 % více než v půdě liblické.

Porovnáváním našich výsledků agregátových analýz, vykonaných sovětskými výzkumníky na půdě krasnodarské metodou podle Savinova, vidíme až překva-

*) Výsledky pokusu krasnodarského byly uveřejněny M. Čeževským a V. Kossinským v Počvověděnije č. 2 z roku 1953, a o pokusu ve Štěpankově byly uveřejněny I. I. Paramzinem, V. I. Rumjancevem a A. P. Šuryginem v Počvověděnije č. 4, r. 1952.

pívou shodu. Vývojové stavy půdy po jednotlivých plodinách na pokusném poli v Liblicích korespondují s agregačními stavy pole krasnodarského. Jeví se i jistá shoda v agregačních stavech sledovaných ve vertikálním směru. Vyšší obsah pevných makroagregátů ve vrstvě ze 30 cm liblické koresponduje s vyšším obsahem pevných makroagregátů půdy krasnodarské.

Vyšší stupeň strukturnosti, zejména pokud se jedná o pevnost a vodoodolnost agregátů, je nepochybně ovlivňován vyšší humózností (4,37 ‰) a vysokou sorpční dosyceností půdy.

V desetihonném osevním postupu z roku 1948 byla sledována pevnost půdních makroagregátů po vojtěškotrávě druhého užitkového roku, slunečnici, ozimé pšenici a černém úhoru. Strukturní stav v orniční vrstvě z hloubky do 20 cm vykazoval po uvedených plodinách tyto hodnoty: 73,3 ‰, 63,0 ‰, 54,8 ‰, 53,4 ‰ vodopevných agregátů, kdežto z hloubky 20–40 cm 82,8 ‰, 79,5 ‰, 80,7 ‰ a 82,2 ‰.

Pokud se jedná o strukturu svrchní vrstvy ornice do 20 cm, lze konstatovat, že na pokusném poli krasnodarském zanechala jen vojtěškotravní směska velmi dobrý strukturní stav (73,3 ‰). Po ostatních plodinách byl strukturní stav nižší, zejména po ozimé pšenici a černém úhoru.

Podobné výsledky byly získány i na pokusném poli liblickém, kde bylo sledováno šestnáct plodin v 86 kombinacích.

K názornějšímu posouzení strukturních změn v osevním postupu na lehké mírně podzolované půdě uvádíme porovnání výsledků z Valečova s výsledky podobného pokusu na drnopodzolové půdě, zhruba stejné zrnitosti, s humózním horizontem hloubky 21–23 cm a s obsahem veškeré ústrojné hmoty 2,4 ‰ až – 2,8 ‰, který byl uskutečněn na pokusném poli ve Štepankově.

Sledování vlivu plodin na pevnost struktury se zde konalo po tři roky (1938–1940) v devítihonném osevním postupu. Byly sledovány agregační stavy ornice na těžce pokusné ploše po třech plodinách, v různém střídání (oves, krmná řepa a hrách). Oproti tomu ve Valečově v roce 1949 až 1952 bylo sledováno šestnáct plodin v 84 různých kombinacích.

Poznatky, získané sovětskými výzkumníky ve Štepankově, ve většině případů plně souhlasí s výsledky pokusu valečovského. Jejich výsledky lze stručně shrnout do těchto bodů:

1. Žádná ze sledovaných plodin, kromě travních směsek a plodin s podsevem trav, neuvedla půdu do vyššího stupně strukturnosti.
 2. Kulturní trávy zde zvýšily obsah pevných agregátů až nad 60 ‰.
 3. Hraniční stav makroagregátů po krmné řepě, hrachu, ovsu nepřesáhl 30 ‰.
 4. Počet sledovaných plodin (řepa, hrách a oves) je ve srovnání s našimi pokusy skrovný, ale výsledky jsou pro srovnání a ověření metodiky velmi cenné.
- Z valečovského pokusu je též zřejmé, že jetelotravní směsky jsou vynikajícím zúrodnovacím činitelem i na velmi lehkých půdách. Zúrodnění se jeví hlavně ve zlepšení strukturního stavu, rozmnožení humusotvorného materiálu a rozmnožení zásob půdního dusíku.

Toto porovnání jsme vykonali proto, abychom poukázali na metodiku, které ke stejným účelům bylo použito v SSSR i u nás, a v jakém rozsahu se na tomto výzkumu u nás pracovalo. Porovnání též dokazuje, že i přes určité výhrady mají docílené výsledky praktický význam a jsou pro zavádění travoplní soustavy zemědělství prvou pomůckou tohoto druhu v ČSR.

Ve výzkumném úkolu „Osevní sledy“, vlivu střídání plodin na změny strukturotvorného procesu bylo učiněno několik základních poznatků.

1. Byly zjištěny plodiny, které zanechávají půdu v dobrém strukturním stavu a rozlišeny od plodin, které tuto schopnost nemají.

2. Ve strukturotvorném procesu půdy černozemní (Liblice) se jevil přírůstek vodopevných agregátů vždy směrem do spodiny ornice.

3. Ve strukturotvorném procesu písčitohlinité půdy mírně podzolované (Valečov) seskupení vodopevných agregátů bylo ve většině případů větší než v druhé orniční vrstvě, tj. ze 17 cm. Tento stav byl podmíněn větším obsahem humusotvorné hmoty v této druhé hloubce ornice.

4. Plodiny dvakrát nebo třikrát po sobě pěstované nejvíce narušují strukturní stav půdy.

5. Okopaninové kultury (cukrovka a brambory) narušují půdní strukturu více než obiloviny.

6. Vojtěškotravní, jetelotravní směsky a jetel červený se jeví jako plodiny s velmi kladnou funkcí ve strukturotvorném procesu, tj. nejvíce zlepšovaly půdní strukturu co do množství a jakosti.

7. Dále byl získán důležitý poznatek o agregační schopnosti písčité půdy pod vlivem různých plodin.

8. Byla zjištěna jakost půdních agregátů. Agregáty velikosti nad 1 mm zajišťují delší trvanlivost dobrého strukturního stavu půdy.

9. Výsledky našeho výzkumu jsou natolik průkazné, že se na jejich základě dá sestavit vhodný sled plodin, předplodin a následných plodin.

Literatura

Antipov-Karatajev I. N.: Některé otázky půdní chemie při hodnocení půdních agregátů. Práce jubilejní sekce, věnované stému výročí narozenin V. V. Dokučajeva, Moskva, 1949, (1). — Antipov-Karatajev I. N., Kellerman V. V., Chan D. V.: O půdních agregátech a metodě jeho stanovení. Moskva 1948, (2). — Ambrož Z.: Sledování tvorby agregátů v závislosti na biologické aktivitě a různých formách humusu v luční půdě. Sborník ČSAZV. Rostlinná výroba, roč XXIX, č. 6, Praha 1956, (3). — Bekarevič G. E.: K metodě agregátové analýzy půdy. Práce jubilejní sekce, věnované stému výročí narozenin V. V. Dokučajeva, Moskva, 1949, (4). — Cyganov M. S.: Vytrvalé trávy jako obnovitelé půdní struktury. Počvovědění č. 9, Moskva 1948, (5). — Filipovič Z. S. Absorpce půdních koloidů a trvanlivost půdní struktury. Počvovědění č. 2, Moskva 1956, (6). — Gelcer F. I.: Význam jednoletých a mnoholetých travních směsek na zvýšení úrodnosti půdy. Počvovědění č. 5, Moskva 1955, (7). — Kačinskij N. A.: O půdní struktuře, některých jejích vlastnostech a diferenciální pórovitosti. Počvovědění, Moskva 1947, (8). — Könnécké G.: Význam předplodin při sestavování osevních postupů. ČSAZV, Zemědělství v zahraničí, ročník VII, č. 1, Praha 1957, (9). — Kvaracchelia N.: Mechanismus vzniku půdní struktury vlivem mnoholetých trav v podmínkách vlhkého subtropického pásma Zakavkazka. Počvovědění č. 11, Moskva 1951, (10). — Novák V. dr.: Stálost půdních agregátů ve vodě v moravských půdách. Sborník ČAZ, zvláštní otisk, sborové zasedání ČAZ, Praha 1942, (11). — Paramzin I. I.: Rumjancev V. I., Šurygin A. P.: Dynamika půdní struktury v osevním postupu a o nesprávnosti teorie zpracování půdy a nesprávný její výklad. Počvovědění č. 4, Moskva 1952, (12). — Rodinovskij F. K.: Úloha mnoholetých travních směsek a jejich komponentů na tvorbu půdní struktury. Počvovědění č. 1, Moskva 1952, (13). — Sergejev A. G.: Vliv vojtěšky a víčence na pevnost půdní struktury v podmínkách závlah. Počvovědění č. 12, Moskva 1955, 14. — Tjaglo G.: Podstata a význam půdní struktury. ČSAZV, Za socialistické zemědělství, č. 11, Praha 1953, (15). — Tjaglo G.: O půdní struktuře. Vědecké práce Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Ruzyni, 1955, (16). — Tjulín A. F., Korobkina A. V.: Různé vlastnosti pevných půdních agregátů, závislých na skupinovém složení druhových

částic menších než 0,01 mm. Počvověděníje č. 3, Moskva 1950, (17). — Uhrecký I., Zvanovec V.: Pokusy s vojtěškotrávami a sledování jejich vlivu na vytváření strukturnosti půdy. Sbor. VÚZ v Brně, č. 4, 1954, (18). — Vilenskij D. G.: Agregace půdy, její theorie a praktické použití. Moskva 1945, (19). — Vilenskij D. G.: Pevnost a soudržnost půdní struktury. Počvověděníje, 5/6, Moskva 1947, (20). — Višňjakova N. M.: Srovnávací hodnocení metod pro určování makroagregátního stavu půdy. Doklady Vsesvazové Leninovy zemědělské akademie, č. 8, 1951, (21). — Zacharčenko I. G.: K metodě sledování pevnosti půdní struktury. Počvověděníje č. 1, Moskva 1956, (22). — Godlin N. M., Zacharčenko I. G.: Rychlost rozkladu posklizňových zbytků mnohaletých trav a jejich vliv na složení a vlastnosti černozemní půdy. Počvověděníje č. 9, Moskva 1952, (23). — Vinokurov M. A., Kudrjavceva A. P.: Správné využití drnu mnohaletých trav jako prostředku ku zvýšení úrodnosti nečernozemních půd. Počvověděníje č. 12, Moskva 1955, (24). — Čižeskij M. G., Kosinskij V. S.: Vliv vojtěškotrávních směsek na zlepšení půdní struktury v severozápadní oblasti kavkazské černozemě. Počvověděníje č. 4, Moskva 1952, (25).

К вопросу изучения структурообразующего процесса при севооборотах на черноземе и слабо-оподзоленной почве

В рамках выполнения научно-исследовательского задания «Чередование культур в севооборотах», влияния чередования культур на изменения структурообразующего процесса, было установлено несколько основных данных:

1. Были установлены культуры, после которых почва в структурном отношении остается в хорошем состоянии.
2. В структурообразующем процессе в черноземной почве (Либлице) проявлялось увеличение количества водоупорных агрегатов, всегда в направлении к нижнему пахотному слою.
3. В почвообразующем процессе песчано-суглинистой слабо-оподзоленной почвы (Валечов) водоупорные агрегаты в большинстве случаев группировались преимущественно во втором пахотном слое, т. е. на глубине 17 см. Это состояние было обусловлено большим содержанием гумусообразующей массы в этом втором пахотном слое.
4. Культуры, выращиваемые два или три раза подряд, больше всего разрушают структурное состояние почвы.
5. Корнеклубнеплоды (сахарная свекла, картофель) разрушают структуру почвы больше, чем зерновые культуры.
6. Люцерновые травосмеси, клеверные травосмеси и красный клевер оказались культурами с очень положительной функцией в структурообразующем процессе, так как они больше всего улучшали структуру почвы, как в количественном так и в качественном отношении.
7. Далее были получены важные данные о способности песчаной почвы образовывать агрегаты под влиянием различных культур.
8. Было установлено качество почвенных агрегатов. Агрегаты величиной более 1 мм обеспечивают более продолжительную устойчивость хорошей структуры почвы.
9. Результаты нашего обследования настолько достоверны, что на основании их можно составить целесообразную систему чередования культур, предшественников и последующих культур.

Die Erfahrungen aus der Verfolgung des strukturbildenden Prozesses in den Saatfolgen auf der Schwarzerde und auf dem mäßig podsoliierten Boden

In der Forschungsaufgabe „Die Fruchtfolgen“, d. i. der Einfluß der Fruchtfolge auf die Änderungen des strukturbildenden Prozesses, wurden einige Grundkenntnisse gemacht.

1. Es wurden Früchte festgestellt, welche den Boden in einem guten Strukturzustande hinterlassen und von Pflanzen, die diese Fähigkeit nicht besitzen, unterschieden.

2. In einem strukturbildenden Prozeße der Schwarzerde (Liblice) erscheint ein Zuwachs der wasserfesten Aggregate in der Richtung zum Ackeruntergrund.

3. In einem strukturbildenden Prozeße der sand-tonigen mäßig podsolierten Erde (Valečov) wurde die Gruppierung der wasserfesten Aggregate in meisten Fällen in der zweiten Ackergrundschichte größer, d. i. aus der Tiefe von 17 cm. Dieser Zustand wurde durch eine größere humusbildende Substanz bedingt und zwar in dieser zweiten Tiefe des Ackerbodens.

4. Die zweimal oder dreimal hintereinander gepflegten Früchte zerstören den Strukturzustand des Bodens am meisten.

5. Die Hackfruchtkulturen (Zuckerrüben und Kartoffeln) zerstören die Bodenstruktur mehr als die Halmfrüchte.

6. Die Luzerngras-Gemenge, Kleegrasmischung und der Rotklee erscheinen als Früchte mit einer sehr positiven Funktion im strukturbildenden Prozeße, d. i. sie haben am meisten die Bodenstruktur, was die Menge und Qualität anbelangt, verbessert.

7. Ferner wurde eine wichtige Erkenntnis über die Aggregationsfähigkeit des Sandbodens unter der Wirkung verschiedener Früchte gewonnen.

8. Es wurde die Qualität der Bodenaggregate festgestellt. Die Aggregate in der Größe von über 1 mm sichern eine längere Haltbarkeit eines guten Bodenstrukturzustandes.

9. Die Ergebnisse unserer Forschung sind so weit nachweisbar, daß man auf deren Grund eine geeignete Folge von Früchten, Vorfrüchten und Nachfrüchten zusammenstellen kann.

Půdoznalecké výzkumy v oboru travoplní soustavy zemědělství

3. Zpráva o studiu kořenových systémů monokultur semenných trav

**Почвоведческие исследования в рамках изучения травопольной
системы сельского хозяйства**

3. Сообщение об изучении корневых систем многолетних монокультур семенных трав

Pedological Researches in the Line of the Travopolye agricultural System

3. Report of a Study of Root Systems of perennial Monocultures of Seed-Grasses

**Die bodenkundigen Forschungen im Studiumgebiet von Futtergrasanbausystem
der Bodenkultur**

3. Der dritte Bericht über das Studium der Wurzelsysteme der vieljährigen Monokulturen der Samengräser

D., Grigorij TJAGLO

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, půdoznalecké oddělení, Praha — Ruzyně

Předložil dopisující člen ČSAZV dr. inž. Stanislav Najmr

Úvod

Zvyšování úrodnosti půdy je soubornou otázkou spadající hlavně do půdoznalství a rostlinné výroby. Podstatou zúrodnování půdy je komplex opatření, který vyplývá z místních poměrů. Spadá sem na příklad podryvání, prohlubování, zhutňování půdy, zvyšování obsahu humusu, vytváření a zpevňování drobtovité struktury, zajišťování půdní vody, atd. V přírodním zvyšování úrodnosti půdy ve smyslu učení Dokučajeva, Kostyčeva a Viljamse má nepochybný význam travoplní soustava zemědělství.

Viljamsova travoplní soustava zemědělství má být uzpůsobena podnebním, půdním a výrobním poměrům. Podstatným z jejích článků je dvojí oseední postup: hlavní a pícninářský. Vhodné jetelovinotravní směsky ovlivňují samovolně strukturotvorný a humusotvorný proces a jestliže jejich složení odpovídá krajovým poměrům, jsou vydatným pomocníkem zemědělce.

Současná problematika tohoto článku TSZ u nás spočívá zejména ve vyřešení tří základních otázek. Jsou to:

1. volba vhodných komponentů trav ve směsi s motýlokvětými rostlinami, jež by dobře vyhovovaly místním půdně-klimatickým poměrům,
2. početnost komponentů,
3. jejich vzájemný procentický poměr ve směsce.

Úspěšné řešení zmíněných otázek těsně souvisí se zlepšením dvou základních faktorů ovlivňujících půdní úrodnost. Je to rozmnožení humusotvorného mate-

riálu a vytvoření a udržování drobtovité struktury půdy. Proto je třeba studovat nejen vliv travních směsek s motýlokvětými rostlinami, nýbrž i vliv monokultur mnoholetých trav a vliv monokultur jetelovin na zúrodnění půdy, a to na výrobně důležitých genetických půdních typech.

Z půdoznaleckého hlediska má sledování vývoje a množství kořenové hmoty, zanechávané v půdě kulturními travami a jejich směskami, další interesy. Tak se na příklad studuje:

1. vliv procentického zastoupení komponentů v travní směsce na množství posklizňových zbytků,

2. mohutnost kořenového systému různých motýlokvětých rostlin a trav ve směsi na různých půdách,

3. hloubka zakořeňování komponentů travní směsky a jejich účinek na půdotvorný proces,

4. způsob zapojení kořání hlavního, bočního a vlásečného v jednotlivých horizontech půdního profilu a jeho účinky na drobení půdní hmoty,

5. odolnost odumřelého kořenového systému ve smyslu jeho rozložitelnosti (mineralizace),

6. množství za vegetační doby odumřelé kořenové hmoty a její poměr k celkovému množství kořenové hmoty,

7. množství nejdůležitějších biogenních elementů v kořenové hmotě, zejména dusíku,

8. vliv jetelovinotravních směsek na zvýšení výnosů první následné plodiny.

Znalost hlavních vlastností kořenových systémů jetelovin a trav usnadňuje a dává pokyny pro správné hodnocení zúrodnovacích účinků jetelovinotravních směsek.

Práce uvádí výsledky studia několika leguminóz a polních kulturních trav, jimiž se po řadu let zabýval šlechtitel inž. J. Kolář na výzkumné a šlechtitelské stanici v Měšicích u Tábora i jiných místech táborského okresu. Vedoucí oddělení dr. Stanislav Najmr vědom toho, že v Kolářově sortimentu trav a pícnin je cenný a po leta sledovaný materiál, zorganizoval a zajistil v letech 1953 a 1954 mimo plán průzkum pokusných ploch a odběr kořenových systémů nejdůležitějších leguminóz a trav měšického pěstění. Byly vyňaty četné monolity, na ústavní vypalovací stanici byly podle naší metody izolovány kořenové systémy včetně průvodních složek kořenové hmoty, čištěny, preparovány a rozborovány.

Hlavní z výsledků jsou předmětem tohoto sdělení. Vzhledem k tomu, že se jedná o pícniny sledované měšickou stanicí po více let, z nichž některé po stránce kořenové hmoty byly až doposud neznámé, pokládáme tuto práci za další užitečný příspěvek k otázce zúrodnění půd přírodními cestami.

Stručná půdoznalecká charakteristika pokusných pozemků v Měšicích u Tábora

a) Klimatické poměry

Území katastru obce Měšice spadá do oblasti s průměrnou roční teplotou 7–8° C. Lednová průměrná teplota činí 0° C, průměr letních teplot je nad 15° C. Ovzdušné roční srážky činí podle dlouhodobého průměru 600–700 mm. Ve vegetačním období obilovin, tj. v dubnu až červenci, spadne zde 263 mm vody, ve vegetační době okopanin (duben až září) 396 mm vody. Při normálním průběhu povětrnosti se dostává polním plodinám dostatek vláhy. Vegetační doba zde trvá průměrně 200 dnů.

b) Terénní poměry

Pozemky bývalé výzkumné stanice zemědělské leží v nadmořské výšce 420 až 430 m. Mají mírný spád na východ, vyskytují se zde mírné prolákliny. Od severu jsou ohraničeny lesem poněkud výše položeným.

c) Geologické poměry

Podkladovou horninou zdejších půd jsou vrstvy krystalických břidlic, v nichž převládá biotitická pararula. Rozpadla se a zvětřela do poměrně velké hloubky. Není na ní mělkých půd. Vyskytují se zde též nejmladší uloženiny holocenové. Průběh zvětrávacího procesu nebyl dokončen, a proto se v půdním profilu nacházejí štěrkovité zbytky mateční horniny.

d) Půdní poměry

Pokusná plocha spadá k starým orným půdám, které jsou po dlouhou dobu používány, a proto doznaly určitých vývojových změn. Původem se jedná o půdy mírně podzolované. Znaky podzolizace vlivem kultivace a prohlubování orby pozvolna zanikají. Ornice má hloubku nad 25 cm.

Na pokusném pozemku bylo vyhloubeno šest hlavních kopaných sond do hloubky 100 cm, odebrány půdní vzorky pro zrnitostní a agregátové rozborů a posouzení hlavních vlastností pokusného pozemku.

I.

Hloubka odběru cm	Kategorie zrna v procentech				Texturní podíl větší 2 mm %
	I.	II.	III.	IV.	
0–10	39,61	21,22	10,93	28,24	2,86
10–20	36,71	20,89	12,51	29,89	1,97
20–30	43,59	18,37	9,85	28,19	2,59
30–40	52,79	17,90	7,65	21,66	4,19
průměr	43,18	19,60	10,23	26,99	2,90

V rozborové tabulce I. jsou uvedeny průměrné hodnoty zrnitostního složení půdní vrstvy do 40 cm a průměrný obsah texturního podílu velikosti nad 2 mm.

Podle těchto rozborových čísel se ornice jeví jako zemina hlinitá, kdežto spodina jako zemina jílovito-hlinitá (iluvialní horizont), která zasahuje do hloubky 60 až 80 cm. Vrchní půdní vrstva do hloubky 40 cm obsahuje jílovitého podílu (zrno menší než 0,01 mm) průměrně 43 % a texturního podílu nad 2 mm průměrně 2,9 %. Podle morfologického posouzení půdního profilu do hloubky 100 cm a posouzení půdotvorných činitelů lze půdu pokusných ploch v Měšicích charakterizovat stále ještě jako půdu mírně podzolovanou.

e) Struktura půdy

Při vyjímání kořenových systémů sledovaných porostů byl zjišťován současný strukturní stav půdy do hloubky 40 cm. Na ploše po osmiletých porostech vojtěšky seté a hybridní bylo stanoveno 30 % vodostálých makroagregátů. Po pětiletých porostech víčence a štírovníku bylo stanoveno 25 % až 29 % vodostálých agregátů.

Pětileté porosty ovsíku vyvýšeného a kostřavy luční vytvořily strukturní stav, který odpovídal v době před jejich zaoráním 22 0/0 až 27 0/0 vodostálých makroagregátů. V lepším strukturním stavu zanechal půdu pětiletý porost bojínku lučního; bylo stanoveno 42 0/0 vodoodolných makroagregátů (průměrná hodnota do hloubky 40 cm). Ostatní monokultury semenných trav vykazovaly po strukturotvorné stránce velmi podobný účinek jako bojínek luční.

Část všeobecná

Kulturní trávy dělíme na vytrvalé a na krátkodobé. Vytrvalé dospívají do plné produktivity teprve ve druhém, někdy i třetím roce, udržují si pak svou produkční schopnost podle stanoviště po více let. Krátkodobé trávy skýtají vysoké výnosy již v prvním roce, pak jejich výnos klesá, odumírají a z porostů mizí. Podle vzrůstu dělíme trávy na vysoké a nízké a co do plošného rozložení na půdě na trsovité a výběžkaté.

K travám vysokým náleží:

srha laločnatá	sveřep bezbranný
ovsík vyvýšený	sveřep vzpřímený
ovsík žlutavý	jílek italský
kostřava luční	psárka luční
bojínek luční	lesknice rákosovitá atd.

K travám nízkým náleží:

psineček bílý	lipnice obecná
kostřava červená	pohanka hřebenitá
jílek anglický	lipnice luční aj.
lipnice úrodná	

Výběžkaté druhy mohou vytvořit buď výběžky podzemní, jako lipnice luční, kostřava červená nebo nadzemní, jako lipnice obecná. Jedině první skupina je v porostu vítána, neboť nadzemní výběžky zavinují zplstnění porostů a tím utlačení jiných druhů.

Tyto jednoduché charakteristiky uvádíme proto, že jmenované trávy jsou předmětem našeho studia. Sledovali jsme způsob zakořeňování, vlastnosti a znaky kořenového systému, množství kořenové hmoty v různých hloubkách půdního profilu, množství posklizňových zbytků atd.

Výzkum zakořeňování byl konán v letech 1953 a 1954 na pokusném poli v Měšicích u těchto leguminóz a trav:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. vojtěška hybridní — 8letá | 4. vičenec setý — 5letý |
| 2. vojtěška setá — 8letá | 5. štirovník obecný — 5letý |
| 3. vojtěška chmelová — 2letá | |

Mnoholeté trávy:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 6. kostřava červená — 5letá | 11. kostřava luční — 5letá |
| 7. srha laločnatá — 5letá | 12. bojínek luční — 5letý |
| 8. ovsík žlutavý — 5letý | 13. sveřep bezbranný — 5letý |
| 9. jílek anglický — 5letý | 14. lipnice úrodná — 5letá |
| 10. ovsík vyvýšený — 5letý | 15. psineček bílý — 5letý |

K agrotechnice pěstování monokultur semenných trav buďtež uvedeny jen hlavní údaje.

Předplodinou vojtěšky hybridní a vojtěšky seté v roce 1946 byla ozimá směska sestávající z ozimého žita a ozimé vikve. Základní dávky umělých hnojiv před setím: N 40 kg/ha, P₂O₅ 100 kg/ha, K₂O 120 kg/ha. Způsob setí: vojtěška seta do řádků na 50 cm bez krycí plodiny. Hnojení na sedm vegetačních období činilo: 140 kg/ha, N 700 kg/ha P₂O₅, 830 kg/ha K₂O.

Vojtěška chmelová ze Slap u Tábora

Základní dávka hnojiva v roce 1953: superfosfátu 250 kg/ha, draselné soli 40 % 200 kg/ha. Způsob setí: vojtěška chmelová seta do řádků na 40 cm.

Vičenec setý

Základní dávka hnojiva v roce 1949: 40 kg/ha N, 70 kg/ha P₂O₅, 200 kg/ha K₂O. Způsob setí: vičenec set do řádků na 50 cm bez krycí plodiny. Hnojení po dobu čtyř vegetačních období: 20 kg/ha N, 280 kg/ha P a 360 kg/ha K.

Štírovník obecný

Základní hnojení: 40 kg/ha N, 70 kg/ha P₂O₅, 80 kg/ha K₂O. Štírovník set do řádků na 40 cm bez krycí plodiny. Hnojení po dobu čtyř růstových období: 20 kg/ha N, 240 kg P₂O₅, 280 kg K₂O.

Mnoholeté trávy

Základní hnojení v roce setí (1948): 40 kg/ha N, 80 kg/ha P₂O₅, 120 kg/ha K₂O. Způsob setí: trávy sety do řádků na 40 cm bez krycí plodiny.

Srha laločnatá byla seta do řádků na 50 cm a kostřava červená výběžkatá na 75 cm. Hnojení v době vývojových let: 180 kg/ha N, 440 kg/ha K₂O, 280 kg/ha P₂O₅.

Část experimentální

Vojtěška hybridní osmiletá (*Medicago media*) byla vyšlechtěna křížením (přirozeným nebo umělým) s vojtěškou modrou (*Medicago sativa*) a se žlutou, divoce rostoucí (*Medicago falcata*).

Pro studium způsobu zakoreňování hybridní vojtěšky a výzkum obohacení půdy kořenovou hmotou jsme vyjmuli v roce 1954 čtyři půdní monolity velikosti 40 × 40 × 100 cm. Odběr půdních monolitů byl vykonán osmáct dní po první senesci. Ze zmíněného počtu monolitů byl jeden odebrán i s nadzemními částmi vojtěšky, která v té době měla již výšku 35–40 cm. Vojtěška hybridní jako semenná monokultura byla pěstována v řádcích na 50 cm. Jednotlivé krčky vojtěšky byly v řádcích od sebe vzdáleny 3–5 cm. Půdní monolit obsahoval rostliny jen jednoho řádku, v němž bylo průměrně po 11 kulových kořenech (11, 11, 15 a 6 kořenů).

Vyplavování kořenového systému z monolitu (obsahujícího i nadzemní části vojtěšky) trvalo 10–11 hodin. U ostatních monolitů trvalo vyplavování průměrně osm hodin. Vývoj kořenů vojtěšky hybridní na mírně podzolované hlinité až jílovito-hlinité půdě nebyl normální. Půda v hlubších vrstvách (40–50 cm) byla prostoupena hrubším stmeleným pískem, šterkem a většími kameny. Vývoj vojtěšky byl v suchých letech (1947–1954), což způsobilo, že její hlavní kořeny nebyly vyvinuté stejnoměrně. Některé části byly zpola odumřelé a nastávalo prosvětlování kořenového systému. Příčinu poměrně slabého a nestejnomyšerného vývoje kořenů vojtěšky hybridní lze těžko vysvětlit.

Vojtěška hybridní vyvíjí mnoho bočního kořání druhého řádu přímo v orniční vrstvě, které se rozprostírá ve vodorovném směru. Dále vyvíjí značné množství jemného vlásečného kořání jak v ornici (do 30 cm), tak i ve spodině z 80 cm až 100 cm i více. Vývoj většího množství vlásečného kořání v orniční vrstvě byl asi podmíněn malým množstvím deštových srážek za vegetace. Přeschlé podorničí zabránilo proniknutí kořenů do hloubky nad 30 cm. Zatím co v hloubce 80 až 100 cm, kde půdní profil měl větší vlhkost, bylo v této vrstvě i více jemného kořání než v sušší vrstvě mezi 40–80 cm, kde jich bylo poměrně nejméně.

Nepříznivé vlhkostní poměry se projevíly u této vojtěšky slabě vyvinutým a nestejnomyšerným křlovým kořáním, malou hloubkou zakořenořování a jeho předčasným odumíráním. Některé křlové kořeny měly v krčku průměr 2,5 až 3 cm, zatímco ostatní křlové kořeny byly poměrně vyvinuty slabě (obr. 1).

Hloubka zakořenořování rostlin závisí na půdních vlastnostech, tj. na uložení a prostupnosti půdních vrstev, jejich reakci, obsahu živin atd. V našem případě křlové kořání vojtěšky hybridní těžce pronikalo suchými a stmelenými spodinami půdního profilu. Jemné kořání pronikalo puklinami až do jednoho metru a tam i v nepatrných trhlinách spodiny vyvíjelo spleť téměř bezbarvého, velmi jemného vláknitého kořání, podobného vláknům mycelia hub. Křlové kořeny vojtěšky rok do roku tloustnou, mohutní a tvoří pak mohutný krček, který se zvětšením objemu křlového a bočního kořání je vtahován do ornice asi na 5 cm. V tomto krčku jsou spící pupeny, ze kterých se vyvíjejí nové výhonky, které podněcují vývoj nového kořání. Proto čím více je krček vtahován do půdy, tím je vojtěška odolnější vůči mrazům a mechanickému poškození.

Množství kořenové hmoty bylo vypočítáno v poměru ke čtyřem půdním monolitům, pak přepočítáno na 1 m² a na plochu jednoho hektaru a stanoven průměr do hloubky jednoho metru. Zastoupení jednotlivých složek kořenové hmoty v q/ba a v procentech udává tabulka II.

Průměrné zastoupení jednotlivých složek:

1. strnisková a nadzemní část číní	34,12 q/ba	19,90 %
2. křlové kořeny vojtěšky	114,54 q/ba	61,48 %
3. úlomky jemného kořání	4,10 q/ba	2,36 %
4. jemné zbytky ústrojně hmoty kořání	30,31 q/ba	16,26 %
celkem	183,07 q/ba	100,00 %

Z přehledu vyplývá, že půdní monolity obsahovaly velmi rozdílné množství organické hmoty. Její množství se pohybovalo v mezích 138 až 251 q/ba. Je zřejmé, že čtvero opakování bylo žádoucí a výsledky zpřesnilo. Odvozený prů-

Při vyjímání kořenových systémů vojtěšky hybridní a mnoholetých trav a jejich vyplavování byly natočeny Československým státním filmem záběry pro vědecko-populární film pod názvem „Tajemství půdního monolitu“.

Frakce kořenové hmoty	Kořenová hmota obsažená v monolitech							
	č. 1		č. 2		č. 3		č. 4	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková a nadzem. hmota	25,78	10,25	31,05	19,77	42,76	22,79	36,91	26,78
2. kůlové kořeny	169,90	67,60	97,26	62,55	118,35	63,08	72,65	52,71
3. úlomky jemného kořání	4,69	1,87	3,52	2,56	4,68	2,49	3,51	2,55
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	50,97	20,28	23,67	15,22	21,84	11,64	24,76	17,96
celkem	251,34	100,00	155,50	100,00	187,63	100,00	137,83	100,00

měr (bezvodé) kořenové hmoty činil 183 q/ha. Přílišná rozdílnost v množství kořenové hmoty v jednotlivých půdních monolitech svědčí o nestejném vývoji hybridní vojtěšky. Nápadná shoda byla v množství úlomků jemného kořání, a to u monolitu 1 a 3 a u monolitu 2 a 4. Úlomků bylo poměrně málo, což svědčí o pečlivém postupu při vyplavování kořenových systémů.

Bylo stanoveno malé množství humifikujících zbytků kořenové hmoty (16,26 ‰). Tato jemná kořenová hmota má velký význam pro zvýšení hektarových výnosů první následné plodiny, neboť obsahuje více biogenních prvků — hlavně dusíku — než sama půda. Rychle se rozkládá a poskytuje pohotovité živiny následné plodině. Humifikující organická hmota zlepšuje vodní režim půdy, zejména zasakování, vzlinání a udržování vhodného stupně vláh.

Jelikož v kořenové hmotě vojtěšky hybridní je málo humifikující hmoty, nelze očekávat její podstatný vliv na první následnou plodinu. Rozklad hlavního kůlového kořání má i za příznivých biologických podmínek pomalejší průběh než jemných zbytků ústrojné hmoty kořenové. Proto se jeho vliv projeví teprve při druhé následné plodině.

Osmiletá hybridní vojtěška obohatila půdu o 0,46 ‰ kořenovou hmotou. Zvýšila obsah veškeré ústrojné hmoty v ornici asi na 2,5 ‰. Kořenová hmota obsahuje i značné množství živin v organické formě.

Chemická skladba kořenové hmoty vojtěšky hybridní:

uhlík C — 43,16 ‰	vápník CaO — 0,490 ‰
dusík N — 1,428 ‰	hořčík MgO — 0,589 ‰
železo Fe ₂ O ₃ — 0,092 ‰	draslík K ₂ O — 0,679 ‰
hliník Al ₂ O ₃ — 0,359 ‰	sodík Na ₂ O — 0,343 ‰

Jemné zbytky kořenové hmoty (mladá humifikující hmota) obsahují:

uhlík C — 28,75 ‰.	dusík N — 2,43 ‰.
--------------------	-------------------

Množství hlavních živin v q/ha: N v kořání 164 kg, v jemné hmotě 74 kg, celkem 238 kg, CaO 56 kg, MgO 67 kg, K₂O 78 kg, P₂O₅ 52 kg. Vojtěška hybridní zanechala v kořenové hmotě 88,42 q/ha, v jemných zbytcích ústrojné hmoty 15,04 q/ha, celkem asi 103,46 q/ha humusotvorné hmoty.

Obohacení půdy dusíkem bylo sice vydatné, je však otázkou, zda je úměrné počtu vegetačních period ve srovnání s jeho množstvím v materiálech původem z jiných půd. Je zřejmě v souvislosti s chemizmem této podzolované půdy a jejím

nedostatečným vápněním. Draslíku a kyseliny fosforečné bylo stanoveno nepatrné množství. Množství živin obsažených v kořenové hmotě svědčí o nepříznivých stanovištních i vývojových podmínkách pro vojtěšku. Je zřejmé, že hybridní měšická vojtěška je velmi přizpůsobivá půdním poměrům. Po této stránce vyniká nad ostatními odrůdami.

III. Výnosy suché hmoty (sena) přepočítané na q/ha

	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	Součet	%
	q/ha									
I. seč	—	70,2	73,6	81,7	102,0	112,2	79,6	76,0	595,3	85,0
II. seč	48,0	39,3	37,9	42,5	36,6	42,0	38,6	—	285,0	40,7
součet	48,0	109,5	111,5	124,2	138,6	154,2	118,2	76,0	880,3	125,7

Vojtěška hybridní dala největší množství sena v šestém růstovém roce, a to 154,2 q/ha . V dalších letech výnosy klesaly. Již průměrnou sklizní suché píce (126 q/ha sena) byla odnášena z půdy značná kvanta živin. Pokles produkce nadzemní hmoty v sedmém a osmém růstovém roce nastal pravděpodobně též vyčerpáním a biologickou únavou půdy. Živiny, které byly přidávány ve formě minerálních hnojiv, byly nejen zcela spotřebovány, nýbrž i doplňovány i z minerálních zásob půdy. Nutno však podotknout, že hnojivé dávky koncentrovaných hnojiv, jichž bylo používáno při osmiletém růstu hybridní vojtěšky, nebyly sestavovány v harmonickém poměru, nýbrž podle hrubého odhadu.

Vojtěška setá osmiletá (*Medicago sativa*)

Vojtěška setá byla pěstována na téže půdě (honu) jako vojtěška hybridní. Pokusné plochy těchto vojtěšek sousedily. Kromě toho byla vyseta pozorovací plocha, na níž se v řádcích střídaly obě vojtěšky. Kromě porovnávání vývoje a výnosů obou těchto vojtěšek na mírně podzolované půdě byla zjištěna hloubka zakořeňování a obohacení půdy kořenovou hmotou (posklizňovými zbytky). Pro tento účel byly vyjmuty tři půdní monolity velikosti 40 × 40 × 100 cm. Odběr byl vykonán v srpnu 1954.

Vojtěška setá byla jako semenná monokultura pěstována v řádcích na 50 cm. Vzdálenost rostliny v řádcích byla asi 2—3 cm. Půdní monolity obsahovaly řadu rostlin v řádku a bylo v nich 15—18 kulových kořenů.

Vojtěška setá jako rostlina hluboko kořenicí má požadavky nejen na svrchní vrstvy půdy, nýbrž i na spodinu. Spodina má být dobře prostupná a nezamokřená. Mladé rostliny se vyvíjejí a dobře zakořeňují při půdní vlhkosti asi 70—80 % absolutní vodní jímavosti. Daří se na půdách těžších a lehčích, obsahujících dostatek vápníku a netrpících podmačením. Na podnebí je vojtěška nenáročná, snáší dobře i dlouhotrvající zimu i velké mrazy (starší kultury).

Vojtěška setá se má sít na jaře, nejlépe do krycí plodiny, nikoliv současně s krycí plodinou. Sejeme-li vojtěšku současně s krycí plodinou, vývoj kořenového systému se zpožďuje a zůstává v zakrnělém stavu až do sklizně krycí plodiny. Za příznivých vlhkostních poměrů vojtěška dohání ztracený čas. Jsou-li vlhkostní poměry po žních nepříznivé, opoždí se ve vývoji, což se vyrovná až ve druhém

růstovém roce. Vojtěšku je též vhodné sít na jaře do meziřádků zaseté jařiny. Při tomto způsobu setí má větší prostor pro vývoj svých nadzemních a podzemních částí při dostatečném osvětlení klíčící rostlinky. Nesnáší krycí plodinu tak jako jetel červený nebo víčenec.

První vegetační rok vojtěšky ovlivňuje její vývoj v dalších letech. Na dobrých půdách hluboko zpracovaných, dobře zásobených živinami a při dostatečné vlhkosti v prvním vegetačním období hluboko zakořeňuje a vyvíjí dobře rozvětvený kořenový systém. Na takových půdách produkuje vojtěška mnohem více sena a větší množství kořenové hmoty než vojtěška v méně příznivých půdních a klimatických poměrech. Hlavní kulový kořen má velký průměr, dosahuje do velké hloubky, jeho krček bývá uložen 2–6 cm pod povrchem ornice. V periodách suchých let se vojtěšce lépe daří v kopcovitých krajích na půdách sorpčně dosycených, jsou-li hluboké a provzdušné.

Vývoj kořenové soustavy osmileté vojtěšky seté byl mohutný. Kulové kořeny byly vyvinuty stejnoměrněji než u vojtěšky hybridní. Boční větvení hlavních kořenů bylo téměř stejné jako u vojtěšky hybridní. Jemného vlásečného kořání měla jak v orniční vrstvě, tak i v ostatním půdním profilu méně než vojtěška hybridní. Ve stejných půdních a klimatických poměrech měla vojtěška setá větší počet kulových kořenů (o sedm kusů v monolitu), stejnoměrněji vyvinutých. Počet odumřelých kulových kořenů byl přibližně stejný jako u vojtěšky hybridní.

Neobvyklý způsob vodorovného větvení kulových kořenů v orniční vrstvě možno vysvětlit nepříznivými srážkovými poměry ve vývojovém období a jako následek křížení s vojtěškou hybridní. Forma kořenového systému vojtěšky seté je patrna z obr. 2.

IV. Výnosy sena (suché hmoty) přepočítány na q/ha u vojtěšky seté

	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	Součet	Ø
	<i>q/ha</i>									
I. seč	—	72,1	70,5	87,0	106,7	113,1	78,0	80,5	607,9	87,0
II. seč	49,5	40,0	38,0	41,3	35,6	40,2	41,0	—	236,1	33,7
součet	49,5	112,1	108,5	128,3	142,3	153,3	119,0	80,5	844,0	120,7

V. Zastoupení jednotlivých složek posklizňových zbytků v monolitech

Frakce kořenové hmoty	Kořenové systémy v půdních monolitech					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	<i>q/ha</i>	%	<i>q/ha</i>	%	<i>q/ha</i>	%
1. strnisková a nadzemní hmota	28,12	8,81	25,19	9,34	29,87	10,92
2. kulové kořeny	190,40	60,00	181,62	67,35	175,76	64,26
3. úlomky jemného kořání	2,92	0,91	3,52	1,30	2,34	0,86
4. jemné zbytky ústrojné hmoty půd	96,46	30,30	59,34	22,01	65,54	23,96
celkem	317,90	100,00	269,66	100,00	273,51	100,00

Z uvedených sklizňových údajů a ve srovnání se sklizněmi sena u vojtěšky hybridní je zřejmé, že vojtěška setá dala nejvyšší množství sena rovněž v šestém vegetačním období. V dalších letech i u ní výnosy sena klesaly. Ze srovnání vyplývá, že vojtěška setá dala ročně o 5 q/ha méně sena než vojtěška hybridní (125,7 a 120,7 q/ha).

Množství kořenové hmoty bylo vypočítáno z hodnot stanovených monolity obdobným způsobem jako u vojtěšky hybridní, tj. pro 1 m² a pro jeden hektar do hloubky jednoho metru.

Průměrné zastoupení jednotlivých složek posklizňových zbytků na ploše jednoho hektaru do hloubky jednoho metru:

1. strnisková hmota	27,72 q/ha	9,69 ‰
2. kulové kořeny	182,59 q/ha	63,87 ‰
3. úlomky jemného kořání	2,92 q/ha	1,02 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	73,78 q/ha	25,42 ‰
součet	287,01 q/ha	100,00 ‰

Z tabulky V vyplývá, že množství kořenové hmoty v jednotlivých monolitech nebylo tak rozdílné jako u vojtěšky hybridní. Rozdíly v množství celkové kořenové hmoty se zde pohybovaly v mezích 44–48 q/ha. Odvozený průměr bezvodé kořenové hmoty je zde 287 q/ha, kdežto u hybridní vojtěšky byl o 104 q/ha menší. Strniskových zbytků bylo po vojtěšce seté poměrně málo.

Podle průměrné hustoty zapojení porostů měla strnisková hmota činit asi 25 ‰ veškerých posklizňových zbytků. Zastoupení hlavních kořenů vojtěšky seté se procentuálně neliší dle jeho množství u vojtěšky hybridní (jen o 2,39 ‰). Avšak váhový rozdíl je značný (114,5 q/ha proti 182,5 q/ha). Úlomků jemného kořání bylo zde méně (1,18 q/ha). Jemných zbytků ústrojné hmoty zjištěno o 9 ‰ více a podle váhy o 43 q/ha více. Hromadění humifikujících zbytků kořenové hmoty bylo zde podle stáří vojtěšky poměrně slabé.

Vojtěška setá přes nepříznivé vývojové podmínky obohatila půdu ústrojnou hmotou o 0,7 ‰. Celkový obsah veškeré ústrojné hmoty vzrostl v půdě asi na 2,7 ‰, což je přibližně více o 25 ‰ než po vojtěšce hybridní.

Porovnání hospodářské výhody obou soret vojtěšek nelze vykonat zcela spolehlivě, neboť vojtěšky pěstované jako semenné kultury se liší od vojtěšek pěstovaných v travoplních osevních postupech. Rozdíl spočívá hlavně v obsahu nejdůležitějších biogenních prvků v nadzemní a podzemní hmotě. Krmná hodnota sena semenných kultur je zpravidla horší než kultur pěstovaných pro píce. Bylo proto žádoucí vyzkoušet pěstování hybridní vojtěšky ve směsce s mnohaletými travami v polních osevních postupech při souběžném pěstování vojtěšky seté s týmiž travami a ve stejných půdních podmínkách.

Podle způsobu zakořeňování vojtěšky hybridní se zdá, že ve směsi s mnohaletými travami obohatí více orniční vrstvu (do hloubky 25 cm) kořenovou hmotou než směska vojtěšky seté.

Vojtěška chmelová neboli tolíce dětelová (*Medicago lupulina*)

Byla původem z výzkumné a šlechtitelské stanice zemědělské ve Slapech u Tábora a sledována ve druhém růstovém roce. Byla seta v roce 1953 do řádků na 40 cm a pěstována na semeno. Seč byla v době semenné zralosti. Sklizeň suché hmoty při první seči ve druhém vegetačním roce (červenec 1954) byla poměrně nízká a činila asi 30 q/ha.

Po první seči byl odebrán půdní monolit (s kořenovou hmotou) velikosti $40 \times 40 \times 60$ cm. Po izolování kořenového systému bylo zjištěno, že jeden řádek této kultury obsahoval devatenáct kusů poměrně slabých kořenů. Hlavní kořeny vojtěšky chmelové pronikají do hloubky 100 cm i více; jejich barva je tmavohnědá. Vojtěška chmelová, sledovaná na pokusném poli ve Slapech, obohatila tamní hlinitou až jílovitohlinitou půdu asi o 73 q/ba ústrojně hmoty. Forma a vnější znaky kořenového systému vojtěšky chmelové jsou zachyceny na obrázku 3.

Zastoupení jednotlivých složek posklizňových zbytků na ploše jednoho hektaru do hloubky 60 cm bylo následující:

1. strnisková hmota	22,11 q/ba	30,30 %
2. hlavní kořeny	13,38 q/ba	18,36 %
3. úlomky jemného kořání	2,91 q/ba	3,99 %
4. jemné zbytky ústrojně hmoty	34,49 q/ba	47,32 %
celkem	72,89 q/ba	100,00 %

Z frakcí posklizňové zbytkové hmoty první místo zauímají jemné zbytky (47,32 %), druhé místo strnisková hmota (30,30 %) a teprve ve třetí řadě kořenový systém vojtěšky (18,36 %). Velké množství čtvrté frakce nasvědčuje tomu, že kořenová soustava i přesto, že není objemná, vytváří mnoho jemného vlásečného kořání, které rozmnožuje odumíráním a novým narůstáním čtvrtou frakci kořenové hmoty. Tato vlastnost vojtěšky chmelové může být významnou z hlediska zúrodnování půd při jejím použití ve směsi s vojtěškou setou, která v ornici do 30 cm vytváří poměrně málo jemného kořání.

Vojtěška chmelová roste divoce téměř v celé Evropě. Jako pícnina je otužilá a mrazy netrpí. V mokřích půdách snadno vyhyne. Pro rychlý vývoj lze ji též sít na zelené hnojení jako strniskovou plodinu.

Vičenec setý (*Onobrychis sativa*) pětiletý

Monokultura vičence (odrůda Višňovský) byla založena v roce 1949. Předplodinou byla mrkev. Seč byla v době semenné zralosti.

Pro získání dokladových čísel o zakořeňování vičence a o obohacení půdy jeho kořenovou hmotou byly vyjmuty na podzim roku 1953 tři půdní monolity s kořeny této pícniny. Porost byl v pátém vegetačním období. Jako semenná kultura byl pěstován v řádcích na 50 cm. V řádcích byly kúlové kořeny vzdáleny asi 2,5–3 cm. Půdní monolit 40×40 cm obsahoval po jednom řádku, ve kterém bylo průměrně po osmnácti kúlových kořenech.

Vičenec setý vyvíjí mohutný kořenový systém. Kořeny zasahují do hloubky 3 m i hlouběji. Kúlový kořen větvenovitěho tvaru má jednoduché větvení. Hlavní část jemného kořání se vyvíjí v orniční vrstvě a jde do hloubky asi 40 cm. V další vrstvě řídne a jeho množství pozvolna ubývá. Na srážky reaguje zpravidla tím, že v provlhlé ornici rychle vyvíjí další jemné kořání. Některé jeho kúlové kořeny vysílají v ornici kořeny vodorovného větvení.

Bylo zjištěno, že v průběhu pětiletého růstu některé kúlové kořeny odumřely a tak nastalo samovolné prosvětlování kořenového systému. Způsob větvení kořenů kúlových ve větších hloubkách je odvislý od povahy půdního profilu. V půdách štěrkovitých a kamenitých má vičenec vlnité kořeny, které nepronikají do velkých hloubek. Forma kořenového systému vičence je zachycena na obrázku 4 a forma kořenu jedné rostliny na obrázku 5. Barva kúlových kořenů je načervenalá, kdežto vlásečné kořání přechází do hnědého zabarvení.

Višecenec není náročný na půdu. Roste zvláště dobře na půdách bohatých vápníkem, mnohdy i na takových, na kterých se vojtěšce a jetelu červenému špatně daří. Nesnáší silně kyselé půdy s vysokou hladinou podzemní vody. Má dobré upotřebení na mělkých půdách, kde je spodinou hrubý rozpad vápence nebo opuky. Nevhodnými pro něj jsou půdy těžké, studené, málo vzdušné a málo propustné pro vodu. Vytrvalost višecence je značná a závisí na půdě. Na půdách kamenitých a vápnitých se udrží až dvacet let. Na dobrých orných půdách lze jej ponechat jen několik let.

Seje se bez krycí plodiny. Hnojení vyžaduje hlavně v prvním roce, aby dobře zakořeníl.

VI. Výnosy sena v q/ha

	1949	1950	1951	1952	1953	Součet	Průměr
	q/ha						
I. seč	—	14,0	92,5	84,0	65,3	255,8	63,7

Druhý užitkový rok dal největší sklizeň suché hmoty: $92,5 q/ha$. Průměr výnosů sena za čtyři vegetační období činil $64 q/ha$. Množství strniskové hmoty a hmoty kořenové bylo vypočítáno obvyklým způsobem, a to do hloubky 40 a 60 cm .

VII. Zastoupení jednotlivých složek kořenové hmoty v q/ha a procentech

Posklizňové zbytky	Posklizňové zbytky v půdních monolitech					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	$40 \times 40 \times 40 cm$		$40 \times 40 \times 40 cm$		$40 \times 40 \times 60 cm$	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková hmota	38,42	24,17	37,84	32,82	24,45	17,00
2. kulové kořeny	69,28	43,58	47,15	40,89	65,20	45,24
3. úlomky jemného kořání	5,23	3,29	4,66	4,04	6,40	4,44
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	46,04	28,96	25,65	22,25	48,01	33,32
celkem	158,97	100,00	115,30	100,00	144,06	100,00

Kořenová hmota višecence obsahovala příměs cizích kořenů (vojtěšky, přesličky aj.), které bylo nutno odstranit.

Průměrné zastoupení složek posklizňových zbytků v prvních dvou monolitech do hloubky 40 cm :

1. strnisková hmota		38,13 q/ha	28,50 %
2. kulové kořeny		58,22 q/ha	42,24 %
3. úlomky jemného kořání		4,94 q/ha	3,66 %
4. jemné zbytky ústrojné hmoty		33,85 q/ha	25,60 %
celkem		137,14 q/ha	100,00 %

Jemných humifikujících zbytků bylo po vičenci zjištěno poměrně málo, přesto, že bylo zjištěno dostatečné množství jemného kořání. Posklizňové zbytky pětiletého ligrusu zvýšily celkový obsah veškeré ústrojné hmoty v půdě přibližně o 0,37 ‰.

Protože chemická skladba kořene vičence není dobře známa, byl vykonán chemický rozbor popelu zbylého po spálení čisté kořenové hmoty. Kromě minerálií stanoven uhlík a dusík v průměrných vzorcích kořenové hmoty. Podíl, nazvaný jemné zbytky ústrojné hmoty, byl podroben jen částečně analýze a stanoven jen uhlík a dusík. Rozbor (analýzu vykonal M. Cikánek):

uhlík C — 41,80 ‰	hořčík MgO — 0,876 ‰
dusík N — 1,826 ‰	draslík K ₂ O — 1,066 ‰
železo Fe ₂ O ₃ — 0,109 ‰	sodík Na ₂ O — 0,188 ‰
hliník Al ₂ O ₃ — 0,339 ‰	kyselina fosforečná P ₂ O ₅ — 0,697 ‰
vápník CaO — 0,721 ‰	kyselina sírová SO ₃ — 0,588 ‰

Čtvrtá frakce posklizňových zbytků obsahovala:

uhlíku C — 28,26 ‰	dusíku N — 1,131 ‰
--------------------	--------------------

Podle chemického rozboru kořenové hmoty se vrátilo půdě v organické hmotě toto množství živin: P₂O₅ 44 kg/ba, K₂O 67 kg/ba, CaO 46 kg/ba, MgO 53 kg/ba. Dusíku v kořenech a v mladé humifikující hmotě 115 + 40, celkem 155 N kg/ba. Podle obsahu uhlíku ve 2., 3. a 4. frakci kořenové hmoty zůstalo jej v půdě asi 63 q/ba. K tomu se druží 155 kg dusíku.

Vičenec posuzován podle množství a kvality posklizňových zbytků má velký zúrodnovací účinek a po této stránce lze jej řadit mezi vojtěšku a červený jetel.

Štírovník obecný (*Lotus corniculatus*) pětiletý

Monokultura štírovníku obecného (odrůda Tábořský) byla vyseta v roce 1949 do řádků na 40 cm krycí plodiny.

Štírovník obecný vnikající křivolým kořenem hluboko do půdy, dovede si opatřit vláhu ze spodiny i v době úporného sucha, kdy trávy a jiné jeteloviny zasychají. V tomto směru se mu vyrovnají jen vojtěška a vičenec. Štírovník se vyznačuje vzdorností, proto v některých oblastech může nahrazovat jiné jeteloviny. Pro suché svahy, které chceme mít zatravněné, je nenahraditelný.

Štírovník je světomilná rostlina, proto v hustě zapojených travních porostech vzhledem k svému poměrně nízkému vzrůstu nemůže být plně uspokojen. Je velmi otužilý, snáší i drsné klima a tuhé, nepříznivé zimy. Dobře odolává nadměrnému mokru (nevymokává). Není náročný na půdu ani na teplo, dobře roste i na půdách, kde se nedaří vojtěška a jetel červený. Při holomrazech vymrzá teprve při — 20° C; je velmi odolný proti houbovým chorobám a zevním škůdcům. Uvedené vlastnosti vybízejí k tomu, aby mu byla věnována pozornost, zejména na půdách chudých.

VIII. Výnosy sena přepočítané na q/ha

	1949	1950	1951	1952	1953	Součet	Průměr
	q/ha						
I. seč		60,40	61,9	58,5	54,1	234,9	58,72
II. seč		—	29,7	26,8	25,0	81,5	20,37
celkem		60,40	91,6	85,3	79,1	316,4	79,00

Maximální sklizeň sena byla v druhém užítkovém roce (91,6 q/ha). Výnosy suché hmoty v dalších letech klesaly. Průměrné výnosy sena byly větší o 15,5 q/ha než u vičence setého.

Vliv štírovníku obecného na zúrodnění půdy kořenovou hmotou byl sledován odebráním tří půdních monolitů na podzim roku 1953. Dva byly velikosti 40 × 40 × 40 cm a jeden 40 × 40 × 60 cm. Každý monolit obsahoval po jednom řádku štírovníku.

Štírovník obecný vyvíjí méně objemný kořenový systém než vičenec. Kúlové kořání v orniční vrstvě bývá obvykle zmožnělé, zatím co v hlubších půdních vrstvách bývá slabší. V orniční vrstvě do hloubky 20 cm vytváří mnoho jemného kořání. Za příznivých půdních poměrů může zakořeňovat do značných hloubek. Ve větších hloubkách kúlové kořání přechází do jemně rozvětveného vlásečného kořání. Barva kúlového kořání je šedá, špinavá, zatímco vlásečné kořání má barvu spíše hnědou. V symbióze se štírovníkem žilo na měšické půdě více hlízových bakterií než s vičencem, čemuž nasvědčovala množství hlízek. Způsob zakořeňování štírovníku je uveden na obrázku 6 a 7. Množství kořenové hmoty bylo vypočítáno obvyklým způsobem, a to do hloubky 40 a 60 cm.

IX. Zastoupení jednotlivých složek kořenových systémů v q/ha a v procentech

Posklizňové zbytky	Kořenové systémy z půdních monolitů					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	40 × 40 × 40 cm		40 × 40 × 40 cm		40 × 40 × 60 cm	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková část	13,47	14,00	14,65	18,05	9,96	13,00
2. kúlové kořeny	49,78	51,57	44,51	54,83	41,58	54,40
3. úlomky jemného kořání	7,62	7,88	3,51	4,32	3,51	4,60
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	25,66	26,57	18,51	22,80	21,45	28,00
celkem	96,65	100,00	81,18	100,0	76,50	100,00

Menší množství kořenové hmoty v půdním monolitu č. 3 bylo způsobeno značným obsahem jemného kořání nezjištěného plevelu, jehož množství činilo kolem 14 % celkové váhy kořenové hmoty štírovníku. Tento plevel znemožnil normální vývoj kořání štírovníku.

Průměrné zastoupení složek organické hmoty prvních dvou systémů:

1. strniskové hmoty	14,06 q/ha	16,02 %
2. kúlových kořenů	47,14 q/ha	53,20 %
3. úlomků jemného kořání	5,56 q/ha	6,10 %
4. jemné humifikující rezky	22,09 q/ha	24,68 %
celkem	88,85 q/ha	100,00 %

Jemných humifikujících zbytků ústrojné hmoty bylo v této kultuře poměrně málo. Příčiny jsou podobné jak u vičence setého.

Kořenová hmota štírovníku pětiletého zvýšila celkový obsah veškeré ústrojné hmoty v půdě asi o 22 %. Chemické zúrodnění různými biogenními prvky uvádí

tabulka chemických analýz. Strnisková nadzemní hmota nebyla analyzována, nýbrž jen 2. a 3. frakce kořenové hmoty. U 4. frakce byly stanoveny pouze C a N.

Druhá a třetí frakce kořenové hmoty obsahovala:

uhlík C — 42,36 ‰	hořčík MgO — 0,552 ‰
dusík N — 2,737 ‰	draslík K ₂ O — 1,062 ‰
železo Fe ₂ O ₃ — 0,109 ‰	sodík Na ₂ O — 0,018 ‰
hliník Al ₂ O ₃ — 0,416 ‰	kyselina fosforečná P ₂ O ₅ — 0,911 ‰
vápník CaO — 0,818 ‰	kyselina sírová SO ₃ — 0,894 ‰

Čtvrtá frakce vykazovala obsah:

uhlík C — 35,25 ‰	dusík N — 1,573 ‰
-------------------	-------------------

Podle našich rozborů kořenová hmota zanechala v půdě toto množství hlavních biogenních prvků: CaO 43 kg/ba, MgO 29 kg/ba, K₂O 56 kg/ba, P₂O₅ 48 kg/ba, N v hlavním kořání 144 kg a v humifikujících zbytcích 35 kg, celkem 179 kg/ba. Hrubá kořenová hmota (2. a 3. frakce) štírovníku obecného obsahuje o 0,911 ‰ a jemná humifikující hmota o 0,442 ‰ více dusíku než táž frakce u vičence. Zvýšený obsah dusíku činil 24 kg/ba. Podle množství uhlíku ve 2., 3. a 4. frakci kořenové hmoty obsahovala by celkem 52 q/ba organické hmoty s obsahem 3,44 ‰ dusíku.

Štírovník podle schopnosti rozmnožovat organický půdní dusík se řadí mezi vojtěšku setou a vičenec.

Monokultury semenných trav (pětiletých)

Kostráva červená (*Festuca rubra*)

Vyskytuje se ve dvou formách, jako kostráva červená trsnatá a jako kostráva výběžkatá, která vytváří podzemní výběžky. Kostráva trsnatá je suchomilnější, výběžkatá je náročnější na vláhu, proto je častější ve vyšších polohách.

Kostráva červená výběžkatá je vytrvalá tráva nízkého vzrůstu. Její podzemní výběžky se rovnoměrně rozrůstají pod povrchem ornice. Z výběžků vyrůstají jemné kořínky hnědě zbarvené, které pronikají u starších kultur do hloubky 100 cm i více. Kostráva červená výběžkatá se ze všech našich trav vyskytuje nejhojněji. Na půdu není náročná, roste na půdách kyselých, vápenitých i zasolených. Výborně odolává mrazům, zejména po vytvoření husté drniny. Snáší dobře i drsné horské podnebí. V semenných monokulturách dává největší sklizeň sena ve druhém vegetačním roce.

X. Výnosy suché hmoty přepočítané na q/ha

1948	1949	1950	1951	1952	Součet	Průměr
q/ha						
50,5	60,5	53,0	50,0	41,0	255,0	51,0

Kostráva červená jako rostlina výběžkatá je méně vhodná do travních směsek s motýlokvetými rostlinami. Velmi snadno přemáhá a potlačuje ostatní komponenty směsky. Způsob a hloubka zakořeňování byly v roce 1952 zjištěny monolitovou metodou.

Kořenový systém kostravy červené vytváří v povrchu ornice hustou a pevnou spleť výběžků a vláknitého kořání. Z této kořenové spleti vyplavováním je velmi těžko oddělit zemité podíl tak, aby nebyla narušena struktura kořenů. Kořínky, pronikající do hloubky půdního profilu, jsou hnědé až světle hnědé. Pohled na druhou

vrstvu shora je na obrázku 8 a obrázek 9 znázorňuje hloubkový pohled na vláknité kořání.

Chceme-li zjistit u výběžkatých rostlin hloubku a způsob zakořeňování, je třeba odebírat velmi úzké, avšak do hloubky jdoucí půdní monolity, na příklad $10 \times 40 \times 60$ cm až 100 cm. Lze také vyjmout normální půdní monolit ($40 \times 40 \times 100$ cm) s kořáním výběžkatých rostlin, od něhož se po celé hloubce a šířce odřízne úzká část, která se pak samostatně vyplaví. Tímto způsobem získáme výstižný obraz zakořeňování výběžkatých rostlin.

Kostrava červená obohatila půdu ústrojnou hmotou za pětileté vegetační období celkem o 140 q/ha do hloubky 40 cm. Zastoupení jednotlivých složek kořenové hmoty bylo přibližně toto :

1. strnisková část	24,69 q/ha	17,58 ‰
2. kořínky trávy	69,37 q/ha	49,39 ‰
3. úlomky jemného kořání	13,25 q/ha	9,44 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	33,12 q/ha	23,59 ‰
celkem	140,43 q/ha	100,00 ‰

Srha laločnatá (*Dactylis glomerata*)

Patří k řídkotrsým vzrostným travám. Rychle roste, zabírá velkou plochu a utlačuje sousední druhy. Vytváří v povrchové části ornice husté a pevně trsy nebo kypré drniny. Má mohutně vyvinutý, do hloubky vnikající kořenový systém, čímž je možno vysvětlit velkou vzdornost vůči suchu. Roste i na vysychavých stanovištích, není vybíravá na kvalitu půdy. Vyskytuje se na lehčích i těžkých půdách. Reaguje citlivě zejména na dusíkaté hnojení. Na půdní reakci není choulostivá. Nejlépe se vyvíjí při slabé kyselosti a snáší i silnou kyselost pod 4 pH.

Kořenový systém se vyvíjí na počátku vegetace zvolna, pak rychle a v době zrání semene může dosáhnout i metrové hloubky. Vodivé kořání srhy je pevné, vlásečného kořání se netvoří mnoho. Odnožovací uzly se rozprostírají pod povrchem ornice, čímž se vysvětluje její menší odolnost proti mrazům.

Srha po seči rychle obrůstá, proto může být dobrým komponentem ve směsi s vojtěškou setou, pěstovanou na zavlažovaných půdách. Vlivem rychlého obrůstání snadno potlačuje v jetelovínotravních směskách ostatní travní komponenty.

Srha laločnatá jako semenná monokultura dala největší výnosy sena ve třetím vegetačním roce.

XI. Výnosy suché hmoty přepočítané na q/ha

1948	1949	1950	1951	1952	Součet	Průměr
q/ha						
75,0	80,7	86,7	77,4	52,0	371,8	74,4

V dalších vegetačních letech výnos suché hmoty zvolna klesal. Množství kořenové hmoty a způsob zakořeňování byly v roce 1952 sledovány monolitovou metodou. Monolit o velikosti $40 \times 40 \times 40$ cm obsahoval jen jednu řádku husté a pevně srostlých kořenů, jak je patrné z obrázku 10.

Svrchní část kořenového systému byla tak pevně srostlá, že bylo velmi těžko vyplavováním oddělit zemité podíl. Proto je třeba odebírat nejméně tři půdní mono-

lity, ze kterých by alespoň jeden byl rozčleněn na jednotlivé kořínky, čehož je třeba jak pro přesné stanovení suché kořenové hmoty, tak i pro její chemické analýzy. Měšická kultura srhy laločnaté obohatila půdu ústrojnou hmotou za pětileté vegetační období delkem asi 161 q/ha do hloubky 40 cm.

V tomto množství posklizňových zbytků jsou zastoupeny tyto frakce:

1. strnisková hmota	37,50 q/ha	23,26 ‰
2. kořeny trávy	71,87 q/ha	44,57 ‰
3. úlomky jemného kořání	7,50 q/ha	4,65 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	44,37 q/ha	27,52 ‰
celkem	161,24 q/ha	100,00 ‰

Čtvrté frakce kořenové hmoty (humifikující) zbylo po srze laločnaté malé množství (27,52 ‰). Celkové obohacení půdy ústrojnou hmotou ve srovnání s jinými travami bylo velmi vydatné.

Ovsík žlutavý (*Trisetum flavescens*)

Ovsík žlutavý je vytrvalá polovysoká tráva vytvářející řídké trsy. Snáší i nejdřsnější klima, daří se stejně dobře v polohách vysokých i nižších. Roste na půdách lehkých, těžších i bezvápených. Snáší dobře sucho, vlhko mu neškodí. Je rostlinou světlomilnou, proto se značně vyskytuje ve vyvýšených polohách. Je náročný na živiny, zejména na dusík. Nesnáší kyselé půdy, dobře roste na sorpčně dosycených půdách.

Ovsík žlutavý vytváří svazčitý kořenový systém. Hustá spleť tohoto kořání u pětiletého ovsíku žlutavého zasahovala do hloubky 30 cm, pak řídla. Do větší hloubky dosahují jednotlivé pevné kořínky, které mají jemné vlásečné kořání. Barva kořání je žlutavá.

Na povrchu ornice vytvořil ovsík žlutavý zpevněnou drninu, méně mohutnou než u ovsíku vyvýšeného. Forma kořenového systému je znázorněna na obrázku 11.

Ovsík žlutavý má převážně jemné kořání, a proto při vyplavování z půdního monolitu je třeba opatrnosti, aby velmi jemné vlásečné kořínky nebyly poškozeny a odtrženy od kořínků vyššího řádu.

Ovsík žlutavý obohacuje ornici do hloubky 30 cm velkým množstvím jemného kořání, které se v ní rychle rozkládá (mineralizuje) a uvolňuje obsažené rostlinné živiny. Je velmi dobrým komponentem jetelovinotravních směsek, v nichž velmi přispívá k tvorbě drobtovité struktury.

Ovsík žlutavý v monokultuře dal největší sklizeň sena ve třetím vegetačním roce.

Sklizně sena nebyly veliké a byly stejné jako sklizně kostřavy červené.

Pro posouzení zúrodňovacích účinků a způsobu zakořeňování byl koncem roku 1952 odebrán půdní monolit s jeho kořenovým systémem. Množství kořenové hmoty (posklizňových zbytků) bylo vypočítáno obvyklým způsobem a činilo celkem 124,86 q/ha.

XII. Výnosy suché hmoty přepočítané na q/ha

1948	1949	1950	1951	1952	Součet	Průměr
q/ha						
40,5	57,0	60,8	53,5	50,2	262,0	52,4

Celkové množství posklizňových zbytků (kořenové hmoty) se skládalo z těchto frakcí:

1. strnisková hmota	26,25 q/ba	21,02 ‰
2. kořeny ovsíku žlutavého	61,12 q/ba	48,95 ‰
3. úlomky jemného kořání	5,62 q/ba	4,50 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	31,87 q/ba	25,53 ‰
celkem	124,86 q/ba	100,00 ‰

Ovsík žlutavý lze zařadit k travám, které zanechávají velké množství posklizňových zbytků. Podíl připadající na odumřelou hmotu ve stavu humifikace je poměrně malý.

Jílek ozimý čili anglický (*Lolium perenne*)

Je to trsovitá tráva nízkého vzrůstu, jejíž životnost i na vhodných půdách je kratší než u jiných trav. Jílek anglický je rostlinou mírného podnebí, daří se i na půdě těžší a uléhavější, též na půdě zavlážená, avšak nesnáší spodní vodu; lehké a vysychavé půdy mu nesvědčí. Spolu s jílkem italským patří k nejchoulostivějším travám. Dlouhotrvající sněhový pokryv špatně snáší, velmi trpí vymrzáním a plísni sněžnou. Snáší časté sečení a spásání.

Kořeny jsou jemné, tmavě hnědé, svazčité, nepronikají hluboko do půdy. Odozovací oddenky jsou krátké. Kořenový systém jílku anglického rychle roste a již v prvním vegetačním roce přichází do plného rozvoje. Proto snadno potlačuje některé komponenty travních směsí.

Jílek anglický (táborský) dal v prvním vegetačním roce v monokultuře v měšických poměrech největší sklizeň sena a v tomto směru činil výjimku mezi ostatními sledovanými kulturními travami.

XIII. Výnosy suché hmoty v q/ha

1948	1949	1950	1951	1952	Součet	Průměr
q/ha						
62,0	58,6	46,2	45,0	30,7	242,5	48,5

Těto jeho vlastnosti lze využívat ve směsích pěstovaných na zelené hnojení a při zlepšování travních honů přísevem.

Ke studiu vlastností kořenového systému byl na pokusné ploše koncem roku 1952 odebrán půdní monolit velikosti 40 × 40 × 40 cm. Kořenový systém, jak jej podává obrázek 12, byl odebrán v blízkosti polní cesty, což mohlo mít nepříznivý vliv na jeho vývoj.

Stanovení celkového množství sušiny kořenové hmoty a její výpočet i zde byl vykonán stejným způsobem jako u předcházejících semenných trav. Její množství činilo 76,86 q/ba. Složky posklizňových zbytků byly zastoupeny v tomto poměru:

1. strnisková část	14,37 q/ba	18,61 ‰
2. kořeny trávy	20,62 q/ba	26,83 ‰
3. úlomky jemného kořání a plevelů	9,37 q/ba	12,18 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	32,50 q/ba	42,28 ‰
celkem	76,86 q/ba	100,00 ‰

V kořenové hmotě jílku anglického byla čtvrtá složka (humifikující) největší, zatímco druhá byla velmi slabě zastoupena.

Jako poznatek obecnějšího významu získaný při studiu zakořeňování kulturních trav bylo potvrzeno i u jílku anglického, že čím více obsahuje kořenový systém vlásečného kořání a čím je jemnější, tím více se vyskytuje jemných humifikujících zbytků (4. frakce).

Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*)

Je vysoká řídkotrsá tráva bez výběžků, náročná na půdu. Hlubokým zakořeň-
ním vzdoruje suchu, takže se daří i na vysychavých a lehkých půdách. Nesnáší vyšší
stupeň půdní kyselosti, na mrazy, zejména bez sněhového pokryvu, je velmi citlivý.
Roste dobře na slinovatkách a jiných vápnitých půdách. Ovsík vyvýšený vyžaduje
velmi dobré ošetření v porostu a hnojení. Hnojení dusíkem podporuje tvorbu ze-
lené hmoty, snižuje dřevnatost stébel, takže porost poléhá; je dobrou trávou nejen
pro louky trvalé, ale i louky dočasné a je vhodný pro vojtěškotravní směsky.

Ovsík vyvýšený jako semenná kultura poskytl největší výnosy suché nadzemní
hmoty ve třetím vegetačním roce.

XIV. Výnosy sena přepočítané v q/ha

1949	1950	1951	1952	1953	Součet	Průměr
q/ha						
74,5	86,0	98,0	72,0	52,5	383,0	76,6

Zjištění celkového množství kořenové hmoty, vytvořené ovsíkem obecným za
dobu pěti vegetačních let, bylo vykonáno na podzim roku 1953 třemi půdními mono-
lity velikostí $40 \times 40 \times 40$ cm a $40 \times 40 \times 60$ cm.

XV. Zastoupení jednotlivých složek posklizňových zbytků v q/ha a v procentech

Posklizňové zbytky	Kořenové systémy z půdních monolitů					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	$40 \times 40 \times 40$ cm		$40 \times 40 \times 40$ cm		$40 \times 40 \times 60$ cm	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková hmota	29,15	20,85	22,74	15,41	33,81	20,99
2. kořeny trávy	82,79	59,22	96,20	65,22	115,44	71,68
3. úlomky jemného kořání	4,66	3,33	12,82	8,70	6,42	3,98
4. jemné zbytky ústrojně hmoty	23,20	16,60	15,74	10,67	5,39	3,35
celkem	139,80	100,00	147,50	100,00	161,06	100,00

Průměrné zastoupení složek organické hmoty v prvních dvou monolitech:

1. strnisková část	25,95 q/ba	18,13 ‰
2. kořeny ovsíku	89,50 q/ba	62,22 ‰
3. úlomky jemného kořání	8,74 q/ba	6,02 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	19,47 q/ba	13,63 ‰
celkem	143,66 q/ba	100,00 ‰

Úlomků jemného kořání bylo zde stanoveno více než je běžné množství proto, že bylo třeba použít silného vodního stříku. Jemných zbytků ústrojné hmoty bylo v této kultuře relativně málo.

Ovsík vyvýšený vytváří mohutný svazčitý kořenový systém pronikající hluboko do půdy. V hloubce 60 cm řídne a na prostupné spodině sahá do hloubky 100 cm i více. Vlákňité kořínky vytvářejí mnoho jemného vlášení, které proplétá kořenový systém tak, že tvoří nerozpojitelnou hustou spleť. Mohutnost a pevnost kořenů ovsíku vyvýšeného přispívá vydatně k drobení půdní hmoty na hrudky, hrudečky a drobty příznivé velikosti. Na povrchu půdy zanechává pevnou drninu.

Barva kořenové soustavy ovsíku je žlutá, podobná barvě ovsíku žlutavého, ale značně odlišná od barvy kořenů běžných kulturních trav. Kořenový systém ovsíku vyvýšeného je uveden na obrázku 13.

I zde se jevila potřeba zjištění chemického zúrodnění půdy, a proto byl v kořenové hmotě stanoven obsah nejdůležitějších půdotvorných prvků a rostlinných živin, jak je zřejmé z chemického rozboru:

uhlík C — 42,24 ‰	hořčík MgO — 0,354 ‰
dušík N — 0,815 ‰	draslík K ₂ O — 0,632 ‰
železo Fe ₂ O ₃ — 0,132 ‰	sodík Na ₂ O — 0,019 ‰
hliník Al ₂ O ₃ — 0,669 ‰	kyselina fosforečná P ₂ O ₅ — 0,328 ‰
vápník — CaO — 0,397 ‰	kyselina sírová SO ₃ — 0,398 ‰

Jemné humifikující zbytky kořenové hmoty obsahovaly:

uhlík C — 32,47 ‰	dušík N — 0,803 ‰
-------------------	-------------------

Stanovení živin ve strniskové hmotě a v jemné humifikující hmotě (kromě C a N) nebylo zatím dokončeno. N v kořání 80 kg/ba, N v humifikující hmotě 16 kg, tedy celkem v jednom hektaru 96 kg N. CaO 39 kg/ba, MgO 35 kg/ba, K₂O 62 kg, P₂O₅ 38 kg/ba.

Živiny obsažené v posklizňových zbytcích a ty, které byly obsaženy ve sklizních sena, byly čerpány převážně z koncentrovaných hnojiv, jež byly dodávány půdě při růstu ovsíku (N 130 kg, P₂O₅ 180 kg a K₂O 300 kg/ba. Strnisková a kořenová hmota této trávy obohatila půdu do hloubky 40 cm přibližně 0,36 ‰ ústrojné hmoty.

Kostřava luční (*Festuca pratensis*)

Je vytrvalá řídkotrsá tráva, vyznačuje se vzdorností vůči mrazům a extrémním klimatickým poměrům. Zakořeňuje rychle a hluboko, proto snáší snadno sucho, na příklad lépe než bojínky luční. Snáší i velkou kyselost půdy, větší než např. srha laločnatá.

Zajímavé je srovnání doby, kterou potřebují různé druhy trav, aby pronikly od klíčení do určité hloubky, jak to zjistili naši pícnináři (2).

Ze srovnání v tabulce XVI. vyplývá, že kostřava luční je nadána velkou zakořeňovací silou a po této stránce předčí všechny naše kulturní trávy. Vytváří

XVI.

	20 cm	40 cm	60 cm	78 cm
	dni			
kostrava luční	15	24	36	42
ovsík vyvýšený	17	23	37	42
srha laločnatá	16	26	39	63
bojínek luční	20	35	63	74
lipnice luční	24	44	78	85

mohutný, pevný, tmavý a svazčitý kořenový systém. Hustá a zpevněná spleť svazčitého kořání proniká do hloubky 50–60 cm, ve větších hloubkách zvolna řídne a končí v hloubce jednoho metru. Na půdním povrchu vytváří silnou kupovitou drninu. Uspořádání kořenového systému je patrné z obrázku 14. Vyznačuje se velkou druhovou silou i na těžkých půdách. Je vhodná jako komponent do vojtěško- a jetelotravních směsek. V monokultuře jako semenná kultura dala největší výnosy sena ve druhém vegetačním roce.

XVII. Výnosy suché hmoty v q/ha

1949	1950	1951	1952	1953	Součet	Průměr
q/ha						
62,0	70,6	59,2	47,8	38,0	277,6	55,5

Průměr pěti vegetačních období byl přibližně 56 q/ha sena a byl menší o 21 q/ha než u ovsíku obecného.

Zjištění zúrodnovacích účinků kořenovou hmotou, způsobu a hloubky zakořeňování bylo vykonáno monolitovou metodou ve stejnou dobu jako u ovsíku vyvýšeného. Počet a velikost monolitů byly stejné.

XVIII. Zastoupení jednotlivých složek posklizňových zbytků v q/ha a v procentech

Posklizňové zbytky	Kořenové systémy v půdních monolitech					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	40 × 40 × 40 cm		40 × 40 × 40 cm		40 × 40 × 60 cm	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková hmota	55,97	26,94	32,65	17,90	73,46	30,58
2. kořeny trav	120,11	57,81	110,00	60,31	142,50	59,31
3. úlomky jemného kořání	12,83	6,18	19,23	10,54	5,25	2,18
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	18,84	9,07	20,51	11,25	19,05	7,93
celkem	207,75	100,00	182,39	100,00	240,26	100,00

Průměrné zastoupení frakcí organické hmoty ve dvou prvních monolitech:

1. strnisková hmota	44,31 q/ba	22,42 ‰
2. kořání trav	115,60 q/ba	59,06 ‰
3. úlomky jemného kořání	16,03 q/ba	8,36 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	19,67 q/ba	10,16 ‰
celkem	195,61 q/ba	100,00 ‰

Množství úlomků jemného kořání bylo poměrně značné. Příčina je v tom, že při odlučování zemitého podílu ze srostlé drniny silným vodním stříkem nastává narušování kořání a odlučování jeho nejjemnějších částí.

Jemných humifikujících zbytků kořenové hmoty bylo po této trávě velmi málo, jen 10 ‰ veškeré kořenové hmoty. Příčiny jsou tytéž jako u ovsíku obecného. Pro posouzení stupně chemického zúrodnění půdy kořenovou hmotou byl v ní stanoven obsah nejdůležitějších půdotvorných prvků, jak udává následující chemický rozbor:

uhlík C — 41,20 ‰	hořčík MgO — 0,404 ‰
dusík N — 0,583 ‰	draslík K ₂ O — 0,445 ‰
železo Fe ₂ O ₃ — 0,399 ‰	sodík Na ₂ O — 0,018 ‰
hliník Al ₂ O ₃ — 1,254 ‰	kyselina fosforečná P ₂ O ₅ — 0,369 ‰
vápník CaO — 1,103 ‰	kyselina sírová SO ₃ — 0,368 ‰

Jemné humifikující zbytky obsahovaly:

uhlík C — 32,14 ‰	dusík N — 1,367 ‰
-------------------	-------------------

Z výsledků rozborů užitých k výpočtům bylo zjištěno, že kořenová hmota kostravy luční (bez strniskové hmoty) zanechala v půdě na ploše jednoho hektaru do hloubky 40 cm tato množství živin: dusíku 77 kg (v jemných zbytcích 16 kg), celkem 93 kg, draslíku 58 kg, kyseliny fosforečné 49 kg, vápníku 145 kg, hořčíku 53 kg.

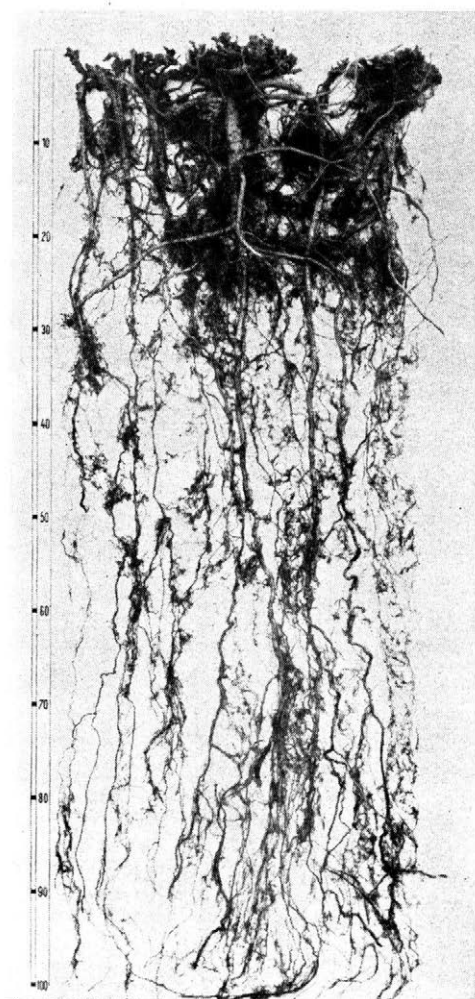
Zaoráním posklizňových zbytků pětileté kultury kostravy luční byla půda pokusné plochy obohacena do hloubky 40 cm asi o 0,48 ‰ ústrojné hmoty.

Bojínek luční (*Phleum pratense*)

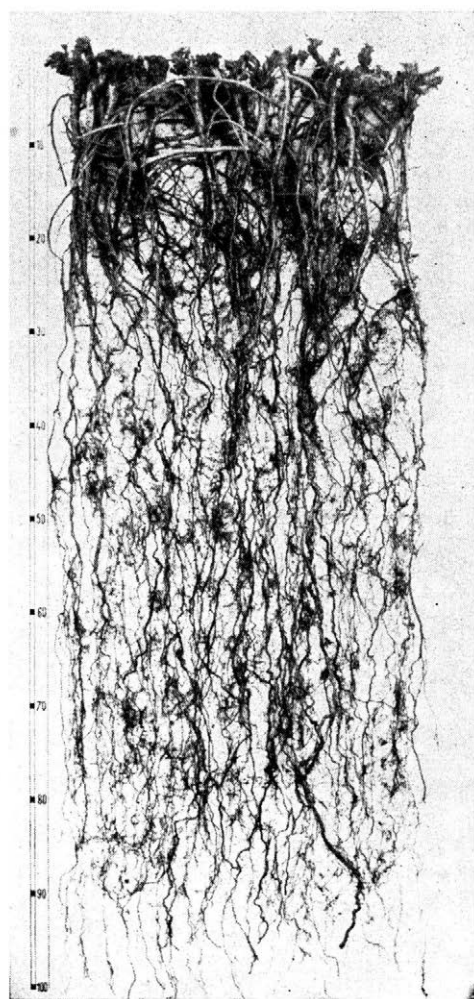
Je trsovitá tráva, která v čistém porostu nezakládá souvislý a zpevněný drn. Vyrvalost bojínku lučního se odhaduje na čtyři až šest let. Na půdu ani podnebí nemá zvláštní nároky. Velmi dobře se daří na středních a těžších půdách, kde dává největší sklizně.

Bojínek luční snáší dobře nízké teploty a sněhové pokrvy, nikoliv však přísušky. V prvním a druhém roce se vyvíjí zvolna, proto ve směskách s jetelem červeným v prvním roce vývoje nevyniká. Ve druhém roce tvoří již asi polovinu hmoty jetelotravní směsky, ve třetím roce převládá nad jetelem červeným. Dobře se vyvíjí i ve středně kyselých půdách do 4,5–5,0 pH. Na silně kyselých půdách roste špatně, vytváří málo kořenové hmoty, s čímž souvisí i nízké výnosy sena.

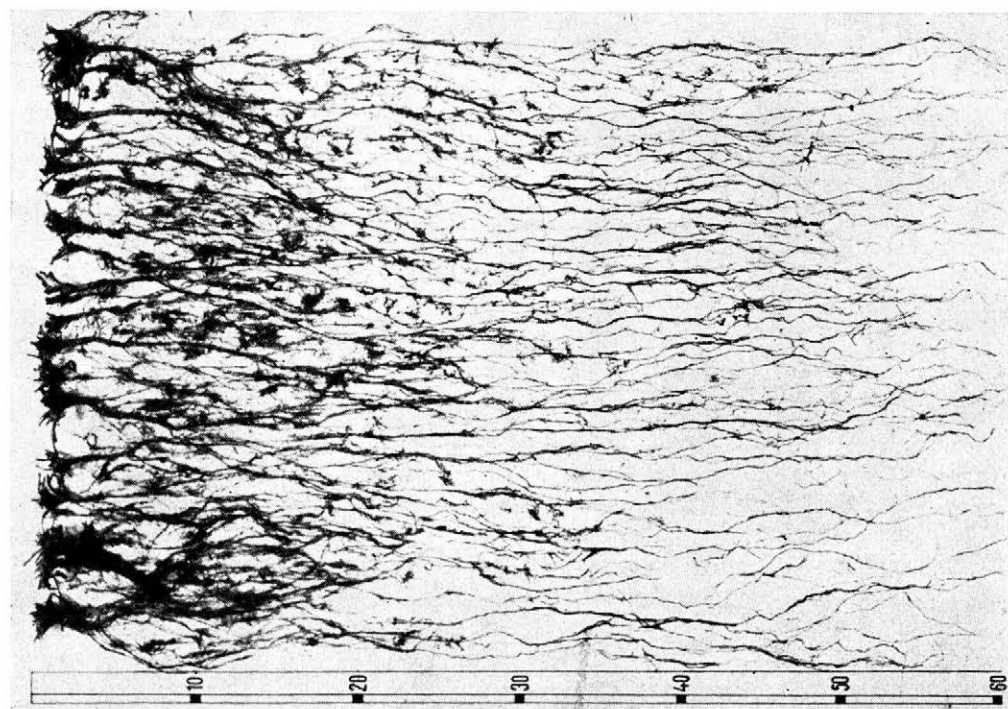
Bojínek luční jako řídkotrsá tráva má svazčitý kořenový systém. Z nadzemních stébelnatých kolínek cibulkovitého tvaru vyrůstají svazky jemného vláknitého kořání, které se vzájemně prorůstají. Hlavní spleť kořenových svazků sahá do



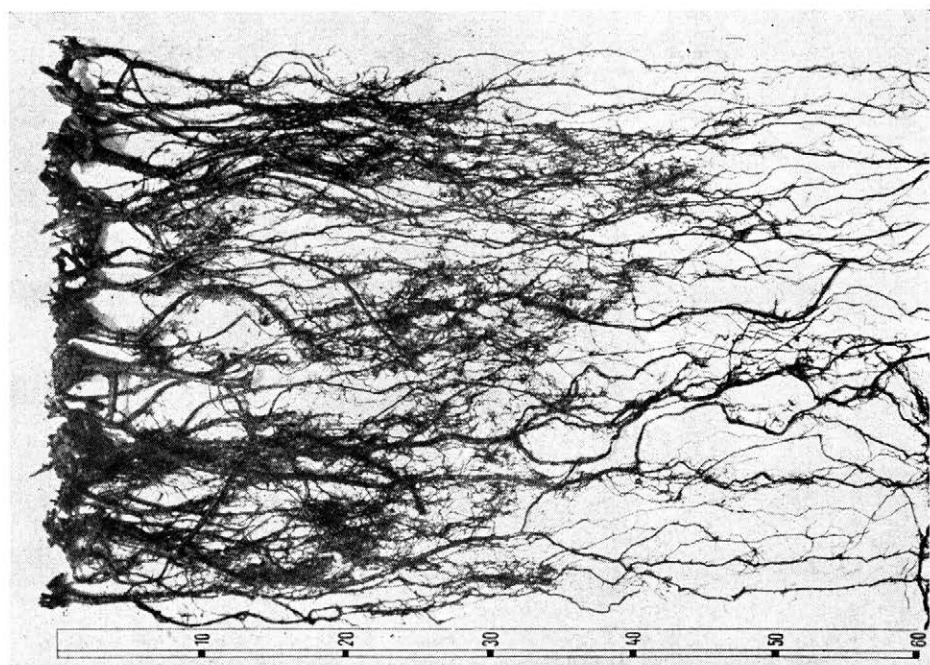
1.



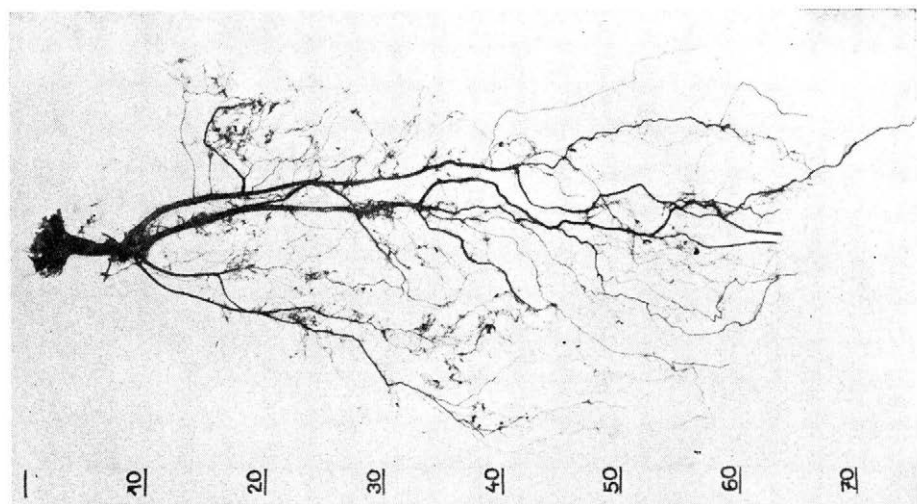
2.



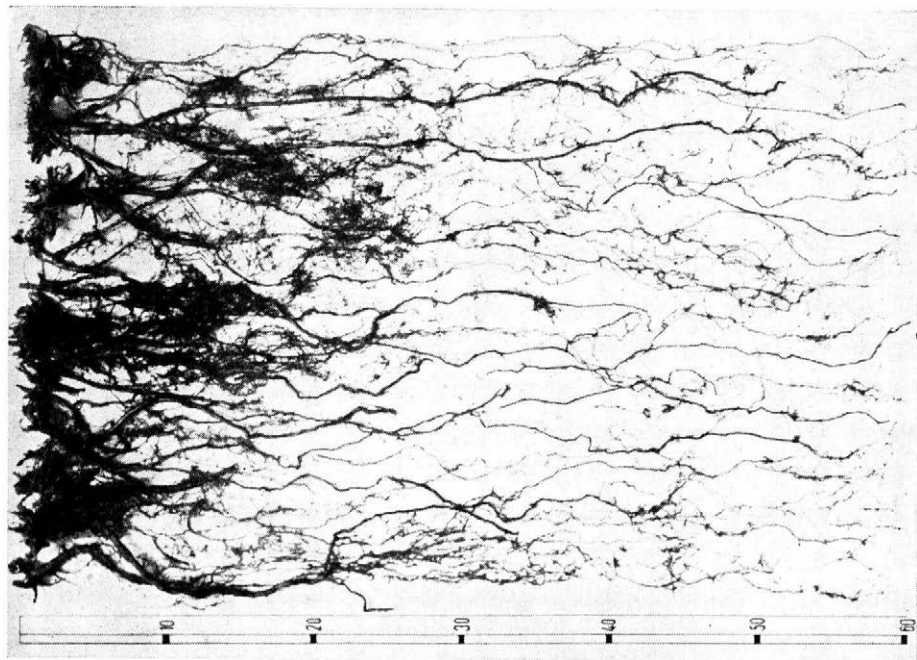
3.



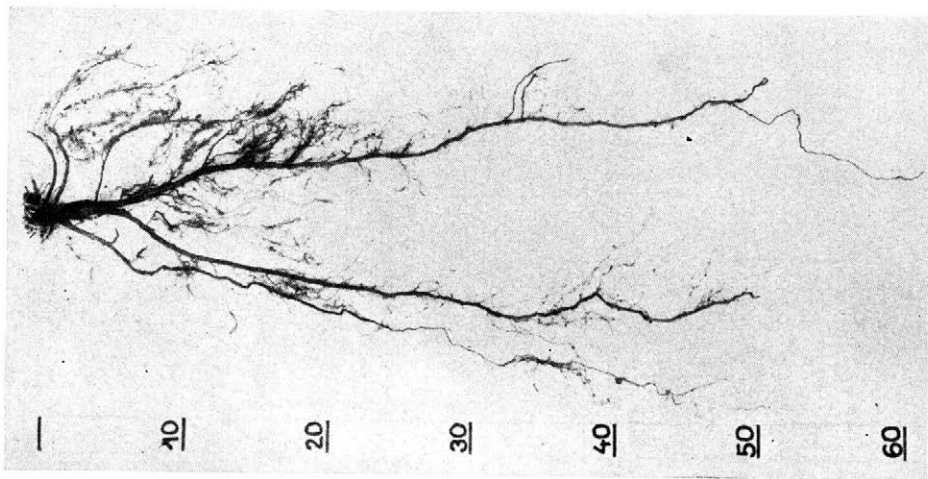
4.



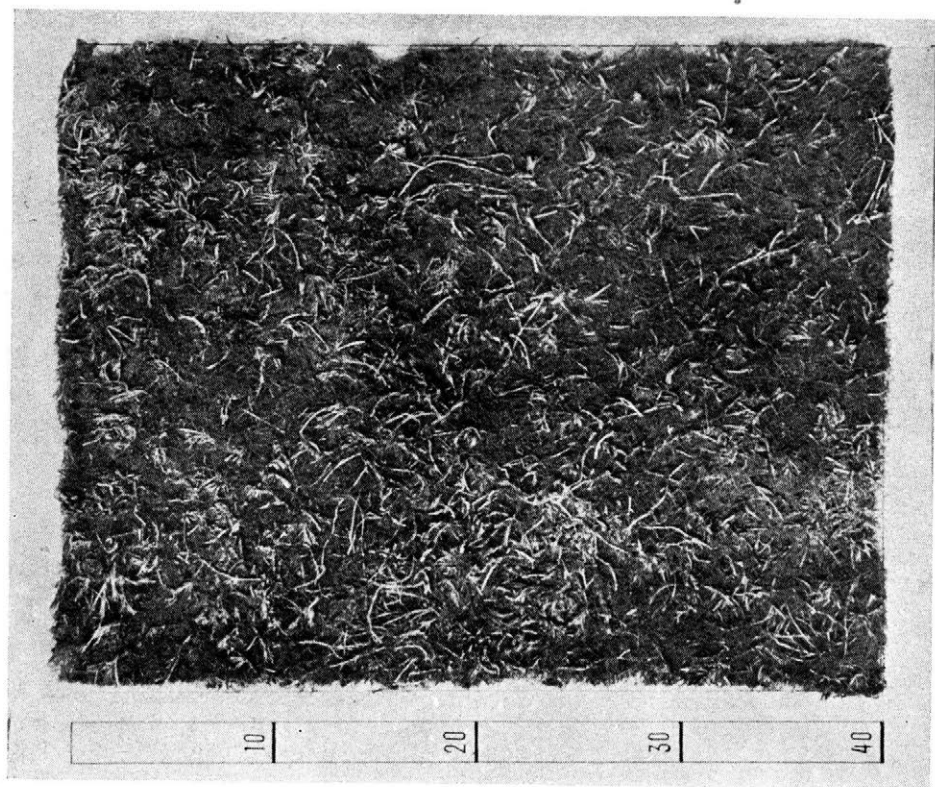
5.



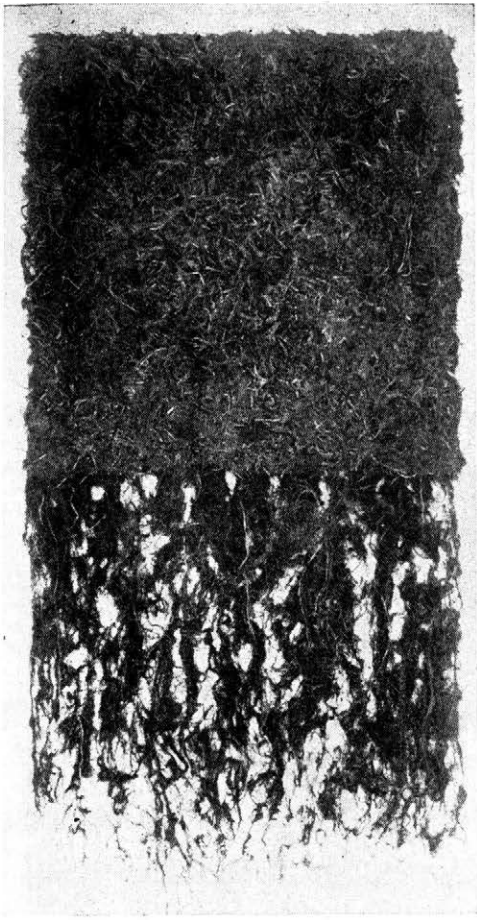
6.



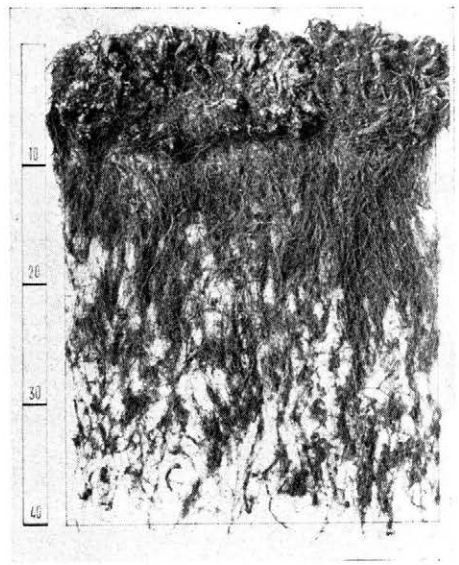
7.



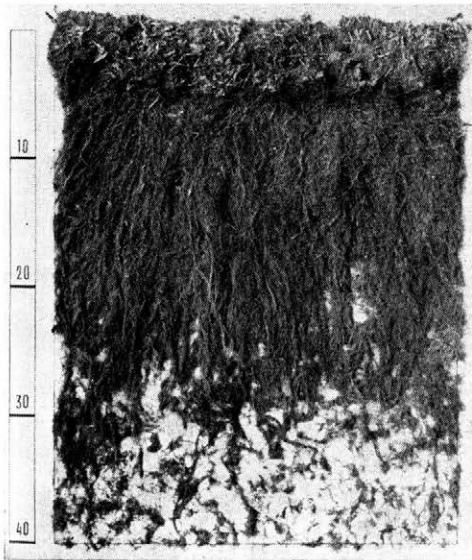
8.



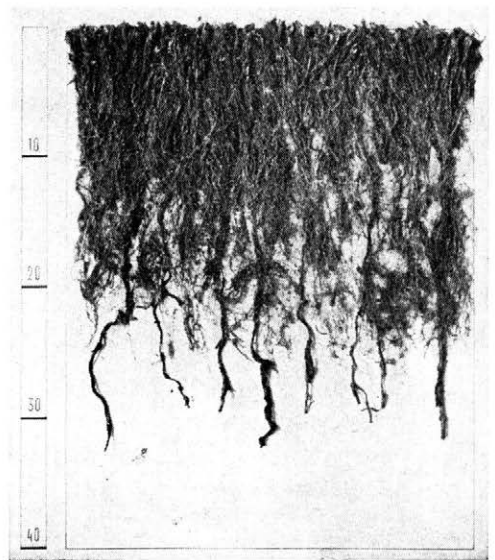
9.



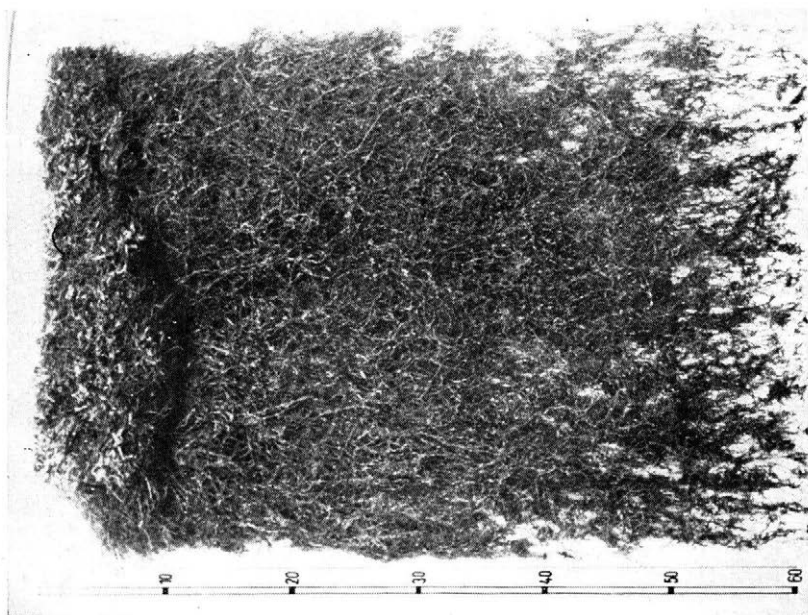
10.



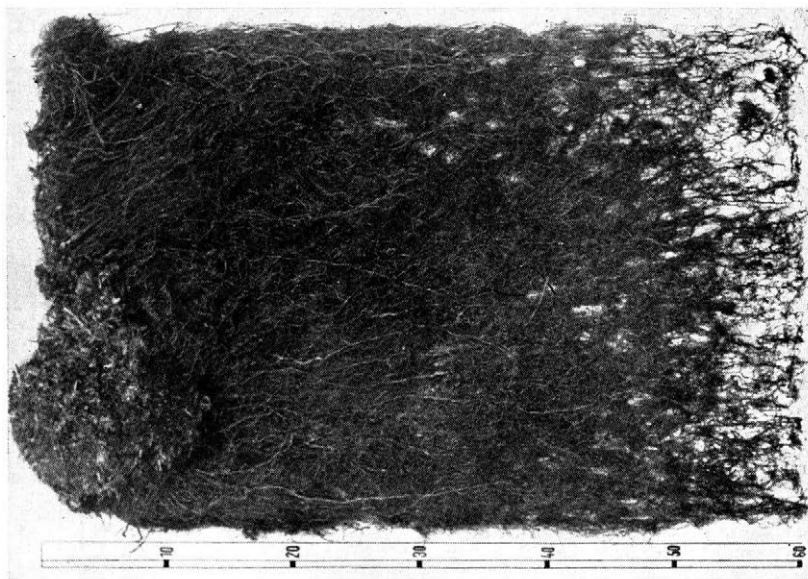
11.



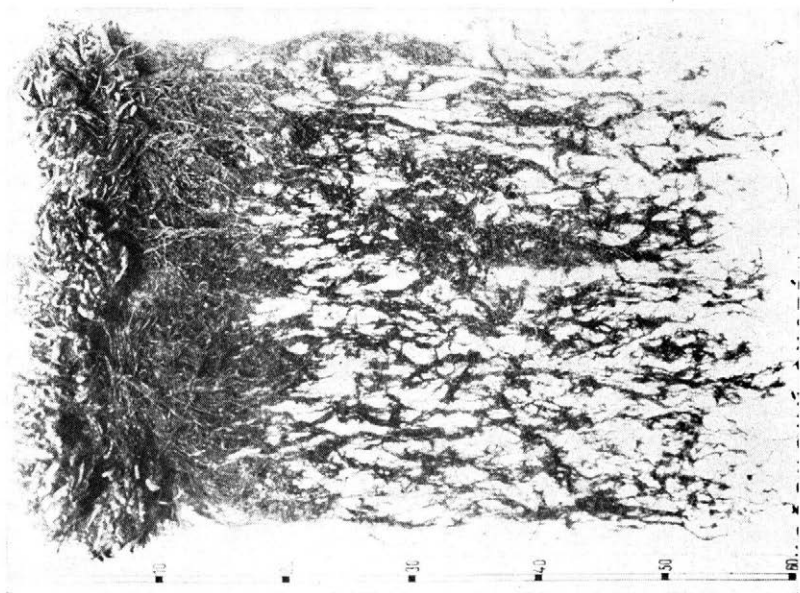
12.



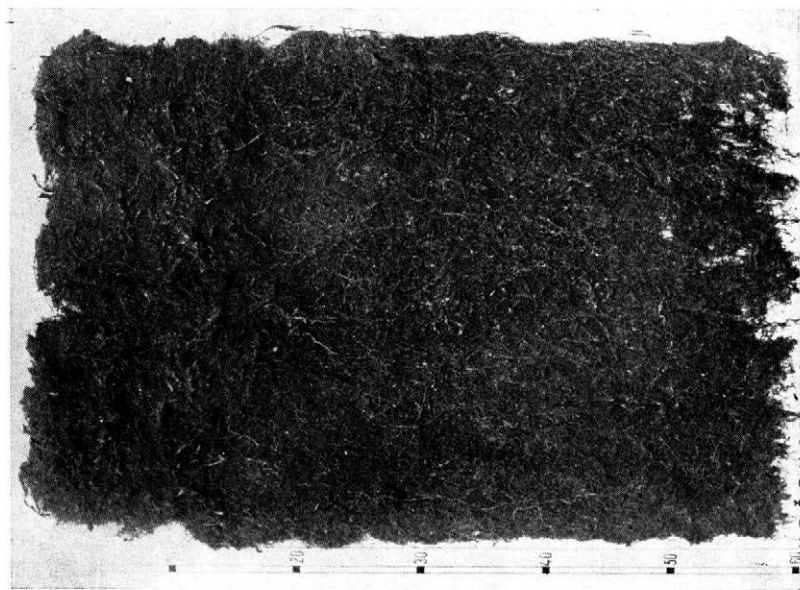
13.



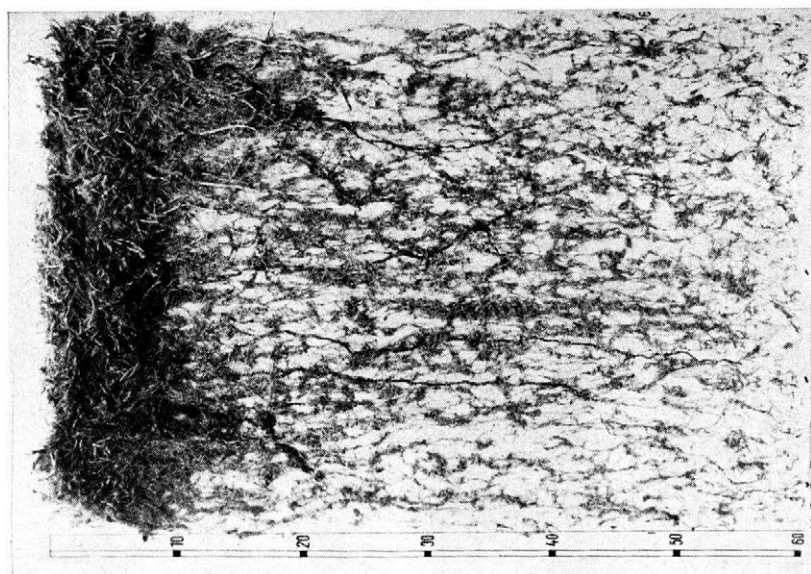
14.



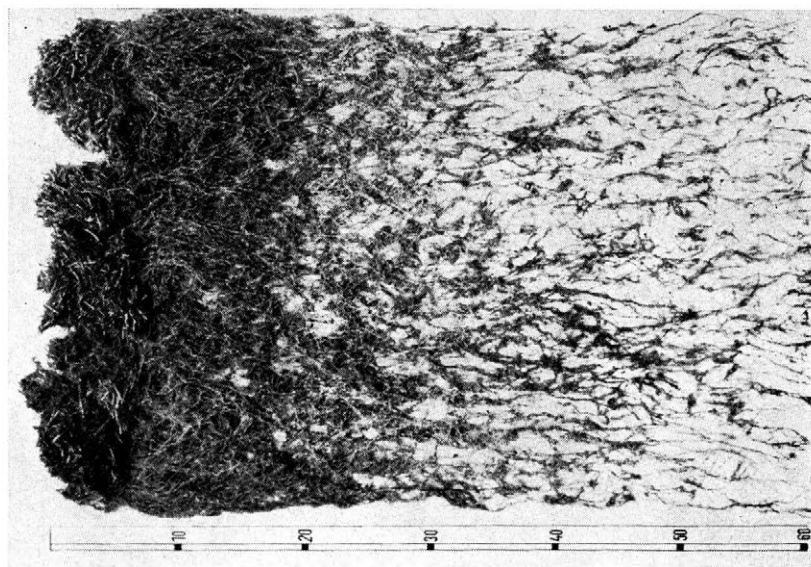
15.



16.



18.



17.

hloubky 20–30 cm. V dalších hloubkách půdního profilu svazčité kořenový systém řídne a jednotlivé vláknité kořínky jdou do hloubky jednoho metru i více.

Kořání bojínku lučního se vyznačuje světle hnědým zbarvením. Mohutný vývoj jeho nadzemní a podzemní části nastává teprve ve třetím nebo čtvrtém roce. Je vhodný do směsek s jetelem. Způsob jeho zakořeňování je znázorněn na obr. 15. Jako semenná kultura dal bojínek luční největší výnosy sena ve třetím růstovém roce.

XIX. Výnosy suché hmoty v q/ha

1950	1951	1952	1953	1954	Součet	Průměr
<i>q/ha</i>						
67,2	76,0	80,9	61,5	40,0	325,6	65,1

Zjištěné množství kořenové hmoty, způsobu a hloubky zakořeňování bylo vykonáno v roce 1954. Podle zavedené metodiky byly vyjmuty tři půdní monolity velikosti 40 × 40 × 60 cm. Izolace kořenové hmoty, její čištění, sušení a výpočty vykonány stejným způsobem jako u předchozích trav.

XX. Zastoupení frakcí kořenové hmoty (bezvodé) v q/ha a v procentech

Frakce kořenové hmoty	Kořenové systémy v půdních monolitech					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	40 × 40 × 60 cm		40 × 40 × 60 cm		40 × 40 × 60 cm	
	<i>q/ha</i>	%	<i>q/ha</i>	%	<i>q/ha</i>	%
1. strnisková hmota	47,64	31,64	52,82	35,82	62,00	37,34
2. kořínky bojínku	66,59	44,24	59,13	40,21	63,15	38,04
3. úlomky jemného kořání	5,16	3,42	4,02	2,73	2,86	1,76
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	31,16	20,70	31,09	21,15	38,00	22,90
celkem	150,55	100,00	147,06	100,00	166,01	100,00

Průměrné zastoupení posklizňových zbytků:

1. strnisková hmota	54,15 q/ha	34,98 ‰
2. kořínky trávy	62,96 q/ha	40,83 ‰
3. úlomky jemného kořání	4,01 q/ha	2,62 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	33,41 q/ha	21,58 ‰
celkem	154,53 q/ha	100,00 ‰

Množství strniskové hmoty bylo ve všech třech případech vlivem způsobu sečení značně. Jemných zbytků mladé humifikující hmoty bylo i zde poměrně málo.

Chemickým rozбором kořenové hmoty (bez strniskové části) byl stanoven obsah nejdůležitějších prvků:

uhlík C — 41,48 %	hořčík MgO — 0,341 %
dusík N — 0,568 %	draslík K ₂ O — 0,259 %
železo Fe ₂ O ₃ — 0,307 %	sodík Na ₂ O — 0,061 %
hliník Al ₂ O ₃ — 0,960 %	kyselina fosforečná P ₂ O ₅ — 0,192 %
vápník CaO — 0,997 %	kyselina sírová SO ₃ — 0,404 %

Jemné zbytky ústrojné hmoty obsahují:

uhlík C — 24,36 %	dusík N — 0,683 %
-------------------	-------------------

V kořenové hmotě bojínku lučního v půdě do hloubky 60 cm bylo obsaženo toto množství živin: dusíku 92 kg, draslíku 31 kg, kyseliny fosforečné 23 kg, vápníku 120 kg, hořčíku 41 kg. Strnisková hmota podstatně zvyšuje minerální sílu veškerých posklizňových zbytků.

Sveřep bezbranný (*Bromus inermis*)

Vytrvalá tráva s dlouhými podzemními výběžky, jdoucími v půdním profilu vodorovně i kolmo. Roste v různých klimatických a ekologických podmínkách, je vzdorný vůči suchu, dobře roste i tam, kde většina trav trpí nedostatkem vláhy. Na půdu není náročný, písčité i těžší půdy mu svědčí stejně dobře. Snáší dobře velké sucho i silné mrazy bez sněhového pokryvu.

Nadzemní část kořenového systému tvoří kyprou drninu. Kolmé oddenky s jemným kořením jsou spleteny v mohutnou a hustou kořenovou soustavu, která prostupuje do hloubky půdním profilem. Mohutnost tohoto kořenového systému je patrna z obrázku 16. Jeho hustota byla neztenčená až do hloubky odběru půdního monolitu (60 cm). Ve výkopu zkušební jámy bylo pozorováno, že hlavní kořínky sahaly do spodiny hlouběji než jeden metr.

Vývoj oddenků v prvním vegetačním roce je pomalý, doba jejich existence se odhaduje na 3–4 roky. Kořenové hmoty přibývá nejvíce do doby květu a přibývání pokračuje až do pozdního podzimu. Mohutností kořenového systému a intenzitou růstu se sveřepu nevyrovná žádná z našich kulturních trav.

Sveřep bezbranný může být vhodně používán jako komponent vojtěškotravních směsek v krajích s nízkými ovzdušnými srážkami (400 mm). Největší výnosy sena dává ve druhém a třetím vegetačním roce.

XXI. Výnosy sena přepočtené v q/ha

1950	1951	1952	1953	1954	Součet	Průměr
q/ha						
53,5	76,2	71,3	61,5	55,0	317,5	63,5

Kvalita ve srovnání se senem jiných trav je mnohem nižší; druhá seč je většinou malá.

Pro stanovení množství kořenové hmoty sveřepu bezbranného byly odebrány tři půdní monolity koncem roku 1954 na pokusném poli v Měšicích. Kořenová hmota vyplavená z půdních monolitů byla přepočtena obvyklým způsobem na plochu jednoho hektaru do hloubky 60 cm. Výsledky jsou uvedeny v tabulce XXII.

Posklizňové zbytky	Kořenové systémy v půdních monolitech					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	40 × 40 × 60 cm		40 × 40 × 60 cm		40 × 40 × 60 cm	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková hmota	26,68	12,12	22,04	11,25	35,39	14,39
2. kořeny trávy	102,52	46,60	100,86	51,53	117,45	47,78
3. úlomky jemného kořání	4,64	2,11	6,38	3,26	6,96	2,83
4. jemné zbytky ústrojně hmoty	86,18	39,17	66,48	33,96	86,00	35,00

Průměrné zastoupení jednotlivých složek:

1. strniskové hmoty	28,04 q/ha	12,59 %
2. kořeny trávy	106,94 q/ha	48,64 %
3. úlomky jemného kořání	5,99 q/ha	2,73 %
4. jemné zbytky ústrojně hmoty	79,55 q/ha	36,04 %
celkem	220,52 q/ha	100,00 %

Posklizňové zbytky sverepu bezbranného a zbytky motýlokvetých rostlin přispívají k dobrému vývoji následné plodiny po chemické stránce méně než zbytky jiných směsek, neboť obsah N, P₂O₅, K je v kořenech menší než u jiných trav. Proti tomu strukturotvorný účinek je daleko větší.

Chemický rozbor kořenů sverepu bezbranného poskytl tyto výsledky:

uhlík C — 41,49 %	hořčík MgO — 0,414 %
dusík N — 1,319 %	draslík K ₂ O — 0,173 %
železo Fe ₂ O ₃ — 0,454 %	sodík Na ₂ O — 0,070 %
hliník Al ₂ O ₃ — 1,394 %	kyselina fosforečná P ₂ O ₅ — 0,130 %
vápník CaO — 0,646 %	kyselina sírová SO ₃ — 0,331 %

Humifikující zbytky kořenové hmoty obsahovaly:

uhlík C — 32,32 %	dusík N — 1,016 %
-------------------	-------------------

Samotná kořenová hmota (bez hmoty strniskové) zanechala v půdě na ploše jednoho hektaru do hloubky 60 cm toto množství živin: dusíku 270 kg, kyseliny fosforečné 18 kg, draslíku 24 kg, vápníku 91 kg, hořčíku 58 kg.

Zaoráním posklizňových zbytků sverepu bezbranného byla obohacena půda pokusného pole do hloubky 60 cm ústrojnou hmotou o 0,50 %.

Lipnice úrodná či pozdní (*Poa palustris*)

Lipnice je vytrvalá tráva s malými trsy. Kořenový systém je svazčitý, plazivé odnožovací oddenky se rozprostírají v ornici převážně vodovorným směrem. Nejlépe se jí daří na středně těžkých půdách, přiměřeně vlhkých. Půdy těžké, kyselé, zamokřené a nedostatečně vzdušné nejsou pro ni vhodné. Neškodí jí občasné sucho i občasné záplavy. Na hnojení, zejména dusíkaté, reaguje rychlým vývojem nadzemní hmoty.

Lípnice úrodná v travních směskách v prvním vegetačním roce obyčejně ustupuje rychle rostoucím komponentům, avšak na trvalých lukách a pastvinách po posečení rychle obrůstá a potlačuje ostatní trávy.

Hustá kořenová soustava dosahuje do hloubky 20–30 cm, pak nastává pozvolné řidnutí. V hloubce 50–60 cm se zjišťuje převážně jen jemné vlásečné kořání, které spodinou řídce prorůstá a v dobrých půdách zasahuje do hloubky jednoho metru. Barva kořenů je světlešedá až bílá. Lípnice úrodná se dobře uplatňuje i ve směskách s motýlokvětými rostlinami, hlavně s vojtěškou. Největší výnosy sena dává ve druhém vegetačním roce.

XXIII. Výnosy sena přepočítané v q/ha

1950	1951	1952	1953	1954	Součet	Průměr
q/ha						
47,2	57,5	51,3	45,5	35,3	236,8	47,3

Vývoj kořenového systému byl sledován půdními monolity v roce 1954 do hloubky 60 cm. Jeho vnější znaky jsou patrné z obrázku 17.

XXIV. Stanovení množství jednotlivých frakcí kořenové hmoty v q/ha a v procentech

Posklizňové zbytky	Kořenové systémy v půdních monolitech					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	40 × 40 × 60 cm		40 × 40 × 60 cm		40 × 40 × 60 cm	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková část	30,31	21,76	31,48	22,50	34,98	24,63
2. kořeny trav	72,87	52,30	74,63	53,34	83,38	58,73
3. úlomky jemného kořání	1,16	0,83	2,33	1,66	2,91	2,05
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	34,98	25,11	31,48	22,50	20,71	14,59
celkem	139,32	100,00	139,92	100,00	141,98	100,00

Množství posklizňových zbytků ve všech třech případech bylo téměř stejné, což svědčí o vyrovnanosti porostu. Průměrné zastupení jednotlivých složek organické hmoty v q/ha a v procentech:

1. strnisková část	32,25 q/ha	22,96 %
2. kořeny trav	76,96 q/ha	54,79 %
3. úlomky jemného kořání	2,13 q/ha	1,51 %
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	29,08 q/ha	20,74 %
celkem	140,42 q/ha	100,00 %

Podle těchto pozorování se lípnice úrodná řadí k travám, které zanechávají velké množství posklizňových zbytků, z nichž připadá největší podíl na vlastní ko-

řetenový systém. Zaoráním posklizňových zbytků stoupl obsah ústrojné půdní hmoty ve vrstvě do 60 cm přibližně o 0,35 %.

Psineček bílý (*Agrostis alba*)

Je vytrvalá tráva nižšího vzrůstu. Je proměnlivý a vyskytuje se ve více formách, jež možno zařadit do dvou skupin: odrůda jednotrsnatá, vytvářející podzemní výběžky, a odrůda výběžkatá s velmi dlouhými výběžky.

První odrůda je dobrá kulturní tráva, druhá je úporný plevel. Psineček bílý je tráva vlhčího podnebí, dobře vzdoruje jarním mrazům, vyhledává půdy těžší, vlhké a mírně kyselé. Dobře snáší zálahy. Je rostlinou světlomilnou, a proto se vyskytuje méně v porostech kulturních trav. Je trávou pozdní, kvete v polovině července; do doby květu poskytuje velmi kvalitní píci. Po odkvětu jeho stébla rychle dřevnatí a jakost píce klesá.

V prvním vegetačním roce se vyvíjí zvolna. Na jaře se probouzí k životu asi o čtrnáct dnů později než ostatní trávy. V pokusu, v němž byl sledován, dal největší sklizeň sena ve druhém růstovém roce.

XXV. Výnosy sena přepočítané v q/ha

1950	1951	1952	1953	1954	Součet	Průměr
q/ha						
48,5	56,5	50,7	43,6	42,0	241,2	48,2

Kořenový systém je mohutně vyvinut ve své svrchní části. Z ornice do podornice nastává jeho náhlé zřídnutí. Tato hustota se pak udržuje ve spodině do 0,5 m hloubky, vytvářejíc po celé délce mnoho jemného vlasečného kořání. Hloubka zakořeňování u pětiletého psinečku bílého byla jeden metr i více. Barva kořenů je šedožlutá až šedohnědá. Uspořádání kořenového systému je na obrázku 18.

Množství kořenové hmoty bylo zjištěno koncem roku 1954 vyjmutím tří půdních monolitů. Po vyplavení kořenových systémů a určení jejich sušiny bylo stanoveno zastoupení jednotlivých frakcí kořenové hmoty (tab. XXVI.).

XXVI. Stanovení množství jednotlivých frakcí kořenové hmoty v q/ha a v procentech

Posklizňové zbytky	Kořenové systémy v půdních monolitech					
	č. 1		č. 2		č. 3	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. strnisková část	35,56	25,20	37,31	31,02	38,48	23,30
2. kořeny trav	52,47	37,17	40,81	33,92	72,87	44,14
3. úlomky jemného kořání	1,75	1,24	1,16	0,96	1,16	0,70
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	51,37	36,39	41,02	34,10	52,61	31,86
celkem	141,15	100,00	120,30	100,00	165,12	100,00

Průměrné množství jednotlivých složek:

1. strnisková hmota	37,11 q/ha	26,51 ‰
2. kořeny trávy	55,38 q/ha	38,41 ‰
3. úlomky jemného kořání	1,36 q/ha	0,97 ‰
4. jemné zbytky ústrojné hmoty	48,33 q/ha	34,11 ‰
celkem	142,18 q/ha	100,00 ‰

Strniskové nadzemní hmoty bylo zde poměrně mnoho, stejně jako jemných zbytků ústrojné hmoty, více než u lipnice úrodné.

Psineček bílý a lipnice úrodná za dobu pětiletého růstu zanechaly v půdě téměř stejné množství ústrojné hmoty a zvýšily její obsah v půdě asi o 0,35 ‰.

* * *

Studiem kořenových systémů deseti nejznámějších mnoholetých trav vytvořili jsme představu o množství kořenové a strniskové hmoty, o množství jemných humifikujících zbytků a o stupni chemického zúrodnění půdy, k němuž může dojít úplným rozkladem (mineralizací) kořenů.

Výsledky jsme seřadili do tabulky XXVII., v níž mají trávy pořadí podle množství veškerých posklizňových zbytků, které zanechaly.

XXVII.

Kultura trav	Strnisko- vá hmota	Kořeny trav	Úlomky jemného kořání	Mladá humifikující hmota		Celkové množství organické hmoty
	q/ha			q/ha	%	q/ha
sveřep bezbranný pětiletý	28,04	106,94	5,99	79,55	39,74	220,52
kostrava luční pětiletá	44,31	115,60	16,03	19,67	10,16	195,61
srha laločnatá pětiletá	37,50	71,87	7,50	44,37	27,52	161,24
bojínka luční pětiletý	54,15	62,96	4,01	33,41	21,58	154,53
ovsík vyvýšený pětiletý	25,95	89,50	8,74	19,47	13,63	143,66
psineček bílý pětiletý	37,11	55,38	1,36	48,33	34,11	141,98
kostrava červená pětiletá	24,69	69,37	13,25	33,12	23,59	140,43
lipnice úrodná pětiletá	32,25	76,96	2,13	29,08	20,74	140,42
ovsík žlutavý pětiletý	26,25	61,12	5,62	31,87	25,53	124,86
jílek anglický pětiletý	14,37	20,62	9,37	32,50	42,28	76,86

Při sledování čistých kultur i jejich směsek je třeba si všimnout kromě celkového množství vytvořené ústrojné hmoty též množství humifikující hmoty, která má původ v odumřelém kořání za vegetační doby. Humifikující hmota má též velký význam pro růst a výnos první následné plodiny, neboť jí zajišťuje značné množství živin pro první stádium vývoje. Hrubá kořenová hmota se rozkládá zvolna, a proto není schopna zajistit s patřičnou rychlostí potřebné živiny.

Chemické zúrodnění kořenovou hmotou posuzujeme podle množství všech hlavních živin, zejména dusíku, jako hlavního činitele v prvních stádiích vývoje následné plodiny. Z tabulky XXVIII. je patrné, že sveřep bezbranný zaujímá první místo podle množství dusíku obsaženého v humifikující hmotě (84 kg/ha) i podle dusíku obsaženého v kořenech (270 kg/ha). Následuje bojínka luční s mnohem menším obsahem dusíku (23 kg/ha) a pak ostatní trávy. Poměrně vysokým množ-

Tráva	N v humif. hmotě	N v ostat. kořání	N celkem	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
	kg/ha						
sveřep bezbranný	84	186	270	18	24	91	58
bojíněk luční	23	69	92	23	31	21	41
ovsík vyvýšený	16	80	96	49	62	39	35
kostrava luční	16	77	93	23	58	145	53

stvím ostatních živin (P_2O_5 , K_2O) se vyznačuje ovsík vyvýšený. Na vápník je velmi náročná kostrava luční (145 kg/ha). Rozborová čísla ukazují, že v posklizňových zbytcích těchto čtyř trav má dusík mezi hlavními biogenními prvky hlavní místo.

Souhrn

1. Na mírně podzolované půdě výzkumné stanice zemědělské v Měšicích u Tábora byly vyjmuty kořenové systémy pěti leguminóz a deseti kulturních trav. Tyto kořenové systémy byly po vypreparování fotografovány a tak získán cenný dokladový a obrazový materiál. Obrázky 1—18 nás seznamují s objemem, uspořádáním a morfologickými znaky kořenů trav, které u nás z tohoto hlediska dosud nebyly studovány. Duplikátů kořenových systémů bylo použito k rozborům pro posouzení jejich chemické skladby.

2. Byl zjištěn vývoj kořenů a hloubka zakořeňování těchto rostlin ve stejných půdních podmínkách a jedné lokalitě.

3. Stanoveno množství kořenové hmoty, odloučených frakcí a jejich humifikujícího podílu za celou vegetační dobu.

4. Zjištěn způsob uložení hlavního, bočního a vlásečného kořání v půdních vrstvách (horizontech) a jeho vliv na tvoření půdních drobtů.

5. Byl učiněn pokus zjistit rychlost rozkladu a mineralizace kořenové hmoty některých trav (srha laločnatá).

6. S použitím přesného stanovení veškerých posklizňových zbytků bylo vy počteno množství organické hmoty, které tyto pícniny zanechaly na mírně podzolované půdě do hloubky jednoho metru a 60 cm na ploše jednoho hektaru.

7. Chemickými rozborů bylo stanoveno u tří leguminóz a čtyř trav množství biogenních prvků, které bylo obsaženo v jejich živé kořenové hmotě.

8. Naše zjištění sledující zúrodnování půdy lze porovnat s výsledky každoročního stanovení výnosu píce a s výsledky sledování botanického a šlechtitelského, které stanice pravidelně konala.

9. Znovu bylo potvrzeno, že naše vyplavovací metoda dává přesné výsledky. To umožnilo stanovit i podíl kořenové hmoty, která za vegetační doby odumřela a doposud nezmínaralizovala.

10. Jestliže při volbě komponentů a sestavování jetelovínotravních směsek se kromě předpokládaného množství a kvality píce bude též uvažovat zúrodnování půdy, což je v dnešní době velmi žádoucí, mají v tom případě naše výsledky praktickou použitelnost na celém území mírně podzolovaných půd v ČSR.

Ministerstvo zemědělství SSSR: Praktikum pro zkoušení zemědělských kultur. Sv. IV. Krmné rostliny. Státní nakladatelství zemědělské literatury, Moskva 1950, (1). — Klečka A., Kunz E., Fabian J.: Pícninářství v teorii a praxi. Čs. pícninářská společnost v Praze, 1938, (2). — Bodnárova M.: Rozeznávání a používání trav a datelovin. Rolnické vyd. Oráč, Bratislava 1951, (3). — Tarkovskij M. J., Konstantinova A. M.: Vojtěška v nečernozemním pásmu. Státní nakladatelství zemědělské literatury, Moskva 1951, (4). — Mosolov V. P.: Víceleté jetelotrávy. Brázda, nakl. JSČZ, Praha 1952, (5). — Tarkovskij M. J.: Mnoholeté trávy v polních osevních postupech. Státní nakladatelství zemědělské literatury, Moskva 1952, (6). — Najmr S., Tjaglo G.: Půdoznalecké výzkumy v oboru travoplní soustavy zemědělství, 1. Studium kořenových systémů vojtěško- a jetelotravních směsek. Sborník ČAZ řada B, č. 1, ročník XXV, Praha 1952, (7). — Najmr S.: Zúrodnování půd vojtěškotravními a jetelotravními směskami. ČSAZV, Za socialistické zemědělství, Praha 1954, (8). — Najmr S.: Kořenový systém hlavních pícnin a jeho vliv na zúrodnění půd. Sborník SAV, sekce polnohospodářská, č. 1, Bratislava 1954, (9). — Tjaglo G.: Charakteristika kořenových systémů dvouletých jetelotravních směsek. Sborník SAV, sekce polnohospodářská, č. 1, Bratislava 1954, (10). — Najmr S., Tjaglo G. a kol.: Půdoznalecký výzkum v oboru travoplní soustavy zemědělství. 2. zpráva o studiu kořenových systémů vojtěško-jetelotravních směsek. Sborník ČSAZV, Rostlinná výroba, XXVIII, č. 5, 1955, (11). — Kolosova A. V.: Mnoholeté travní směsky pro nečernozemní zonu. Státní nakladatelství zemědělské literatury, Moskva 1955, (12). — Tjurin J. V.: Půdotvorný proces, úrodnost půdy a problém dusíku v půdoznalství a zemědělství. Akademie nauk SSSR. Počvovědění 3, 1965, (13). — Tjaglo G.: Vyjímání kořenových systémů polních plodin z písčitých půd (Nová metoda). Sborník ČSAZV, Rostlinná výroba, XXIX, č. 11, 1956, (14).

Почвоведческие исследования в рамках изучения травопольной системы сельского хозяйства

3. Сообщение об изучении корневых систем многолетних монокультур семенных трав

1. На умеренно оподзоленной почве сельскохозяйственной исследовательской станции в Мещицах у Тавора из почвы были взяты корневые системы 5 бобовых растений и 10 культурных трав. После препарирования эти корневые системы были сфотографированы и таким образом был получен ценный документальный и иллюстрационный материал. Фотоснимки знакомят нас с объемом, расположением и морфологическими признаками корневых трав, которые у нас в этом аспекте до сих пор не изучались. Дубликаты корневых систем были использованы для анализов и установления их химического состава.

2. Было установлено развитие корней и глубина закоренения отдельных растений при одинаковых условиях почвы на одном местообитании.

3. Было установлено количество корневой массы, отделенных фракций и их гумифицирующей доли за время вегетационного периода.

4. Было установлено расположение главных, боковых и волосовидных корней в почвенных слоях и влияние этого расположения на образование почвенных комков.

5. Была сделана попытка установить быстроту разложения и минерализации корневой массы некоторых трав (ежа обыкновенная).

6. При помощи установления всех остатков после косовицы было вычислено количество органической массы, которое эти кормовые травы оставили в умеренно оподзоленной почве до глубины 1 м и 60 см на площади 1 га.

7. Путем химических анализов у 3 бобовых и 4 трав было установлено количество биогенных элементов, содержащееся в их живой корневой массе.

8. Наши данные о повышении плодородия почвы можно сравнивать с результатами ежегодного установления урожая кормов и с результатами ботаническо-селекционных исследований, которые регулярно проводились на станции.

9. Снова подтвердилось, что наш метод отмыва дает точные результаты. Это

дало возможность установить и долю корневой массы, отмершей в течение вегетационного периода и еще не минерализованной.

10. Если при выборе компонентов и составлении бобовозлаковых травосмесей, кроме установления предполагаемого количества и качества корма, будет также иметься возможность повышать плодородие почвы, что является очень желательным в настоящее время — наши результаты представят практический интерес для всей площади умеренно оподзоленных почв в Чехословакии.

Pedological Researches in the Line of the Travopolye agricultural System

3. Report of a Study of Root Systems of perennial Monocultures of Seed-Grasses

1. On the slightly podsolised soil of the agricultural research station at Měšice near Tábor the root systems of five leguminous plants and of 10 cultivated grasses was taken out. These radical systems were photographed after preparation and therefrom resulted a valuable documentary and picture material. The photographs show us the volume, arrangement and morphological features of grass roots, which have not yet been studied here from this point of view. Duplicates of radical systems were used for analyses to judge their chemical structure.

2. The development of roots and the root-depth of these plants in equal soil conditions and in one locality was settled.

3. The quantity of the root bulk, of separated fractions and their humification share during their vegetative period was fixed.

4. The way the principal, lateral and capillary roots are placed in soil strata and their influence on the forming of soil crumbs was ascertained.

5. An experiment was made to find out the speed of decomposition and mineralization of the root matter of certain grasses (orchards grass).

6. With an application of exact findings of all postharvest remains a calculation was made of the quantity of organic matter left by these grasses on a slightly podsolised soil down to the depth of 1 meter and 60 centimeters on an area of 1 ha.

7. Chemical analyses were used to fix the quantity of biogenous elements contained in the living root matter of three leguminous plants and four grasses.

8. Our findings concerning the fertilisation of the soil can be compared with the results of the yearly determination of fodder yield and with the results of botanically improving researches, which have been done regularly at the station.

9. It was again confirmed that our washing-out method offers accurate results. This method made it possible to fix also the share of the root substance which died during the vegetation period and had not yet mineralized.

10. Our results are of interest for the practice in all regions of slightly podsolised soil in Czechoslovakia, where the choice of components in clover-and-grass mixtures will be influenced not only by the quantity and quality of fodder desired but also by an endeavour to fertilise the soil, as is very desirable now.

Die bodenkundigen Forschungen im Studiengebiet von Futtergrasanbausystem der Bodenkultur

3. Der dritte Bericht über das Studium der Wurzelsysteme der vieljährigen Monokulturen der Samengräser

1. Auf dem mäßig podsolierten Boden der landwirtschaftlichen Forschungsstation in Měšice bei Tábor wurden die Wurzelsysteme von fünf Leguminosen und zehn Kulturgräsern herausgenommen. Diese Wurzelsysteme wurden nach der Präparierung photographiert und auf diese Weise ein wertvolles Bild- und Belegsmaterial erworben. Die Bilder machen uns mit dem Umfang, Gestaltung und den morphologischen Kennzeichen der Graswurzeln bekannt, welche bei uns in dieser Hinsicht noch nicht studiert wurden. Die Duplikate der Wurzelsysteme wurden zur Analyse für die Beurteilung ihrer chemischen Zusammensetzung benutzt.

2. Es wurde die Wurzelentwicklung und die Einwurzelungstiefe dieser Pflanzen in den gleichen Bodenbedingungen und in einer Lokalität bestimmt.

3. Es wurde die Menge der Wurzelsubstanz, der abgetrennten Fraktionen und deren Humifizierungsanteil für die Dauer ihrer Vegetationszeit festgestellt.

4. Es wurde die Art der Lage der Haupt-, Seiten- und Haarwurzeln festgestellt und auch deren Einfluß auf das Bilden der Bodenkrümmel.

5. Es wurde ein Versuch angelegt, die Schnelligkeit des Zersetzens und die Mineralisation der Wurzelsubstanz einiger Gräser (Knäuelgras) festzustellen.

6. Unter Benützung der genauen Feststellung sämtlicher Überreste nach der Ernte wurde die Berechnung der Menge des organischen Stoffes durchgeführt, welche diese Futterpflanzen im mäßig podsolierten Boden in der Tiefe von 1 m und 60 cm auf der Fläche von 1 ha hinterlassen haben.

7. Durch die chemischen Analysen wurde bei drei Leguminosen und vier Gräsern die Menge der Biogenelemente festgestellt, welche die lebende Wurzelsubstanz enthalten hat.

8. Unsere Feststellung, die die Befruchtung des Bodens bezweckt, kann man auf dem Ergebnis der alljährlichen Futterertragsbestimmung und der Verfolgung der botanischen Veredelung beobachten, welche diese Station regelmäßig durchgeführt hat.

Es wurde wiederum bestätigt, daß unsere Ausschwemmungsmethode die genauen Ergebnisse bringt. Dadurch wurde auch die Feststellung des Anteiles der Wurzelsubstanz, welche während der Vegetationszeit abgestorben ist und bis jetzt unmineralisiert ist, ermöglicht.

10. Wenn auch bei der Wahl der Komponenten und der Zusammensetzung der Klee gras-Gemenge außer den vorausgesetzten Futtermengen und deren Qualität auch die Möglichkeit der Bodenbefruchtung gegeben wird, was in der jetzigen Zeit sehr wünschenswert ist, haben auch in diesem Falle unsere Ergebnisse eine praktische Anziehungskraft auf dem ganzen Gebiete der mäßig podsolierten Böden in der Tschechoslowakischen Republik.

Vliv různých závlahových dávek na sklizně polních a lučních plodin a na fyzikální půdní vlastnosti

Влияние различных доз орошения на урожай полевых и луговых культур
и на физические свойства почвы

Der Einfluß verschiedener Beregnungswassermengen auf die Ernte der Feld- und
Wiesenfrüchte und auf die physikalischen Bodeneigenschaften

Inž. Alois ŠPIČKA

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, Praha — Ruzyně

Úvod

Výzkum se závlahou postřikem byl v předválečných letech organizován v rámci zemědělské techniky poradním sborem při ministerstvu zemědělství. Ve Slezsku mělo toto výzkumnictví získat přehled o vlivu stupňovaných závlahových dávek vody z následujících hledisek:

a) Zjistit reaktivnost jednotlivých plodin a jejich odrůd na stupňované dávky vody ve všech vývojových fázích vegetační doby. Podle získaných výsledků stanovit u uvedených plodin potřebné dávky závlahy, jakož i stanovení vegetačních fází, kdy je závlaha nejvhodnější, případně kdy projeví škodlivé účinky.

b) Zjistit vliv stupňované závlahy na výši a jakost výnosů.

c) Zjistit vliv stupňované závlahy na půdní stav.

Pracovní postup a metodika

Popis pokusného místa

Pokus se stupňovanými dávkami vody k polním a lučním plodinám byl konán v Opavě na pozemcích Státní výzkumné stanice zemědělské v letech 1931/32 až 1934/35.

a) **P o l o h a.** Pokusný pozemek byl na rovině o nadmořské výšce 267 m. Opavský kraj je otevřen proti severním povětrnostním vlivům, proti jižním vlivům je pak částečně ohraničen Nízkým Jeseníkem.

b) **P ů d a.** Půdy jsou původem mladší deluviální nánosy (hluboké asi do 70 cm) podložené pleistocenními vrstvami. V půdním profilu jsou znaky mírné vyluhovatelnosti. Půda je odvodněna a vykazuje zrnitostní složení uvedené v tabulce I.

Hloubka v cm	I % jilnaté částice (pod 0,01 mm)	II % prach (0,01 – –0,05 mm)	III % práškový písek (0,05 –0,1 mm)	IV % písek (0,1 – –0,20 mm)	Půdознаecké označení
Ornice 5–10 cm	43,28	47,22	5,94	3,56	středně humózní hnědošedá hlína
Spodina 1. 40–45 cm	46,26	47,00	4,90	1,84	mírně humózní tmavošedá hlína
Spodina 2. 80–90 cm	46,86	44,62	2,74	5,78	rezavožlutá hlína jílnatá

c) Klima. Pro charakteristiku podnebí jsou uvedeny přehledy měsíčních množství srážek a průměrných teplot (tabulka II.).

II. Měsíční množství srážek v mm v jednotlivých pokusných letech v Opavě

Rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Celkem prům. C°
1931	21	22	11	62	53	89	67	150	93	48	24	24	664
1932	27	7	15	13	63	36	64	62	25	39	17	3	371
1933	29	14	5	12	32	59	79	40	23	49	39	24	405
1934	6	27	29	44	94	76	68	145	56	18	20	17	600
1935	20	33	33	43	85	52	98	114	40	90	13	29	650

III. Měsíční průměrné teploty v C° v jednotlivých pokusných letech v Opavě

1931	–0,8	–1,6	–0,1	5,4	16,4	17,2	18,6	16,6	10,6	7,0	3,2	–1,0	7,6
1932	–0,6	–4,9	–0,9	7,7	14,2	14,7	20,3	19,2	16,8	9,8	4,1	0,3	8,4
1933	–5,9	–0,5	3,8	5,5	12,3	14,9	18,9	17,6	13,3	8,7	2,3	–5,2	7,1
1934	–0,9	0,5	5,5	10,8	14,4	16,6	18,4	17,7	15,2	9,8	5,5	4,1	9,8
1935	–4,1	0,3	0,9	8,3	11,0	18,3	17,8	17,2	14,6	10,0	5,2	0,4	8,3

IV. Průměrné množství srážek v mm v jednotlivých měsících v Opavě (průměry za období r. 1881–1900)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Srážky	24	15	36	46	69	81	106	77	75	54	37	25	645

V. Průměrné měsíční teploty v C° v Opavě (průměry za období r. 1851–1900)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Teplota	–2,5	–1,4	1,7	7,0	12,7	16,5	18,4	17,4	13,3	8,7	2,7	–1,6	7,7

Pokusné parcely všech zkoušených plodin:

I. Nezavlažováno.

II. Závlaha vodou v množství proti normálu přirozených srážek ve vegetačním období zvýšená o 50 %.

III. Závlaha vodou v množství proti normálu přirozených srážek ve vegetačním období zvýšená o 100 %. U lučních porostů byla závlaha vyšší, a to na II. parcele o 100 % zvýšená a u III. parcely zvýšená o 200 %.

Udávaným množstvím závlahy (50 % a 100 % normálu přirozených srážek) se tudíž rozumí v roce normálních přirozených dešťů dodání následujícího množství závlahové vody v milimetrech ve vegetačním období:

	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
u II. parcely (50 %):	23	35	40	53	38	37	27
u III. parc. (100 %):	46	69	81	106	77	75	54

U lučních porostů bylo toto množství dodávané vody dvojnásobné. Směrnicí při závlaze bylo, aby každoročně bylo na parcelách II. a III. udržováno stejné množství vláhy (součet přirozených srážek a dodané závlahy). Jestliže množství přirozených srážek nedosáhlo v době vegetační normálu, bylo nutno dodanou závlahu zvýšit, respektive snížit dodané množství závlahy, když byly přirozené srážky nadnormální. V případě nepříznivé povětrnosti byla závlaha omezena nebo i zastavena, když by mohlo nastat poškození porostu (polehnutí obilovin, jarní mrazy apod.). V dubnu bylo zavlažováno jen v letech nadprůměrně teplých a suchých, obvykle bylo počato se závlahou až v květnu. Podobně na podzim (asi do poloviny října) bylo u ozimů dodržováno závlahové množství jen za teplého suchého podzimu. Závlaha byla zastavena vždy určitou dobu před ukončením vegetace, např. u obilnin asi dva týdny před počátkem žloutnutí, u brambor před podešycháním natě a podobně.

Závlaha byla konána:

a) u obilnin od konce dubna až do konce června (u ovsa asi do počátku července, u ozimů jen ojediněle na podzim počátkem října),

b) u okopanin od poloviny května do poloviny září (brambory do poloviny srpna),

c) u luštěnin od května do počátku července,

d) na lukách od dubna do září.

Zavlažováno bylo vždy v denní době, takže je nutno počítat s určitými ztrátami způsobenými denním výparem.

K závlaze bylo používáno postřikovacího zařízení „Zander“. Voda, filtrovaná říční voda z řeky Opavice, byla odebírána z městského vodovodu. Všechny tři parcely byly hnojeny stejným způsobem a stejnými dávkami strojených hnojiv. Pokus byl čtyřletý s následujícím osevním postupem: okopaniny (hnojené chlévskou mrvou), jařiny, luštěniny, ozimy. Do pokusu byly zařazeny nejen všechny hlavní plodiny, ale i některé jejich odrůdy. Ve všech čtyřech letech byly každoročně zkoušeny vždy všechny uvedené plodiny a jejich odrůdy.

1. **Ozimy :**
 - a) žito ozimé (odrůdy: Svatojánské-místní; Kirscheho; Petkuské),
 - b) pšenice ozimá (odrůdy: Dregerova B I 22; Moravia; Dobrovická).
2. **Jařiny :**
 - a) oves jarní (odrůdy: Svalöfský vítěz; Rozkolník; Dregerův žlutý),
 - b) ječmen jarní (odrůdy: Kneiflův-místní; Hanácký).
3. **O k o p a n i n y :**
 - a) řepy (odrůdy: cukrovka Kleinwanzlebenská; krmná Eckendorfka žlutá; krmná Mamutka červená),
 - b) brambory (odrůdy: rané Görsdorfské ledvinky; polopozdní Erdgold; pozdní Parnassia).
4. **Luštěniny :**
 - a) bob koňský,
 - b) hrách Viktoria,
 - c) peluška,
 - d) fazole keřovitá.
5. **P í c n i n y :** kukuřice na zelené krmení (v osevním posupu zařazena k jařinám).
6. **Luční porost** (jetelotravní směska).

Rozbory výsledků

Vliv závlahy na vývoj plodin v jednotlivých vegetačních obdobích

Ozimy

Pšenice : Při vzcházení a v podzimním vývoji se závlaha celkově neuplatňuje. Někdy se objeví větší zaplevelenost na zavlažovaných parcelách. Rozdíly ve vymrzání jsou jen v době silnějších zimních holomrazů nebo za jarních mrazů, při čemž silněji vymrzají parcely III., prostředně parcely II., nejméně parcely I. Sklovité odrůdy vymrzaly více než moučnaté. Pro zlepšení jarního odnožování se závlaha na parcele II., III. příznivě uplatňuje proti nepostříkované parcele I., a to více u odrůd polomoučnatých (Dregerova B I 22, Moravia) proti sklovité pšenici Dobrovické. Závlaha zpožďuje metání hlavně u III. parcely, prostředně u II. parcely, asi o 4—10 dní proti nezavlažované parcele I. Zrání se rovněž závlahou zpožďuje jako metání, tj. asi o 4 až 10 dní. Vliv odrůd se valně neuplatňuje na zpožďování metání a zrání závlahou, někdy je zpoždění větší u sklovitých odrůd. Vliv závlahy na poléhání obilí je dost zřejmý, ale rozhodující pro poléhání je hlavně hustota porostu. Nepoléhavé odrůdy jsou ovšem pro závlahu příznivější. Polehnutí výnosy značně znehodnocuje a je nutno se ho varovat upravenými dávkami závlah. Působení závlahy je nejlepší v době odnožování a v době metání.

Žito : Závlaha působí na žito méně než na pšenici. Vliv závlahy na odnožování v podzimní době je nepatrný, a to jen v době většího sucha. Vliv většího vymrzání se jevil jen ojediněle na III. parcele, neboť citlivost žita (na vymrzání zavlažovaných parcel) je mnohem menší než u pšenice. Zpoždění metání vlivem závlahy bylo patrné hlavně u III. parcely (nepatrně u II. parcely) a činilo asi 1 až

5 dní proti nepostříkované parcele I. O poléhání platí totéž co u pšenice; zřetelněji se uplatňuje vliv hustoty porostu než závlahy. Vliv závlahy na zrání žita je mnohem menší než na zrání pšenice. Místní odrůda Svatojanská se při závlaze lépe uplatňovala než jiné odrůdy. Vliv závlahy na vzrůst žita byl nejzřetelnější při metání, hlavně v době většího sucha. Při podzimním odnožování bývá vliv závlahy ve vlhkém období nižší než při jarním odnožování pšenic.

Jařiny

Ječmen : Vliv závlahy na II. i III. parcele na zvýšení odnožování byl stejný, ale vznikalo přitom větší množství nevyvinutých odnoží. Jarní mrazy poškozuji více zavlažované parcely než nezavlažované. Hlavní vliv na vzrůst se uplatňuje v době metání. Metání se závlahou zpožďuje o 1—5 dní, zrání o 1—3 dny; přitom u parcely III. bylo zpoždění větší než u parcely II. Závlaha se odlišně uplatňovala na vývoj ječmene podle odrůd, a to lépe u místní odrůdy Kneiflovy, u které byla pozorována pro polehání lepší vzdornost.

Oves : Účinky závlahy u ovsa na zvýšené poškozování v době jarních mrazů a na zvýšené odnožování jsou podobné jako u ječmene. Rozdíly ve vývoji, způsobené závlahou, jsou větší u ovsa než u ječmene. Metání se závlahou zpožďuje o 2—6 dní, zrání až o 7 dní. Nepatrně lépe působila závlaha na vývoj žlutého ovsa než na jinou odrůdu. Na polehání má hlavní vliv hustota porostu jako u všech předchozích obilnin.

Okopaniny

Řepa : Na řepu působí závlaha nepříznivě v době jarních mrazů nejen omezováním vývoje, ale hlavně zvýšením počtu vykvetlic (na parcele II. a zejména na parcele III.). Příznivě se začíná závlaha uplatňovat asi 3—4 týdny po vyjednacení. Hlavní vliv závlahy na zlepšení vývoje začíná od doby, kdy list kryje půdu a zvyšuje se až do poloviny srpna, kdy začíná opět mírně klesat. V době sucha působí závlaha i na zlepšení zdravotního stavu. Příznivý vliv závlahy proti ploše nezavlažované (I. parcela) se jeví hlavně u II. parcely. Zvýšená dávka závlahové vody na III. parcele se sice ještě příznivě uplatňuje, ale menším rozdílem než se jeví na II. parcele proti I. parcele.

Brambory : Při vzcházení bramborů je vliv závlahy na jejich vývoj nepatrný. Za jarních mrazů působí závlaha nepříznivě a nastává tím nestejněmý a omezený vzrůst. Příznivý vliv závlahy se jeví nejvíce asi dva až tři týdny před květem a v době květu, tedy při nasazování hlíz a v době hlavního jejich vývoje. Květ na zavlažovaných parcelách se objevuje dříve asi o tři dny než u nepostříkované parcely. Usychání natě u závlahy se zpožďuje o čtyři dny, za vlhké povětrnosti se však tyto rozdíly neprojevují.

Luštěniny

V době sucha vyniká vliv závlahy jako ochrana proti různým škůdcům a tím působí na zlepšení zdravotního stavu (mšice u bobu, červivost hrachu apod.).

Bobkoňský : Závlaha začíná působit na zlepšení růstu hlavně před a v době květu. Závlahou se zpožďuje květ asi o dva dny, zrání o sedm dní.

Hrách a peluška : Vliv závlahy se jeví poněkud zlepšeným vývojem lodyhy hlavně v době květu, ale na množství nasazených lusků vykazuje spíše zhoršující vliv.

Fazole keřovité : Vliv závlahy se uplatňuje pouze v době většího sucha (nikoli za normálních srážek), zejména až v červenci.

K u k u ř i c e na zelené krmení: Závlaha v počátečním vývinu kukuřice může působit jen slabě. Je-li půda dostatečně teplá, jinak spíše škodí. Hlavní účinek závlahy se jeví do konce června až do poloviny srpna. V té době byl vývin u III. parcely (zvýšení dávky závlahy) nejlepší.

L o u k y : Luční porosty zavlažovaných parcel dávají tři sklizně, nezavlažované často jen dvě sklizně. Závlaha v počátečním vývoji působí jen v době většího sucha. V době normálních srážek se uplatňuje závlaha, je-li půda dostatečně teplá již od konce dubna. Závlaha první a druhé otavy působí příznivě hned v počátečním vývinu porostu, často již v druhém týdnu po seči. Rozdíly ve zlepšeném vývoji otavy na zavlažovaných parcelách byly zřejmě proti nepostříkované parcele. U zavlažovaných lučních porostů je pozorována potřeba zvýšeného povzdušování půdy kypřením a obnovováním (podséváním) lučního porostu.

Vliv závlahy na výnosy a jakost plodin

Působení závlahy na výnosy plodin je v jednotlivých letech ovládáno průběhem povětrnostních faktorů spolu s vlastnostmi a stavem půdy. Povšechně možno z výnosových tabulek a z vegetačních pozorování učinit následující závěry.

Z kolísání výnosů zrna obilovin v jednotlivých letech je zřejmo, že velmi záleží na průběhu povětrnostních činitelů. Zvyšování a snižování výnosů závisí na povětrnosti, a to přibližně stejně na nepostříkovaných i zavlažovaných parcelách. Čili vlaha sama není rozhodujícím činitelem, je komplexem vegetačních i biologických činitelů a jejich působení v důležitých fázích, např. při přezimování, dále vlivy chorob a pod. Proto se závlaha u obilovin (ozimů i jařin) na zvyšování výnosů valně neuplatňuje a její vliv bývá málo zřetelný. Suchý rok 1953 zřejmě poukazoval svými dobrými výnosy nepostříkovaných parcel na nízké vláhové požadavky ozimých obilovin. Rentabilita závlahy možno dosáhnout hlavně v suchých letech, a to jejími mírnými dávkami.

Působení závlahy na jakost zrna obilovin je poměrně malé a hektolitrová váha zrna po závlaze spíše klesá. Rozhodující je zde též teplota, případně jiní vývojoví činitelé (odrůdoví, biologičtí). U pšenice, ječmene a částečně i ovsa závlaha jakost spíše snižuje.

Zřejmě příznivě působí závlaha na vzestup výnosů slámy. Kromě toho si vlivem závlahy udržují zvýšené výnosy slámy svou vyrovnanost. Zvýšení výnosů slámy činí u pšenice kolem 20 q, u žita 12 q, u ječmene 16 q, u ovsa 10 q, u slámy je však vidět, že příznivé počasí je účinnější než umělá závlaha. Rovněž zvýšené dávky vody (na III. parcele) nepřinášejí další zvyšování výnosů, nýbrž naopak někdy i pokles. Je to zpravidla zřejmé u žita, ovsa, kdežto u pšenice a ječmene to nebývá. V přirozeném průběhu povětrnosti je někdy vidět, že vysoké výnosy slámy znamenají mnohdy pokles výnosů zrna.

U okopanin je přirozený vliv povětrnosti rovněž rozhodující na výši výnosů. Je to zřejmé z kolísavých každoročních výnosů. Přesto však vliv umělé závlahy se uplatňuje mnohem zřetelněji na zvýšení výnosů proti obilovinám nebo luštěninám.

U cukrovky činilo zvýšení výnosů kořenů přibližně asi o 30 % (asi 110 q), u krmné řepy přibližně asi o 50 %, v některých letech až o 100 % (např. u Ecken-dorffy bývá zvýšení kolem 250 q). U řepy se uplatňuje závlaha hlavně ve středních dávkách (parcely II.). Zvýšené dávky závlahy (na parcelách III.) se valně neuplatňují hlavně u cukrovky. U krmných řep vysoké dávky závlahy (III. parcela) působí stále ještě na zvyšování výnosů, ovšem již ne tak intenzivně jako u parcely II.

Závlaha zvyšuje výnos chrástu asi o 30 % jak u cukrovky, tak i u krmné řepy. Její zvýšené dávky buď nepůsobí nebo spíše mají snižující vliv.

Na cukrnatost má závlaha zpravidla vliv snižující nebo na ni nepůsobí. Obsah sušiny se u krmných řep nepatrně zhoršuje, což nepřichází čelkově v úvahu s ohledem na zvýšené výnosy. Obsah minerálních látek v řepě se závlahou valně nemění.

U bramborů působí závlaha příznivě na výnosy, ale její účinek je poněkud nižší než u řepy, a to asi 20—30 % (asi 50 q/ba). Zvýšené dávky vody na parcele III. proti parcele II. měly jen nepatrný účinek nebo mnohdy vůbec nepůsobily. Na zavlažovaných parcelách byla pozorována lepší vyrovnanost hlíz bramborů. Na škrobnatost a na sušinu závlaha většinou nepůsobí. Rovněž obsah minerálních látek se závlahou valně nemění. Kolísání jakosti bramborů i řepy bylo podmíněno v jednotlivých letech hlavně povětrnostními činiteli (např. teplo, sluneční svit) nebo vlivy biologickými.

Vliv závlahy na luštěniny je rozdílný. Nejlépe se uplatňuje závlaha u bobu v prostředních dávkách (II. parcela) a jeví se ve výnosech až přes 50 % (asi 10 q zrna). Vliv závlahy na fazole je jen částečný, na hrách je nepatrný, rovněž tak i na pelušku, kde je někdy spíše negativní. Jakostně se vliv závlahy jeví hlavně u bobu zlepšením hektolitrové váhy, zřejmě se neuplatňuje u hrachu, fazolí a pelušky.

U píce je vliv závlahy velmi účinný, a to hlavně u lučních porostů, kde je dosahováno zvýšení výnosů až přes 200 % (asi 40 q suchého sena), kdežto u kukuřice na zeleno 40 % (asi 200 q zelené píce). U pícnin se také nejlépe uplatňují zvýšené dávky závlahové vody (III. parcela). U travních porostů možno pozorovat, že závlaha svým účinkem převyšuje mnohdy povětrnostní činitele. Závlahou lze vyrovnávat nepříznivé vlivy povětrnosti na vývoj lučních porostů.

Povšechně však přírodní (povětrnostní, půdní) a biologické vlivy způsobují u všech polních plodin větší výkyvy ve výnosech než zásahy umělé závlahy. V podstatě tudíž působení závlahy na výnosy úzce souvisí s těmito přírodními vlivy.

Nároky plodin na závlahu vodou

Nároky plodin na závlahu nejsou poměrně značné v půdách těžkých a středních, nejsou-li pěstovány na půdách vysychavých. Pro vývoj zrna jsou důležité požadavky na teplo. Žito a ječmen pro poměrně nízké nároky na vodu nevyžadují závlahy v době normálního rozdělení množství přirozených srážek. Pouze v letech suchých se někdy osvědčí závlaha 5—15 mm v době metání a někdy u ječmene v době odnožování. U pšenice a ovsa jsou nároky za normálního rozdělení dešťů obdobné a možno u nich v suchých letech počítat jen se slabší závlahou 10—30 mm, dodanou hlavně v době odnožování a metání.

Nároky okopanin na závlahovou vodu jsou mnohem vyšší. U řep je možno v době normálního rozdělení přirozených srážek v jednotlivých měsících počítat se závlahou, rovnající se asi 50 % zvýšení tohoto normálu, a to v době od konce května do poloviny srpna. Krmná řepa vyžaduje poněkud vyšších dávek než cukrovka a možno proto odhadnout celkovou potřebu závlahy v uvedených měsících u krmných řep asi na 100—130 mm, u cukrovek asi 70—100 mm. V suchých letech se potřeba závlahy zvyšuje podle množství ovzdušných srážek. U brambor při normálním rozdělení dešťů se jeví střední potřeba závlahové vody (parcela II.), a to jen v době hlavního vývoje, za doby květu. U raných brambor je to asi 30—50 mm od poloviny května a počátkem června, u pozdních asi 50—80 mm od poloviny června a po celý červenec.

Pokus. parc.	I.			II.			III.			I.		
Rok	výnos ha/q		váha hl/q	výnos ha/q		váha hl/q	výnos ha/q		váha hl/q	výnos ha/q		váha hl/q
	zrno	sláma		zrno	sláma		zrno	sláma		zrno	sláma	
	Pšenice ozimá:			Dregerova B I/22								
1932	8,6	51,1	54,7	6,5	59,9	55,2	6,9	52,8	56,5	9,6	57,1	62,0
1933	39,2	74,7	79,4	34,5	112,2	79,1	34,3	111,3	78,6	43,8	76,2	79,7
1934	10,2	96,5	62,1	15,2	123,2	61,6	12,2	117,4	61,6	17,5	104,2	56,7
1935	16,8	112,3	79,4	17,2	98,5	79,5	22,2	97,8	79,4	28,3	118,3	79,4
průměr	18,7	83,7	68,9	18,4	98,5	68,8	18,9	94,8	69,0	24,8	88,9	69,4
srovnání %	100	100	100	98	118	100	102	117	100	100	100	100
	Žito ozimé:			Svatojánské — místní								
1932	21,0	54,0	70,0	23,2	63,6	69,0	19,4	50,0	69,2	25,0	61,1	69,8
1933	47,2	69,5	71,1	48,2	115,7	71,3	44,8	96,8	70,8	48,0	75,3	70,8
1934	32,2	70,8	68,3	32,2	81,2	68,3	32,5	79,2	68,3	33,0	70,3	69,1
1935	24,5	83,8	70,2	25,2	96,7	70,0	27,0	101,3	69,8	18,8	79,5	70,2
průměr	31,3	69,5	69,9	32,2	89,3	69,7	30,9	81,8	69,5	31,2	71,6	69,9
srovnání %	100	100	100	103	128	100	99	118	100	100	100	100
	Oves jarní:			Svalovský vítěz								
1932	24,6	83,6	45,6	20,5	85,0	44,4	18,7	86,8	39,1	25,7	79,8	43,8
1933	32,0	49,7	49,1	34,2	89,2	51,5	35,3	86,3	50,5	35,5	54,5	47,8
1934	19,0	81,0	48,1	16,3	100,3	48,1	19,3	85,7	48,0	19,0	77,7	50,7
1935	24,7	114,8	50,1	30,8	115,8	50,0	24,3	95,7	50,0	26,2	105,5	50,7
průměr	25,1	82,3	48,4	25,5	97,6	48,4	24,4	88,6	47,0	26,6	79,4	48,2
srovnání %	100	100	100	102	119	100	97	108	97	100	100	100
	Ječmen jarní:			Kneiflův — slezský								
1932	29,8	61,4	67,8	22,9	69,6	65,3	27,3	61,5	66,8	28,3	60,5	66,4
1933	33,8	56,2	69,1	36,8	94,8	68,9	35,3	83,0	69,0	35,0	54,0	68,8
1934	31,5	68,5	68,1	31,0	75,7	68,3	34,8	105,8	68,6	30,5	64,5	68,0
1935	28,3	71,7	65,5	30,0	68,3	65,5	39,2	85,8	65,3	32,7	72,3	64,0
průměr	30,9	64,4	67,6	30,2	77,1	67,0	34,2	84,0	67,5	31,7	63,0	66,8
srovnání %	100	100	100	98	120	99	111	130	100	100	100	100
	Luštěniny:			Hrácní Viktoria								
1932	10,8	26,3	79,2	5,3	37,3	74,8	4,3	53,9	73,2	14,7	45,5	79,2
1933	11,7	31,3	78,9	19,4	51,5	78,2	17,6	45,6	76,6	10,2	40,7	80,2
1934	4,8	31,3	72,1	4,1	35,0	69,3	7,1	31,8	72,5	4,2	42,1	76,4
1935	13,1	44,3	76,4	13,0	38,0	76,4	16,7	46,3	76,2	18,2	49,9	78,2
průměr	10,1	33,3	76,7	10,4	40,5	74,7	11,4	44,4	74,6	11,8	44,6	78,5
srovnání %	100	100	100	103	121	97	113	133	97	100	100	100
Rok	výnos ha/q		% vyschnutí	výnos ha/q		% vyschnutí	výnos ha/q		% vyschnutí	výnos ha/q		% vyschnutí
	ze- lená	su- chá		ze- lená	su- chá		ze- lená	su- chá		ze- lená	su- chá	
	píce			píce			píce			píce		
	Pícniny:			Kukuřice na zeleno						Luční porost		
1932	406,9	125,8	69,1	568,0	165,0	71,0	725,0	257,0	64,0	51,2	17,4	66,0
1933	263,9	71,3	73,0	513,9	135,2	73,7	486,1	131,4	73,0	80,6	31,3	56,6
1934	453,3	155,9	65,6	496,7	161,9	67,4	636,7	210,1	67,0	268,4	128,0	56,1
1935	400,0	147,9	63,0	593,3	208,7	64,8	640,0	229,3	64,2	338,9	65,9	73,3
průměr	381,0	125,0	67,7	543,0	167,7	69,2	621,9	206,9	67,2	184,8	58,9	63,0
srovnání %	100	100	100	142	134	102	163	165	99	100	100	100

II.			III.			I.			II.			III.		
výnos ha/q		váha hl/q	výnos ha/q		váha hl/q	výnos ha/q		váha hl/q	výnos ha/q		váha hl/q	výnos ha/q		váha hl/q
zrno	sláma		zrno	sláma		zrno	sláma		zrno	sláma		zrno	sláma	
Moravia						Dobrovická								
8,3	69,4	57,3	6,8	70,9	58,0	5,4	45,0	55,5	3,5	51,0	53,8	4,1	81,0	54,0
29,8	128,5	76,0	40,5	134,0	77,6	42,3	62,7	80,2	29,7	125,3	76,8	49,2	131,3	79,3
13,8	19,5	56,8	10,8	114,2	56,7	18,8	91,2	63,1	16,0	107,4	62,4	29,7	165,2	63,4
28,2	105,2	79,3	27,8	110,0	79,7	26,2	110,5	79,4	28,5	119,8	79,8	32,2	106,8	79,1
20,0	105,6	67,5	21,5	107,3	68,0	23,2	77,3	69,5	19,4	100,9	68,2	28,8	121,1	69,0
81	119	97	87	123	98	100	100	100	84	130	98	124	156	99
Kirscheho						Petkuské								
23,3	62,6	69,6	21,0	62,2	63,5	18,8	56,1	70,6	19,3	61,1	69,8	18,1	67,9	70,1
47,8	102,2	71,1	47,7	95,7	70,8	45,7	79,3	71,2	46,3	103,7	71,0	47,0	94,7	71,4
28,3	76,7	68,8	30,0	73,3	68,8	31,0	74,0	69,6	20,0	75,0	69,3	23,3	73,3	68,9
26,5	81,7	71,2	27,2	97,8	70,2	19,2	84,2	70,1	31,0	95,7	70,5	25,7	107,7	70,5
31,5	80,8	70,2	31,5	82,3	69,6	28,7	73,4	70,4	29,2	83,9	70,2	28,5	85,9	70,3
101	113	100	101	115	99	100	100	100	102	114	100	100	117	100
Rozkolník						Dregerův žlutý								
22,6	88,5	46,5	23,3	107,0	40,3	29,8	78,5	44,6	27,8	104,0	43,5	21,5	81,2	39,8
32,7	75,7	48,0	32,5	85,8	48,0	50,3	66,3	48,1	55,6	89,3	47,4	47,5	105,8	47,3
18,5	89,8	51,0	22,5	87,5	50,8	30,3	105,3	47,7	27,5	97,5	47,6	31,5	110,2	47,5
26,5	96,8	49,1	25,5	91,2	49,8	36,5	111,8	46,7	39,0	104,3	47,5	35,3	104,7	44,4
25,1	87,7	48,6	26,0	92,9	47,1	36,7	97,5	46,8	37,5	98,8	46,6	34,0	100,5	44,9
94	111	101	98	117	98	100	100	100	102	109	100	92	111	96
Hanácký						Luštěniny:			Bob koňský					
18,5	61,9	61,0	14,5	49,4	66,3	21,9	35,5	75,6	39,8	61,8	78,6	38,5	65,2	79,8
37,8	92,2	69,0	38,3	85,0	67,9	1,8	23,2	73,8	14,6	51,9	76,6	12,4	45,0	76,2
34,2	89,2	67,8	38,0	112,0	68,1	20,2	28,7	79,8	23,5	41,3	80,4	23,7	42,0	83,4
30,7	74,3	62,1	28,8	69,3	61,9	29,5	56,6	78,4	40,6	78,0	78,8	36,9	72,4	79,8
30,3	79,4	65,0	29,9	78,9	66,0	18,4	36,0	76,9	29,6	58,2	78,6	27,9	56,2	79,8
95	126	97	94	125	99	100	100	100	161	162	102	152	156	104
Peluška						Fazole keřovité								
8,9	41,1	77,6	6,3	42,8	78,6	19,9		78,8	16,9		80,2	18,5		81,4
8,9	68,3	78,8	8,2	70,6	—	8,7		80,6	15,7		82,8	15,0		81,8
3,8	47,1	79,7	3,9	42,4	76,7	11,6		—	10,7		—	9,2		—
15,5	50,0	78,6	16,1	54,3	79,0	5,7		74,2	5,4		72,0	4,4		72,8
9,3	51,6	78,7	8,6	52,5	78,1	11,5		77,9	12,2		78,3	12,6		78,7
78	116	101	73	118	100	100		100	105		101	109		101
výnos ha/q						Poznámky: Výnosy zrna pšenice 1932, 1934 poškozeny snětí. V r. 1933 u II. parc. pšenice Moravia a Dobrovické výnosy poškozeny polehnutím. U bobu výnosy poškozeny mšicemi (r. 1933). Výnosy řep poškozeny někdy povětrnostními vlivy. V r. 1932 je luční porost nově založen.								
ze- lená		su- chá	výnos ha/q		% vyschnutí									
píce			ze- lená			su- chá								
píce		% vyschnutí	píce		% vyschnutí									
247,1	73,3		74,2	248,8	73,5	76,3								
528,9	116,0		76,2	530,0	117,4	75,6								
301,7	109,5		63,9	298,9	109,8	66,6								
441,1	95,8		78,5	470,0	103,0	81,0								
379,7	98,7		72,2	386,9	100,9	71,8								
205	168	115	209	171	114									

VII. Tabulka výnosů a jakosti okopanin

Po- kusná par- cela Rok	I.				II.				III.			
	výnos ha/q		sušina %	cuker- natost, škrob. %	výnos ha/q		sušina %	cuker- natost, škrob. %	výnos ha/q		sušina %	cuker- natost škrob %
	kořen hlízy	chrást			kořen hlízy	chrást			kořen hlízy	chrást		
Řepa	cukrovka Kleinwanzlebenská											
1932	413,9	305,5	25,5	18,3	569,4	463,9	19,9	17,5	558,3	366,6	22,1	18,0
1933	245,6	249,3	24,8	18,7	395,3	325,1	21,5	18,9	413,8	277,1	24,3	18,8
1934	320,6	162,8	24,0	15,3	338,3	155,3	23,8	17,1	343,1	153,6	24,0	16,7
1935	286,7	229,2	23,3	19,3	424,2	356,9	23,7	18,3	381,1	280,6	23,5	18,6
prům.	316,7	236,7	24,4	17,9	431,8	325,3	22,2	18,0	424,1	269,5	23,5	18,0
srovnání %	100	100	100	100	136	137	91	100	134	114	96	101
Krmná řepa	žlutá Eckendorfská											
1932	536,5	119,4	11,2	7,7	1050,0	220,8	8,7	7,4	969,4	163,8	9,2	6,9
1933	391,7	183,3	16,7	13,1	576,4	233,3	13,5	10,9	452,8	152,8	14,5	10,3
1934	656,1	113,9	10,6	6,5	704,7	96,6	9,7	5,7	674,2	100,0	8,1	5,7
1935	436,7	141,7	11,8	8,4	738,9	191,7	12,1	8,7	791,1	202,8	11,9	8,3
prům.	503,7	139,6	12,6	8,9	767,5	185,6	11,0	8,2	721,9	154,8	10,9	7,8
srovnání %	100	100	100	100	152	133	88	92	143	111	87	88
Krmná řepa	červená Mamutka											
1932	563,8	166,6	11,1	8,8	887,4	263,8	9,9	6,8	1194,4	316,6	11,1	6,9
1933	324,7	188,6	16,2	12,2	671,9	285,7	12,4	10,4	498,6	211,1	11,9	9,9
1934	491,1	151,8	14,2	8,5	400,3	125,8	11,9	8,3	442,3	116,0	12,1	7,9
1935	362,2	186,1	13,7	9,8	642,2	259,7	14,0	10,2	689,7	269,4	12,2	8,4
prům.	435,5	173,3	13,8	9,8	650,5	233,8	12,0	8,9	706,2	228,5	11,9	8,3
srovnání %	100	100	100	100	149	135	87	91	162	132	86	85
Rané brambory — Görsdorfské ledvinky												
1932	154,1		22,6	15,7	241,6		20,8	15,5	281,3		18,5	15,5
1933	201,4		19,8	11,4	229,7		19,5	12,1	224,9		20,4	12,0
1934	148,9		18,3	12,0	172,8		20,2	12,4	167,2		19,6	12,0
1935	158,6		20,6	12,5	208,9		20,0	12,8	198,6		20,0	12,2
prům.	165,8		20,3	12,9	213,2		20,1	13,2	218,0		19,6	12,9
srovnání %	100	1	100	100	129		99	103	131		97	100
Polopozdní brambory — Erdgold												
1932	236,1		21,6	18,7	338,9		20,4	20,0	334,7		23,7	19,2
1933	220,6		22,7	16,3	243,9		21,3	14,4	251,6		22,0	15,5
1934	225,0		19,8	12,9	213,9		21,2	13,2	226,4		22,9	12,9
1935	224,4		22,4	15,5	314,4		21,8	15,6	287,5		21,8	14,4
prům.	226,5		21,6	15,8	277,8		21,2	15,8	275,0		22,6	15,5
srovnání %	100		100	100	123		98	100	121		105	98
Pozdní brambory — Parnassia												
1932	26,80		20,9	16,2	401,3		21,4	16,7	444,4		19,3	16,7
1933	213,9		25,6	18,1	246,2		25,1	18,8	227,4		26,6	18,7
1934	319,4		25,6	12,2	326,4		25,8	12,7	290,3		25,1	12,7
1935	347,2		23,9	18,5	401,4		24,6	18,3	438,9		23,6	18,5
prům.	287,1		24,0	16,2	343,8		24,2	16,6	350,2		23,7	16,7
srovnání %	100		100	100	120		101	102	122		99	103

U luštěnin se za normálního množství srážek jeví potřeba závlahové vody jen u bobu, a to od června až do poloviny července v množství asi 40–70 mm. U ostatních luštěnin za normálně rozdělených srážek se závlaha neuplatňuje. Pouze v době podprůměrných srážek možno počítat se závlahou asi 5–15 mm pro hrách a pelušku (hlavně koncem června) a pro fazole (v červenci) se závlahou 10–20 mm.

Pícniny a luční porosty mají velkou potřebu závlahové vody. U kukuřice na zelené krmení i v době normálního rozdělení dešťů možno zvýšit přirozené množství vody až o 100 % (parcela III.) od konce června až do poloviny srpna, a to v celkovém množství asi 150 mm. U lučních porostů se doporučuje dodat závlahovou vodu ve větších dávkách. Za normálních dešťů třeba počítat se 100 % zvýšením přirozeného množství vláhy od poloviny května do srpna, což bylo by celkově asi 240–300 mm vody.

Tím, že opavská nížina je přechodem mezi oblastí suchou a humidní, kde se sucho objevuje během asi deseti let, nelze každoročně počítat u všech plodin se závlahou a může se uplatnit jen u některých plodin, např. u okopanin, pícnin, bobu atd.

Vliv závlahy na půdní stav

Z účinků závlahy na stav půdy se uplatňuje škodlivé kornatění povrchu ornice a zhoršování struktury. Nejvíce to vyniká u parcel III., prostředně u II. parcel a nejméně u parcel I., které často po celou vegetační dobu si zachovaly strukturu hrudkovitou, drobtovitou. Zhoršování struktury (zejména kornatění) vlivem závlahy je vidět hlavně u okopanin a luštěnin, dokud list plodiny nekryje plně půdu. U obilnin jsou tyto účinky mnohem menší, neboť půda je u nich dříve zakryta. Kornatění půdy vlivem závlahy vyžaduje více okopávek sice jen ojediněle, ale na zavlažovaných půdách nutno okopávat dokonaleji, včasěji i častěji.

Na pokusných polích byla ve vegetační době sledována půdní vláha (váhová procenta) po dvou až čtyřech týdenních intervalech v různých hloubkách — 5 cm, 30 cm, 60 cm u jednotlivých plodin na všech parcelách. Bylo zjištěno, že závlaha ovlivňuje vlhkost půdního profilu do hloubky 80–100 cm, nejvíce však působí v povrchové vrstvě do hloubky 25–35 cm. V ornici kolísá vlhkost na všech parcelách nejvíce, zmenšuje se v 30 cm a nejmenší je v 60–80 cm. Postupem z ornice do spodiny klesá rozdílnost mezi jednotlivými různě zavlažovanými parcelami. Rozdílnost procentického zvýšení vlhkosti na zavlažovaných parcelách je přibližně následující:

U II. parcely je průměrné zvýšení vlhkosti proti I. parcele v hloubce 5 cm asi o 6–9 %; v 30 cm asi o 4–6 %; v 60 cm asi o 3 %.

U III. parcely je průměrné zvýšení vlhkosti proti I. parcele v hloubce 5 cm asi o 8–12 %; v 30 cm asi o 6–9 %; v 60 cm asi o 4–6 %.

Uvedené rozdíly vlhkosti jsou po celou vegetační dobu podle závlahy a množství přirozených srážek značně kolísavé, zejména v ornici a v podorniční vrstvě.

Závlahou se povšechně zhoršují fyzikální půdní vlastnosti, jak je zřejmo z tabulky VIII, pórovitosti, absolutní vodní a vzdušné kapacity. Fyzikální vlastnosti byly určovány v jednotlivých letech vždy hned po sklizni, a to u obilovin v červenci až srpnu, u luštěnin v srpnu, u okopanin v září až říjnu, u lučních porostů v listopadu a v prosinci.

Tabulka fyzikálních půdních vlastností uvádí, že zvýšenou závlahou se zhoršují fyzikální vlastnosti hlavně III. parcely proti I. parcele, zatímco na II. parcele (nižší závlaha) jsou mnohdy nezřetelné rozdíly. Zhoršení fyzikálních půdních vlastností bylo zřetelné u okopanin, ozimů a jařin. Rozdíly se jeví hlavně v orniční vrstvě; v podorniční vrstvě jsou často nezřetelné. Pokles pórovitosti na zavlažo-

VIII. Tabulka fyzikálních vlastností po sklizni

Pokusná parcels	Hloubka cm	Pórovitost %	Absolutní jímavost			Pórovitost %	Absolutní jímavost			Pórovitost %	Absolutní jímavost			Pórovitost %	Absolutní jímavost			Pórovitost %	Absolutní jímavost		
			vodní %	vzdušná %	Pórovitost %		vodní %	vzdušná %	Pórovitost %		vodní %	vzdušná %	Pórovitost %		vodní %	vzdušná %	Pórovitost %		vodní %	vzdušná %	Pórovitost %
O z i m y																					
I.	5	54,4	35,6	18,8	53,9	37,7	16,2	48,2	26,6	21,6	53,9	28,3	25,6	52,6	32,1	20,6					
	25	52,5	39,3	13,2	47,1	36,0	11,1	48,1	25,4	22,7	52,5	22,3	30,2	50,3	40,8	19,3					
II.	5	51,6	39,7	11,9	54,5	37,9	16,6	46,5	26,2	20,3	55,3	26,0	29,3	51,8	32,5	19,5					
	25	55,3	38,4	16,9	47,9	35,9	12,0	44,3	25,1	19,2	56,3	25,2	31,3	50,9	31,1	19,8					
III.	5	50,1	38,8	11,3	49,8	40,2	9,6	48,1	28,2	19,9	50,3	29,3	21,0	49,6	34,1	15,5					
	25	53,3	38,3	15,0	48,2	38,7	9,5	45,3	27,8	17,5	47,1	26,5	20,6	48,5	32,8	15,6					
Průměr	5	52,3	38,0	14,0	52,7	38,6	14,1	47,6	27,0	20,6	53,2	27,9	25,3	51,1	32,9	18,5					
	25	53,7	38,7	15,0	47,9	36,9	10,9	45,9	26,0	19,8	52,0	24,7	27,3	49,9	31,3	18,2					
J a ř i n y																					
I.	5	54,0	30,1	23,9	57,7	45,6	12,1	55,2	34,4	20,8	58,3	34,6	23,7	56,3	36,2	20,1					
	25	48,8	30,5	18,3	56,0	43,6	12,4	50,0	36,3	13,6	51,3	33,1	18,2	51,5	35,9	15,6					
II.	5	48,0	36,1	11,9	58,4	37,8	20,6	53,5	33,3	20,2	53,6	31,7	21,9	53,4	34,7	18,6					
	25	48,6	31,4	17,2	55,7	40,3	15,4	52,4	34,0	18,4	47,4	29,3	18,1	51,0	33,5	17,3					
III.	5	48,8	—	—	55,3	36,4	18,9	46,2	37,1	9,1	54,4	31,5	23,0	51,2	34,9	17,0					
	25	48,6	36,1	12,5	51,7	38,7	13,0	46,1	35,7	10,4	52,4	34,3	18,1	49,7	36,2	13,5					
Průměr	5	50,3	33,1	17,9	57,1	39,9	17,2	51,6	34,9	16,7	55,4	32,6	22,9	53,6	35,2	18,8					
	25	48,7	32,7	16,0	54,5	40,9	13,6	49,5	35,3	14,1	50,4	32,2	18,1	50,7	35,2	15,4					
L u š t ě n i n y																					
I.	5	51,4	32,0	19,4	53,3	36,0	17,3	53,5	26,0	27,5	50,4	34,2	16,2	52,1	32,0	20,1					
	25	49,0	34,3	14,7	48,2	37,6	10,6	43,7	27,9	15,8	49,3	32,9	16,4	47,6	33,2	14,4					
II.	5	49,6	37,6	12,0	53,9	41,8	12,1	48,7	34,2	14,5	52,4	34,1	18,3	51,1	36,9	14,2					
	25	47,9	38,0	9,9	47,1	44,3	2,8	46,3	31,3	15,0	48,9	29,6	19,3	47,6	35,8	11,8					
III.	5	48,9	34,6	14,3	56,1	38,6	17,5	54,4	32,7	21,7	52,7	32,7	20,0	53,0	34,8	18,4					
	25	42,7	30,7	12,0	46,7	40,7	6,0	44,9	34,0	10,9	51,7	28,3	23,4	46,5	33,4	13,1					
Průměr	5	50,0	34,7	15,2	54,4	38,8	15,6	52,2	31,0	21,2	51,8	33,7	18,2	52,1	34,5	17,6					
	25	46,5	34,3	12,2	47,3	40,9	6,1	45,0	31,7	13,9	50,0	30,3	19,7	47,2	34,4	13,1					
O k o p a n i n y																					
I.	5	54,4	32,1	22,3	52,1	43,1	9,0	54,4	39,8	14,6	51,4	34,6	16,8	53,1	37,6	15,7					
	25	41,8	35,4	6,4	48,8	39,5	9,3	51,4	40,4	11,0	49,3	36,2	13,1	47,8	37,9	10,0					
II.	5	55,5	35,8	19,7	48,7	38,2	10,5	51,0	38,7	12,3	50,9	38,1	12,8	51,5	37,7	13,3					
	25	50,9	34,2	16,7	47,5	39,2	8,3	48,7	38,1	10,6	47,4	37,4	10,0	48,6	37,2	11,4					
III.	5	50,1	36,0	14,1	48,8	39,1	9,7	53,3	40,4	12,9	53,5	40,1	13,4	51,2	38,9	12,5					
	25	48,4	34,0	14,4	45,7	38,8	6,9	54,0	37,2	16,8	52,3	37,1	15,2	50,1	36,8	13,3					
Průměr	5	53,3	34,6	18,7	49,9	40,0	9,7	52,9	39,6	13,3	51,9	37,6	14,3	52,0	38,0	14,0					
	25	47,3	34,5	12,5	47,3	39,2	8,2	51,7	38,6	12,8	49,7	36,9	12,8	49,0	37,3	11,6					
L o u k a																					
I.	15							53,7	38,9	14,8	54,5	37,4	17,1	54,1	38,2	16,0					
II.	15							48,4	39,9	8,5	50,2	38,4	11,8	49,3	39,2	10,2					
III.	15							50,8	36,4	14,4	49,6	36,7	12,9	50,2	36,6	13,6					
Průměr	15							51,0	38,4	12,6	51,4	37,5	13,9	51,2	38,0	13,3					

vaných parcelách je u okopanin v průměru asi 2 ‰, u ozimů asi 3 ‰, u jařin asi 5 ‰. Pokles absolutní vzdušné jímavosti na postřikovaných parcelách dosahuje u okopanin a jařin v průměru asi 3 ‰, u luštěnin a ozimů asi 5—6 ‰. Rozdílnost v absolutní vodní jímavosti je kolísavá u zavlažovaných i nezavlažovaných parcel. U lučních pozemků klesá závlahou pórovitost asi o 4 až 5 ‰, vzdušná jímavost až o 6 ‰, vodní jímavost se zvyšuje asi o 1 ‰.

Z celkových průměrů fyzikálních vlastností půdy pod jednotlivými skupinami plodin zvláště vynikají rozdíly mezi okopaninami a ostatními skupinami (ozimy, jařiny, luštěniny). V pórovitosti půd není pod jednotlivými skupinami plodin celkem velkých rozdílů. V povrchové vrstvě je pórovitost poněkud vyšší než v hlubší vrstvě ornice. Rozdíl činí asi 2 až 5 ‰, v průměru na povrchu asi 52 ‰, v hlubší vrstvě asi 49 ‰. Absolutní vodní jímavost na povrchu ornice je nejvyšší u okopanin asi 38 ‰, u luštěnin a jařin asi 35 ‰ a nejnižší je u ozimů asi 32 ‰. Souvisí to zřejmě s délkou doby zakrytí povrchu ornice porostem a s dobou sklizně. U okopanin je pozdní, ale delší zakrytí povrchu ornice, kdežto u ozimů je včasné, ale kratší zakrytí povrchu ornice. Stejný odstup je i ve spodní vrstvě ornice u vodní jímavosti, a to u okopanin 37 ‰, u luštěnin 35 ‰, u ozimů 31 ‰, tedy asi o 1 ‰ nižší než na povrchu ornice. Vlivem závlahy a dešťů je povrch ornice poměrně ulehlý proti spodní vrstvě ornice. Absolutní vzdušná jímavost je na povrchu ornice poměrně nízká. Nejnižší je u okopanin asi 14 ‰, vyšší je u ostatních plodin asi 18—19 ‰. V hlubší vrstvě ornice je vzdušná jímavost však nižší proti povrchu, a to u okopanin asi 11 ‰, luštěnin asi 13 ‰, jařin asi 15 ‰, ozimů asi 18 ‰. Pod lučními porosty v hloubce 15 cm se pórovitost celkově neliší od stavu pod ostatními plodinami, ale vodní jímavost je vyšší (asi 38 ‰), obdobně jako u okopanin, a jímavost vzdušná je nejnižší (asi 13 ‰) ze všech pokusných parcel.

Půdní reakce po čtyřletém trvání pokusu se závlahou zřetelně nezměnila na parcelách zavlažovaných a nezavlažovaných.

Na zavlažovaných parcelách byl pozorován rychlejší rozklad organických látek (chlévské mrvy). Na zavlažovaných parcelách vlivem ochuzování půdy o živiny vyššími sklizněmi je třeba zvýšit intenzitu hnojení, jakož i obdělávání půdy.

Souhrn

1. U jednotlivých polních (lučních) plodin byl v Opavě v letech 1931—35 zkoušen na pokusných parcelách vliv stupňovaných závlahových dávek vody ve srovnání s nezavlažovanými parcelami. Množství stupňované závlahy ve vegetační době stanoveno na 50 ‰ a 100 ‰ zvýšení normálního množství přirozených srážek; u lučních porostů bylo toto stupňované zvýšení dvojnásobné (100 ‰ a 200 ‰).

Do pokusu byly každoročně zařazeny hlavní odrůdy ozimů (žito, pšenice), jařin (ječmene, oves), okopanin (řepy, bramborů), luštěnin (bobu, hrachu, pelušky, fazole), z pínin kukuřice na zeleno a luční porost.

2. Účelem pokusu bylo zjistit vliv stupňovaných dávek vody na vývojové fáze jednotlivým plodin, na výnosy a jakost plodin a též na půdní stav.

3. Vliv závlahy na vývoj plodin se projevuje u obilnin ve zlepšeném odnožení a v lepším vývinu v době metání. V zavlažované půdě se zvyšuje vymrzání plodin.

U okopanin působí závlaha nejvíce v době hlavního vývinu (u řep, kdy list kryje půdu, u brambor v době květu). Škodlivě působí v době jarních mrazů.

U luštěnin závlaha podporuje ochranu proti škůdcům, na zlepšení vývinu se však zřetelně neuplatňuje, jedine u bobu.

Z pícnin u kukuřice na zeleno závlaha zřetelně podporuje vývojové zrychlení v letní době. Za chladného jara závlaha spíše škodí. U lučních porostů, je-li půda již dostatečně teplá, působí závlaha po celou vegetační dobu.

4. U obilnin se závlaha na výnos a hektolitrovou váhu uplatňuje nezřetelně, výnosy slámy závlahou se zřejmě zvyšují. U okopanin závlaha zvyšuje výnosy řep i bramborů, na cukrnatost a škrobnatost působí zřetelně, u krmných řep slabě snižuje procento sušiny. U luštěnin zvyšuje závlaha zřejmě výnos a hektolitrovou váhu u bobu, u ostatních luštěnin, hrachu, fazolí a pelušky, je tento vliv nezřetelný. Výnosy pícnin, kukuřice, jakož i lučních porostů závlaha zřejmě zvyšuje.

5. U obilnin za normálních srážek není potřeba závlahy. Pouze v době sucha u žita a ječmene se odhaduje na 5—15 mm, u pšenice a ovsa na 10—30 mm, podobně je tomu u luštěnin, hrachu, pelušky a fazolí, kde jen za sucha je potřebná závlaha 5—20 mm. Za normálních srážek z luštěnin pouze bob vyžaduje 40—70 mm závlahy. U okopanin třeba počítat se závlahou. Rané brambory vyžadují asi 30 až 50 mm, pozdní brambory 50—80 mm, řepa cukrovka 70—100 mm, krmná řepa 100—130 mm. Z pícnin žádá kukuřice na zeleno 150 mm závlahy, luční porosty 240—300 mm.

6. Vliv závlahy na fyzikální stav půdní je celkově zhoršující; zvětšuje se kornatění ornice, snižuje se pórovitost, zvyšuje se vodní kapacita. Vlhkost zavlažovaných parcel je proti parcelám nezavlažovaným po celou vegetační dobu vyšší. V zavlažovaných parcelách nastává rychlejší rozklad organických látek a zvyšují se požadavky na hnojení.

7. Pokusné zkoušení závlahy postřikem bylo v Opavě konáno na středně humózních, těžších hlinitých půdách a ve středně humidním klimatu, za ročního průměrného množství srážek 645 mm a průměrné roční teploty 7,7° C. Záporný vliv závlahy na vývoj některých plodin je nutno posuzovat z uvedených hledisek.

Влияние различных доз орошения на урожай полевых и луговых культур и на физические свойства почвы

1. В 1931—1935 гг. в Опаве на опытных участках испытывалось влияние возрастающих доз орошения водой на отдельные полевые и луговые культуры, по сравнению с неорошаемыми участками. Увеличение орошения в течение вегетационного периода было определено в размере 50 и 100 % сверх нормального количества естественных осадков. Для луговых травостоев это увеличение было определено двойным (100 % и 200 %).

В испытание ежегодно включались главные сорта озимых (ржи, пшеницы), яровых (ячменя, овса), корнеклубнеплодов (свеклы, картофеля) и бобовых (бобов, гороха, полевого гороха, фасоли), а из кормовых — кукуруза на зеленый корм и луговой травостой.

2. Цель проведения опыта состояла в установлении влияния увеличенных доз воды на фазы развития отдельных культур, на величину и качество урожая, а также на состояние почвы.

3. Влияние орошения на развитие культур проявляется у зерновых лучшим кущением и лучшим развитием во время колошения. В орошаемой почве повышается повреждение культур морозами.

У корнеклубнеплодов орошение больше всего действует в главном периоде развития (у сахарной свеклы, когда лист покрывает почву, у картофеля — во время цветения). Орошение оказывает вредное действие во время весенних заморозков.

У бобовых орошение способствует защите против вредителей, но не оказывает явного влияния на улучшение развития, кроме как у бобов.

Из кормовых у кукурузы на зеленый корм орошение явно способствует ускорению развития в летнем периоде. При холодной весне орошение скорее вредит.

У луговых травостоев орошение оказывается действенным в течение всего вегетационного периода, если почвы достаточно теплые.

4. У зерновых влияние орошения на урожай и на гектолитровый вес остается неопределенным; урожай соломы орошением явно повышается. У корнеклубнеплодов орошение повышает урожай разных сортов свеклы и картофеля, его влияние на сахаристость и крахмалистость неясно и, наконец, орошение несколько снижает процент сухого вещества у кормовой свеклы. У бобовых орошение явно повышает урожай и гектолитровый вес бобов, а у остальных бобовых — гороха, полевого гороха и фасоли — это влияние неясно. У кормовых — кукурузы и луговых травостоев — орошение явно повышает урожай.

5. У зерновых при нормальном выпадении осадков нет потребности в орошении. Только при засухе у ржи и ячменя необходимость орошения определяется в 5—15 мм, у пшеницы и овса 10—30 мм. Такое же положение существует у бобовых — гороха, полевого гороха и фасоли, где только при засухе требуется орошение в количестве 5—20 мм. При нормальных осадках из бобовых только боб требует 40—70 мм орошения. У корнеклубнеплодов нужно учитывать необходимость орошения. Ранний картофель требует примерно 30—50 мм, поздний картофель — 50—80 мм, сахарная свекла — 70—100 мм и кормовая свекла — 100—130 мм. Из кормовых, кукуруза на зеленый корм требует 150 мм орошения, а луговые травостои — 240—300 мм.

6. Влияние орошения на физическое состояние почвы в общем сводится к его ухудшению. Ухудшается образование почвенной корки на пахоте, снижается пористость, увеличивается влагоемкость почвы. Влажность орошаемых участков по сравнению с неорошаемыми в течение всего вегетационного периода является более значительной. На орошаемых участках нарастает более быстрое разложение органических веществ и повышаются требования на удобрение.

7. Опытное орошение дождеванием проводилось в Опаве на средне-гумусных, тяжелых глинистых почвах и в условиях средне-влажного климата, со среднегодовым количеством осадков — 645 мм и при среднегодовой температуре 7,7° Ц.

Отрицательное влияние орошения на некоторые культуры нужно рассматривать с точки зрения приведенных выше результатов.

Der Einfluß verschiedener Beregnungswassermengen auf die Ernte der Feld- und Wiesenfrüchte und auf die physikalischen Bodeneigenschaften

1. Bei einzelnen Feld- (Wiesen-) Früchten wurde in Opava in den Jahren 1931 — 35 auf den Versuchspartellen der Einfluß von den gesteigerten Beregnungswassermengen im Vergleich mit den nichtberegneten Partellen geprüft. Die Wassermenge der gesteigerten Beregnung in der Vegetationszeit wurde auf 50 % und 100 % Erhöhung der normalen natürlichen Niederschlägenmenge festgestellt, bei den Wiesenbeständen ist diese gesteigerte Erhöhung doppelt (100 % und 200 %).

In den Versuch wurden alljährlich die Hauptsorten des Wintergetreides (Roggen, Weizen), des Sommergetreides (Gerste, Hafer), der Hackfrüchte (Rübe, Kartoffeln), der Hülsenfrüchte (Pferdebohnen, Erbse, Peluschke, Fisolen), von den Futterpflanzen (Grünfütter-Mais) und der Wiesenbestand eingereicht.

2. Zweck des Versuches war die Feststellung des Einflusses der abgestuften Wassermengen auf die Entwicklungsfasen der einzelnen Pflanzen, auf die Erträge und die Qualität der Früchte und auf den Stand des Bodens.

3. Der Einfluß der Beregnung auf die Pflanzenentwicklung zeigt sich beim Getreide in einer besseren Bestockung und Entwicklung in der Zeit des Schossens. In dem beregneten Boden wird die Auswinterung erhöht.

Bei den Hackfrüchten macht sich die Beregnung in der Zeit der Hauptentwicklung (bei den Rüben, sobald das Blatt den Boden bedeckt, bei den Kartoffeln in der Blütezeit) geltend. Schädlich wirkt sie in der Zeit der Frühjahrsfröste.

Bei den Hülsenfrüchten verbessert die Beregnung den Schutz gegen die Schädlinge, auf die Besserung der Entwicklung übt sie aber keinen sichtbaren Einfluß aus, mit Ausnahme von Pferdebohnen.

Von den Futterpflanzen unterstützt die Beregnung bei dem Futtermais sichtlich die Entwicklungsbeschleunigung in der Sommerzeit. Bei einem kalten Frühling schadet die Beregnung eher. Bei den Wiesenbeständen wirkt die Beregnung durch die ganze Vegetationsdauer, wenn der Boden schon genug warm ist.

4. Beim Getreide macht sich die Beregnung auf den Ertrag und das Hektolitergewicht unbedeutlich geltend, die Stroherträge werden durch die Beregnung wesentlich erhöht. Bei den Hackfrüchten erhöht die Beregnung wesentlich die Erträge der Rüben und Kartoffeln. Auf den Stärke- und Zuckergehalt wirkt sie nur wenig sichtbar ein, schwach setzt sie das Prozent des Trockengehaltes bei den Futterrüben herab. Bei den Hülsenfrüchten erhöht die Beregnung sichtlich den Ertrag und das Hektolitergewicht bei Pferdebohnen, bei den übrigen Hülsenfrüchten, wie Erbsen, Fisolen, Peluschke ist dieser Einfluß gering. Die Erträge der Futterpflanzen, des Grünmaises und der Wiesenbestände erhöht die Beregnung wesentlich.

5. Ein Bedarf an Beregnung bei den Getreidepflanzen ist bei normalen Niederschlägen nicht gegeben. Nur in der Zeit der Dürre beim Roggen und Gerste wird die Beregnungsmenge auf 5—15 mm abgeschätzt, beim Weizen und Hafer auf 10—30 mm. Ähnlich ist es bei den Hülsenfrüchten, Erbse, Peluschke und Fisolen, wo nur bei Trockenheit eine Beregnung von 5—20 mm notwendig ist. Bei normalen Niederschlägen verlangt bei den Hülsenfrüchten nur die Pferdebohne 40—70 mm Beregnung. Bei den Hackfrüchten muß mit einer Beregnung gerechnet werden. Die Frühkartoffeln verlangen ungefähr 30—50 mm, die Spätkartoffeln 50—80 mm, die Zuckerrübe 70—100 mm, die Futterrübe 100—130 mm. Von den Futterpflanzen verlangt der Grünmais 150 mm Beregnung, die Wiesenbestände 240—300 mm.

6. Der Einfluß der Beregnung auf den physikalischen Zustand des Bodens ist im allgemeinen verschlimmernd. Sie erhöht die Verkrustung des Ackerbodens, setzt die Porosität herab, die Wasserkapazität wird erhöht. Die Feuchtigkeit der beregneten Parzellen ist gegenüber den nichtberegneten Parzellen durch die ganze Vegetationszeit wesentlich höher. In den beregneten Parzellen entsteht rascher die Zersetzung der organischen Stoffe und der Düngungsbedarf wird erhöht.

7. Der Versuch mit der künstlichen Beregnung wurde in Opava durchgeführt und zwar auf den mittelhumbosen und schwereren Lehm Böden und in einem mittelhumbiden Klima bei den jährlich durchschnittlichen Niederschlägen von 645 mm und der jährlichen Durchschnittstemperatur von 7,7° C. Der negative Einfluß der Beregnung auf die Entwicklung einiger Feldfrüchte muß eben nach den angeführten Standpunkten beurteilt werden.

Zelené hnojení z mikrobiologického hlediska

Зеленое удобрение с микробиологической точки зрения

The Green Manure from the Microbiological Point of View

Die Gründüngung vom mikrobiologischen Standpunkte

Dr. inž. Bohumír NOVÁK

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, Praha-Ruzyně

Chceme-li sledovat vliv zeleného hnojení na půdní mikroflóru, je třeba předem rozhodnout, jaké rostliny na zelené hnojení budeme pěstovat. Pro naše poměry budou to patrně podsevy (případně přísevy) některých jetelovin a trav a strniskové plodiny složené hlavně ze směsek (luskovino-obilných, luskovino-hořčičných apod.). Nebudeme u nás uvažovat o zeleném hnojení jako o hlavní plodině, i když např. v Maďarsku je tento případ dosti hojný.

Vliv rostlin zeleného hnojení na půdu a její biologickou složku je dvojitý. Rostlina působí na půdní mikroflóru za svého růstu a vývoje. Tento vliv je specifický, a proto takto vytvořená rhizosféra mikroflóra je specifická. Kromě poměrů půdních je určován druhem pěstované rostliny, zapojením porostu, způsobem kultivace a samozřejmě klimatickými vlivy. Po zaorání zeleného hnojení je rostlina zdrojem výživy mikrobům. Její vliv na půdní flóru je méně specifický a je dán kromě ekologických faktorů hlavně chemickým složením a v menší míře morfologickým uspořádáním rostlin. Oba tyto vlivy je nutno uvažovat při mikrobiálním studiu zeleného hnojení.

Jak již název sám ukazuje, rostliny jsou zaorávány ještě zelené a tedy fyziologicky mladé. Ovlivňují tedy až do doby zaorání půdu svou bohatou rhizosférou. Rhizosféra mikroflóra vůbec je charakterisována převahou bakteriálních forem mikrobů nad všemi ostatními mikroby. K r a s i l' n i k o v (1939, 1940), L o c h h e a d (1940), S t a r c (1943) a jiní zjistili, že v rhizosféře rostlin se vyvíjejí převážně Pseudomonady, Flavobacteria a Clostridia. V hojném počtu se vyskytují i mikroby nitrifikační a poutající N_2 . Houby, aktinomycety, bacily a i jiné podobné organismy jsou v rhizosféře rostlin potlačovány. Již S t a r k e y (1931) zjistil, že hlavně rhizosféra leguminóz je bohatá mikroflórou, a to nejen co do počtu, ale i druhově. Rhizosféra mikroby jsou většinou fyziologicky aktivnější než mikroby půdní.

K r a s i l' n i k o v (1939) zjistil, že u mladých rostlin naprosto převažuje v rhizosféře flóra bakteriální, v pozdějších fázích, hlavně v době dozrávání, se počínají množit houby a aktinomycety; bakterií ubývá.

Je tedy zřejmé, že pěstování rostlin na zelené hnojení jako meziplodiny vnáší do půdní biologie nový mnohotvárný faktor nových rostlin a tím zintenzivnění činnosti mikrobů. Tento vliv můžeme většinou označit za příznivý. Nejmenovaný

autor (1955) dokazuje, že půda nepokrytá rostlinným porostem je nepřirozeným stavem, který se nepříznivě projevuje v jejím mechanickém, fyzikálním, chemickém a biologickém složení. Přirozené porosty, kde není monokultura, ale vyskytují se sukcese celých asociací, jsou vhodnější a půda pod těmito porosty je v lepším stavu. Dnes si nemůžeme dovolit zavádění přirozených porostů, ale je nutné zajišťovat stále oživení půdy vegetací. Proto ihned po sklizni obilovin je třeba zapravit zbytky stniště do půdy a zasít novou plodinu. Autor považuje toto opatření za nezbytné pro správnou výživu půdní mikroflóry a spatřuje v těchto opatřeních hlavní článek hospodaření humusem.

Že může zelené hnojení půdu přímo ozdravět, prokázal K á š (1952) ve svých pracích s podkulturou, hlavně leguminózních rostlin, ve vinicích. Zde prokázal, že pěstování podkultury odstranilo tzv. „únavu půdy“, a nejen to, odstraňuje i její příčinu.

Jsme často svědky toho, že v jednotvárných osevních postupech klesají výnosy i při vydatném hnojení. Zavedením pestřejšího osevního sledu se výnosy zvýšily. K á š (1952) tento zjev vysvětluje tím, že v rhizosféře rostlin se pomnoží specifická mikroflóra. Toto namnožení specifických mikrobů vede k zjednodušení půdní mikroflóry, která pak již nemůže vykonávat všechny funkce, kterých je třeba k normálnímu životu půdy, a tedy i k normálním fyziologickým projevům rostlin.

N o v á k (1953) pozoroval, že přísně specifická symbiotická kultura *Azotobacter*a snížila výnos brambor bakterizovaných touto kulturou, přičemž nespecifická kultura *Azotobacter*a výnos zvýšila. Podobné případy s rhizosféryními bakteriemi obilovin byly pozorovány již dříve (T e p p e r 1947).

Únavu půdy považujeme za zjev, kdy druhově zúžená mikroflóra vyvolává fyziologické procesy, které nejsou v souladu s nároky rostlin (K á š 1952), a nakonec vede ke snížení výnosu plodin. Tento názor velmi dobře souhlasí s prací S e k e r o v o u (1955), který přímo dělí rhizosféryní mikroflóru na „symbiotickou“ a „parazitickou“. Tyto pojmy je třeba chápat tak, že symbiotická rhizosféra je normální soužití mikrobů s kořeny rostlin, přičemž mikroby jsou udržovány na povrchu kořenových vlásků. V případě, že je půda málo činná, nestačí podle S e k e r y přirozená půdní mikroflóra udržet fakultativní fytopatogenní mikroby v rovnováze, ty pronikají ke kořenům a případně až do nich, vzniká „parazitická rhizosféra“, která se zevně projevuje zjevem, kterému říkáme „únavu půdy“. Tu lze odstranit zvýšením biologické činnosti: organickým hnojením, změnou osevního postupu apod.

K r a s í l n í k o v (1951) popsal mykolytické bakterie, které se množí v rhizosféře některých plodin. M i š u s t i n (1955) udává, že činná půda je podmínkou jejího biologického čištění od choroboplodných zárodků. K o l á ř í k (1955) zpracoval výsledky rozborů a pokusů s osevními sledy z hlediska výživy rostlin. Přišel k závěru, že vliv střídání (po případě nestřídání) plodin je silnější než hnojení. Protože zelené hnojení přináší do osevního postupu novou plodinu, většinou takového druhu, že se jí osevní postup zpestří, je nutno předpokládat, že pěstování rostlin a zelené hnojení bude zmenšovat nebezpečí vzniku „únavy půdy“. Dokonce již samo pěstování mezplodin musí mít nutně příznivý vliv na život v půdě, tedy na půdu v komplexním slova smyslu. Tyto skutečnosti potvrdil experimentálně R ü t h e r (1955).

Lze proto očekávat, že plodina zeleného hnojení, vysetá jako podsev nebo přímo do plodiny hlavní, bude mít tak příznivý vliv na biologickou složku půdy, že to vyváží nepříznivý účinek konkurence o živiny, vláhu, vzduch atd. V pokusech ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby ČSAZV v Ruzyni v roce 1955 jsme pozorovali, že podsev jak komonice bílé, tak jilku anglického nesnížil, naopak ne-

patrně zvýšil výnos zrna jarní pšenice. Naproti tomu jsme však pozorovali, že podsev bílého jetele ve směsi s jíllem anglickým snížil výnos jarního ječmene téměř o 2 q/ba. Z těchto jednoletých pokusů lze těžko činit závěry. Porovnáme-li je s pokusy Hansenovými (1955), konanými již od roku 1942, přicházíme k závěru, že naše výsledky jsou téměř v mezích běžného kolísání, které v Holandsku, kde je klima přece jen vyrovnanější, činí ± 1 q/ba zrna. Rovněž Růthér (1955) dochází k závěru, že biologické působení podsevu je velmi příznivé i v suchých půdách a doporučuje všude nahradit strniskové plodiny podsevy.

Hlavní účinky zeleného hnojení na půdní život se projevují až po jeho zaorání. Touto nejvláštější problematikou zeleného hnojení se zabývá řada vědeckých pracovníků. Vypočítat všechny práce tohoto druhu by snad ani nebylo účelné.

Obecně je známo, že zelené hnojení silně povzbuzuje půdní mikroflóru. Vliv přidaných organických látek na půdní mikroflóru a zvláště na tzv. „dýchací mohutnost půdy“ popisuje již Stoklasa (1926). Uvádí, že není lhostejno, jaký ústrojný materiál dodáváme do půdy. Určité ústrojné látky měly obecně menší vliv na zvýšení biologických pochodů v půdě než hmoty různorodé, i když byly podobného složení. Vykonal pokus, kdy k odváženému množství půdy přidal určité množství uhlíku ve formě organických látek.

I.

Energetický materiál	Průměrné množství vydýchaného CO_2 za 24 hod.	Celkové množství vydýchaného CO_2 za 21 dnů	Z původního materiálu bylo vydýcháno % C ve formě CO_2
1 kg půdy	19,7	413,6	—
Půda + 10 g C ve formě glukózy	755,4	15863,9	42,14
Půda + 10 g C ve formě fruktozy	494,9	10393,3	27,22
Půda + 10 g C ve formě škrobu	526,1	11048,3	29,00
Půda + 10 g C ve formě celulozy (filtrační papír)	225,2	4730,7	11,77
Půda + 10 g C ve formě dubového listí	328,7	6903,8	17,70
Půda + 10 g C ve formě pšeničné slámy	273,6	5746,6	14,54
Půda + 10 g C ve formě čerstvého červeného jetele	1061,9	22300,4	59,68

Z výsledků uvedených v tabulce I je zřejmé, že čerstvá zelená hmota se rozkládá v půdě rychleji než všechny organické látky v čistém stavu, dokonce rychleji než glukóza. Tyto výsledky byly získány v laboratoři, to znamená za podmínek, které alespoň co do teploty se podstatně liší od podmínek na poli. Přesto je toto pozorování zhruba stále potvrzováno praktickými pozorováními.

Na rozdíl od údajů, že po přidání suchých rostlinných zbytků do půdy se pomnožují hlavně bakterie celulózové a případně denitrifikační, při zeleném hnojení toto nenastává. Zdá se, že zelené hnojení nestimuluje určité fyziologické sku-

piny bakterií, ale celkovou půdní mikroflóru (Stoklasa a jiní). Oproti tomu bylo však přece pozorováno, že po zeleném hnojení se více rozmnožují bakterie než aktinomycety a plísňe a dokonce mnohé aktinomycety jsou potlačovány bakteriální mikroflórou, která se po zeleném hnojení silně pomnoží (Goss 1937).

Zelené hnojení stimuluje mnohé bakterie, které potlačují různé fytopatogenní mikroby. Některé z nich byly izolovány v čisté formě (Millard a Taylor 1927). Pro hospodaření humusem přináší zelené hnojení řadu pronikavých vlivů. Jak již bylo v klasických pracích ukázáno a stále se potvrzuje, že organická hmota zeleného hnojení dobře rozložitelná (Kaila 1952, Modrow 1954, Durant — Gasselina Meissonier 1953).

Téměř všichni autoři se shodují v tom, že nejlépe rozložitelné jsou rostliny leguminózní. Stoklasa (1926) uvádí, že leguminózám se téměř vyrovná řepný chřást. Rostliny s tuhým stonkem přivádějí do půdy obtížněji rozložitelný materiál. Podle Scheffera (1941) je možno podle směsi rostlin určených k zelenému hnojení ovlivnit i pochod rozkladů.

Vzhledem k tomu, že se zelené hnojení tak rychle rozkládá, vytváří se poměrně málo humusu. Scheffer (1941) ukazuje na to, že rostliny zeleného hnojení obsahují málo ligninu, a proto se může vytvořit tzv. „trvalý humus“ jen v malém rozsahu. Podle německých a amerických autorů je zelené hnojení typickým zdrojem „živného humusu“. Přesto však zelené hnojení oceňují velmi příznivě. Haselhoff a Blanck (1928) zjistili, že nadzemní části rostlin zeleného hnojení odpovídají, pokud se jedná o organickou hmotu a dusík, dávce hnoje asi 200 q/ha. Werner (1941) zjistil, že strništní a kořenové zbytky některých leguminózních rostlin, jakých se používá na zelené hnojení, dosahují v orničním profilu váhy suché organické hmoty až 40 q/ha. Scheffer (1941) považuje dobré zelené hnojení za rovnocenné dávce 300 q/ha dobré chlévské mrvy. V pěstitelských pokusech byly vynikající účinky zeleného hnojení prověřeny hlavně na písčitých půdách. Westsik (1955) referuje o svých dlouhodobých pokusech se zeleným hnojením a dochází k závěru, že na suchých písčitých půdách je zelené hnojení lepší než hnojení chlévským hnojem, protože půdní mikroflóra, která rozkládá zelenou hmotu, spotřebuje méně vody než mikroflóra, která rozkládá organické látky hnoje. Tyto teoretické předpoklady nebyly dosud experimentálně potvrzeny, ale bylo zjištěno, že rostliny po zeleném hnojení trpí méně suchem než po hnojení hnojem, na což přirozeně reagují výnosy (Kortleven 1954). Podle Welteho (1955) je zelené hnojení důležitým faktorem v hospodaření humusem a stává se někdy nezbytným, jestliže by jinak bylo množství organického materiálu příliš nízké (nedostatek chlévské mrvy) k udržení obsahu humusu v půdě na stálé výši. Z jeho práce vyplývá, že čím je půda zásobenější humusem, tím větších množství humusového materiálu se jí musí dostat při stejném mineralizačním koeficientu. Intenzivnější kultivaci mineralizační koeficient stoupá, proto musí být větší množství dodaných organických látek. Lehké půdy mají většinou vyšší mineralizační koeficient než půdy těžké. Pro udržení hladiny humusu v půdě je třeba v intenzivním okopanovém hospodářství dodat ročně půdě asi 40—50 q/ha organických látek. Počítáme-li, že je ročně k dispozici 100 q/ha hnoje, tj. asi 20—25 q organických látek, a že podle Hémína a Dupoise (1945) v desetihonném osevním postupu s 60 % obilovin, 20 % okopanin a 20 % polních pícnin zbývá v půdě průměrně 22 q organické hmoty, jeví se zelené hnojení v mnohých případech nutné k udržení půdní úrodnosti.

Modrow (1954) přichází k závěru, že při dobrém hnojení a hlavně používání zeleného hnojení ani intenzivní kultura bramborů, při které se stravuje mnoho

humusu, nepůsobuje celkový jeho úbytek. Naopak při intenzivní kultivaci a dobrém hnojení výnosy stoupaly. H u m b e r t (1955) považuje zelené hnojení za nezbytný předpoklad dobrého hnojení k výkonným odrudám bramborů, které v jiném případě nedávají plnou úrodu. Podle K r e y b i g a (1955) má zelené hnojení význam pro tvorbu půdní struktury hlavně proto, že zlepšuje jakost humusu, neboť zelené hnojení obsahuje málo pentosanů a poměr $C : N$ je úzký. Druhý, neméně důležitý fakt, je povzbuzení biologických procesů v půdě. S i n e (1955) prohlašuje, že jádrem humusového hospodaření je plánovitá výživa půdních mikroorganismů. Proto dodání hodnotné smíšené organické hmoty do půdy je nejlepší zárukou správného hospodaření humusem.

Pro hospodaření humusem v půdě má půdní fauna neobyčejný význam. Humus, vytvořený v zaživacím ústrojí půdních červů, hlavně dešťovek, předčí všechny formy humusu pokud se jedná o strukturní účinky. Tento humus je bohatý šedými huminovými kyselinami, kterých je v jiných formách humusu relativně málo. Proto rozmnožení půdních červů (dešťovek) vede k zvýšení obsahu humusu v půdě, a to humusu nejvyššího (G i l j a r o v 1954). Zelené hnojení silně povzbuzuje rozvoj půdní fauny a hlavně červů. V tomto směru působí zvláště bílkovinami bohaté organické látky s malým obsahem hrubé vlákniny, tedy na prvním místě leguminózy (F r a n z 1943).

Z těchto prací a z prací jiných autorů, které ve svých závěrech jsou podobné, můžeme vyvodit z mikrobiálního hlediska na zelené hnojení několik zákonitostí.

Rostliny zeleného hnojení již tím, že přinášejí do půdy nový biologický faktor, podstatně zlepšují mikrobiální složení půdy, stimulují mikrobiální procesy i dávají možnost zlepšení biologické rovnováhy druhů mikrobů v půdě. Tento účinek zeleného hnojení bude tím pronikavější, čím méně příbuzných rostlin je zastoupeno v běžném osevním postupu. Vliv rostlin zeleného hnojení na biologickou složku půdy musí být pronikavější než vliv plodin, které jsou sklizeny ve stadiu fyziologické zralosti, protože při uzrávání plodin se v jejich rhizosféře intenzita jejich mikrobiálního života snižuje. Toto biologické ozdravení půdy je zvláště důležité při jednostranném osevním postupu.

V letošních pokusech mikrobiologického oddělení Výzkumného ústavu rostlinné výroby ČSAZV jsme pozorovali, že zelené hnojení pěstované jako strnisková plodina odstranilo nepříznivé účinky obilovin (jarní pšenice, jarní ječmen) jako předplodiny pro ozimou pšenici. Čím bohatší byl porost zeleného hnojení a čím působil déle na půdu, tím bylo výraznější jeho příznivé působení.

Rhizosféra rostlin a mladých rostlin zvláště stimuluje rozvoj bakterií na úkor aktinomycet a plísní. Je tedy pozemek, na kterém rostou plodiny zeleného hnojení, bohatší mikroflórou vůbec než půda neporostlá; přitom však nastává daleko větší zmožení bakterií než ostatní mikroflóry. Mohou dokonce nastat případy, že jsou potlačeny aktinomycety a houby. Zaoraná zelená hmota i v tom případě, když nebyla vypěstována na pozemku, stimuluje bakterie, které potlačují aktinomycety a plísně (G o s s 1937). Tím spíše můžeme očekávat rozvoj bakterií po zaorání normálního zeleného hnojení, kde již dříve převládala bakteriální flóra.

Tyto poměry jsou příčinou rychlého rozkladu zeleného hnojení, který postupuje do značné míry až k úplné mineralizaci. Rychlý rozklad poměrně jednoduchých látek bohatých dusíkem a vyskytujících se z velké části v koloidním stavu úzce souvisí s rychlým rozvojem bakteriální flóry. Následkem toho jsou potlačeny organismy, které se nevyvíjejí tak překotně jako bakterie, ale naopak mohou rozkládat látky obtížněji rozložitelné nebo látky chudší dusíkem nebo jsoucí

ve fyzikálním stavu, který není tak příznivý biologickým přeměnám (aktinomycety, plísňe).

Proto i kdybychom přijali názor většiny pracovníků, že zelené hnojení rozmnožuje jen málo půdní humus, je třeba mít na zřeteli i to, ve zeleném hnojení se potlačují aktinomycety a plísňe, které Waksman (1950) považuje za hlavní rozkladače půdního humusu. Jestliže tedy zelené hnojení rozmnožuje jen málo zásobu humusu v půdě, přispívá nemalou měrou k udržení zásob již vytvořených.

Činností půdní mikroflóry je zelené hnojení rychle rozkládáno, uvolňují se minerální živiny pro rostliny a kysličník uhličitý; vliv na půdu a její život, právě tak jako na rostlinný pohyb je mnohotvárný a velmi důležitý.

Má-li být tohoto kysličníku uhličitého správně využito nejen pro půdu, ale i pro rostliny, je třeba jeho tvorbu — to znamená rozklad organických látek — regulovat. Kysličník uhličitý je velmi důležitý činitel při rozpouštění zásob minerálních živin a půdní zásoby. Část tohoto rozpuštěného kysličníku uhličitého čerpá rostlina kořeny přímo; využívá ho k asimilaci. Přebytek uniká do vzduchu a je asimilován zelenými rostlinami. Je proto žádoucí větší tvorba kysličníku uhličitého v době, kdy je půda porostlá. S c h e f f e r (1941) doporučuje zaorávat zelené hnojení co nejpozději, aby snížené teploty zabrzdlily rozvoj mikroflóry. Popisuje, že ani pro půdu samu není výhodné, tvoří-li se příliš velké množství CO_2 , neboť se tím odplavuje příliš mnoho vápna.

Hlavní význam zeleného hnojení je třeba spatřovat v tom, že zásobuje plynule půdní mikroflóru hodnotnou organickou hmotou a tak umožňuje její nepřetržitý rozvoj.

Jak obrovský význam má tato intenzivní činnost půdní mikroflóry, zatím jen spíše tušíme, než víme. Fakticky byla dokázáno, že půdní mikroflóra povzbuzena zeleným hnojením ozdravuje v tom smyslu, že potlačuje řadu fytopatogenních mikrobů (G o s s 1937, W a k s m a n 1950, W e s t s i k 1955 a mnoho jiných). K r a s i l n i k o v 1951 popsal specifické mykolytické bakterie, které přispívají ozdravení půdy od různých plísňí. Tyto bakterie se pomnožují po přidání organických látek do půdy. M i š u s t i n (1955) klade hlavní důraz při ozdravení půdy na komplexní půdní mikroflóru. Intenzivní činnost této mikroflóry je podmíněna dostatečným množstvím lehce rozložitelných organických látek v půdě. Intenzivní činnost půdní mikroflóry ozdravuje půdu také tím, že zamezuje jednostrannému „pomnožení“ několika mikrobů a tak vznikání únavy půdy (K á š 1952, S e k e r a 1955). Význam mikrobů ve výživě rostlin je v poslední době předmětem intenzivního studia, hlavně sovětských vědeckých pracovníků. Tento výzkum není ještě zdaleka uzavřen, ale již nyní je nutno vidět, že nevystačíme s dosavadními hledisky úlohy mikrobů ve výživě rostlin. Úlohu mikrobů ve výživě rostlin si nemůžeme představovat omezenou na mineralizaci ústrojných látek, tvorbu antibiotik, fyzikálního a fyzikálně chemického ovlivnění půdy a rhizosféry, odstraňování organických i minerálních látek rostlinám škodlivých (K r a s i l n i k o v 1953, 1955, B e r e z o v a 1955, K o n o n o v a 1954, S t a n k o v 1952, I m š e n e c k i j 1955, M i š u s t i n 1954, K e i l l i n g 1954, R u c h s m a n a P o z d e n a 1942 a jiní).

Zajímavé jsou práce G e l l e r o v y (1955), který ukazuje, že rhizosférická mikroflóra působí silně na oxydoredukční děje mezi kořeny rostlin a půdou. Tím se upravuje energetický spád mezi těmito systémy. Tímto způsobem pomáhá rhizosférická mikroflóra rostlině čerpat živiny. V těchto dějích spatřuje Geller podstatnou funkci rhizosférické mikroflóry.

Rostliny, kterých je používáno na zelené hnojení, mají na půdu a život v ní pronikavý vliv, který se projevuje již při růstu těchto plodin. Po jejich zaorání na zelené hnojení je tento vliv ještě vystupňován.

Vliv plodin zeleného hnojení lze spatřovat hlavně v tom, že se půda více přiblíží poměrům v přirozených porostech, kde nenastává v teplém a vlhkém období roku vegetační klid, jako je tomu na polích po sklizni obilovin, pokud nejsou pěstovány meziplodiny. Proto je pěstování meziplodin, a to jak na zelené hnojení, tak i na píci, účinným prostředkem proti „fyzilogickému stárnutí mikrobiální biocenózy“ a všestranně tedy přispívá k ozdravení půdy v nejširším slova smyslu.

Zaoráním zeleného hnojení se půda obohatí lehce rozložitelnou organickou hmotou, což se projeví zřetelným zintenzivněním mikrobiálních pochodů. Touto činností mikrobů se uvolňuje značné množství živin pro rostliny. Současně se rozmnožují a zvyšují svou činnost půdní živočichové, hlavně červi. Jejich působením vzniká velmi kvalitní humus.

Celkově lze říci, že zelené hnojení podporuje rozvoj bakteriálních forem mikrobů; aktinomycety a plísně jsou často potlačeny. Organická hmota je rychle rozkládána, takže se tvoří humusu jen málo, ale vytvořený humus je vynikající kvality.

Literatura

- Der Acker braucht eine Decke. Deutsche Landw. Presse 78, 7: 90, (1). — Barbier M.: La culture intensive est-elle incompatible avec maintien de la fertilité des sols? Bull. Engrais 363: 7-9, 1954, (2). — Berezova E. F.: O roli mikroorganizmov v pitánii rastěnij. Rol' mikroorganizmov v pitánii rastěnij: 6-19, Gor. izd. s.-ch. lit. Moskva 1953, (3). — Durand-Gasselin L., Meissounier F.: L'humus, son rôle et son évolution dans le sol. La Potasse 27, 206: 130-106, 1953, (4). — Franz H.: Bodenzöologie als Forschungszweig der Bodenkunde. Bodenkundliche Forschungen VIII, 1/2. Podle V. Káše 1944, (5). — Geller I. A.: O biologických faktorech počvenno-plodnorodija. Mikrobiologija XXIV, 3: 364-370, 1955, (6). — Giljarov M. S.: Rol' počvennych životnych v formirovaniji gumusogo sloja počvy. Uspěchi sovr. biologii 2: 161-169, 1951, (7). — Goss R. W.: A Survey of Potato Scab and Fusarium Wilt in Western Nebraska. Phytopathology 24: 517-527, 1934, (8). — Goss R. W.: The Influence of Various Soil Factors upon Potato Scab Caused by Actinomyces scabies. Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 93, 1937, (9). — Hansen E.: Forsøg med grøngødning 1942-1953. Tidsskrift for Plantecol 48, 3: 484-510, 1955, (10). — Haselhoff a Black: podle F. Scheffera, 1941, 1928, (11). — Hénin a Dupuis: podle E. Welteho, 1955, 1945 (12). — Humbert D.: Zeitgemäßer Kartoffelbau erfordert überlegte Düngung. D. Kartoffelbau 6, 1: 1-2, 1955, (13). — Imšeneckij A. A.: Optimal'nyje pitatel'nyje sredy dlja anaerobnych celjujoznych bakterij. Mikrobiologija 18, 3, 1949, (14). — Imšeneckij A. A.: Optimal'nyje pitatel'nyje sredy dlja desulfurirujuščich bakterij. Mikrobiologija 18, 4, 1949, (15). — Imšeneckij A. A.: Polučeniye čistych kultur Nitrosomonas. Mikrobiologija 22, 4: 376-384, 1953, (16). — Kaila A.: Humification of Straw at Various Temperatures. Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisuja 78: 1-32, 1952, (17). — Káš V.: Vliv podkultury na odstranění tzv. únavy půdy ve vinicích. Seminář půdních mikrobiologů, 1952, (18). — Keilling J.: Le Problème de l'Humus et la Fertilisation des Sols. Vignerons Champ. 75, 6: 203-205, 1945, (19). — Kolářik J.: Výroční zpráva VÚRV - ČSAZV v Ruzyni, 1955, (20). — Kononova M. B.: Gumus počv SSSR, jevo priroda i puti obrazovanija. Počvovedeniye 3: 18-30, 1956, (21). — Kortleven J.: Verbetering van droge gronden sonder wateranvoer door middel von humusverning. Landbouwk. Tijdschr. 66, 9: 613-617, 1954, (22). — Krasil'nikov N. A.: Rol' mikroorganizmov v dopolnitel'nom pitánii rastěnij. Uspěchi sovremennoj biologii XXXIII, 1952, (23). — Krasil'nikov N. A.: Mikroby — antagonisty i antibiotičeskije veščestva v rastěnijevodstvě. Izvěst. AN SSSR: 2: 49-66, 1953, (24). — Krasil'nikov N. A.: Mikroorganizmy i plodородije počv. Izvěst. AN SSSR, ser. biol. 2: 14-39, 1954, (25). — Kreybig L.: dosud nepublikovaný rukopis, 1955, (26).

— Lasík J.: Mikroflora rhizosféry. Problémy její specifity a úloha v půdní toxicitě. V archivu VÚRV - ČSAZV v Ruzyni, 1955, (27). — Lochhead A. C.: Canad. J. Res., C, 18: 42-53. Podle J. Lasíka, 1955, 1940, (28). — Millard W. A.: Common Scab of Potatoes. Ann. Appl. Biol. 10: 70-88, 1923, (29). — Millard W. A., Taylor C. B.: Antagonism of Microorganism as the Controlling Factor in the Inhibition of Scab by Green Manuring. Ann. Appl. Biol. 14: 202-216, 1927, (30). — Mišustín E. N., Percovskaja M. J.: Mikroorganizmy i samoočišćenije počvy. Izd. AN SSSR, Moskva 1954, (31). — Modrow H. J.: Zur Kartoffelernte und kurz zur Gründüngung. Kartoffelbau 5, 8, 188-189, 1954, (32). — Modrow H. J.: Ein Meinungsaustrausch: Humusverzehr — Humusergänzung. Kartoffelbau 5, 1: 11-12, 1954, (33). — Novák B.: Výroční zprávy VÚRV - ČSAZV v Ruzyni, 1953, (34). — Ruschmann G., Pozdena L.: Beziehungen zwischen physikalischer und biologischer Bodenerkrankung. Zentrbl. Bakt. II, 105: 213-233, 1942, (35). — Rütger H.: Der Zwischenbau im mitteldeutschen Trockengebiet. Die Deutsche Landwirtschaft 2: 64-67, 3: 125-129, 1955, (36). — Sekera F.: Gesunder und kranker Boden. Parey, Berlin, III. vyd., str. 90, 1951, (37). — Sekera F.: Der Dunkelkeimversuch als bodenbiologische Testmethode. Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenk. 70, 3: 193-207, 1955, (38). — Stankov N. Z.: K voprosu o značeniji biologičeski dějatel'nych kompostov. Sovět. agron. 9, 8: 74-80, (39). — Starc: podle S. A. Waksmana, 1950, 1943, (40). — Starkey R. L.: Soil Sci. 32: 367-393. Podle J. Lasíka, 1955, 1938, (41). — Scheffer F.: Agrikulturchemie. Teil C: Humus und Humusdüngung. E. Enke, Stuttgart 1941, (42). — Stoklasa J.: Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens. Berlin 1926, (43). — Waksman S. A.: The Actinomycetes. Waltham, Mass., USA, Chronica Botanica Company, 1950, (44). — Welte E.: Fragen zur praktischen Humusforschung. Die Deutsche Landwirtschaft 6, 9: 433-438, 1955, (45). — Werner: podle F. Scheffera, 1941, 1941, (46). — Westsik V.: Vane különleges hatása az istálló és zöldségtrágyának? Agrártudomány 1: 5-10, 1955, (47).

Зеленое удобрение с микробиологической точки зрения

Использование производительных сортов сельскохозяйственных культур зависит от интенсивности биологических процессов в почве. Зеленое удобрение представляет собой средство, при помощи которого можно очень значительно усилить биологические процессы в почве. При этом зеленое удобрение является естественной формой сохранения почвы под растительным покровом и естественной формой внесения в почву органических веществ. Это благоприятно отражается как на микробной популяции почвы, так и на урожаях последующих культур.

The Green Manure from the Microbiological Point of View

The characteristics: Use of the effective varieties of agricultural crops is dependent upon the intensity of the biological processes in soil. The green manure is a way in which we can step up the biological processes in soil very considerably. The green manure is herewith a natural form of keeping soil under the plant cover and a natural form of placing the organic matter into soil. It is favourably reflected in the micro-biological population in soil and in yields of the subsequent crops.

Die Gründüngung vom mikrobiologischen Standpunkte

Die Charakteristik: Die Anwendung der leistungsfähigen Abarten von landwirtschaftlichen Früchten ist von der Intensität der biologischen Vorgänge in Boden abhängig. Die Gründüngung ist ein Weg, auf welchem wir die biologischen Vorgänge im Boden sehr beträchtlich steigern können. Die Gründüngung ist dabei eine natürliche Form der Boden-erhaltung unter der Pflanzendecke und eine natürliche Form der Zuführung von organischen Stoffen in den Boden. Das spiegelt sich günstig in der mikrobiellen Population im Boden und in den Erträgen der Nachfrüchten wider.

Príspevek k otázce rigolování viničných půd

Předběžné sdělení

К вопросу райольной вспашки почвы виноградников

Inž. dr. Vladimír ZVANOVEC

Vysoká škola zemědělská a lesnická, katedra půdoznalství a agrometeorologie, Brno

Předložil akademik Václav Novák

Úvod

Kulturní zásahy člověka do přírodních půd jsou různého charakteru a mají za následek více méně výrazné změny jak ve vnitřním chemickém složení půdy, tak i v možnosti změn v pedogenetickém směru. Často se mění morfologický i stratigrafický ráz půdy, jindy zůstávají morfologické i stratigrafické znaky původního typu zachované, ale ráz sorpčního komplexu a chemizmu půdy je značně změněný.

Kulturní zásahy jsou rázu mechanického a v osevním postupu i vlivem hnojení, tedy mírnější zásahy, ale stále opěťované, nebo jsou radikálního rázu technického apod. Možno tu odkázat na různé vlivy a zásahy zkulturnění v pojednání akademika V. Nováka (4).

K radikálním zásahům do přírodních typů a tedy k radikálním zásahům zkulturnění je možno počítat především rigolování čili převrstvování půdy, které se koná běžně ve vinicích, chmelnicích a u některých zahradnických kultur. Přemístění vrstev v půdním profilu znamená silný zásah do přírodního těla půdy a lze očekávat, že budou značné i změny ve fyzikálních i chemických vlastnostech.

Kultivační zásahy mohou vést k zlepšení půdy a zvýšení její úrodnosti nebo naopak mohou působit na úrodnost nepříznivě. První případ je pravidlem u půd sorpčně nenasycených, kdežto druhý je častější u půd černozemního typu. U nás se dosud nikdo touto otázkou soustavněji nezabýval, ačkoli má nejen teoretický, ale i praktický význam. První práci, která se zabývá vývojovými změnami vlivem kultivace u hnědozemí a podzolovaných půd, publikoval S. Najm v roce 1956 (3). Na katedře půdoznalství Vysoké školy zemědělskolesnické v Brně jsme se začali systematicky zabývat problémem zkulturnění půd pod vlivem názorů akademika V. Nováka.

Při průzkumu viničných půd na jižní Moravě jsme zjistili ve vinařské oblasti mutěnické kromě starých kulturních půd dlouho používaných jako vinice také půdy, u nichž na základě získaných informací bylo zjištěno — nebo se dalo předpokládat —, že nebyly delší dobu používány jako vinice a nebyly rigolovány.

Byla zde tedy možnost porovnat vlastnosti starých kulturních půd s vlastnostmi půd nedotčených rigolováním, respektive půd, u nichž bylo rigolování vykonáno před dlouhou dobou.

U těchto vybraných půdních profilů byl vykonán podrobnější odběr půdních vzorků (po 10 cm) a stanoveny některé základní rozborů. Tento příspěvek nemůžeme považovat za podrobnou studii o vlivu rigolování na půdní vlastnosti. Je to předběžná zpráva, v níž je ukázáno, že užitím běžných základních analýz, které se konají při každém půdoznaleckém průzkumu, lze do určité míry podchytit kulturní zásahy v jejich působení na půdu.

Popis zkoumaných lokalit

Lokalita číslo 1

Půdní typ černozem na deluviu. Porovnány byly sonda č. 7 na rigolované vinici, staré asi dvacet pět let, a sonda č. 8 s původní nerigolovanou půdou. Obě sondy byly otevřeny na svahu o sklonu 20°, v jeho dolní části, expozice JZ, nadmořská výška 190 m, vzdálenost obou sond byla asi 5 m.

Sonda č. 7. Popis profilu:

0—40 cm, hnědá, kyprá písčitohlinitá zemina, slítná s málo pevnou drobtovou strukturou, vláhá, mírně humózní;

40—150 cm, tmavě hnědá, písčitohlinitá zemina, mírně, ve spodní části silněji ulehlá, vláhá, slítná. V hloubce pod 100 cm jsou dobře patrné bělavé žilky CaCO_3 , celá vrstva má stejnoměrný charakter.

Sonda č. 8. Půda původní, nedotčená rigolováním, silně zaplevelená, převládá merlík a různé trávy. Podle sdělení majitele pozemku není pamětník, že by zde byla pěstována réva vinná, není zemědělsky využita. Popis profilu:

0—50 cm, hnědá písčitohlinitá zemina, kyprá, hlouběji poněkud ulehlejší, stejnoměrně slítná, mírně humózní s výraznou drobtovou strukturou. Jsou zde četné otvůrky po jemných koříncích, větší po žížalách. Vrstva od 30 cm do 50 cm je poněkud vlhčí a tmavší barvy;

50—150 cm, tmavohnědá, písčitohlinitá, na spodu poněkud ulehlejší než v nadloží, celkově však dosti kyprá, mírně slítná, vláhá, struktura je hrubší, téměř kostkovitá. V hloubce kolem 100 cm se vyskytují pseudomycelia.

Oba dva profily jsou si podle zevních znaků velmi podobné, půda nerigolovaná se vyznačuje poněkud hlubším A horizontem a mimoto se liší strukturou.

Lokalita číslo 2

Typologicky patří tyto půdy k černozemi, vytvořené na jemných mladotřetihorních písčích s příměsí sprašového materiálu. U sondy č. 12 bylo vykonáno rigolování do hloubky asi 50 cm, v profilu č. 11 není rigolování podle zevních znaků patrné. Terén v okolí sond je zvlněný, obě sondy byly otevřeny ve střední části svahu, sklon 20°, expozice Z, nadmořská výška 230 m, vzdálenost sond od sebe asi 8 m.

Sonda č. 12 se nachází ve vinici se směsí různých odrůd révy vinné, stáří 20—25 roků. Popis profilu:

0—50 cm, hnědá (světlý odstín) lehčí hlinitá zemina, vláhá, kyprá, na spodu ulehlejší, slabě slítná s drobtovou strukturou. V této vrstvě se nacházejí četné světlejší skvrny, obsahující více karbonátů (rigolování!). Přechází ostře do

50–100 cm světle žlutohnědé písčitohlinité zeminy, mírně ulehlé, středně slíinité, s hloubkou se zvyšuje obsah karbonátů, které tvoří četná pseudomycelia a bělavé skvrny. V hloubce pod 100 cm se zvyšuje obsah písku.

Sonda č. 11 se nachází na silně zapleveleném úhoru s vegetací různých plevelů (turan, merlík, pampeliška, traviny); nebyla zde již dlouhou dobu pěstována réva vinná. Popis profilu:

0–60 cm, hnědá (s tmavším odstínem) hlinitá zemina, do 40 cm velmi kyprá, od 40 do 60 cm ulehlejší, mírně humózní, slabě slíinitá s drobtovou strukturou;

60–150 cm, plavá písčitohlinitá zemina, mírně ulehlá, středně slíinitá, v hloubce kolem 100 cm silně slíinitá s bělavými žilkami a skvrnami CaCO_3 .

Rovněž tyto dva profily jsou si velmi podobné, liší se pouze tím, že půda nerigolovaná má poněkud mocnější a tmavší A horizont.

Lokalita číslo 3

Půdní typ černozem, vytvořená na podobné mateční hornině jako u lokality č. 2. Obě porovnávané sondy jsou položeny na pozemku Výzkumné stanice vinařské v Mutěnicích v mírně zvlněném terénu v horní části mírného svahu, téměř na rovině, expozice JV, nadmořská výška 220 m; sondy jsou od sebe vzdáleny 10 m.

Sonda č. 50 se nachází na okraji dvacetileté vinice, rigolování do 70 cm je dobře patrné. Popis profilu:

0–70 cm je vrstva rigolovaná, v níž se nacházejí tři barevně odlišné podvrstvy: 0–30 cm světle hnědá, 30–45 cm tmavší hnědá, 45–70 cm světlá zemina s tmavšími humózními skvrnami. Celkově má tento horizont hlinitopísčité charakter, je kyprý, stejnoměrně slíinitý, v tmavší vrstvě jsou četné otvory po kořincích, struktura je drobtová, málo výrazná;

70–100 cm, tmavohnědá písčitohlinitá zemina se světlejšími skvrnami, středně humózní, slíinitá, mírně ulehlá, s kořeny révy vinné; je to původní A/C horizont rigolováním nedotčený;

100–150 cm, plavá hlinitopísčitá zemina, silně slíinitá s četným žilkováním, bělavými skvrnami a vápenitými konkréciemi.

Sonda č. 49 je umístěna na 5 m širokém pásu, který nebyl nikdy používán jako orná půda; kdysi zde byla topolová alej, nyní je oset vojtěškotrávou. Popis profilu:

0–60 cm, tmavší hnědá hlinitopísčitá zemina, kyprá, mírně slíinitá s výraznou drobtovou strukturou. Vrstva 30–60 cm je poněkud tmavší barvy, ulehlejší, strukturu má kostkovitou a přechází v

60–80 cm do žlutohnědé zeminy s tmavšími jazykovými záteky a humózními skvrnami. Obsahuje karbonáty, je prostoupěna četným kořením;

80–150 cm, plavá hlinitopísčitá zemina mírně ulehlá s bělavými skvrnami, žilkováním a prizmatickým rozpadem.

Aby bylo možno porovnat vlastnosti rigolovaných, nerigolovaných a orných půd, uvádíme ještě *sondu č. 65*, která byla vykopána ve vzdálenosti asi 50 m od sond předešlých v obdobných terénních poměrech. Je to normální orná půda typu černozemě na podobném matečním substrátě.

Sonda č. 65. Popis profilu:

0—40 cm, tmavší hnědá písčitohlinitá zemina, téměř suchá, do 15 cm nakypřená (podmítka!), hlouběji mírně ulehlá, na *HCl* téměř nereaguje, s drobtovou strukturou;

40—60 cm, přechodní horizont se světlými a tmavými skvrnami, stejné zrnitosti jako nadloží;

60—150 cm, hnědožlutá písčitohlinitá zemina, ulehlá, silně slítná, mírně žilovaná, místy se vyskytují bělavé skvrny a měkké vápnité konkrece.

Všechny popsané půdy můžeme zařadit k černozemím, vytvořeným na lehčím matečním substrátu, který s ohledem na větší příměs písčitých frakcí (obsah III. frakce se pohybuje kolem 40 %, IV. frakce je 10—20 %) patří k jemným neogenním pískům.

Část experimentální

Jak bylo již dříve uvedeno, má rigolování za následek určité změny v půdních vlastnostech, zvláště v horní části profilu. V této práci byl porovnáván u vyšetřovaných tří lokalit pouze obsah a profilové rozmístění karbonátů, reakce půdy, obsah humusu a půdní struktura.

V obsahu humusu a vodovzdornosti agregátů byly zjištěny zřetelné rozdíly mezi rigolovanými a nerigolovanými půdami, kdežto rozmístění karbonátů a průběh půdní reakce je nepravidelný; vyskytly se určité nesrovnalosti, způsobené pravděpodobně tím, že některé profily byly ovlivněny deluviálními procesy. Uvádíme tedy jen stručné poznámky k obsahu karbonátů a průběhu půdní reakce, podrobněji si všimneme změn v obsahu humusu a pevnosti agregátů.

Uhličitán vápenatý se vyskytuje ve všech vyšetřovaných profilech ve větším či menším množství. Jeho rozmístění v jednotlivých profilech je následující: U sond č. 7 a 8 byl zjištěn nejvyšší obsah CaCO_3 u povrchu, směrem do hloubky ho postupně ubývá. U sond č. 12 a č. 11 je tomu naopak, v A horizontu kolísá obsah CaCO_3 mezi 1—2 %, ve spodinách je značně vyšší. Rigolovaná půda (sonda č. 50) se vyznačuje v celém profilu vysokým obsahem karbonátů. Do hloubky 50 cm byl zjištěn stejnoměrný obsah CaCO_3 kolem 10 %, ve spodině je zastoupen ještě více. Zcela jinak vypadá rozmístění CaCO_3 v nerigolované půdě. Do hloubky 60 cm se pohybuje obsah CaCO_3 mezi jedním až dvěma procenty, v přechodní vrstvě se jeho obsah zvyšuje a C horizont se vyznačuje jeho vysokým obsahem. Rozdíl v obsahu karbonátů u těchto dvou profilů je velmi nápadný a byl ovlivněn u rigolované půdy vnesením přechodní vrstvy, respektive C horizontu do horní části profilu. U rigolované půdy (sonda č. 50) se projevuje ve vrstvě 0—50 cm mírné zvyšování obsahu CaCO_3 s hloubkou. Tento úkaz svědčí o tom, že v průběhu doby se karbonáty začínají přesunovat do spodiny. V A horizontu orné půdy (sonda č. 65) bylo zjištěno nepatrné množství CaCO_3 , ještě méně než u nerigolované půdy. Z toho je patrné, že odvápnění A horizontu zde pokračovalo nejdále a nepatrný obsah CaCO_3 kolem 0,1 % byl pravděpodobně ovlivněn vápněním.

Z uvedených výsledků vyplývá, že u vyšetřovaných půd je profilové rozmístění karbonátů nepravidelné, ve dvou případech u nerigolovaných půd byl zjištěn nižší obsah karbonátů, ve třetím případě je tomu naopak.

Půdní reakce, zjišťovaná ve vodním výluhu a v roztoku n KCl , vykazovala rovněž určité nepravidelnosti. Souhrnně můžeme uvést, že u lokalit č. 1 a č. 2 byla naměřena nižší reakční čísla u rigolovaných půd, a to buď v celém profilu (lokalita č. 1) nebo alespoň do hloubky 60 cm (lokalita č. 2). U třetí lokality (sonda č. 50 a č. 49) byla zjištěna u rigolované půdy naopak vyšší reakční čísla. Orná půda vykazovala v celém profilu nižší hodnoty reakčních čísel v porovnání s nerigolovanou půdou.

Dále u všech tří lokalit bylo zjištěno, že nerigolované půdy mají nejnížší reakční číslo ve své nejsvrchnější vrstvě 0–10 cm .

Zajímavý je rozdíl mezi reakčním číslem, zjištěným v hydrosuspenzi a v roztoku n KCl , podle něhož můžeme posuzovat pufrovací schopnost půd. Při porovnání těchto rozdílů bylo zjištěno, že všechny rigolované půdy do hloubky 60 až 70 cm mají tento rozdíl vždy menší než nerigolované. Z tohoto poznatku mů-

I.

Sonda		Objemová váha	Váha ornice na 1 ha v kg	Obsah humusu %	Množst. humusu v kg na 1 ha
číslo	hloubka cm				
7	0–10	1,28	1,280.000	1,66	21.248
	10–20			1,24	15.872
	20–30			1,22	15.616
	30–40			1,03	13.184
					<u>65.920</u>
8	0–10	1,25	1,250.000	1,70	21.250
	10–20			1,42	17.750
	20–30			1,29	16.125
	30–40			1,18	14.750
					<u>69.975</u>
12	0–10	1,35	1,350.000	1,04	14.040
	10–20			0,41	5.535
	20–30			0,76	10.260
	30–40			0,75	10.125
					<u>39.960</u>
11	0–10	1,32	1,320.000	1,17	15.444
	10–20			1,18	15.576
	20–30			1,17	15.444
	30–40			1,16	15.312
					<u>61.776</u>
50	0–10	1,42	1,420.000	0,70	9.940
	10–20			0,32	4.544
	20–30			0,11	1.562
	30–40			0,57	8.094
					<u>24.140</u>
49	0–10	1,39	1,390.000	1,69	23.491
	10–20			1,56	21.684
	20–30			1,37	19.043
	30–40			1,26	17.514
					<u>81.732</u>

žeme soudit na lepší ústojčivost rigolovaných půd. Ve spodinách pod 70 cm nejsou již poměry tak vyrovnané, u sond č. 7 a č. 50 je rozdíl u rigolovaných půd menší, u sondy č. 12 opět větší.

Obsah humusu: Změny v obsahu humusu, zjišťování jeho jednotlivých složek, obsah fulvokyselin a podobně jsou velmi vážné problémy, kterými se bude třeba zabývat při studiu zkulturnění půd. V této práci byl sledován pouze obsah veškerého humusu, určený Najmrovou metodou, a přesto byly zjištěny určité rozdíly mezi rigolovanými a nerigolovanými půdami.

Sondy č. 7 a č. 8: U rigolované půdy ve vrstvě do 40 cm se pohybuje obsah humusu mezi 1–1,5 ‰, jedná se tedy o půdu mírně humózní. Nejvyšší obsah humusu byl zjištěn v povrchové vrstvě, dšpodu jeho obsah pozvolnā ubývá. U nerigolované půdy byl zjištěn celkově poněkud vyšší obsah humusu, jeho pokles s hloubkou je podobný jako u půdy rigolované.

Sondy č. 11 a č. 12: Rovněž zde u rigolované půdy byl zjištěn nižší obsah humusu. Nejvíce je zastoupen v povrchové vrstvě, v hloubce 10–20 cm jeho obsah nápadně klesá, pak se opět mírně zvyšuje. Nerigolovaná půda má v celé hloubce do 40 cm stejnoměrný obsah humusu kolem 1 ‰ s mírným poklesem do spodiny.

Sondy č. 50 a č. 49: V rigolované půdě lze pozorovat velmi nepravidelné rozmístění humusu; nejvíce je obsažen v povrchové vrstvě 0–10 cm, pak humóznost nápadně klesá a v 30–40 cm opět se poněkud zvyšuje. Tato nepravidelnost je asi způsobena přehozením vrstev při rigolování. U srovnávací nerigolované půdy byl zjištěn podstatně vyšší obsah humusu a stejnoměrný pokles s hloubkou.

Nápadněji než v procentech se projeví úbytek humusu u rigolovaných půd, jestliže vyjádříme jeho množství váhově na plochu jednoho hektaru. V tabulce I. je uveden kromě procenta obsahu humusu také váhový přepočet v kg/ha v jednotlivých vrstvách do 40 cm a celkové jeho množství. V prvním případě (sonda č. 7 a č. 8) činí úbytek humusu v rigolované půdě 3955 kg/ha, v druhém případě (sonda č. 12 a č. 11) již 21.816 kg/ha a v třetím je značně velký pokles o 57.592 kg. V tomto případě je pokles humóznosti také do určité míry ovlivněn vynesením méně humózních vrstev na povrch při rigolování.

Z výše uvedeného porovnání obsahu humusu u půd rigolovaných a nerigolovaných můžeme vyvodit, že vlivem rigolování viničních půd se v nich snižuje obsah humusu. Tuto okolnost můžeme vysvětlit tím, že kulturní viničné půdy jsou každoročně prokypřovány, což způsobuje větší provzdušnění povrchových vrstev a silnější mineralizaci organických látek mikrobiální činností. V některých případech (u půd s mělkým humusovým horizontem) může být pokles obsahu humusu způsoben také vynesením spodiny na povrch.

Podobné snížení obsahu humusu ve viničních půdách v porovnání s ornými půdami zjistil v Maďarsku J. E b é n y i při kartografii viničních půd (6). Malý obsah humusu se v Maďarsku projevil také nepříznivě na strukturním stavu viničních půd.

Struktura půdy: Při sledování vlivu rigolování na vlastnosti černoziemních půd byl vzat v úvahu také strukturní stav půdy, neboť zde je možno očekávat značné změny v pevnosti agregátů. Agregátový stav půdy byl vyšetřen agregátovou analýzou podle N o v á k a, a to do hloubky 40 až 50 cm. I když většina agregátových analýz trpí značnou subjektivností, přece jen byly shledány nápadné rozdíly mezi vodovzdorností agregátů u rigolovaných a nerigolovaných půd.

II.

Číslo sondy a hloubka		Velikost půdních agregátů								
		<0,01 mm	0,01– 0,05 mm	0,05– 0,1 mm	0,1– 0,5 mm	0,5– 1,0 mm	1–2 mm	>2 mm	>0,5 mm	<0,5 mm
7	0–10	11	19	53	11	4	1	1	6	94
	10–20	7	11	36	23	16	6	1	23	77
	20–30	10	12	37	20	17	3	1	29	79
	30–40	7	12	42	21	15	2	1	18	82
	40–50	11	10	41	23	13	2	0	15	85
8	0–10	14	12	39	22	6	2	5	13	87
	10–20	24	14	39	12	6	2	3	11	89
	20–30	11	16	43	18	10	1	1	12	88
	30–40	8	10	38	30	11	2	1	14	86
	40–50	7	11	34	24	20	3	1	24	76
12	0–10	32	18	38	12	6	2	2	10	90
	10–20	12	27	38	17	4	1	1	6	94
	20–30	10	20	35	20	8	2	5	15	85
	30–40	11	15	38	27	5	2	2	9	91
	40–50	19	18	30	26	5	2	10	17	83
11	0–10	10	15	40	10	7	5	13	25	75
	10–20	11	14	29	21	12	5	8	25	75
	20–30	12	14	32	20	9	5	8	22	78
	30–40	11	12	36	17	11	4	9	24	76
	40–50	9	12	26	18	15	7	13	35	65
50	0–10	9	11	48	28	2	1	1	4	96
	20–30	5	7	56	29	2	1	0	3	97
	30–40	11	14	47	24	3	1	0	4	96
49	0–10	6	10	35	14	10	5	20	35	65
	20–30	7	10	30	21	9	4	19	32	68
	30–40	8	7	27	26	13	10	9	32	68
65	0–10	9	15	32	26	6	3	9	18	82
	20–30	8	9	30	31	12	2	8	22	78
	30–40	9	10	34	33	9	2	3	14	86

Výsledky agregátových analýz v tabulce II. ukazují následující obraz:

Při porovnání obsahu vodovzdorných agregátů byl brán zřetel hlavně na množství makroagregátů o velikosti nad 0,5 mm.

Sondy č. 7 a 8: Rigolovaná půda má v povrchové vrstvě do 10 cm nejnížší obsah agregátů > 0,5 mm, ve vrstvě 10–20 cm se jejich obsah zvyšuje a pak opět klesá. U nerigolované půdy má povrchová vrstva do 10 cm značně vyšší obsah těchto agregátů, potom však jejich obsah klesá, dokonce i pod množství zjištěné u půdy rigolované, a teprve ve 40 cm jsou zastoupeny ve větším množství než u půdy rigolované. Nejvyšší obsah těchto agregátů je u rigolované půdy ve vrstvě 10–30 cm, u nerigolované ve 40–50 cm.

Sondy č. 12 a č. 11: Zde se již nápadněji projevuje vliv rigolování na vodovzdornost agregátů. Rigolovaná půda má v povrchové vrstvě do 20 cm nízký obsah agregátů $> 0,5$ mm, nejvíce jsou zastoupeny až ve hloubce 50 cm. U nerigolované půdy bylo zjištěno ve vrstvě do 40 cm množství agregátů $> 0,5$ mm kolem 25 %, tedy průměrně asi o 200 % více než v rigolované půdě. Nejvzdornější agregáty jsou opět až v hloubce kolem 50 cm.

Sondy č. 50 a č. 49: Zde byl shledán nejnápadnější rozdíl v pevnosti agregátů mezi půdou rigolovanou a půdou původní. V rigolované půdě je zcela nepatrný obsah agregátů $> 0,5$ mm, pouhá 3–4 %, rovněž agregátů > 1 mm je zcela mizivé množství. U nerigolované půdy byl zjištěn téměř desetkrát vyšší obsah agregátů $> 0,5$ mm, v celé vrstvě do 40 cm jsou zastoupeny stejnoměrným obsahem kolem 32 %. V tomto případě je vodovzdornost agregátů silně ovlivňována vojtěškotravami, které byly v okolí sondy č. 49 pěstovány po několik roků. Nápadný je zvláště vysoký obsah hrubých agregátů > 2 mm, který v povrchové vrstvě dosahuje hodnoty kolem 20 %. Tyto agregáty, spojené s kořáním trav, drží velmi pevně pohromadě.

Vezmeme-li v úvahu ještě ornou půdu, vidíme, že zde je strukturní stav značně lepší než u půdy rigolované, ale v porovnání s nerigolovanou půdou poklesl v orné půdě obsah vodovzdorných agregátů $> 0,5$ mm asi o dvě třetiny.

Porovnáme-li jednotlivé agregátové skupiny podle velikosti, můžeme pozorovat, že ve všech vyšetřovaných půdách jsou nejvíce zastoupeny agregáty v průměru 0,05 až 0,1 mm a nejméně je agregátů o průměru > 1 mm. Toto rozvrstvení agregátů je charakteristické pro naše černozemě, které se vyznačují drobnou, krupičkovou strukturou.

Závěrem možno prozatím dedukovat, že rigolování má nepříznivý vliv na pevnost struktury, snižuje značně obsah hrubších agregátů a následkem toho se zvyšuje obsah mikroagregátů, který se u rigolovaných půd pohybuje mezi 80 až 95 %. Nejvíce vodovzdorných agregátů se vyskytuje většinou v podorníční vrstvě půd. Snižování vodovzdornosti agregátů u rigolovaných půd se projevilo nejen v povrchové vrstvě, ale bylo zjištěno i v podorníci, v našem případě až do hloubky 50 cm, do níž byla zjišťována pevnost struktury.

Pod víceletým porostem vojtěškotrav byla zjištěna nejvyšší vodovzdornost agregátů. Snižování jejich vodovzdornosti v rigolovaných půdách možno vysvětlit snížením celkového obsahu humusu.

Rigolováním se tedy porušuje agronomicky cenná půdní struktura, což způsobuje zhoršení fyzikálních poměrů a tím i snížení úrodnosti půdy.

Souhrn

Při půdoznaleckém průzkumu viničných půd na jižní Moravě byly u několika vybraných půdních profilů vykonány běžné základní analýzy za účelem podchycení změn půdních vlastností vlivem rigolování. Typologicky patří vyšetřované půdy k černozemím vytvořeným na jemnozrnných neogenních pískách.

Při porovnání vlastností rigolovaných a rigolováním nedotčených půd byly prozatím zjištěny tyto změny:

1. Obsah CaCO_3 a jeho rozmístění v půdním profilu nebyly vždy pravidelné, ve dvou případech byl zjištěn nižší obsah CaCO_3 u nerigolované půdy, ve

тřetím případě tomu bylo naopak. V rigolované vrstvě byl zjištěn mírný posun karbonátů do spodiny.

2. V rigolovaných půdách byla zjištěna poněkud nižší reakční čísla v porovnání s půdami nerigolovanými. Nejnižší reakční číslo bylo naměřeno u nerigolovaných půd v jejich nejsvrchnější vrstvě 0–10 cm. Rigolované půdy do hloubky 60 cm vykazovaly menší rozdíl mezi pH v H_2O a v $n\ KCl$, takže možno usuzovat na jejich lepší půdovitost.

3. U všech vyšetřovaných rigolovaných půd byl zjištěn ve vrstvě 0–40 cm nižší obsah humusu, jeho ztráty činí asi 40–570 g/ha proti nerigolovaným půdám.

4. Snížení obsahu humusu v rigolovaných půdách se projevilo také snížením vzdovzdornosti agregátů, a to jak v povrchové vrstvě, tak i v podorníci. Zejména byl zjištěn nízký obsah makroagregátů $> 0,5\ mm$, kterých je v nerigolovaných půdách dvakrát až desetkrát více.

Literatura

Karnauchov B. G.: Izměnění svojstv celinnogo priazovskogo černozema posle raspaški. Počvověděnije, 1957, No. 8, (1). — Najmr S.: Humus ve výrobě důležitých půdních typech. Praha, 1957, (2). — Najmr S.: Vývojové změny orných půd vlivem kultivace (středoevropská hnědozem). Sborník ČSAZV, Rostlinná výroba, 1956, č. 3, (3). — Novák V.: O potřebě typologické revize kulturních půd. Sborník VŠLZ, Brno, 1955, č. 2, (4). — Novák V.: Půda v teorii a praxi. Věstník ČAZ XVII, čís. 6–7, (5). — Novák V.: Zpráva o půdoznalecké konferenci v Budapešti r. 1955. Sborník VŠLZ, Brno, 1956, č. 1, (6).

К вопросу райольной вспашки почвы виноградников

При почвоведческом обследовании почв виноградников в южной Моравии в нескольких выбранных почвенных профилях были произведены обычные основные анализы с целью установить изменения свойств почвы под влиянием райольной вспашки. В типологическом отношении обследованные почвы принадлежали к черноземам, образовавшимся на мелкозёрнистых неогенных песках.

При сравнении свойств почв, на которых производилась райольная вспашка, и почв, где райоление не производилось, были до сих пор обнаружены следующие изменения:

1. Содержание $CaCO_3$ и его размещение в почвенном профиле не всегда было равномерным. В двух случаях установлено более низкое содержание $CaCO_3$ в почве, где райоление не производилось, в третьем случае было установлено обратное положение. В почвах, вспаханных райольным плугом, было установлено умеренное перемещение карбонатов в подпочву.

2. В почвах, где была проведена райольная вспашка, были установлены несколько меньшие величины реакции по сравнению с почвами, где райоления не было. Самая меньшая величина реакции в почвах, где райоление не производилось, была установлена в самом верхнем слое 0–10 см. Почвы, где производилось райоление до глубины 60 см имели меньшую разницу между pH в H_2O и в $n\ KCl$ так, что их можно рассматривать как менее устойчивые.

3. У всех обследованных почв, где производилась райольная вспашка, в слое 0—40 см было установлено меньшее содержание гумуса; потери гумуса составляли 40—570 ц/га по сравнению с почвами, где райоления не было.

4. Снижение содержания гумуса в почвах, вспаханных райольным плугом, проявилось также в снижении водопрочности агрегатов как в поверхностном слое, так и в подпахотном слое. Было установлено особенно низкое содержание макроагрегатов $> 0,5$ мм, количество которых в почвах, не подвергнутых райолению, было в 2—10 раз большим.

Tvorba humusu ve statkových hnojivech

Образование гумуса в местных удобрениях

The Formation of Humus in Farmyard Manure

Die Humusgesfaltung in Wirtschaftsdüngern

Dr. Bohumír NOVÁK

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, mikrobiologické oddělení, Praha-Ruzyně

Úvod

Jak prohlašoval již K o s t y č e v a dokázal W a k s m a n (29) a po něm řada dalších pracovníků, nemůže být pochyb o tom, že rozklad organických látek a tvorba humusu jsou především mikrobiologickým pochodem, při kterém se zčásti uplatňují i ryze chemické a fyzikální reakce. Proto se setkáváme s humifikací především tam, kde jsou příznivé podmínky pro mikrobiální činnost (1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 24, 26 aj.).

Některé práce (2, 5, 13) ukazují, že humus se v půdě tvoří za nepříznivých podmínek pro rozvoj mikrobů. Tyto závěry je třeba opravit ve světle novějších prací především tak, že za nepříznivých podmínek pro rozvoj mikroflóry se mineralizuje méně humusu, což se navenek jeví jako hromadění humusu, lépe řečeno hromadění organické hmoty v půdě. Půdní organická hmota takto vzniklá nebo nahromaděná má vlastnosti podřadného humusu, nezajišťuje ani příznivé fyzikální působení na půdu, ani vydatnou a účelnou výživu zemědělských plodin (8).

Proto i ve stájových hnojivech nacházíme většinou intenzivní humifikaci tam, kde jsou intenzivnější mikrobiální pochody (15–22).

Často je diskutována i otázka vlivu kyslíku, respektive oxydoredukčního potenciálu na mikrobiologické pochody. Tímto problémem jsme se zabývali ve své minulé práci (19) a došli v souhlase s většinou moderních prací k závěru, že tvorba humusu je proces převážně aerobní. Ovšem i zde nechybějí zastánci názoru, že humus je produktem anaerobiosy.

Již M e y e r (11) zjistil, že důležitou úlohu v tvorbě humusu mají minerální koloidy. Velký význam minerálního podílu půdy pro hodnocení humusu je demonstrován T j u r i n e m (27, 28), který na principu vazby organických a minerálních látek v půdě vytvořil celou klasifikaci humusu. Důležitá úloha minerálních podílů na jakost humusu vyplývá i ze schematu N a j m r o v a (14). Při zrání statkových hnojiv pozorovali značný vliv přidané zeminy na mikrobiologické pochody N o v á k a L ö b l (19). Naproti tomu K o n o v o v a (7) nepřipisuje organominerálnímu komplexu v půdě velký význam.

Je tedy zřejmé, že jak vlastní mikrobiologické pochody při tvorbě humusu, tak i jeho další chemické a fyzikální reakce je třeba důkladně prostudovat. Je nutné též prozkoumat vzájemný vztah biologických pochodů a fyzikálního a chemického působení systému průběhu biologických pochodů.

V práci, jejíž výsledky zde předkládáme, jsme se zabývali sledováním zrání chlévské mrvy uložené v bloku anaerobním způsobem a chlévské mrvy kompostované se zeminou v nakypřeném stavu a tedy za částečného přístupu vzduchu. Nebyly tedy v těchto pokusech analyzovány jednotlivé vlivy (fyzikální, chemické a biologické) na průběh zrání a tvorbu humusu, ale byly grupovány tak, aby výsledky pokusů bylo možno co nejdříve prakticky využít.

Výsledky těchto pokusů po biochemické stránce byly již referovány (15–18). V těchto pracích jsou rovněž zevrubněji popsány zásady zakládání a sledování pokusů, proto je zde neuvádím. Předmětem této zprávy je popis změn organických látek při zrání statkových hnojiv.

Úbytky organických látek

Mikrobiální činností ve statkových hnojivech nastávají značné změny organického materiálu. Kromě jiných pochodů se tvoří z ústrojného materiálu i jednoduché minerální látky, hlavně kysličník uhličitý a voda. Tvorba kysličníku uhličitého je jednou z hlavních příčin úbytku organických látek v hnoji.

Z dřívějších prací bylo zřejmé, že mikrobiální pochody v chlévské mrvě ukládané v blocích a v kompostech se od sebe podstatně liší. Je nepochybné, že se budou od sebe lišit konečné produkty těchto pochodů, a to jak kvalitativně, tak i kvantitativně.

Podle křivek tvorby CO_2 (15, 17) mohli bychom očekávat, že úbytky organické hmoty, způsobené mikrobiálním rozkladem v prvních fázích zrání budou vyšší v kompostu než u mrvy, ale později že se tento poměr obrátí. Přímé sledování úbytku organických látek v provozních podmínkách by bylo nemožné a proto jsme hodnotili úbytek veškeré ústrojné hmoty z relativního přírůstku popelovin, jejichž absolutní množství považujeme za konstantní.

Přehled o tom, jak relativně stoupá obsah popele v hnoji a kompostech, je podán v tabulkách I–III.

Zbývá tedy v hnoji po osmdesáti dnech zrání 66 % původních organických látek, v horních vrstvách kompostu po sto dnech 73,4 % ve spodních vrstvách 68,7 %. Tyto hodnoty celkem souhlasí s analýzami uhlíku. Při konečném převažování hnoje a kompostů jsme shledali, že ztráty v hnoji dobře odpovídají hod-

I. Relativní obsah organických látek v chlévské mrvě

Odběr vzorku	Doba zrání	Procent organických látek v sušině	Organické látky v procentech	
			původní ústrojné hmoty	ústrojné hmoty předešlého vzorku
1	1	86	100	—
8	11	82,5	80	80,0
12	24	81,0	75,7	92,1
14	52	80,0	70,0	95,0
17	56	80,7	72,5	—
19	80	78,9	66,0	94,3

II. Relativní obsah organických látek ve svrchních vrstvách kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Procent organických látek v sušině	Organické látky v procentech	
			původní organické hmoty	organické hmoty předešlého vzorku
1	1	59,0	100,0	—
5	6	50,4	82,7	82,7
8	16	44,9	74,4	90,0
16	51	43,7	72,8	98,6
20	74	44,1	73,4	—
25	100	44,1	73,4	100

III. Relativní obsah organických látek ve spodních vrstvách kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Procent organických látek v sušině	Organické látky v procentech	
			původní ústrojně hmoty	ústrojně hmoty předešlého vzorku
1	1	59	100	—
5	6	60,7	—	—
8	16	50,0	82,0	82,0
16	51	42,9	70,6	86,0
20	74	43,4	74,0	—
25	100	40,3	68,7	97,3

notám vypočítaným z popelovin, kdežto skutečné úbytky v kompostu bývaly poněkud nižší. Tuto skutečnost lze vysvětlit tím, že při překopávce (i jinak) se dostává zemina, která kompost kryla, dovnitř hromady a tím stoupl relativní obsah popelovin více než odpovídá mineralizačním pochodům při zrání.

Všimneme-li si průběhu úbytku organických látek, vidíme, že nejrychlejší úbytky nastávají v prvních fázích zrání, a to v hnoji i v kompostu. Tak, jak lze očekávat, ubývá zprvu nejvíce organické hmoty v horních dobře provzdušených vrstvách kompostu, kdežto úbytky ve spodních vrstvách kompostu jsou nejmenší. Hnuj a spodní vrstvy kompostu se na počátku zrání od sebe jen málo odlišují.

Úbytky organické hmoty se v kompostu brzy snižují a v horních vrstvách jsou po desetitýdenním zrání již jen nepatrné. Rovněž organické látky spodních vrstev kompostu se po překopávce stávají vzdornější vůči mineralizaci. Naproti tomu organická hmota hnoje, kde mineralizační pochody probíhají zprvu zřetelně pomaleji než v kompostu (jmenovitě v jeho horních vrstvách), je rozkládána ve značné míře i v době, kdy se kompost již jen málo mění.

Propočteme-li úbytky organických látek na jednotlivé dny, zjistíme, že v prvních deseti dnech ubývá v hnoji asi 2 ‰ organických látek denně, v průběhu dalších tří týdnů klesá rychlost rozkladu, takže jich ubývá průměrně již jen 0,5 ‰ denně a v dalších šesti týdnech 0,12 ‰ denně.

V horních vrstvách kompostu nastávají během prvních pěti dnů úbytky 3,4 ‰ organických látek denně. Rychlost rozkladu se snižuje, takže během dalších deseti dnů úbytek činí průměrně jen 1 ‰ denně, v dalších pěti týdnech klesá na průměrnou hodnotu 0,042 ‰ a během dalších etap jsou úbytky již neznatelné.

Ve spodních vrstvách kompostu nacházíme v prvních dvou týdnech průměrný denní úbytek organických látek 1,1 ‰, který během dalších pěti dnů klesá na 0,45 ‰ a v období dalších sedmi týdnů na 0,05 ‰.

Pro praxi mají tyto skutečnosti několikový význam. Předně je důležité, že při kompostování se zachová více organické hmoty pro půdu než při prostém ukládání hnoje v blácích, ovšem jen tehdy, ponechá-li se hnůj i kompost vyzrát (dva měsíce i déle). Jestliže se vnáší do půdy hnojiva ještě čerstvá (nepozrálá), pak je bilance veškeré ústrojné hmoty u hnoje příznivější.

Protože mikroflóra hnoje je ke konci zrání méně početná než na počátku, a její celková potenciální schopnost rozkládat organické látky se postupem zrání snižuje, můžeme se domnívat, že po vnesení do půdy budou organické látky hnoje rychle rozkládány půdní mikroflórou. To bylo konečně již mnohokrát potvrzeno údaji v literatuře i praktickými zkušenostmi.

Naproti tomu v kompostu aktivity mikroflóry prakticky neubývá a počty mikrobů se dokonce i zvyšují. Přesto však úbytek organických látek po zrání prakticky ustává. Je to známkou toho, že se vytvořil humus, který je obtížně rozložitelný. Můžeme tedy předpokládat, že i po vnesení do půdy budou organické látky kompostu pomaleji mineralizovány, než organické látky hnoje, a tedy hnojením kompostem dosáhneme patrně snáze zvýšení obsahu půdní ústrojné hmoty než při použití hnoje.

Tuto domněnku je však třeba ověřit přímým sledováním jakosti organických látek v hnojiu.

Kvalitativní změny organických látek

Změny v jakosti organických látek při zrání statkových hnojiv jsou mnohobytvarné a je obtížné je všechny postihnout. V literatuře se nejčastěji udává, že při zrání se silně snižuje obsah celulosy a hemicelulos, případně jiných sacharidů, jestliže byly přítomny, a relativně stoupá obsah ligninů a proteinů. Množství látek rozpustných v organických rozpustidlech pravidelně klesá.

Sami jsme nekonali látkové analýzy hnoje a kompostů, protože údaje v literatuře jsou o tom dosti podrobné a většinou se spolu shodují. Pro nás je však důležité zjistit, zda se ve statkových hnojivech tvoří humus nebo zda se netvoří, a v jaké míře se tvoří při různém ošetřování hnojiv.

Metod stanovení kvality organických látek ve statkových a jiných organických hnojivech je řada. S ohledem na současné pracovní možnosti jsme se rozhodli pro hodnocení jakosti humusu stanovením uhlíku huminových kyselin a fulvokyselin (fulvolátek) jednoduchou extrakcí při 20° C a 60° C.

Výsledky těchto analýz jsou uvedeny v tabulkách IV–VIII.

IV. Obsah veškerého uhlíku a uhlíku humusových frakcí extrahovaných při 20° C a 60° C z chlévské mrvy

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý C %	C extrahovaný při 20° C			C extrahovaný při 60° C		
			alkalický extrakt	huminové kyseliny	fulvo-kyseliny	alkalický extrakt	huminové kyseliny	fulvo-kyseliny
1	1	13,1	1,05	0,19	0,86	1,42	0,47	0,95
8	11	10,5	0,95	0,24	0,69	1,45	0,63	0,82
12	24	9,7	0,89	0,12	0,77	1,39	0,51	0,88
14	32	9,2	0,95	0,20	0,75	1,32	0,30	1,02
17	56	9,6	1,09	0,11	0,98	1,30	0,27	1,03
19	80	8,6	0,92	0,14	0,78	1,18	0,28	0,90

V. Relativní množství uhlíku huminových frakcí v procentech veškerého uhlíku v chlévské mrvě

Odběr vzorku	Doba zrání	C huminových kyselin v % C veškerého		C fulvolátů v % uhlíku veškerého	
		extrakce při 20° C	extrakce při 60° C	extrakce při 20° C	extrakce při 60° C
1	1	1,45	3,59	6,56	7,23
8	11	2,29	6,00	6,57	7,81
12	24	1,24	5,26	7,94	9,07
14	32	2,17	3,26	8,15	11,09
17	56	1,15	2,81	10,21	10,72
19	80	1,63	3,26	10,23	10,47

VI. Obsah veškerého uhlíku a uhlíku humusových frakcí extrahovaných při 20° C a 60° C ze svrchních vrstev kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý C %	C extrahovaný při 20° C			C extrahovaný při 60° C		
			alkalický extrakt	huminové kyseliny	fulvo-kyseliny	alkalický extrakt	huminové kyseliny	fulvo-kyseliny
1	1	10,7	0,85	0,37	0,58	1,40	0,65	0,75
5	6	8,9	0,90	0,59	0,31	1,42	0,78	0,64
8	16	8,9	1,08	0,85	0,25	1,95	1,27	0,68
16	51	7,9	1,27	1,02	0,25	2,81	2,46	0,35
20	74	7,9	1,45	1,28	0,17	3,16	2,89	0,27
25	100	7,9	1,67	1,53	0,14	3,74	3,43	0,31

VII. Obsah veškerého uhlíku a uhlíku humusových frakcí extrahovaných při 20° C a 60° C ze spodních vrstev kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý C %	C extrahovaný při 20° C			C extrahovaný při 60° C		
			alkalický extrakt	huminové kyseliny	fulvo-kyseliny	alkalický extrakt	huminové kyseliny	fulvo-kyseliny
1	1	10,7	0,95	0,37	0,58	1,40	0,65	0,75
8	16	8,0	0,99	0,50	0,49	1,25	0,58	0,67
16	51	7,4	1,29	0,70	0,58	1,64	0,94	0,70
20	74	7,9	1,38	1,11	0,27	2,73	2,26	0,47
25	100	7,4	1,87	1,42	0,35	2,65	2,14	0,51

Tyto tabulky ukazují, že jak v hnoji, tak v kompostu nacházíme látky tmavého zbarvení, které lze extrahovat zředěnými roztoky alkalií. Část těchto látek lze vysrážet zředěnými silnými minerálními kyselinami, kdežto část jich zůstává v roztoku. Můžeme tedy tyto látky podle nyní obecně přijatých názorů označit za huminové kyseliny, respektive fulvokyseliny (fulvolátky).

Huminové kyseliny i fulvokyseliny nacházíme již v čerstvé chlévské mrvě. Jejich extrahovatelnost je dobrá již při pokojové teplotě. Zvýšením teploty při extrakci na 60° C se zvýší celkové množství extrahovaných látek z čerstvé mrvy o 35 %, z uzlého hnoje o 29 %. Z tohoto zvýšení připadá na huminové kyseliny u čerstvé mrvy asi tři čtvrtiny a na fulvokyseliny asi čtvrtina, kdežto u prozřelého

VIII. Relativní množství uhlíku huminových kyselin a fulvokyselin v procentech veškerého uhlíku ve svrchních a spodních vrstvách kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Svrchní vrstvy kompostu				Spodní vrstvy kompostu			
		C huminových kyselin v % C veškerého		C fulvolátů v % C veškerého		C huminových kyselin v % C veškerého		C fulvolátů v % C veškerého	
		extrakce při 20° C	extrakce při 60° C	extrakce při 20° C	extrakce při 60° C	extrakce při 20° C	extrakce při 60° C	extrakce při 20° C	extrakce při 60° C
1	1	3,46	6,07	5,42	7,01	3,46	6,07	5,42	7,01
5	6	6,63	8,76	3,48	7,19	—	—	—	—
8	16	9,33	14,27	2,87	7,64	6,25	7,25	6,13	8,31
16	51	12,91	31,14	3,16	4,43	9,46	12,70	7,84	8,86
20	74	16,20	36,58	2,15	3,42	14,05	34,69	3,42	5,95
25	100	19,37	43,42	1,77	3,92	19,19	28,93	4,73	6,89

hnoje je toto zvýšení téměř rovnoměrně rozděleno na huminové kyseliny a na fulvokyseliny. Můžeme tedy soudit, humusové látky jsou v hnoji jen málo používány, fulvokyseliny méně než huminové kyseliny. Porovnáme-li obsah huminových kyselin v hnoji s obsahem veškerých organických látek, zjistíme, že relativní množství huminových kyselin se jen málo mění. Při studené extrakci jsme zjistili nepatrné stoupnutí obsahu huminových kyselin v uzrálém hnoji ve srovnání s čerstvou mrvou, při extrakci při 60° C naopak jejich mírný pokles. Rozdíly jsou však celkem malé, takže je možno předpokládat, že byly způsobeny hlavně nevyrovnaností materiálu. Naproti tomu obsah fulvokyselin s postupujícím zráním vzrůstá, přičemž při vyšších teplotách lze extrahovat jen o málo více fulvokyselin než při pokojové teplotě. Není tedy kvalita tvořivších se humusových látek vcelku z hlediska zlepšování fyzikálního stavu půdy příliš výhodná. Naproti tomu mohou být tyto látky dobrým živým substrátem pro mikroflóru.

V čerstvém kompostu jsou humusové látky rovněž dobře uvolnitelné. Extrakci při 60° C se uvolní o 46 % více humusových látek než při 20° C. V uzrálém kompostu však stoupne uvolnitelnost při 60° C oproti extrakci při 20° C o 123 % ve svrchních vrstvách; ve spodních vrstvách je tento rozdíl menší. Při 60° C se extrahuje jen o 42 % humusových látek více než při 20° C. Z tohoto zvýšení připadají v čerstvém kompostu na huminové kyseliny asi tři pětiny a dvě pětiny na fulvokyseliny, v uzrálém kompostu ve svrchních vrstvách více než devět desetin na huminové kyseliny a méně než jedna desetina na fulvokyseliny, ve spodních vrstvách téměř osm desetin na huminové kyseliny a poněkud více než dvě desetiny na fulvokyseliny.

Relativní množství huminových kyselin (vzhledem k obsahu veškeré ústrojné hmoty) stoupá ve svrchních vrstvách kompostu pět a půlkrát při studené extrakci a více než sedmkrát při extrakci při 60° C. Ve spodních vrstvách stoupá toto relativní množství v obou případech asi pět a půlkrát. Relativní množství fulvokyselin se ve svrchních vrstvách kompostu snižuje na polovinu původního obsahu, ve spodních vrstvách se sice znatelně snižuje absolutně, relativně však málo. Zvyšování teploty extrakce má na extrahovatelnost fulvokyselin daleko menší vliv než na extrahovatelnost huminových kyselin, což svědčí o slabším poutání fulvokyselin v kompostu než huminových kyselin.

V každém případě je zřejmé, že v kompostech nastává přeměna látek nehumusové povahy v látky humusové, přičemž se tvoří hlavně huminové kyseliny, kdežto fulvokyselin ubývá absolutně a relativně. Tvoří se tedy humus, který je

pro zlepšování půdních vlastností příznivý. Naopak je možno očekávat, že budou tyto látky poměrně odolné vůči mikrobiálnímu rozkladu, zvláště jsou-li poutány na minerální částice. Poutání huminových kyselin v kompostu je jasně patrné z rozdílu extrahovatelnosti při rozdílných teplotách. Je zřejmé, že ve svrchních vrstvách kompostu se tvoří lepší humus než ve spodních vrstvách.

Ve vzhledu huminových kyselin z hnoje a z kompostu byly na první pohled patrný rozdíly. Zatímco huminové kyseliny extrahované z kompostu se vzhledem nelišily od huminových kyselin extrahovaných z půdy, byly huminové kyseliny z hnoje vysráženy ve světle hnědých, silně nabotnalých, velkých vločkách o nízké specifické váze, takže by bylo obtížné centrifugovat. Při zkoušení metodou papírové elektroforézy se huminové kyseliny hnoje chovaly úplně jinak (byly pohyblivější) než huminové kyseliny kompostu, které se podobaly huminovým kyselinám extrahovaným z podzolované půdy, ale zřetelně se lišily od huminových kyselin z černozemě (20).

Tyto skutečnosti nasvědčují tomu, že huminové kyseliny extrahované jak z čerstvé chlévské mrvy, tak z uzrálého hnoje jsou odlišné od půdních huminových kyselin a připomínají spíše tak zvané předstupné huminových kyselin, jak se o nich často hovoří v německé literatuře. Naproti tomu huminové kyseliny kompostu se velmi podobají huminovým kyselinám z půdy, i když nikoli nej kvalitnější. Při kvalitativních zkouškách na huminové kyseliny hnědé a šedé jsme nacházeli pravidelně pouze hnědé huminové kyseliny, a to i ve velmi dobře prozrálých kompostech. Pouze v jediném případě jsme našli kvantitativně nezjistitelné množství šedých huminových kyselin ve svrchních vrstvách prozrálého kompostu.

Tyto výsledky jsme u několika vzorků porovnávali s výsledky frakcionované extrakce podle Tjurina (28) a s výsledky získanými metodou 80 % kyseliny sírové, která podle Haase (5a) může dobře nahradit nepohodlnou metodu acetyl bromidovou.

Obě tyto metody se ukázaly být pro námi analyzované vzorky méně vhodné, protože dosažené výsledky byly hůře reprodukovatelné než metoda prosté extrakce.

Se změnami uhlíku souvisí i změny dusíku.

IX. Obsah dusíku v chlévské mrvě

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý N %	Organický N %	Minerální N %
1	1	0,54	0,24	0,30
2	2	0,52	0,40	0,12
3	3	0,50	0,21	0,29
4	4	0,63	0,40	0,23
5	5	—	—	—
6	7	0,54	0,37	0,17
7	9	0,61	0,37	0,24
8	11	0,67	0,46	0,21
9	14	0,59	0,40	0,19
10	17	0,57	0,39	0,18
11	21	0,57	0,39	0,18
12	24	0,62	0,44	0,18
13	28	0,66	0,41	0,25
14	32	0,56	0,34	0,22
15	38	0,58	0,32	0,20
16	45	—	—	—
17	56	0,59	0,36	0,18
18	66	0,54	0,36	0,18
19	80	0,61	0,39	0,22

X. Obsah dusíku ve svrchních vrstvách kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý N %	Organický N %	Minerální N %
1	1	0,37	0,314	0,056
2	2	0,45	0,323	0,127
3	3	—	—	—
4	4	0,39	0,259	0,131
5	6	0,47	0,414	0,056
6	9	0,41	0,329	0,081
7	13	0,49	0,417	0,075
8	16	0,52	0,433	0,087
9	21	0,55	0,494	0,056
10	26	0,54	0,489	0,051
11	31	0,55	0,503	0,047
12	32	0,52	0,414	0,106
13	35	—	—	0,100
14	38	0,48	—	—
15	43	0,52	0,516	0,004
16	51	0,60	0,572	0,028
17	58	0,59	0,554	0,056
18	65	0,51	0,481	0,029
19	73	0,52	0,501	0,019
20	74	0,54	0,528	0,012
21	75	0,50	0,488	0,012
22	77	0,52	0,516	0,004
23	80	0,58	0,575	0,005
24	87	0,52	0,520	+
25	100	0,56	0,560	+

XI. Obsah dusíku ve spodních vrstvách kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý N %	Organický N %	Minerální N %
1	1	0,37	0,314	0,056
2	2	0,45	0,323	0,127
3	3	0,36	0,302	0,058
4	4	0,39	0,336	0,054
5	6	0,45	0,304	0,126
6	9	0,44	0,415	0,025
7	13	0,33	0,289	0,041
8	16	0,49	0,428	0,062
9	21	0,55	—	—
10	26	0,55	0,509	0,041
11	31	0,54	0,468	0,072
12	32	0,42	0,314	0,106
13	35	0,56	0,464	0,096
14	38	0,59	0,531	0,039
15	43	0,52	0,498	0,022
16	51	0,55	—	0,022
17	58	—	—	0,025
18	65	0,54	0,532	0,008
19	75	0,52	0,502	0,018
20	74	0,64	0,628	0,012
21	75	0,48	0,470	0,010
22	77	0,58	0,572	0,008
23	80	0,59	0,582	0,008
24	87	0,52	0,504	0,016
25	100	0,54	0,532	0,008

Změny dusíku

Pro půdní humus je organický dusík tak typický, že mnozí autoři se snaží propočítávat obsah půdního humusu nikoli z analýz uhlíku, ale dusíku (12, 29). Kreybig (8) považuje poměr C : N v humusu za hlavní indikátor jeho jakosti. Považovali jsme proto za správné sledovat při zrání statkových hnojiv nejen obsah veškerého dusíku, ale rozlišit též dusík organický od minerálního. Výsledek těchto zkoušek ukazují tabulky IX—XI.

Zprvu jsme rozlišovali v analýzách také dusík čpavkový a nitrátový, protože však nitrátového dusíku bylo ve všech případech velmi málo, často se nedal ani kvalitativně dokázat, určovali jsme později jen sumu minerálního dusíku, jak je to uvedeno v tabulkách.

Úbytky organické hmoty jsme při ukládání mrvy propočítali na 34 %, při kompostování na 26,8 % ve svrchních vrstvách a na 31,5 % ve vrstvách spodních. Zůstává tedy v hnoji ke konci zrání jen asi 74 % původního dusíku, 26 % bylo ztraceno. V kompostech vidíme, že množství dusíku v horních vrstvách dokonce stoupl, ve spodních se zmenšilo. Můžeme tedy předpokládat, že nenastaly ztráty dusíku. I když při aritmetickém průměru obou vrstev bychom dostali hodnotu přes 100 % původního dusíku, neodvažujeme se tvrdit, že by se obsah dusíku v kompostech množoval fixací vzdušného dusíku, protože jsme nemohli podat pozitivní důkaz takové fixace. Rozhodnout o tom, zde se molekulární dusík váže či nikoliv, by bylo možno jen při použití radiologických metod a metod hmotové spektrografie.

Tabulky XII a XIII ukazují množství veškerého, minerálního a organického dusíku v hnoji i v kompostech a relativní množství organického a minerálního dusíku v procentech veškerého dusíku. V průběhu celého období zrání chlévské mrvy ukládané v blocích zůstává asi třetina veškerého dusíku v minerální formě. Znamená to tedy, že se minerální dusík nejen neváže do organických vazeb, ale

XII. Relativní množství organického a minerálního dusíku vzhledem k veškerému dusíku v chlévské mrvě

Odběr vzorku	Doba zrání	Organický N v % N veškerého	Minerální N v % N veškerého
1	1	44,0	56,0
2	2	77,0	23,0
3	3	42,0	58,0
4	4	63,5	36,5
5	5	—	—
6	7	68,5	31,5
7	9	60,2	39,8
8	11	68,7	31,3
9	14	67,8	32,2
10	17	66,9	33,1
11	21	66,9	33,1
12	24	71,0	29,0
13	28	62,2	37,8
14	32	60,7	39,3
15	38	65,5	34,5
16	45	—	—
17	56	69,5	30,5
18	66	66,7	33,3
19	80	64,0	36,0

XIII. Relativní množství organického a minerálního dusíku v procentech veškerého dusíku v kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Svrchní vrstvy kompostu		Spodní vrstvy kompostu	
		organický N	minerální N	organický N	minerální N
1	1	84,9	15,1	84,9	15,1
2	2	71,8	28,2	71,8	28,2
3	3	—	—	83,9	16,1
4	4	69,0	31,0	86,1	13,9
5	6	85,6	14,4	70,7	29,3
6	9	82,8	17,2	94,3	5,7
7	13	85,1	14,9	87,6	12,4
8	16	83,3	16,7	84,4	12,6
9	21	89,8	10,2	—	—
10	26	90,6	9,4	92,5	7,5
11	31	91,5	8,5	86,7	13,3
12	32	79,6	20,4	74,8	25,2
13	35	—	—	86,9	13,1
14	38	—	—	93,4	6,6
15	43	99,2	0,8	94,8	5,2
16	51	95,4	4,6	95,0	5,0
17	58	90,6	9,4	—	—
18	65	94,3	5,7	98,4	1,6
19	73	96,3	3,7	96,3	3,7
20	74	97,8	2,2	98,1	1,9
21	75	97,5	2,5	97,9	2,1
22	77	99,2	0,0	98,6	1,4
23	80	99,2	0,8	98,6	1,4
24	87	100,0	0	96,9	3,1
25	100	100,0	0	98,4	1,6

že se dokonce z těchto vazeb uvolňuje. (Samozřejmě si nepředstavujeme, že by minerální dusík do organických vazeb nevstupoval, ale je zřejmé, že při současném průběhu poutání a uvolňování dusíku má převahu jeho mineralizace, neboť ztráty dusíku, které zde činí asi čtvrtinu původního obsahu, je nutno připsat úplně na vrub dusíku čpavkového).

V horních vrstvách kompostu se minerální dusík převádí postupně do organických vazeb, takže koncem období zrání nacházíme minerálního dusíku jen velmi málo. Ve spodních vrstvách je proces převodu minerálního dusíku do organických sloučenin pomalejší a — pokud jsme sledovali — nebyl úplný.

Avšak ani v kompostu se nejedná o jednosměrný konzum minerálního dusíku, ale o složitý děj syntézy a rozkladu, jehož výslednicí je poměr N organický : N minerální. Vidíme, že i v kompostech v některých fázích může převládnout mineralizace dusíku nad jeho převodem do organických látek. Je to hlavně bezprostředně po první překopávce, kde se vlivem náhlého provzdušení přechodně povzbudí mineralizační proces. Toto provzdušení má dále za následek stoupnutí počtu mikrobů a tedy zvýšený konzum minerálního dusíku a jeho převod do ústrojných sloučenin. Změny forem dusíku mají pro nás několikrát význam. Především je převod dusíku do organických vazeb podstatným znakem humifikačního procesu látek, které byly původně dusíkem chudé ($C:N$ byl široký). V našem případě se jeví poměr $C:N$ takto (tabulky XIV—XVI): v hnoji ukládaném v blocích je $C:N$ v čerstvém materiálu roven 24,3, během zrání se zužuje na 14,1. V tom je ovšem zahrnut i minerální dusík, který zdánlivě poměr $C:N$ zužuje. Vylou-

XIV. Obsah uhlíku a dusíku a poměr $C : N$ v chlévské mrvě

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý C %	Veškerý N %	Organický N %	$C : N$ veškerý	$C : N$ organický
1	1	13,1	0,54	0,24	24,3	54,6
8	11	10,5	0,67	0,46	20,0	23,0
12	24	9,7	0,52	0,44	15,7	22,1
14	32	9,2	0,56	0,34	13,1	27,0
17	56	9,6	0,59	0,41	16,3	23,4
19	80	8,6	0,61	0,39	14,1	22,0

XV. Obsah uhlíku a dusíku a poměr $C : N$ ve spodních vrstvách kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý C %	Veškerý N %	Organický N %	$C : N$ veškerý	$C : N$ organický
1	1	10,7	0,37	0,314	28,9	34,1
5	6	8,9	0,47	0,414	18,9	21,5
8	16	8,9	0,52	0,433	16,9	20,3
16	51	7,9	0,60	0,572	13,2	13,8
20	74	7,9	0,54	0,528	14,6	15,0
25	100	7,9	0,56	0,560	14,1	14,1

XVI. Obsah uhlíku a dusíku a poměr $C : N$ ve spodních vrstvách kompostu

Odběr vzorku	Doba zrání	Veškerý C %	Veškerý N %	Organický N %	$C : N$ veškerý	$C : N$ organický
1	1	10,7	0,37	0,314	28,9	34,1
5	6	0,0	0,43	0,304	—	—
8	16	8,0	0,49	0,428	16,3	18,7
16	51	7,4	0,55	0,538	13,5	13,8
20	74	7,9	0,64	0,628	12,4	12,6
25	100	7,4	0,54	0,532	13,7	13,8

čím-li tento minerální dusík, dostaneme poměr $C : N$ organický rovný 22. To je tedy poměr, který ani zdaleka neodpovídá poměru $C : N$ v humusu. V kompostech, kde poměr $C : N$ v čerstvém materiálu se pohybuje okolo 29, klesá během zrání na cca 14, přitom je však většina nebo všechen dusík v organické formě, takže $C : N$ organický se rovná (nebo prakticky rovná) $C : N$ veškerý.

Je nepochybné, že v kompostech bohatších dusíkem by došlo ještě k dalšímu zúžení $C : N$ organický. Tuto možnost jsme si prakticky ověřili obohacováním kompostů plynným čpavkem nebo čpavkovou vodou. Podařilo se nám dosáhnout poměru $C : N$ organický až 9,2.

Z těchto výsledků, jak již bylo zřejmo z předchozích výsledků, je možno vyvodit, že v chlévské mrvě ukládané v blocích se tvoří humus jen v nepatrné míře, tvoří-li se vůbec, kdežto v kompostech je humifikační proces zřetelný (přijmeme-li názor citovaných i jiných autorů na význam dusíku jako složky humusu).

Získáme tedy analýzami dusíku výsledky, které lze stejně hodnotit jako výsledky analýz uhlíku.

Souhrn

1. V přirozených podmínkách byla sledována tvorba humusu v chlévské mrvě uložené za studena a v chlévské mrvě kompostované se zeminou v průběhu prvních třech měsíců zrání.

2. Z analýz obsahu popelovin, uhlíku, dusíku, huminových kyselin a fulvo-kyselin je zřejmé, že v kompostu probíhá zřetelný humifikační proces, kdežto v hnoji se humus netvoří. Celkové množství organických látek v hnoji a kompostu a jejich úbytky za toto období se od sebe příliš neliší. Rychlost úbytků je však v různých fázích zrání velmi rozdílná. V kompostu ubývá organických látek zprvu rychleji, později pomaleji než v hnoji.

3. Můžeme tedy předpokládat, že soustavným hnojením kompostem dosáhneme za jinak stejných podmínek rychlejšího stoupání obsahu humusu v půdě (nebo účinnějšího omezení jeho úbytku) než hnojením váhově ekvivalentní dávkou hnoje uloženého v blocích.

Literatura

Ambrož Z.: Sledování tvorby a rozkladu humusových látek v závislosti na biobio-
logické aktivitě půdy. Dissertace, 1956, (1). — Fehér D.: Untersuchungen über die
Mikrobiologie des Waldbodens. Berlin, 1933, (2). — Gelcer F. Ju.: Značeniye mikro-
organizmov v obrazovanii peregnolja i pročnosti struktury počvy. Selchozgis. Moskva, 1940.
(3). — Gelcer F. Ju.: Značeniye dejatel'no peregnolja i puti obrazovanija jevo v počve.
Izd. AN SSSR Moskva (1949), (4). — Harmsen G. W.: Die Bedeutung der Bodenober-
fläche für die Humusbildung. Plant and Soil, 3: 110-140, 1951, (5). — Haas J.: Sou-
kromé sdělení, (1954), (5a). — Káš V.: Mikrobiologické metody v hodnocení kompostů.
Sborník ČAZ, XX, 300-311, 1947, (6). — Kononova M. M.: Problema počvenno
gumusa i sovremennyye zadači jevo izučeniya. Izd. AN SSSR. Moskva, 1951, (7). —
Kreybig L.: Soukromé sdělení, 1955, (8). — Küster E.: Untersuchungen über die
Bildung und Zersetzung von Humusstoffen durch Mikroorganismen. Arch. Mikrobiol., 15:
1-12, 1950, (9). — Löhns F.: Vorlesungen über landwirtschaftliche Bakteriologie.
2. Aufl. Berlin, 1926, (10). — Meyer L.: Tonhumuskomplexe als Träger der Boden-
fruchtbarkeit. Forschungsdienst, 11: 344, 1941, (11). — Millar C. E.: Soil Fertility.
N. York—London, 1955, (12). — Mišustin Ję. N.: Ekologo-geografičeskaja izmen-
čivost počvennykh bakterij. Izd. AN SSSR. Moskva, 1947, (13). — Najmr S.: Humus
ve výrobně důležitých půdních typech. ČSAZV - Praha, 1957, (14). — Novák B.:
Mikrobiologické pochody při tvorbě a rozkladu humusu z hlediska statkových hnojiv. Sbor-
ník ČSAZV - Rostl. výroba, 9-10: 999-1053, 1956, (15). — Novák B.: Die Kohlesäure-
entwicklung als Indikator für die Humusbildung im Wirtschaftsdünger. Za soc. s.-ch.
nauku, A, V, 3: 278-282, 1956, (16). — Novák B.: Hodnocení různých způsobů uklá-
dání chlévské mrvy na podkladě mikrobiologických a biochemických průzkumů. V archivu
VÚRV - Ruzyně a ČSAZV - Praha, 1957. (17). — Novák B. a kol.: Změny dusíku během
zrání v mrvě blokově uložené za studena a mrvě kompostované. Věd. práce VÚRV -
ČSAZV, III: 157-165, (18). — Novák B., Löbl F.: Vliv kyslíku na tvorbu humusu ve
statkových hnojivech. V tisku. 1958, (19). — Novák B., Nováková J.: Papírová
elektroforesa huminových kyselin. Sborník ČSAZV - Rostl. výroba, XXIX, 9-10: 1042-1045,
1956, (20). — Rohde G.: Stalldünger und Bodenfruchtbarkeit. Deutscher Bauernverlag,
1956, (21). — Rohde G.: Lehrbuch der natürlichen Kompostierung. Deutscher Bauern-
verlag, 1957, (22). — Rudakov K. J.: Obrazovanije gumusa v procese razvitiya raste-

nij. Trudy jubil. sessii im. V. V. Dokučajeva. Izd. AN SSSR. Moskva, 1949, (23). — Ruschmann G.: Vorkommen und Tätigkeit von Mikroorganismen im Stalldünger. In F. Löhnis: Handbuch der landw. Bakteriologie. Bd. II., T. 2, 1935, (24). — Scheffer F.: Agrikulturchemie. Teil c. Humus und Humusdüngung. Stuttgart, 1941, (25). — Stoklasa J.: Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens. Berlin, 1926, (26). — Tjurin I. V.: Organičeskoje veščestvo počv. Selehozgiz. Moskva, 1937, (27). — Tjurin I. V.: K metodike analiza dlja sravnitel'novo izučeniya sostava počvennovo pečregnoja ili gumusa. Raboty po organičeskomu veščestvu počvy: 5-21. Trudy počv. inta im. V. V. Dokučajeva. Izd. AN SSSR. Moskva, 1951, (28). — Waksman S. A.: Humus: Origin, Chemical Composition, and Importance in Nature. Williams a. Wilkins Co., Baltimore, 1936, (29).

Образование гумуса в местных удобрениях

1. В естественных условиях изучалось образование гумуса с холодной закладкой навоза и в навозе, компостированном с землей в течение первых 3 месяцев созревания.

2. Из анализа содержания золы, углерода, азота, гуминовых кислот и фульвокислот видно, что в компосте происходит явный процесс гумификации, в то время как в навозе гумус не образуется. Общие количество органических веществ в навозе и в компосте и их убыль за этот период не показывает больших различий. Однако быстрая убыль в различных стадиях созревания весьма различна. В компосте органические вещества убывают сначала быстрее чем в навозе, а потом медленнее.

3. Следовательно можно предполагать, что систематически удобряя компостом мы, при прочих равных условиях, достигнем более быстрого увеличения содержания гумуса в почве (или более эффективного ограничения его убыли), чем при удобрении эквивалентной дозой навоза, уложенного в штабели.

The Formation of Humus in Farmyard Manure

1. In natural conditions there has been followed the forming of humus in farmyard manure stored in the blocs and in farmyard manure composted with earth during the first three months of ripening.

2. From analyses of ash, carbon, nitrogen, humice acids and fulvic acids contents follows, that in the compost is a distinct humification process, while in stable dung alone no humus is formed. The whole quantity of organic matters in manure and compost and their decrease during this period do not differ greatly from another. The speed of decreases differs greatly in different phases of ripening. In the compost the organic matter decreases in beginning faster, then slower than in manure.

3. We may suppose then, that by a systematic fertilization with compost we get with otherwise equal conditions a faster rise of humus contents in the soil (or a more effective restriction of its decrease) than with a dose of manure — equivalent in weight — which is stored in blocks.

Die Humusgesfaltung in Wirtschaftsdüngern

1. Es wurde die Humusbildung im Stapelmist und im Erdmistkompost in den natürlichen Verhältnissen während der ersten drei Monate der Verrottung verfolgt.

2. Aus der Analyse des Gehaltes an Asche, Kohlenstoff, Stickstoff, Huminsäuren und Fulvosäuren ergibt es sich, daß in einem Kompost ein deutlicher Humifizierungsprozeß verläuft, wogegen im Stalmist kein Humus gebildet wird. Die Gesamtmenge der organischen Stoffe im Stalmist und Kompost und deren Abnahmen in diesem Zeitabschnitt unterscheiden sich nicht besonders voneinander. Der Verlauf dieser Verluste ist in verschiedenen Verrottungsphasen sehr verschieden. Im Kompost nehmen die organischen Stoffe in der ersten Zeit schnell ab, später aber langsamer als im Stalmist.

3. Man kann daher voraussetzen, daß man durch ein systematisches Düngen mit Kompost bei sonst gleichen Bedingungen eine schnellere Steigerung des Humusgehaltes im Boden (oder eine wirkungsvollere Abnahmebegrenzung) als beim Düngen mit einer gewichtsequivalenten Gabe des in Blocken gelagerten Stalmistes erzielt.

Přehled terénních, půdních a hospodářských podmínek v Československu z hlediska zpracovatelnosti půd

Обзор условий местности, почвенных и экономических условий в Чехословакии
с точки зрения способности почв к обработке

A Survey of Terrain, Soil and economic Conditions in Czechoslovakia from the View-
point of Soil Workability

Die Übersicht der Terrain-, Boden- und Wirtschaftsbedingungen
in der Tschechoslowakei vom Standpunkte der Bearbeitungsmöglichkeit der Böden

Inž. Alois ŠPIČKA

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, půdoznalecké oddělení, Praha-Ruzyně

Předložil dopisující člen ČSAZV, dr. inž. Stanislav Najmr

Úvod

Rozvoj techniky obdělávání půdy je úzce spjat s přírodními a hospodářskými podmínkami. Pokrokové zemědělství přihlíží k jejich hodnotám, neboť podmiňují nejen rozdílnou obtížnost zpracování půdy a rozdílné pracovní způsoby, ale ovlivňují i produktivitu a jakost práce. S těmito přírodními podmínkami je spjata i otázka rozmístění traktorů a polních strojů, potřeba různých typů nářadí pro zpracování půdy, rozsah jejich výroby, způsob používání agregátů, komplexní mechanisace a též spotřeba pohonných látek a náhradních dílů.

Z přírodních podmínek se uplatňuje hlavně členitost terénu. Podmiňuje rozdělení krajů v nížinné a hornaté. S terénem úzce souvisí vlastnosti půdní, které působí velké rozdíly ve zpracovatelnosti půd (lehkých, středních, těžkých, velmi těžkých a kamenitých). S poměry půdními úzce souvisí i možnosti prohlubování ornice a dalšího jejího zúrodnování.

Pro plánovanou organizaci rozvoje techniky v oboru zpracování půdy je třeba přehledů o různých přírodních a hospodářských podmínkách. Pro budoucnost však nestačí pouze číselné přehledy, ale je nutné i přesnější vymezování oblastí a okrsků s podobnými terénními a půdními poměry. Má-li být vymezování oblastí pro potřeby rostlinné výroby vyhovující, je třeba, aby se neomezovalo na dosavadní hrubé rozdělení krajů a okresů a aby postupně proniklo nejen do katastrů obcí, ale až do jednotlivých pozemků.

Je třeba, aby údaje o přirozených poměrech vyjadřovaly nejen zpracovatelnost půdy, ale i vlivy působící na práci mechanizačních prostředků. Tyto otázky jsou poměrně složité a nutno je řešit dalším výzkumem. Při výzkumu je třeba vniknout nejen do podstaty účinnosti jednotlivých přírodních činitelů, ale i do podrobností

pracovních postupů a do povahy práce strojů. Je třeba rozborů jednotlivých činitelů a zjistit, jakým podílem působí na obtížnost zpracování půdy a tím i na pracovní výkon a na potřebu motorické síly k překonání dané obtížnosti. Jedná se zde nejen o rozbor, ale i skladbu působení přirozených činitelů na obtížnost pracovních výkonů a tím na potřebu motorické síly, což je sice komplikované, ale velmi důležité, neboť se tím zasahuje do celé organizace a ekonomiky mechanizované zemědělské výroby.

Souběžně s výkonem nutno stále sledovat tyto vztahy v typických oblastech v provozu STS, státních statků, JZD, aby zjištěné hodnoty odpovídaly a byly přizpůsobeny poměrům praktického provozu. Teprve zjištěním vzájemných vztahů efektivních činitelů lze objasnit obtížnost pracovních výkonů a vymezovat stejnorodé okrsky až do katastrů jednotlivých obcí a jednotlivých pozemků.

Výzkum otázek obtížnosti zpracování půdy se dotýká nejen orebních prací, ale i různé úpravy ornice. Vyčíslování obtížnostních hodnot třeba konat nejen v různých půdách, ale i v rozdílných terénech. Jsou to zejména hodnoty tahoměrné (orební půdní odpory), výkonové hodnoty objemové a plošné, prokluzu traktorových kol se zřetelem k půdním vlastnostem jako je zrnitost, vlhkost, hutnost, soudržnost, strukturnost, zvláštní technologické vlastnosti a podobně.

Rozvoj mechanizace a zvyšování hektarových výnosů vyžaduje spolehlivých číselných a mapových podkladů o obtížnosti zpracování půdy nejen k organizaci provozu, ale i k volbě vhodných agrotechnických zákroků.

K celostátnímu vzájemnému srovnání různých přírodních (půdních a terénních) a hospodářských podmínek byly vypracovány ve Výzkumném ústavu zemědělské ekonomiky ČSAZV v Praze a ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby ČSAZV v Ruzyni číselné přehledy pro jednotlivé činitele ovlivňující zpracování půdy ve všech československých okresech a krajích. Číselné přehledy byly získány z topografických podkladů.

Z četných spolupracovníků třeba uvést zejména V. Havlíčkovou z Výzkumného ústavu rostlinné výroby ČSAZV, inž. L. Brezovou z Výzkumného ústavu zemědělské ekonomiky v Bratislavě, z odborných expertů S. Stunou. Kromě toho spolupracovali v otázce prohlubování ornice inž. dr. F. Kyntera, dr. inž. V. Zvánovc a inž. F. Hroššo.

Pracovní postupy

Přehledy terénu a ornice zemědělských půd

Terén zemědělské půdy byl vykreslením v generálních mapách (1 : 200.000) rozdělen do rovin 0°–5°, mírných svahů 5°–10°, srázných svahů 10°–15° a z nich byly vyčísleny jednotlivé skupiny terénu.

Ornice zemědělských půd byly vyčísleny z map půdních poměrů ornice (1 : 200.000), které byly sestaveny z „geonomických“ půdních map (1 : 25.000) ve Výzkumném ústavu zemědělské ekonomiky ČSAZV a jejich indexů pro ornice. Pro všechny okresy byly vyčísleny rozlohy v kilometrech čtverečných u jednotlivých pěti druhů půd, a to odděleně pro roviny, mírné a srázné svahy.

Přehledy půdních orebních odporů (s vlivem svahů a sucha)

Vyčíslení orebních půdních odporů v kg/dm^2 má v přehledu poukázat na vlivy zrnitosti půd s přihlédnutím k vlivům terénu a případného sucha, a to pro všechny

okresy. Za základ výpočtů byly použity následující normativní údaje orebních půdních odporů:

pro lehké půdy	30 kg/dm ²
pro střední půdy	50 kg/dm ²
pro těžké půdy	70 kg/dm ²
pro velmi těžké půdy	90 kg/dm ²
pro šterkovité svahy	60 kg/dm ²

Přirážky na svahy:

mírné	15 ‰
srázné	25 ‰

Přirážky na sucho:

pro těžké a velmi těžké půdy	25–35 ‰
pro střední hlinité půdy	10 ‰
pro lehké půdy	0 ‰

K vyčíslení údajů sucha bylo použito přehledné mapy SÚM „Oblasti suchého a vlhkého klimatu“. Oblasti byly rozděleny do sedmi skupin, z nichž nejsušší oblast má pravděpodobnost sucha vyšší než 50 ‰, tj. sucho se objevuje častěji než každý druhý rok, a nejvlhčí oblast má pravděpodobnost 0–5 ‰, tj. sucho je jednou za dvacet let nebo se vůbec neobjevuje.

Vliv sucha se nejvíce uplatňuje v krajích Ústí nad Labem, Praha, Brno, Bratislava, Nitra, nejméně v kraji Žilina, Ostrava, Liberec, Jihlava.

Největší sucho (40 až přes 50 ‰) je v okresech Kralupy nad Vltavou, Žatec, Hodonín, Komárno, dále (30–40 ‰) v okresích Louny, Praha-západ, Slaný, Beroun, Kladno, Most, Roudnice nad Labem, Mikulov, Hustopeče, Židlochovice, Moravský Krumlov, Čalovo, Hurbanovo, Nové Zámky, Šála.

Přehledy orebních možností pro prohlubování ornice

K řešení zpracovatelnosti půd v jednotlivých oblastech jsou důležité přehledy o hloubce ornice, o možnostech jejích prohlubování, jakož i o způsobech prohlubování. Vyčíslení těchto hodnot bylo vykonáno z orebních map, zhotovených ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby ČSAZV, kde byly podle povahy ornice a podorničních vrstev půdy rozříděny:

1. Způsobitelné k prohloubení ornice:
 - a) přímou prohlubovací orbou,
 - b) prohlubovací orbou po předchozím podrývání.
2. Nezpůsobitelné k prohloubení ornice:
 - a) vhodné pouze k podrývání,
 - b) k podrývání nevhodné.

Všechny skupiny byly kromě toho rozříděny podle nynější hloubky orby na

- a) hluboko orané přes 24 cm,
- b) středně hluboko orané 18–24 cm,
- c) mělce orané pod 18 cm.

Přehledy velikosti a tvarů pozemků

Mezi činitele ovlivňující mechanizaci polních prací náleží též velikost a tvary pozemků. V současné době není možno zjistit definitivní velikost a tvar pozemků ve všech okresech. Proto byly zjištěny tyto hodnoty jen výhledově, tj. se zře-

telem k plánovaným HTÚP. Za základ a vzor byly použity mapy HTÚP téměř všech obcí, kde bylo vykonáno scelení pozemků (v době zjišťování těchto faktorů). Pozemky v mapách HTÚP byly rozříděny podle obcí do rovin, mírných a srázných svahů a podle průměrného vzoru, získaného z daných map, byly tyto hodnoty promítnuty na celé plochy rovin a svahů v jednotlivých okresech. Tím ovšem jsou získané hodnoty perspektivní, nikoli skutečné.

Velikost pozemků byla vyčíslena jako průměrná pro roviny, mírné a srázné svahy v devíti velikostních skupinách od 2 *ha* přes 50 *ha*. Velikostní skupiny zvoleny takto: pod 2 *ha*, 2–5 *ha*, 5–10 *ha*, 10–15 *ha*, 15–20 *ha*, 20–30 *ha*, 30–40 *ha*, 40–50 *ha* a nad 50 *ha*.

Tvary pozemků byly vyjádřeny pěti skupinami od pravidelných obdélníků přes čtverce, nepravidelné obdélníky, trojúhelníky, mnohoúhelníky až do velmi nepravidelných tvarů, s rozříděním podle členitosti terénu (roviny, mírné a srázné svahy). Nepravidelnost tvarů pozemků byla posuzována hlavně podle klínů a ostrých rohů. Tvary i velikosti pozemků mají zřejmou souvislost s konfigurací terénu.

Přehledy obtížnosti orebních prací

Rámcový přehled o skloubení terénních, půdních a hospodářských faktorů a přibližné zhodnocení obtížnosti prací, (hlavně orebních) bylo dosaženo bodovacím způsobem. Je to počáteční třídění obtížnostních orebních prací mezi jednotlivými okresy, pokud není dostatek dat o orebních výkonech. Bodování obtížnosti orby podle účinnosti jednotlivých faktorů bylo navrženo takto:

pro půdu (podle orebních odporů)	30–90 bodů, tj. 13,3– 40,0 %
pro terén (roviny, svahy)	0–40 bodů, tj. 0,0– 17,8 %
pro tvary pozemků	0–60 bodů, tj. 0,0– 26,7 %
pro velikosti pozemků	0–15 bodů, tj. 0,0– 6,6 %
pro prokluzu traktorových kol	0–20 bodů, tj. 0,0– 8,9 %
celkem	30–225 bodů, tj. 13,3–100,00 %

Všechny údaje byly vztaženy na hloubku orby 20 *cm*, což v horských mělkých ornících (hlavně v hornatých krajích Slovenska) může vést k určitým nepřesnostem (pro mělký orbu a tím menší obtížnost).

Přehledy rozčlenění řepářských oblastí z hlediska mechanizace

Přírodní podmínky (půda, klima, terén) se zřejmě uplatňují též v plochách osevů jednotlivých plodin. Pro organizaci komplexní mechanizace je nutno znát intenzitu pěstování plodin ve vztahu k přírodním podmínkám a je třeba rozčlenit oblasti, např. okresy, do přibližně podobných skupin. V tomto směru bylo navrženo (spolupráce dr. inž. Kyntery) rámcové rozčlenění řepářských okresů do skupin s podobnými přírodními podmínkami z hlediska potřeb polní mechanizace. Podle ploch osevu v jednotlivých okresech bylo navrženo pět skupin s příslušnými podskupinami:

1. Velmi intenzivní osev cukrovky (2 podskupiny).
2. Intenzivní osev cukrovky (3 podskupiny).
3. Střední osev cukrovky (7 podskupin).
4. Malý osev cukrovky (3 podskupiny).
5. Velmi malý osev cukrovky (2 podskupiny).

Výsledky a rozbor přehledů

Terénní poměry

V zemích českých způsobuje zvýšenou členitost terénu a svahovitost pozemků hlavně pohraniční pásmo hor, na Slovensku pak mocné pásmo Karpat a Slovenského Krušnohoří. Vcelku je na Slovensku větší hornatost než v zemích českých.

Největší svahovitost je v kraji Žilina, Banská Bystrica, Prešov, Karlovy Vary, Plzeň, Košice, Liberec. Nejmenší svahovitost je v kraji Brno a Bratislava.

Srázných svahů (10–15°) je nejvíce v kraji Žilina, Banská Bystrica (50 až 60 ‰), Karlovy Vary, Prešov (kolem 40 ‰), Košice (asi 35 ‰). Nejvíce srázných svahů (přes 70 ‰) je v okrese Vysoké Tatry, Ružomberok, Dolný Kubín, Banská Bystrica, Povážská Bystrica, Púchov, Giraltovce, Stará Lubovňa, Liptovský Mikuláš, Jablonec nad Nisou, Kraslice, Jilemnice.

Celkově bez srázných svahů jsou v zemích českých okresy Brandýs nad Labem, Nymburk, Poděbrady, Hradec Králové, Nový Bydžov, Pardubice, Přelouč, Břeclav, Vyškov, Prostějov, Karviná, Ostrava. Na Slovensku jsou to okresy Čalovo, Dunajská Streda, Galanta, Senec, Šamorín, Komárno, Šála, Veliké Kapušany.

Mírných svahů (5–10°) je v zemích českých poměrně více než na Slovensku. Nejvíce mírných svahů (30–40 ‰) je v kraji Plzeň, Ostrava, Ústí nad Labem, Jihlava, Pardubice, Hradec Králové a Nitra.

Nad 50 ‰ mírných svahů je v zemích českých v okresech Vimperk, Strakonice, Kaplice, Frýdlant, Český Těšín, Písek, Karviná, Hlinsko, Vysoké Mýto, Litomyšl, Slaný, Milevsko, Prachatice, Rychnov nad Kněžnou, Dobruška, Most, Duchcov, Chomutov, Místek, Hlučín, Kamenice nad Lipou, Dačice, Jindřichův Hradec, Plasy, Bílovec, Boskovice, Horažďovice, Přestice, Krumlov, Nový Jičín, Blovice, Podbořany. Na Slovensku jsou to okresy: Zlaté Moravce, Spišská Nová Ves, Snina, Bánovce n. P., Humené, Myjava, Medzilaborce, Prievidza, Vrāble. Téměř bez mírných svahů jsou některé okresy na Slovensku jako Čalovo, Dunajská Streda, Galanta, Šamorín, Komárno.

Rovinatý terén (pod 5°) je nejvíce v kraji Bratislava, Brno, Olomouc, Praha, Nitra. Nejméně rovin je v kraji Žilina, Banská Bystrica, Prešov, Karlovy Vary, Plzeň. Úplně rovinné okresy jsou Čalovo, Dunajská Streda, Šamorín, Komárno. Téměř rovinné okresy (kolem 70 ‰) jsou v zemích českých: Břeclav, Kojetín, Přelouč, Brandýs nad Labem, Olomouc, Kladno, Prostějov, Praha-západ, Velká Bíteš, Poděbrady, Nymburk, Říčany, Nový Bydžov, Šternberk, Hradec Králové, Hranice, Židlochovice, Čáslav, Litovel, Bučovice, Moravské Budějovice, Uherské Hradiště, Praha-jih, Kralupy nad Vltavou, Třeboň, Přerov, Český Brod, Vyškov, Slavkov, Hustopeče, Třebíč, Opava, Chrudim, Vodňany, Litoměřice. Na Slovensku jsou to okresy: Kapušany, Senec, Šála, Král. Chlmec, Michalovce, Malacky, Hurbanovo, Nové Zámky, Šúrany, Partýzánské, Želiezovce, Sered, Bratislava, Trebišov, Sobrance.

Nejméně rovin (pod 20 ‰) je v zemích českých v okresech Jablonec nad Nisou, Jilemnice, Horažďovice, Hlinsko, Sušice. Na Slovensku jsou to okresy: Banská Štiavnica, Dolný Kubín, Vysoké Tatry, Krupina, Kusucké Nové Mesto, Povážská Bystrica, Rájec, Ružomberok, Trstená, Čadca, Liptovský Hrádok, Liptovský Mikuláš, Námestovo, Svidník, Spišská Stará Ves, Snina, Sabinov, Medzilaborce, Giraltovce, Bardejov.

V rozdělení ornice orných půd podle zrnitosti se jeví určitý rozdíl mezi zeměmi českými a Slovenskem. V Čechách a v západní polovině Moravy převládají půdy střední, hlinité. Těžké půdy vystupují jen v některých oblastech, např. v některých okresech kraje Ústí nad Labem (Bílina, Most, Louny aj.), dále v okresech Poděbrady a Podbořany. Ve východní části Moravy a na Slovensku jsou častější půdy těžké a velmi těžké, někdy v rozsáhlých oblastech.

Podle krajů lze porovnat plochu těžkých a velmi těžkých půd takto: Prešov 47 %, Gottwaldov 44 %, Nitra, Košice, Banská Bystrica 41—42 %, Ústí nad Labem 47 %, Ostrava 30 %, Hradec Králové, Olomouc 24—26 %, Bratislava, Brno 21—23 %, Praha a Žilina kolem 18 %, Pardubice, Plzeň, Karlovy Vary 13 až 15 %, České Budějovice, Liberec, Jihlava 4—7 %.

Nejvíce těžkých a velmi těžkých půd (nad 70 %) je v okresech: Rimavská Sobota 89 %, Bílina 88 %, Šafarikovo 86 %, Bánovce 79 %, Valašské Klobouky 76 %, Želiezovce 75 %, Uherský Brod 74 %, Poděbrady, Veselí nad Moravou 73 %, Partyzánské, Zlaté Moravce 70 %.

Velmi těžké půdy jsou nejvíce zastoupeny v kraji Gottwaldov na okresech: Uherský Brod, Veselí nad Moravou, Valašské Klobouky, Vsetín. Dále v kraji Praha na okrese Poděbrady, v kraji Ústí nad Labem na okrese Bílina, v kraji Banská Bystrica na okrese Rimavská Sobota.

V zemích českých není vůbec těžkých a velmi těžkých půd na okrese Humpolec, na Slovensku na okrese Liptovský Hrádok (pouze 0,3 %).

Střední půdy převládají v celých Čechách a v západní polovině Moravy. Největší rozlohy zabírají v kraji Liberec 79 %, Pardubice 73 %, Karlovy Vary 70 %, Plzeň 67 %, Jihlava a Praha 61 %. Nejméně středních půd je v kraji Prešov 31 %, Žilina 34 %, Banská Bystrica a Košice 36 %.

Nejvíce středních půd je v okresech Rumburk, Děčín, Hlučín, Nový Bor, Ústí nad Orlicí, Aš, Sokolovo, Litomyšl, Chrudim, Hlinsko, Liberec, Doksy, Semily, Turnov, Cheb, Karlovy Vary, Mariánské Lázně, Klatovy, Český Brod, Kutná Hora, Kladno, Praha-sever, Trutnov, Náchod, Dvůr Králové nad Labem, Svitavy, Karviná, Sereď na Slovensku.

Nejméně středních půd je v okresech Čadca 2,6 %, Vysoké Tatry 6,2 %, Spišská Stará Ves, Rimavská Sobota, Jindřichův Hradec 7—8 %.

Lehké půdy se nejvíce vyskytují v krajích České Budějovice asi 34 %, Bratislava 22 %, Praha 16 %, Plzeň, Jihlava asi 14 %, Brno 12 %, Nitra asi 10 %. Nejméně je jich pak v krajích Prešov 1,7 %, Ostrava 1,8 %, Banská Bystrica 2,2 %.

Podle jednotlivých okresů je nejvíce lehkých půd v Jindřichově Hradci 75 %, Malackách 66 %, Horažďovicích 65 %.

Lehké půdy se téměř nevyskytují v okresech Kladno, Kojetín, Bílina, Duchcov, Most, Rumburk, Uherský Brod, Místek, Nový Jičín v zemích českých, na Slovensku v okresech Topoľčany, Medzilaborce, Spišská Nová Ves, Svidník, Rimavská Sobota, Šafarikovo, Gelnica, Revúca, Rožňava.

Mělké a šterkovité půdy jeví zřejmou souvislost s hornatým terénem. Těchto půd je nejvíce v kraji Žilina přes 40 %, dále přes 20 % v kraji Banská Bystrica, Prešov Jihlava. V nížinných krajích jich bývá asi 3—5 %.

Podle jednotlivých okresů je nejvíce šterkovitých půd na Slovensku. Přes 80 % je jich na okresech Čadca, Vysoké Tatry, přes 50 % na okresech Kysucká Nová Ves, Gelnica, Banská Štiavnica, Brezno pod Hronom, Dolný Kubín, Liptovský Hrádok, Povážská Bystrica, Ružomberok, přes 30 % v okresech Trenčín,

Banská Bystrica, Hnúšťa, Kremnica, Nová Baňa, Bytča, Ilava, Námestovo, Trstenná, Rožnava. V zemích českých je přes 20 % těchto půd v okrese Jablonec nad Nisou, Jilemnice, Votice a Humpolec.

Přehledy půdních orebních odporů

Největších hodnot dosahují půdní orební odpory 120—130 kg/dm^2 hlavně v sušších krajích Ústí nad Labem, Brno, Bratislava, Nitra (zejména v těžkých půdách). Půdy s odpory nad 70 kg/dm^2 dosahují největších rozloh v krajích Nitra, Prešov, Gottwaldov, Banská Bystrica, Kočise, Praha, Ústí nad Labem.

Nejnižší celookresní průměry odporů nad 40 kg/dm^2 mají okresy Jindřichův Hradec, Malacky, Bratislava, naproti tomu nejvyšších celookresních průměrných odporů nad 70 kg/dm^2 dosahují okresy Bílina, Veselí nad Moravou, Slavkov, Gottwaldov, Žatec, Most, Lovosice, Uherský Brod, Valašské Klobouky, Vsetín v zemích českých, na Slovensku okresy Rimavská Sobota, Šafárikovo, Banská Bystrica, Banská Štiavnica, Myjava, Bánovce, Zlaté Moravce, Krupina, Šáhy, Zvolen, Púchov, Gelnice, Královský Chlmec, Revúca, Rožnava, Sečovce, Vysoké Tatry, Humenné, Medzilaborce, Prešov, Sabinov, Snina, Spišská Stará Ves, Stropkov, Svidník.

Nejvyšší krajský průměr mají kraje Prešov, Košice, Banská Bystrica, Gottwaldov, Žilina, Ústí nad Labem, nejnižší krajský průměr má kraj České Budějovice. Největší plošný rozsah vykazují půdní odpory s rozmezím 50—70 kg/dm^2 a nejmenší rozsah mají odpory s rozmezím 80—90 kg/dm^2 (v celookresních průměrech).

Orební možnosti při prohlubování ornice

Hluboká orba přes 24 cm se v Československu koná asi na 25 % půd, středně hluboká orba (18—24 cm) na 45 % půd a mělká orba (pod 18 cm) na 30 % půd.

Nejvíce hlubokých orníc je v kraji Nitra, Ústí nad Labem, a to asi u 50 % půd, dále v krajích Bratislava, Brno, Praha, Olomouc, Košice asi u 34—40 % půd, nejméně v kraji Žilina, Plzeň, České Budějovice, a to asi u 2—5 % půd.

Nejvíce hlubokých orníc (nad 80 %) mají okresy Kralupy, Nymburk, Kojetín, Želiezovce, Michalovce, Trebišov, nad 70 % okresy Malacky, Hustopeče, Slavkov, Židlochovice, Galanta, Sereď, Skalica, Trnava, Šurany, Sečovce.

Mělkých orníc (pod 18 cm) je nejvíce v krajích Žilina, Banská Bystrica asi 60—70 %, v krajích Jihlava, Plzeň, Karlovy Vary, Ostrava, České Budějovice asi 26—30 % půd. Nejméně mělkých orníc je v krajích Ústí nad Labem, Brno, Praha asi 9—13 % půd, v krajích Nitra a Bratislava asi 18 % půd.

Nejvíce mělkých orníc (kolem 100 %) je v okresech Vysoké Tatry, Liptovský Hrádok, Trstenná, Hnúšťa.

Největší možnost prohloubení orníc, a to buď přímou prohlubovací orbou nebo po předchozím podrývání je v krajích Bratislava, Ústí nad Labem, Praha, Brno, Nitra asi u 60 až 75 % půd. Nejmenší možnosti jsou v krajích Žilina (1,7 %) a Jihlava (asi 16 % půd).

Největší možnosti k dalšímu prohloubení ornice (přes 90 % půd) jsou v okrese Jičín, Pardubice, Slavkov, Přerov, Galanta, Sereď, Skalica, Želiezovce, Šurany, Sečov, Trebišov. Přes 80 % těchto půd mají v zemích českých okresy Kolín, Kralupy, Mělník, Praha-sever, Praha-západ, Lovosice, Jaroměř, Čáslav, Hustopeče, Mikulov, Vyškov, Holešov, Kroměříž, na Slovensku okresy Bratislava, Piešťany, Senica, Senec, Šamorín, Nitra, Vrable, Trnava.

Naproti tomu malou možnosť k prohloubení ornice (asi do 10 %) mají okresy Jablonec nad Nisou, Vsetín, Snina, Spišská Stará Ves, Stará Lubovňa, Levoča,

Kremnica, Nová Baňa, Krupina, Žilina, Martin, Banská Bystrica, Púchov, Ružomberok.

V některých okresech nejsou v nynější době možnosti k většímu prohloubení ornice, ale podorniční vrstvu je možno zkypřovat alespoň v některých případech přízpůsobenými poddříváky (zpravidla dlátovými). Jsou to okresy: Giraltovce, Medzilaborce, Svidník, Stropkov, Gelnica, Poprad, Banská Štiavnica, Hnúš(a), Námestovo, Kysucké Nové Mesto, Rájec, Liptovský Hrádok, Trstená, Liptovský Mikuláš, Turčanské Teplice.

V okrese Vysoké Tatry však ani tato možnost není, neboť pevná hornina vystupuje až do podorničí.

Přehledy velikosti a tvarů pozemků

Velikost pozemků v rovinách je mezi jednotlivými kraji i okresy a rovněž mezi zeměmi českými a Slovenskem zřejmě rozdílná. Na Slovensku vzniká v rovinách scelováním větší počet pozemků mezi 50—100 *ba*, někdy i nad 100 *ba*, kdežto v zemích českých jsou jen ojedinělé případy s výměrou do 70 *ba*. Velkých lánů je nejvíce v kraji Bratislava v okresech Trnava, Piešťany, Bratislava, v kraji Nitra v okrese Štúrovo. V zemích českých zjištěny ojedinělé případy v okresech Louny, Roudnice nad Labem, Nymburk, Rakovník, Tábor, Židlochovice, Slavkov, Hlučín atd.

Velikost nad 20 *ba* převládá na Slovensku, kde v mnohých okresech krajů Bratislava, Nitra, Košice, Prešov, dosahují scelené lány této výměry v 70—100 % plošného rozsahu. Je to na př. v okresech Gelnica, Rožnava, Spišská Nová Ves, Trebišov, Bratislava, Trnava, Senec, Štúrovo, Moldava, Sabinov, Svidník, Želiezovce, Hurbanovo, Hlohovec, Velké Kapušany, Vranov aj. V zemích českých jsou tyto pozemky ve zvýšeném rozsahu hlavně v kraji Ostrava v okresech Nový Jičín, Hlučín, Opava, Ostrava, dále v jiných krajích v okresech Prostějov, Břeclav, Mikulov, Louny, Roudnice nad Labem, České Budějovice, Praha-západ.

Velikost pozemků do 10 *ba* je nejvíce rozšířena v kraji Žilina v okresech Čadca, Kysucké Nové Mesto, Trstená, Žilina, v kraji Liberec v okresech Rumburk, Semily, Turnov, Jilemnice, Jablonec nad Nisou a kromě toho i v jiných okresech, např. Nová Paka, Ústí nad Labem aj.

V kraji Liberec jsou četné pozemky do 2 *ba*. Nejméně malých pozemků (pod 10 *ba*) je v rovinách krajů Nitra, Bratislava, Ostrava, Prešov, Košice.

Velikost pozemků v mírných svazích dosahuje na Slovensku v krajích Nitra, Košice, Prešov až 50—70 *ba*, kdežto v zemích českých v polovině krajů dosaženo scelováním ojediněle velikosti 50 *ba* a v polovině krajů 30—40 *ba*.

Velikost pozemků nad 20 *ba* je nejvíce zastoupena v krajích Nitra, Košice, Bratislava, Ostrava, Prešov. Nejméně je jich v krajích Žilina, Hradec Králové, Pardubice.

Pozemky do 10 *ba* jsou nejčetnější v krajích Žilina, Liberec, Hradec Králové, Pardubice, Gottwaldov, Ústí nad Labem. Nejméně je jich v kraji Nitra.

Pozemků do 2 *ba* je nejvíce v kraji Liberec a nejméně v kraji Nitra.

Velikost pozemků ve srázných svazích dosahuje v kraji Bratislava 40 *ba*, jinak v mnohých krajích jen 30 *ba*, v krajích Ústí nad Labem, Gottwaldov, Nitra, Prešov jen 20 *ba* a v kraji Košice jen 15 *ba*.

Pozemky do 10 *ba* jsou nejvíce zastoupeny v kraji Žilina, Košice, Ústí nad Labem, Gottwaldov a poměrně nejméně je jich v krajích Praha a Ostrava. V některých okresech v oblasti srázných svahů je tato velikost někdy téměř 100 %.

Pozemků do 2 *ba* je nejvíce v krajích Liberec, Žilina, nejméně v krajích Nitra a Ostrava.

Obdélníkové tvary pozemků jsou pro polní mechanizaci nejvhodnější. Jsou více v rovinách než ve svazích. V rovinách je jich nejvíce v krajích Brno, Olomouc, Pardubice, Nitra, Bratislava a nejméně v krajích České Budějovice a Plzeň.

Vhodných tvarů pozemků v mírných svazích je nejvíce v krajích Pardubice, Brno, Olomouc, nejméně v krajích Bratislava, Banská Bystrica, Žilina, Karlovy Vary a Liberec.

Vhodné tvary pozemků ve srázných svazích jsou nejvíce zastoupeny v krajích Olomouc, Gottwaldov, Brno. Nejméně pak v krajích Žilina, Plzeň, Prešov a téměř se nevyskytují nebo jen ojediněle v krajích Bratislava, Nitra, Banská Bystrica.

Nevhodné tvary pozemků v rovinách jsou rozšířeny na Slovensku mnohem více nežli v krajích českých. Zde je jich nejvíce v krajích Liberec a Plzeň. Nejméně je jich v krajích Pardubice, Ústí nad Labem, Brno, Olomouc, Gottwaldov, Ostrava, kde špatné tvary v rovinách jsou jen v ojedinělých okresech. Na Slovensku je jich nejvíce v krajích Prešov, Košice, Banská Bystrica, nejméně pak v krajích Bratislava, Nitra.

Nevhodné tvary v mírných svazích v zemích českých jsou četné v kraji Liberec (okres Frýdlant), v kraji Ostrava hlavně v okresech Český Těšín, Karviná a dále v kraji Karlovy Vary. Nejméně je jich v krajích Pardubice, Brno, Olomouc, Gottwaldov. Na Slovensku je v mírných svazích mnohem větší množství nevhodných tvarů nežli v zemích českých. Nejvíce je jich v kraji Prešov v okresech Galtovce, Humenné, Stropkov, Bardějov, Snina, Sabinov, Svidník, Velké Kapušany, Vranov, v kraji Košice v okresech Spišská Nová Ves, Sečovce, Rožnava, Revúca, v kraji Banská Bystrica v okresech Modrý Kameň, Nová Baňa, v kraji Žilina v okrese Dolný Kubín, Kysucké Nové Mesto, Krupina, Povážská Bystrica, Ružomberok, Trstená, Žilina, v kraji Bratislava v okresech Myjava, Pezinok, Piešťany, Nové Mesto nad Váhom, v kraji Nitra v okrese Prievidza.

Nevhodné tvary pozemků ve srázných svazích jsou mnohem četnější na Slovensku než v zemích českých. Nejvíce je jich v krajích Banská Bystrica, Žilina, Prešov, Košice, Bratislava, Liberec, Karlovy Vary. Nejméně je jich v krajích Olomouc a Gottwaldov.

Přehledy obtížnosti orebních prací

Z výsledků získaných bodováním obtížnosti orby (při hloubce 20 cm) je zřejmý rozdíl mezi zeměmi českými s menší orební obtížností a Slovenskem s větší orební obtížností (bez přihlédnutí k mělkým ornícím v horách se sníženou obtížností). Nejnížší průměrná obtížnost orby (kolem 80–84 bodů) byla vyčíslena pro kraj Pardubice, Olomouc, Bratislava, Nitra, kdežto nejvyšší průměrná obtížnost (115–125 bodů) pro kraje Žilina, Banská Bystrica, Prešov, Košice.

Nejméně namáhavé podmínky jsou v nížinách, a to v Čechách v okresech Brandýs nad Labem, Přebouč, Pardubice, na Moravě v okresech Břeclav, Mikulov, Znojmo, Olomouc, na Slovensku v okresech Šamorín, Senec, Bratislava, Malacky.

Velmi namáhavé podmínky jsou pro orbu v Čechách v okresech Bílina, Podbořany, Kadaň pro těžké půdy, v okresech Jablonec, Jilemnice, Rumburk, Frýdlant pro velkou svahovitost. Na Moravě jsou to okresy Vsetín, Valašské Klobouky, Uherský Brod těžké půdy a svahovitost, na Slovensku Vysoké Tatry, Povážská Bystrica, Svidník, Dolný Kubín, Revúca, Banská Bystrica, Sabinov, Púchov, Kysucké Nové mesto, Gelnica, Stropkov, Banská Štiavnica, Hnúšťa, Stará Ľubovňa, Kremnica, Čadca, Rájec, Bardějov, Brezno, Rožava aj. pro velkou svahovitost, kamenité a těžké půdy.

Přehled rozčlenění pěstitelských řepářských oblastí (z hlediska potřeb polní mechanizace)

Rozčlenění je vykonáno hlavně podle rozsahu osevu cukrovky s přihlédnutím k přírodním podmínkám (klima, půda, terén). Tím se některé podskupiny v jednotlivých skupinách někdy sobě podobají.

1. Skupina s velmi intenzivním osevem cukrovky se liší ve dvou podskupinách hlavně v půdách, a tím jsou rozdílné i požadavky na zpracování půdy, jeho jakost a včasnost. Podskupiny:

a) 13–22 % plochy osevu z orné půdy mají okresy Olomouc, Kroměříž, Prostějov, Kojetín, Přerov;

b) 13–18 % plochy osevu z orné půdy mají okresy Kolín, Mladá Boleslav, Poděbrady.

2. Skupina má tři podskupiny:

a) 5–18 % plochy osevu mají okresy Čáslav, Brandýs nad Labem, Chrudim, Kutná Hora, Mnichovo Hradiště, Praha-sever, Praha-západ, Český Brod, Hořev, Litovel, Šternberk, Nitra, Piešťany, Trnava;

b) 6–17 % plochy osevu mají okresy Mělník, Roudnice, Kladno, Kralupy, Louny, Lovosice, Židlochovice, Hustopeče, Moravský Krumlov, Galanta;

c) 5–15 % plochy osevu mají okresy Nový Bydžov, Nymburk, Hradec Králové, Vyškov, Topolčany, Želiezovce.

3. Skupina má sedm podskupin:

a) 4–14 % plochy osevu mají okresy Praha-jih, Praha-východ, Říčany, Pře-louč, Pardubice, Brno, Slavkov, Bučovice, Kyjov, Uherské Hradiště, Senice, Senec, Hlohovec, Sered, Levice;

b) 3–11 % plochy osevu mají okresy Mikulov, Znojmo, Hodonín, Břeclav, Litoměřice, Skalice, Malacky, Bratislava, Pezinok, Šamorín;

c) 3–9 % plochy osevu mají okresy Žatec, Podbořany, Chomutov;

d) 3–8 % plochy osevu mají okresy Most, Bílina, Beroun, Hořovice, Ro-sice;

e) 2–8 % plochy osevu mají okresy Šála, Šurany, Nové Zámky, Čalovo, Hur-banovo, Dunajská Streda, Komárno, Vráble;

f) 2–8 % plochy osevu mají okresy Veselí nad Moravou, Uherský Brod, Třebíšov, Michalovce, Zlaté Moravce, Partyzánské, Bánovce, Král. Chlmec, Se-čovce;

g) 2–13 % plochy osevu mají okresy Doksy, Hořice, Jaroměř, Holice, Do-bruška, Rychnov, Vysoké Mýto, Litomyšl, Polička, Nové Strašecí, Benešov, Morav-ská Třebová, Hlučín, Nový Jičín, Gottwaldov, Trenčín.

Ve 4. skupině jsou tři podskupiny:

a) 0,5–9 % plochy osevu mají některé menší okresy Ústecka a Plzeňska s těžšími půdami;

b) 0,5–3 % plochy osevu mají některé jihoslovenské okresy s těžšími pů-dami;

c) 0,5–4 % plochy osevu má větší počet okresů podhorských, hlavně v ze-mích českých.

V páté skupině jsou zpravidla zahrnuty okresy do 1 % plochy osevu s celkově nevhodnými přírodními podmínkami, kde se cukrovka omezuje jen na velmi malé plochy.

Souhrn

Ze všech celostátních přehledů zřejmě vyniká, že přírodní podmínky (terén, půda, klima), jakož i pozemky jsou hlavními činiteli v organizaci polní mechanizace, zejména v oboru zpracování půdy. Uvedené přehledné číselné hodnoty dávají z hlediska ekonomiky možnost porovnání mezi jednotlivými kraji i okresy, jakož i mezi rovinami, mírnými a sráznými svahy. Číselné hodnoty byly získány z mapových podkladů a skýtají možnost jejich využití v organizaci a plánování celé zemědělské výroby.

1. V členitosti terénu jsou zřejmě rozdíly mezi Slovenskem a českými zeměmi. Mírně svahovitý terén je více rozšířen v zemích českých. Srázně svahovitý terén je naproti tomu více rozšířen na Slovensku. Zcela rovinaté okresy se vyskytují pouze na Slovensku.

2. V Čechách a západní Moravě převládají středně těžké půdy, kdežto těžké až velmi těžké půdy převládají na východní Moravě a na Slovensku. Mělké štěrkovité půdy se vyskytují převážně na Slovensku.

3. V Československu se koná hluboká orba asi na 25 % půd, střední orba asi na 45 %, mělká orba asi na 30 % půd. Další možnosti prohloubení mocnosti ornice převládají v nížinných oblastech a dosahují v některých krajích až 75 % půd. V hornatějších krajích klesají až na 16 %, případně v kraji Žilina až na 1,7 % půd.

4. Na zvýšení orebních odporů půdních působí hlavně těžké půdy a zvýšená suchost klimatu, hlavně v krajích Ústí nad Labem, Brno, Bratislava, Nitra. Nízké orební odpory se jeví v písčitých půdách, zejména v některých okresech jihoslovenských a ojediněle v zemích českých.

5. Na Slovensku proti zemím českým vyniká zřejmě větší velikost pozemků, a to zejména v nížinách a mírných svazích.

6. Nevhodné tvary pozemků pro mechanizované obdělávání půdy se vyskytují rovněž nejvíce na Slovensku v hornatých polohách.

7. Obtížnost orebních prací je v zemích českých v průměru menší, na Slovensku je obtížnost orby v průměru větší.

8. Řepářské oblasti byly rozděleny podle procentického rozsahu plochy, osevu cukrovky z orné půdy (0,5–22 %) na pět skupin s patnácti podskupinami s přihlédnutím k podobnosti přírodních podmínek (klima, půda, terén).

Literatura

Špička Al. a kolektiv: Vypracování obtížnostních rayonů zpracovatelnosti půdy pro plánování STS (výzkumná práce VÚRV-VÚZE 1955), (1). — Špička Al. a kolektiv: Za lepší zpracování půdy v Československu (výzkumná práce VÚRV — publikováno ČSAZV-SZN Praha, v tisku 1957), (2). — Kyntera Fr.: Rozdělení řepářských oblastí dle přirozených podmínek (práce VÚRV 1956), (3). — Minář: Oblasti suchého a vlhkého klimatu (mapa — práce SÚM Praha), (4). — Celostátní tabulky vyčísľující přirozené, hospodářské, orební podmínky v jednotlivých okresech (147 tab.). Druhy ornice, orební odpory, velikosti a tvary parcel, bodování obtížností orby, prohlubování mocnosti ornice — práce VÚZE Praha a VÚRV Ruzyně, (5).

Обзор условий местности, почвенных и экономических условий в Чехословакии с точки зрения способности почв к обработке

Из всех общегосударственных обзоров ясно видно, что естественные условия (местность, почва, климат), также как и форма участков, являются главными факторами в организации механизированных полевых работ, в особенности в отношении обработки почвы. Приведенные цифровые данные дают возможность с экономической точки зрения сравнивать между собой отдельные области и районы, а также равнины и местности с пологими и крутыми склонами. Цифровые данные были взяты из картографического материала и их можно использовать при организации и планировании всего сельскохозяйственного производства.

1. В отношении пересеченности местности между чешскими областями и Словакией существуют явные различия. Умеренно холмистая местность чаще встречается в чешских областях. Местности с крутыми склонами, наоборот, более распространены в Словакии. Совершенно равнинные районы встречаются только в Словакии.

2. В Чехии и в западной Моравии преобладают средние тяжелые почвы, в то время как тяжелые и очень тяжелые почвы преобладают в восточной Моравии и в Словакии. Мелкие щебнистые почвы встречаются преимущественно в Словакии.

3. В Чехословакии глубокая пахота проводится примерно на 25 % пашни, средняя пахота — примерно на 45 %, а мелкая пахота — примерно на 30 %. Дальнейшие возможности углубления пахотного слоя имеются главным образом в низменных областях и в некоторых из них охватывают до 75 % пашни. В более гористых областях эти возможности снижаются вплоть до 16 %, а в Жилинской области даже до 1,7 % пашни.

4. При пахоте сопротивление главным образом оказывают тяжелые почвы, влияние оказывает также повышенная сухость климата, прежде всего это наблюдается в областях Усти над Лабем, Брно, Братислава и Нитра. Низкое сопротивление при пахоте наблюдается на почвах некоторых районов южной Словакии, а в единичных случаях также и в Чехии.

5. В противоположность чешским областям, Словакия характеризуется большими размерами угодий, особенно в низменных и с пологими склонами местоположениях.

6. Земельные участки, форма которых затрудняет применение средств механизации при обработке земли, также чаще всего встречаются в Словакии в горных местоположениях.

7. Трудоемкость работ при вспашке в чешских областях в среднем более низкая, а в Словакии эта трудоемкость в среднем выше.

8. Свекловичные области были разделены в зависимости от размеров посевной площади сахарной свеклы в процентах всей пашни (0,5—22 %) на 5 групп и 15 подгрупп с учетом подобия естественных условий (глина, почва, местность).

A Survey of Terrain, Soil and economic Conditions in Czechoslovakia from the View-point of Soil Workability

It is clearly outstanding from all nation-wide surveys that both natural conditions (terrain, soil, climate) as well as land are the principal factors in the organisation of field mechanization, especially in the soil working section. The given over-all numerical values give us a possibility of comparing from the point of view of economics indi-

vidual regions and districts as well as plains, gentle and steep slopes. The numerical values were gathered from cartographic works and they offer possibilities of their utilization and planning of the whole agricultural production.

1. There are evident differences in the structure of terrain between Slovakia and the Bohemian countries. A gently sloping terrain occurs more in Bohemian countries. A steep sloping terrain on the other hand is found more in Slovakia. Quite level regions are to be found only in Slovakia.

2. In Bohemia and western Moravia predominate medium heavy soils, while heavy soils predominate in eastern Moravia and Slovakia. Shallow gravelly soil occur mostly in Slovakia.

3. In Czechoslovakia deep tillage is practised on about 25 % of land, medium tillage on about 45 % land, shallow tillage on about 30 % of the arable land. Further possibilities of deepening of the thickness of cultivated soil prevail in lowland districts and in some regions they comprise up to 75 % of arable soil. In more mountainous districts the percentage sinks to 16 %, in the district of Žilina down to 1,7 % of soil.

4. Heavy soils and a heightened dryness of the climate, especially in the district of Ústí n. L., Brno, Bratislava and Nitra, influence the increase of soil arability resistances. Low arability resistances show in sandy soils of some districts of southern Slovakia and sporadically in Bohemian countries.

5. In Slovakia, in contrast to Bohemian countries, evidently fields of larger area meet the eye, especially in the lowlands and on gentle slopes.

6. Unsuitable forms of fields for a mechanised tillage of the soil occur also mostly in Slovakia in mountainous regions.

7. The difficulty of tillage work is lower in the average in Bohemian countries, in Slovakia the difficulty of tillage higher in the average.

8. In beet-growing areas were divided, according to the percentual extent of beet-sown area out of all arable land (0,5—22 %) into 5 groups and 15 sub-groups, considering the similarity of natural conditions (climate, soil, terrain).

Die Übersicht der Terrain-, Boden- und Wirtschaftsbedingungen in der Tschechoslowakei vom Standpunkte der Bearbeitungsmöglichkeit der Böden

Aus allen ganzstaatlichen Übersichten geht deutlich hervor, daß die Naturbedingungen (Terrain, Boden, Klima), wie auch die Grundstücke stellen Hauptfaktoren in der Organisation der landwirtschaftlichen Mechanisation, besonders im Bodenbearbeitungsbereich dar. Die angeführten, übersichtlichen Zahlwerte bieten vom Gesichtspunkte der Ökonomik aus die Möglichkeit des Vergleichs zwischen den einzelnen Kreisen und Bezirken, sowohl zwischen den Ebenen, den mäßigen und abschüssigen Abhängen. Die Zahlwerte wurden aus den Mappierungsunterlagen erworben und bieten die Möglichkeit deren Ausnützung in der Organisierung und Planung der ganzen landwirtschaftlichen Erzeugung.

1. In der Gliederung des Terrains bestehen Unterschiede zwischen Slowakei und böhmischen Ländern. Die mäßigen Abhängen kommen mehr in den böhmischen Ländern vor. Das abschüssige Abhangsterrain dagegen ist mehr in der Slowakei zu finden. Die absoluten Ebenen zeigen sich lediglich nur in der Slowakei.

2. In Böhmen und in Westmähren herrschen die mittelschweren Böden vor, wogegen die schweren und sehr schweren in Südmähren und in der Slowakei. Die seichten Schotterböden befinden sich meistens in der Slowakei.

3. In der Tschechoslowakei wird das Tiefackern auf cca 25 % der Böden, Mittelackern auf 45 % der Böden, Seichtackern auf ungefähr 30 % der Böden durchgeführt. Die weiteren Möglichkeiten der Vertiefung der Ackerbodenschicht herrschen in den Ebenen

vor und erreichen in einigen Landschaften bis zu 75 % der Ackerböden. In den Gebirgsgegenden sinken sie bis auf 16 % ab, beziehungsweise im Bezirk Žilina bis auf 1,7 % Böden.

4. Auf die Erhöhung der Bodenwiderstände beim Pflügen wirken hauptsächlich die Schwerböden und die erhöhte Trockenheit des Klimas besonders im Kreisgebiet Ústí n. L., Brno, Bratislava und Nitra. Die niedrigen Bodenwiderstände beim Pflügen zeigen sich in den Sandböden besonders in einigen südslowakischen Kreisgebieten und vereinzelt in den böhmischen Ländern.

5. In der Slowakei — im Vergleich den tschechischen Ländern — fällt deutlich das größere Grundstücksausmaß auf, und zwar hauptsächlich in den Ebenen und auf den mäßigen Abhängen.

6. Die für die Mechanisierung des Ackerbaus ungünstigen Grundstückformen zeigen sich meistens in der Slowakei in den Gebirgslagen.

7. Die Bodenbearbeitungsschwere ist in den tschechischen Ländern durchschnittlich kleiner, wogegen in der Slowakei ist sie durchschnittlich größer.

8. Die Zuckerrübenanbaugebieten wurden nach Prozentausmaß der Saatfläche vom Ackerböden (0,5—22 %) auf 5 Gruppen und 15 Untergruppen aufgeteilt, mit Berücksichtigung der Ähnlichkeit der Naturbedingungen (Klima, Boden, Terrain).

Černozemě na těžkých pleistocenních pokryvech v severozápadních Čechách

Чернозем на тяжелых плейстоценовых покровах в северозападной Чехии

The Chernozems on heavy Pleistocene Covers in northwestern Bohemia

Die Schwarzerde auf den schweren pleistozenischen Bodenflächen
in Nordwestböhmen

Jan NĚMEČEK, kandidát zemědělských věd

Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, půdoznalecké oddělení, Praha — Ruzyně

Předložil dopisující člen ČSAZV, dr. inž. Stanislav NAJMR

Úvod

V suché oblasti severozápadních Čech jsou značně rozšířeny černozemní půdy na těžkých aeolicko-deluviálních pleistocenních pokryvech. Je to západní výběžek černozemí v ČSR. Tento příspěvek je věnován genezi, agrochemické a agrofyzikální charakteristice těchto dosud méně známých půd. Bylo použito materiálu z půdoznaleckého průzkumu Výzkumné šlechtitelské stanice v Kašticích u Podbořan.

Podmínky půdotvorného procesu

Území výskytu sledovaných půd představuje nejzápadnější část stepní provincie v ČSR (Podpěra 15). Černozemě se vyvíjely v podmínkách lesostepi. Celé území je stará kulturní krajina, jedna z nejdříve odlesněných a zemědělsky používaných. Území leží v deštivém stínu okolních hor. Stanice Mory (nadmořská výška 250 m) udává úhrn ročních srážek 455 mm a průměrnou roční teplotu 8,7° C. Matečným substrátem černozemí jsou většinou šedoplavé pleistocenní jílovitohlinité až jílovité zeminy aeolicko-deluviálního původu (pocházející z čedičových zvětralín). Průměrné jejich mechanické složení v procentech (podle Kopeckého): I. kat. 54—64, II. kat. 16—22, III. kat. 5—10, IV. kat. 7—15; obsah fyzikálního jílů (< 1μ, podle Kačinského) asi 30 %. Obsahují 7—15 % CaCO₃. Kvartérní pokryv o mocnosti 2—10 m leží většinou na terciérních „žateckých vrstvách“. Celé území je velmi mírně zvlněno. Dnešní reliéf se začal formovat již v terciéru, kdy docházelo ke kerným poklesům. Vytvářel se aeolickými, deluviálními a erozivními procesy. Hladina podzemních vod leží ve velkých hloubkách (10 m).

Geneze půd

Černozemě této oblasti jsou reprezentovány taxonomickými jednotkami: 1. černozem vyluhovaná, 2. černozem degradovaná (silně).

Morfologie a stratigrafie profilů typických reprezentantů těchto půd:

Černozem vyluhovaná

profil č. 1

- *H(or.) A(or.) 0—25 cm tmavě šedá, v rhizosféře drobtové struktury, jílovitá
- H A 23—35 cm táž, ulehlejší podbrzdí, tlakem se rozpadá v kostky (matný povrch)
- h (t) p(Ca) A/C 35—60 cm, v 35 cm humózní horizont přechází jazykovitými záteky do z. šedohnědé, kostkové struktury (nelesklé plochy struktur. elementů), jílovité, místy malý obsah CaCO_3 (u většiny jiných profilů tento horizont neobsahuje uhličitany)
- PCa A v 60 cm pozvolný přechod do z. šedoplavé, jílovité, pozvolna přecházející do jílovitohlinité, obsahuje CaCO_3 ve formě ložisek a pseudomycelií.

(*) Nově zavádění indexy genetických půdních horizontů. Jsou to indexy navržené Sokofovským, detailisované Jurčou (7).

I. Analytická charakteristika

Černozem vyluhovaná				
Horizont Vzorek z hloubky cm	H (or.) A (or.) 5—15	H A 20—30	hp (Ca) A/C 35—45	PCa C 70—80
Zrnitostní složení				
< 0,001 mm	50,3	53,7	50,2	—
< 0,01 mm	71,8	72,2	68,4	62,2
0,01—0,05 mm	14,0	13,2	14,2	13,4
0,05—0,10 mm	3,6	4,2	7,1	3,8
0,10—2,00 mm	10,6	10,4	10,3	20,6
Rozbor extraktu 20 % HCl				
SiO ₂ HCl	0,23	0,24	0,21	0,21
KOH	18,79	—	18,31	—
R ₂ O ₃	16,73	16,76	16,76	16,56
Fe ₂ O ₃	8,60	7,80	8,60	9,00
Al ₂ O ₃	7,86	8,68	7,87	7,28
CaO	1,08	1,79	2,16	5,73
MgO	0,99	1,20	1,40	1,59
K ₂ O	0,43	0,42	0,33	0,29
Na ₂ O	0,04	0,04	0,08	0,09
P ₂ O ₅	0,27	0,28	0,29	0,28
SO ₃	0,14	0,14	0,14	0,09
Pohotov. živiny				
Egner P ₂ O ₅	3,6	2,2	6,0	6,0
mg/100 g Schachtsch. K ₂ O	19,0	16,0	13,0	11,0
Humus veškerý = C × 1,724	3,43	2,46	1,28	0,56
C	1,99	1,42	0,74	0,33
N	0,20	0,14	0,09	0,03
C : N	9,7	10,4	8,3	10,2
Obsah CaCO ₃	0,0	0,0	1,1	7,4
pH/H ₂ O	7,08	7,62	7,76	7,82
Číslo hygroskopičnosti	12,50	13,67	13,40	12,30

Černozem degradovaná (silně)

profil č. 16

<i>He (or.) A (or.)</i>	0–26 cm	tmavě šedá, drobtovito-hrudkovité struktury, jílovitohlinitá
<i>He A'</i>	26–35 cm	táž, ulehlejší podbrázdi, tlakem se rozpadá v kostky (matný povrch)
<i>Hi A''/B</i>	35–60 cm, v 35 cm	dosti ostře přechází do zeminy černošedé, kostěčkové struktury (struk. elementy o velikosti 0,5 cm s lesklým povrchem), jílovité
<i>(h) i B</i>	60–80 cm, v 60 cm	jazykovitý přechod (humózní záteky) do z. šedo-hnědé, kostkové až prizmatické struktury (struk. elementy s lesklými plochami), jílovité
<i>ip B/C</i>	80–85 cm	pozvolný přechod do
<i>PCa C</i>		šedoplavé, jílovité, postupně do hloubky jílovitohlinité, s ložisky a pseudomycelií CaCO_3 .

vybraných profilů

Černozem degradovaná (silně)							
Horizont Vzorek z hloubky cm			He (or.) A (or.) 5—15	He A' 25—35	Hi A''/B 45—55	(h) i B 60—70	PCa C 110—120
Zrnitostní složení	< 0,001 mm		39,2	41,7	48,4	52,1	36,4
	< 0,01 mm		57,4	57,6	62,6	65,0	50,0
	0,01—0,05 mm		19,4	20,8	19,8	20,4	18,0
	0,05—0,10 mm		10,8	8,8	6,6	6,0	17,6
	0,10—2,00 mm		12,4	12,8	10,0	8,6	14,4
Rozbor extraktu 20 % HCl	SiO ₂	HCl	0,21	0,24	0,28	0,19	0,21
		KOH	13,50	13,60	16,30	18,30	13,25
	R ₂ O ₃		13,65	13,55	15,75	18,15	15,85
	Fe ₂ O ₃		7,00	6,79	7,35	8,57	7,65
	Al ₂ O ₃		6,38	6,51	8,20	9,36	7,83
	CaO		1,22	0,67	0,90	0,93	8,07
	MgO		1,73	1,37	1,04	1,06	2,32
	K ₂ O		0,48	0,42	0,43	0,46	0,34
	Na ₂ O		0,04	0,04	0,03	0,03	0,02
	P ₂ O ₅		0,27	0,25	0,20	0,22	0,27
	SO ₃		0,09	0,08	0,10	0,06	0,05
Pohotov. živiny	Egner	P ₂ O ₅	5,6	2,3	1,3	3,3	4,3
	mg/100 g	Schachtschabel	K ₂ O	31,0	17,0	18,0	17,0
Humus veškerý = C × 1.724	C		3,55	2,81	2,91	1,81	0,50
	C		2,05	1,63	1,69	1,05	0,29
	N		0,21	0,16	0,15	0,09	stopy
	C : N		9,9	10,2	11,3	11,7	—
Obsah CaCO ₃			0,0	0,0	0,0	0,0	15,9
pH/H ₂ O			7,02	7,48	7,96	8,00	8,38
Číslo hygroskopičnosti			10,3	10,3	12,9	15,0	10,7

II. Frakční složení humusu podle Tjurina (dekalcinace kyselinou)

Profil číslo	Horizont		C_r	Hk			Fk			Huminy	$Hk : Fk$
				I.	II. + III.	suma	I.	II. + III.	suma		
1	$H (or.)$	$A (or.)$	2,10	4,3	25,8	30,1	4,3	20,4	24,7	34,8	1,21
	H	A	1,78	2,2	24,7	26,9	3,4	20,8	24,2	39,3	1,11
	$hp (Ca)$	A/C	0,73	0,0	16,0	16,0	4,4	16,0	20,4	—	0,78
16	$He (or.)$	$A' (or.)$	2,13	5,6	20,1	25,7	6,1	21,0	27,1	32,2	0,94
	He	A'	1,66	4,8	25,3	30,1	5,4	19,3	24,7	33,1	1,21
	Hi	A''/B	1,72	1,8	31,1	32,9	3,2	22,1	25,3	28,2	1,30
	$(h) i$	B	1,02	2,9	30,3	33,2	2,9	20,6	23,5	35,4	1,41
	PCa	C	0,40	0,0	20,0	20,0	2,5	20,0	22,5	—	0,88
	$h (or.)$	$A (or.)$	1,73	3,0	7,1	10,1	3,5	15,4	18,9	57,1	0,53

Profil č. 3 — smytá černozem.

III. Frakční složení humusu v ornících černozemí (metoda Tjurinova, dekalcinace Na_2SO_4)

Profil číslo	C_r	Org. látky rozpuštěné při dekalcinaci	Hk				Fk				Hu- miny	$Hk : Fk$
			I.	II.	III.	suma	I.	II.	III.	suma		
černozem vyluhovaná												
22	2,21	5,2	4,2	18,4	6,3	28,9	6,8	11,0	5,2	23,0	34,5	1,25
15	2,07	3,8	3,3	17,2	7,2	27,7	5,5	8,4	6,6	21,5	37,0	1,28
černozem degradovaná (silně)												
16	2,13	4,1	5,6	17,0	5,9	28,5	6,1	15,0	6,0	27,1	32,3	1,05
4	2,12	4,6	8,7	10,8	5,1	24,6	14,4	9,7	5,1	29,2	33,4	0,84

Frakce organických látek, uvolňující se při hydrolýze H_2SO_4 , činí 8—10 % C .

V celém profilu u obou těchto reprezentantů nalézáme menší příměs (do 2 %) drobného čedičového štěrku. Analytické charakteristiky těchto profilů jsou uvedeny v tabulkách I—V.

Charakteristika humusu na základě výsledků získaných kombinací Tjurinovy metody frakcionování humusu s optickými metodami zajišťuje při dnešním stavu metodik relativně dosti dokonalý způsob hodnocení kvality humusu (poměr mezi jednotlivými složkami humusu, stupeň kondenzace huminových kyselin, charakter vazby huminových kyselin a fulvokyselin s minerální částí půdy). Kvalitativní složení humusu sledovaných půd, projevující se obecně v převaze komplexu huminových kyselin a fulvokyselin vázaného Ca (II. frakce podle Tjurina) při převaze huminových kyselin nebo poměru $Hk : Fk$, blízcím se jedné při současném vyšším stupni kondenzace huminových kyselin svědčí o tom, že jejich geneze probíhala za biologických, fyzikálně-chemických a hydrotermických podmínek, význačných pro černozemní půdotvorný proces. Liší se od pravých černozemí vyšším zastoupením fulvokyselin (u pravých černozemí poměr $Hk : Fk$ činí až 2) a nižším stupněm kondenzace huminových kyselin. Časté řazení těchto půd k rendzinám (slinovatkám) je chybné. Konalo se na základě příliš zdůrazněného geologicko-petrografického hlediska při vymezování rendzin (matečným substrátem těchto půd nejsou typické spraše).

IV. Optické vlastnosti huminových kyselin

Profil	Horizont		E 602/E 608*)			E 603 při 5 mg**) C v 100 ml		
			I.	II.	III.	I.	II.	
1	H (or.)	A (or.)	9,2	2,50		0,074	0,400	černozem vyluhovaná
	H	A	—	2,45		—	0,426	
	hp (Ca)	A/C	—	3,75		—	0,392	
22	H (or.)	A (or.)	9,0	2,40	2,08	0,091	0,412	
15	H (or.)	A (or.)	—	2,66	2,21	0,125	0,460	
16	He (or.)	A' (or.)	8,0	2,80		0,076	0,374	černozem degradovaná
	He	A'	—	2,45		—	0,416	
	Hi	A''/B	—	2,10		0,161	0,602	
4	He (or.)	A' (or.)	4,5	2,89	2,77	0,150	0,328	
3	h (or.)	A (or.)	—	3,89		0,068	0,260	černozem smytá

*) barevný kvocient: poměr extinkčních koeficientů změřených při modrém a červeném filtru (Hilger spekter),

**) barevnost huminové kyseliny: modul extinkce (při filtru 603) roztoku huminové kyseliny, obsahujícího 5 mg C v 100 ml (C stanoven oxydometricky).

V. Výměnné kationty podle Gedrojce ($n \text{ NH}_4\text{Cl}$)

(H z hydrolytické acidity)

Profil č.	Horizont		Ca	Mg	H	T	S	V %
černozem vyluhovaná								
1	H (or.)	A (or.)	32,0	9,2	1,1	42,3	41,2	97,4
	H	A	35,0	10,0	0,0	45,0	45,0	100,0
22	H (or.)	A (or.)	35,0	8,7	1,4	45,1	43,7	96,9
černozem degradovaná (silně)								
16	He (or.)	A (or.)	25,0	7,8	1,5	34,3	32,8	95,6
	He	A'	28,0	10,0	0,0	38,0	38,0	100,0
	Hi	A''/B	25,0	14,2	0,0	39,2	39,2	100,0
4	He (or.)	A' (or.)	20,5	7,2	4,3	32,0	27,7	86,6

I když syntéza specifických organických látek v půdě je jen jedním z elementárních procesů, kterými se realizuje půdotvorný proces, kvalitativní složení humusu má při rozlišování černozemí a rendzin velkou diagnostickou hodnotu. Již rozbor humusu silně smytých černozemí (tab. II, IV) svědčí o tom, že sama nasycenost substrátu dvojmocnými kationty nebo i vysoký obsah uhlíkatů není dostatečnou podmínkou k tvorbě humusu charakteristického pro černozemní půdotvorný proces. Rozbor uvažované Ponomarevovou a Mjasnikovovou (16), Tiščenkem a Rydalevskou (cit. Rode 18) ukazují, že za odlišných biologických poměrů a hydrotermického režimu u rendzin humusotvorný proces vede k tvorbě huminových kyselin o nízkém stupni kondenzace, převažuje komplex huminových kyselin a fulkokyselin vázaný dvojmocnými kationty, avšak

při vyšším obsahu fulvokyselin. Tyto skutečnosti jsou v plné shodě s pojetím rendzin jako půd podzolodrnového stadia půdotvorného procesu (Jurča 7).

U vyluhovaných černozemí v této okrajové oblasti rozšíření černozemních půd dochází v půdním profilu k hlubšímu vymytí uhličitánů. Na rozdíl od pravých černozemí nalézáme u nich přechodný horizont zcela nebo z větší části přechodný. Dosud tu nedochází k pohybu koloidů v profilu, nanejvýš k nepatrným projevům tohoto procesu. Profilový průběh zrnitosti u těchto půd, zákonitě se opakující, může být podmíněn dvěma faktory:

1. uložením matečného substrátu (postupně ukládání těžšího materiálu)
2. zvětráváním ve svrchní části profilu po jeho odvápnění.

Sorpční komplex je nasycen dvojmocnými kationty. Mocnost humózního horizontu je maximálně 35 cm. Ve složení humusu humózního horizontu zjišťujeme mírný přbytek huminových kyselin nad fulvokyselinami (poměr $Hk : Fk = 1,2-1,3$).

Degradace černozemě v této oblasti představuje změnu půdotvorného procesu směrem k hnědozemí. Výrazná degradace se uplatňuje zejména v terénních proláklínách mesoreliéfu a v nepatrných depresích silně vyvinutého mikroreliefu — tedy v místech zvýšeného ovlhčení půdy. Při degradaci zde dochází v půdním profilu k translokaci minerálních a organických koloidů. Translokace je zřejmá (tab. I) při porovnání výsledků rozboru extraktu 20 % HCl a průběhu mechanického složení vybraných profilů. Přesnější představu poskytují podrobné zrnitostní rozboru profilu degradované černozemě (č. do 1 μ podle Kačinského, č. < 0,2 μ podle Gorbunova, 4) uvedené v tabulce VI. Tyto rozboru potvrzují, že koloidní částice jsou translokovány, což se jeví v nejvýraznějších profilových změnách v obsahu těchto částic. Dochází tak k tvorbě iluviálního horizontu s výraznou strukturou kostečkovou ve svrchní humózní části a kostkovou až prizmatickou ve spodní části. Povrch těchto strukturních elementů je lesklý.

VI. Detailní zrnitostní složení profilu degradované černozemě

Horizont	Hloubka	10—5 μ	5—1 μ	1—0,2 μ	<0,2 μ	<1 μ	<10 μ
He (or.) A' (or.)	5—15	7,5	10,7	12,0	27,6	39,2	57,4
He A'	25—35	7,3	9,2	—	—	41,7	58,2
Hi A''/B	45—55	7,7	13,2	12,8	35,7	48,4	69,3
(h)i B	60—70	7,3	12,3	11,3	39,6	52,1	71,6
PCa C	110—120	—	—	—	26,7	36,7	52,4

Je nutno věnovat pozornost povaze této kvantitativně výrazné transkolace, ke které pravděpodobně docházelo při poměrně slabě kyselé reakci. Na vzniku horizontu B se mohou podílet tyto procesy:

- a) translokace koloidů v profilu bez jejich destrukce
- b) destrukce (alespoň částečná) jílových minerálů a samostatný posun produktů jejich rozpadu
- c) intenzivní větrání, tvorba a transformace koloidních částic v jisté vrstvě, aniž dochází k posunu koloidů v profilu.

Podle V. M. Fridlanda (2), J. Geeringa 1935 a C. Robinsona 1930 (cit. R. Leuengerger 11, viz též W. Laatsch 10) lze použít poměru $SiO_2 : R_2O_3$ ve frakci jílu (< 1 μ) k rozlišení procesů ad a) a b). To platí pro půdy, které vznikly na homogenním allochtonním materiálu. Při uplatnění prvního procesu (ilimerizace, V. M. Fridland, 2) zůstává tento poměr ve frakci jílu v celém profilu beze změny. Při nastoupení intenzivnějšího procesu podzolizace dochází k jeho snížení v iluviálním horizontu. Nemění se poměr $SiO_2 : R_2O_3$ byl zjištěn ve frakci řady profilů hnědozemí Leuengerger L. 11). Tyto závěry potvrzuje výzkum složení jílu v profilu hnědozemí (DTA, rentgenogramy) vykonané L. Pavlem (14).

Rozborů jemnozeme a frakce jílů v profilu degradované černozemě svědčí o tom, že v profilu těchto půd dochází rovněž k translokaci koloidů bez jejich destrukce. Dokazují to rozborové výsledky uvedené v tabulce VII.

VII.

Horizont		V procentech vyžíhané zeminy		
		SiO_2	R_2O_3	$SiO_2 : R_2O_3$
v jemnozemi				
<i>He (or.)</i>	<i>A' (or.)</i>	72,4	24,6	2,94
<i>(h)i</i>	<i>B</i>	64,7	31,9	2,03
ve frakci jílu (< 1 μ)				
<i>He (or.)</i>	<i>A'' (or.)</i>	55,7	43,9	1,27
<i>Hi</i>	<i>A''/B</i>	54,5	41,9	1,29
<i>(h)i</i>	<i>B</i>	55,0	43,2	1,27
<i>PCa</i>	<i>C</i>	54,0	41,4	1,31

Současné může docházet i k procesu větrání v půdním profilu.

Vzhledem k homogenitě substrátu potvrzují i poměry vyvozené z rozborů extraktu 20 % *HCl* tato zjištění. Profilové změny v obsahu R_2O_3 jsou přímo dány změnami v obsahu koloidů v profilu. Svědčí o tom téměř konstantní poměr R_2O_3 : mn. části < 0,2 μ v celém profilu.

Ještě dříve než nastoupí proces translokace minerálních koloidů v profilu degradované černozemě, dochází k translokaci organických koloidů. Ve složení humusu ornice se objevuje při srovnání s černozemí vyluhovanými vyšší podíl (až převaha) fulvokyselin, které jsou však stále ještě vázány v komplexu s huminovými kyselinami. Objevuje se vyšší obsah I. frakce huminových kyselin (hnědá *hk*, ulminová kyselina — vyznačující se nízkým stupněm kondenzace). Huminové kyseliny (II. frakce) jeví snížení kvality (nižší stupeň kondenzace). Dochází k pohybu jednodušších složek humusu v profilu a k jejich kondenzaci v iluviální části humózního horizontu. V tomto horizontu již převládají huminové kyseliny nad fulvokyselinami. Translokace organických koloidů se projevuje ve zvýšení mocnosti humózního horizontu.

Ochuzení svrchní části profilu koloidy a snížení kvality huminových kyselin se projevuje v ornici snížením sorpční kapacity. V sorpčním komplexu se lokálně objeví i zvýšený obsah výměnného *H* a současně klesá půdní reakce.

Agrochemická a agrofyzikální charakteristika půd

Sorpční komplex sledovaných černozemí je nasycen dvýjmocnými kationty, především vápníkem, do značné míry však i hořčíkem (poměr 3—4 : 1). Draslík a sodík jsou zastoupeny ve velmi malých množstvích. Výměnný vodík se vyskytne ve větším množství jen lokálně u silně degradovaných černozemí. Aktivní reakce ornice se pohybuje mezi 7,0 a 7,5 *pH*, u degradovaných černozemí klesá místy pod 7,0 *pH* (i pod 6,0 *pH*). Černozemě vykazují dostatek pohotového draslíku, v ornici střední obsah v celé aktivní části půdního profilu. Pohotová kyselina fosforečná je v ornici zastoupena slabě, nanejvýš středně, v podornici, zejména však v iluviálním horizontu, její obsah je velmi nízký. Přitom obsah P_2O_5 rozpustné ve 20 % *HCl* je relativně vysoký. Obsah humusu v ornici se pohybuje mezi 3,5 a 4,0 %. Poměr *C* : *N* se pohybuje kolem deseti.

Nejtěživějším faktorem je špatný strukturní stav ornice těchto těžkých půd. V půdě silně převládají kapilární póry. Pouze v ornici se udržuje obdělávacími zákroky jejich vyhovující poměr. Vysoký obsah půdních koloidů způsobuje, že půda je schopna poutat

velká množství vody. Značný podíl připadá však na vodu, dynamicky neúčinnou. Svědčí o tom vysoká čísla hydroskopicity (tab. I.) Výpočet dešťové kapacity podle Sekery udává hodnoty 250–300 mm, což je při srovnání s publikovanými hodnotami dostatečné množství. Nepříznivý fyzikální stav ornice brání však průniku srážkové vody do půdy a současně umožňuje zvýšený výpar. K tomu přistupují nízké zimní srážky a odvívání sněhu v otevřené krajině. Ve srážkově nepříznivém roce byl pozorován obsah vody ve spodních půdních horizontech jen nepatrně vyšší než je kritický obsah. To se markantně projevilo na výnosech jak zachycuje tato tabulka VIII.

VIII.

	1953	1954	1955
Pšenice ozimá	31	—	31–38
Pšenice jarní	31	7–11	—
Ječmen	25–30	10–12	30
Cukrovka	270	210	300

Místy vyvinuté utužené podbrázdi je fyzikálně nepříznivé. Při hluboké orbě, zejména k cukrovce, je podbrázdi rozrušeno, rostliny mohou pak snáze pronikat do hlubších vrstev. Zlepší se i prosakování vody do spodiny, zabraňuje se dočasnému převlčení ornice v době silných dešťů, zlepši se využití srážkové vody.

Přechodný horizont *H_p* vyluhovaných černozemí se jeví jako méně příznivý než horizont *H_i* degradované černozemě (u prvního minimální vzdušná kapacita pod 5 %, u druhého se pohybuje kolem 7 %, což je pro podorniční vrstvy uspokojivá hodnota). Degradované černozemě jsou proto po fyzikální stránce příznivější než černozemě vyluhované (tab. IX.).

IX. Fyzikální stav černozemních půd

Profil	Horizont	hl cm	P	V _o	V _z	Obj. váha	Specif. váha	
15	<i>H</i> (or.)	15–20	53,9	41,4	12,5	1,21	2,63	černozem vyluhovaná
	<i>A</i> (or.)	30–35	44,0	41,5	2,5	1,48	2,64	
	<i>hp</i>	40–45	43,8	42,5	1,3	1,48	2,64	
19	<i>He</i> (or.)	10–15	58,8	42,9	15,9	1,01	2,66	černozem degradovaná
	<i>A'</i> (or.)	15–25	58,7	40,7	18,0	1,12	2,72	
	<i>He</i>	30–35	51,8	41,2	10,7	1,31	2,72	
	<i>Hi</i>	40–45	48,5	41,7	6,8	1,42	2,76	
	<i>PCa</i>	85–90	45,6	41,8	4,2	1,49	2,75	

Souhrn

Byly studovány černozemě na těžkých pleistocenních zeminách eolicko-deluviálního původu. V této oblasti severozápadních Čech se setkáváme s černozeměmi vyluhovanými a degradovanými (silně). Obsah veškerého humusu v ornících se pohybuje mezi 3,5 až 4,0 %. Kvalitativní složení humusu při srovnání s pravými černozeměmi je charakterizováno relativně vyšším zastoupením fulvokyselin a nižším stupněm kondenzace huminových kyselin. Převládá komplex huminových kyselin a fulvokyselin vázaný dvojmocnými kationty (II. frakce podle Tjurina).

Černozemě vyluhované mají humózní horizont o mocnosti maximálně 35 cm. Poměr $Hk : Fk$ činí asi 1.2. V profilu došlo k hlubšímu posunu karbonátů (bezkarbonátový přechodný horizont). Sorpční komplex je nasycen dvojmocnými kationty.

Silně degradované černozemě, význačně zejména výskytem v depresích reliéfu, mají mocnější humózní horizont (až 70 cm). Ve složení humusu horizontu He poměr $Hk : Fk$ se pohybuje kolem jedné, místy již převládající fulvokyseliny. Huminové kyseliny ve srovnání s vyluhovanými černozeměmi se vyznačují nižším stupněm kondenzace. V profilu dochází k translokaci organických látek a v iluviálním horizontu Hi k jejich kondenzaci v složitě huminové kyseliny. Tím se zvětšuje mocnost humózního horizontu. Současně dochází k značné translokaci minerálních koloidů. Frakce jílu ($< 1\mu$) v celém profilu jeví stejný poměr $SiO_2 : R_2O_3$, což svědčí o translokaci koloidů bez jejich destrukce. Ve svrchní části homóního horizontu nastává snížení sorpční kapacity, místy obsahuje ochuzený sorpční komplex ionty sodíku.

Agrochemické vlastnosti půdy jsou příznivé. Půdy obsahují pouze nedostatečné množství pohotové kyseliny fosforečné.

Fyzikální stav černozemních půd je nepříznivý, neboť se jedná o těžké půdy s agro-nomicky méně hodnotnou strukturou. Tím větší důraz je nutno klást v této srážkami chudé oblasti na správný systém obdělávání půdy, zajišťující účelné hospodaření půdní vláhou.

Literatura

- Fedorovskij D. V.: Agrochimičeskije metody issledovanija počv. Moskva 1954, (1). — Fridland V. M.: Ob opodzolivanii i illimerizacii (obežylivanii). Počvovedenie (2): 27-38, 1958, (2). — Frömmel W.: Über die Absorptionsspektren von Huminsäuren in Lösungen. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde 5 (10): 93-119, 1937, (3). — Gorbunov U. J.: Metodika razdelenija počv i glin na frakcii dlja roentgenografičeskogo izučenija. Počvov. (7): 431, 1950, (4). — Gössl V.: Půda jako zásobitelka rostlin vodou. Sb. VÚZ 1943, (5). — Hock A.: Farbtiefen u. Farbtonwerte als charakteristische Kennzeichen f. Humusform u. Humustyp nach neuen Verfahren. Bodenk. u. Pflern. 2 (47): 304-315, 1937, (6). — Jurča V.: Návrh systematiky a klasifikace zemědělských půd ČSR. 1957, (7). — Kononova M. M., Pankova N. A., Belčikova N. P.: Izučenie v soderžanii i sostave organičeskogo veščestva pri okultivovanii počv. Počvov. (1): 28-37, 1948, (8). — Kononova M. M.: Problema počvennogo gumusa. Moskva 1952, (9). — Laatsch W.: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden, Leipzig 1954, (10). — Leuenberger R.: Beitrag zur Kenntnis der Humuskarbonatböden u. Rendzinen im Schweizer Jura. Mitteil. aus d. Agrikulturchem. Inst. E. T. H. 1950, (11). — Najmr St.: Některé výsledky výzkumu ústrojné hmoty v genetických půdních typech. I. typ černozemní. Sb. ČAZ 647/1262, 1946, (12). — Najmr St.: Humus v dynamice půdotvorného procesu některých variet černozemního typu. Sb. ČAZ 920/1935, 1940, (13). — Pavel L., Smrž J.: Jílové minerály ve dvou hnědozemních profilech. Sb. ČSAZV 28 (11): 841-850, 1955, (14). — Podpěra J.: Vývoj a zeměpisné rozšíření květeny zemí českých. Mor. Dstrava 1906, (15). — Ponomareva V. V., Mjasnikova N. N.: O charakteristice processa gumusobrazovanija v renovo-karbonatnych počvach. Počv. (12): 721-725, 1951, (16). — Ponomareva V. V.: K metodike izučenija sostava gumusa po scheme I. V. Tjurina. Počvov. (8): 66-71, 1957, (17). — Rode A. A.: Počvovedenie. Moskva 1955, (18). — Spirhanzl J., Gössl V., Najmr St., Káš V.: Agrochemicko-pedologická studie o českých křídových slinovatkách. Sb. VÚZ, sv. 174, Praha 1947, (19). — Tjurin I. V.: K metodike analiza dlja sravnitelnogo izučenija sostava počvennogo peregnoja ili gumusa. Trudy počv. in-ta im. Dokučajeva, 38: 5-12, 1951, (20). — Tjurin I. V.: Nekotoryje rezultaty rabot po sravnitelnomu izučeniju sostava gumusa v počvach SSSR, tamtéž, str. 22-32, (21).

Изучались черноземы на тяжелых плейстоценовых породах эолово-делювиального происхождения. В этой области северо-западной Чехии мы встречаем черноземы выщелоченные и деградированные (в сильной степени). Содержание всего гумуса в пахотном слое колеблется от 3,5 до 4 %. По сравнению с типичным черноземом качественный состав гумуса характеризуется относительно более высоким содержанием фульвокислот и более низкой степенью конденсации гуминовых кислот. Преобладает комплекс гуминовых кислот и фульвокислот, связанный двухвалентными катионами (II фракция по Тюрину).

Максимальная толщина гумусного горизонта выщелоченных черноземов составляет 35 см. Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам равняется примерно 1,2. В профиле произошло более глубокое перемещение карбонатов (бескарбонатный переходной горизонт). Поглощающий комплекс насыщен двухвалентными катионами.

Сильно деградированные черноземы, характерные в частности тем, что они встречаются в низменностях рельефа, имеют более мощный слой гумуса (около 70 см). В составе гумусного горизонта не отношение гуминовой кислоты к фульвокислоте колеблется около единицы, а местами преобладают фульвокислоты. Гуминовые кислоты, по сравнению с выщелоченными черноземами, отличаются более низкой степенью конденсации. В профиле происходит миграция органических веществ и их конденсация в сложные гуминовые кислоты в иллювиальном горизонте *Hi*. Этим увеличивается мощность гумусного горизонта. Одновременно происходит значительная транслокация минеральных коллоидов. Фракция илистых частиц ($< 1 \mu$) во всем профиле показывает одинаковое отношение $SiO_2 : R_2O_3$, что свидетельствует о перемещении коллоидов без их разришения. В верхней части гумусного горизонта настает снижение емкости поглощения; местами ободиненный сорбционный комплекс содержит уже ионы водорода.

Агрохимические свойства почв благоприятны. Однако они содержат недостаточное количество доступной фосфорной кислоты.

Физическое состояние черноземных почв неблагоприятное, так как дело идет о тяжелых почвах с агрономически менее ценной структурой. Тем большее значение следует придавать в этой бедной атмосферными осадками области, правильной системе обработки почвы, обеспечивающей регулирование почвенной влаги.

The Chernozems on heavy Pleistocene Covers in northwestern Bohemia

There were studied different kinds of chernozem (black-earths) on heavy pleistocene soils of aedically deluvial origin. In this region of northwestern Bohemia we meet leached out and (strongly) degraded chernozems. The over-all contents general humus in the arable land varies between 3.5 and 4 %. The qualitative composition of the humus as compared with chernozems proper is characterized by a comparatively higher representation of fulvic acids and by a lower degree of condensation of humine acids. There prevails a complex of humine acids and fulvic acids bound by bivalent cations (IInd fraction according to Tyurin).

The leached out chernozems have the humus horizon 35 cm thick at the most. The relation of $H_k : F_k$ is about 1.2. In the profile there has occurred a deeper shifting of

carbonates (a carbonateless transitive horizon). The sorption complex is saturated with bivalent cations.

Strongly degraded chernozems, notable especially for their occurrence in a depression relief, have a thicker humus horizon (up to 70 cm). In the humus composition of the horizon He the relation of $Hk : Fk$ varies about one, in some places the fulvic acids prevail. Humine acids as compared with leached out chernozems are marked by a lower degree of condensation. In the profile there occurs a translocation of organic matter and its condensation into complex humine acids in the illuvial horizon Hi. Thus the humus horizon becomes thicker. At the same time there takes place a large translocation of mineral colloids. The clay fraction ($< 1\mu$) shows in the whole profile the same relation $SiO_2 : R_2O_3$, a witness to a colloid translocation without their destruction. In the upper part of the humus horizon the sorption capacity is lowered, in some places the impoverished sorption complex contains hydrogen ions.

The agrochemical properties of the soils are favourable. The soils only lack a sufficient quantity of available phosphoric acid.

The physical state of chernozem soils is unfavourable, since these are heavy soils with an agronomically less valuable structure. All the greater stress must be laid in this region poor in precipitations on a proper system of soil tillage which ensures an economical managing of soil humidity.

Die Schwarzerde auf den schweren pleistozenischen Bodenflächen in Nordwestböhmen

Es wurden die Schwarzerden auf den schweren Pleistozenerden der aeolitisch-diluvialen Abstammung studiert. In diesem Gebiet Nordwestböhmens kommt man mit ausgelaugten und degradierten (stark) Schwarzerden zusammen. Der Inhalt des ganzen Humus

Es wurden die Schwarzerden auf den schweren Pleistozänen der aeolitisch-dilubewegt sich zwischen 3,5 bis 4,0 %. Die qualitative Zusammensetzung des Humus im Vergleich mit den echten Schwarzerden wird mit einer relativ höheren Vertretung der Fulvosäuren und einem niedrigen Grad der Huminsäuren charakterisiert. Es herrscht der Huminsäuren- und Fulvosäurenkomplex gebunden mit bivalenten Kationen vor (II. Fraktion nach Tjurin).

Die ausgelaugten Schwarzerden haben einen Humushorizont mit einem maximalen Mächtigkeitsgrad von 35 cm. Das Verhältnis $Hk : Fk$ macht zirka 1,2. Im Profil ist es zu einer tieferen Karbonatenverschiebung gekommen (karbonatloser Übergangshorizont). Der Sorptionskomplex ist mit den bivalenten Kationen gesättigt.

Die stark degradierten Schwarzerden, welche besonders in den Depressionsreliefen vorkommen, haben einen mächtigeren Humushorizont (bis 70 cm). In der Zusammensetzung des Humushorizontes He Verhältnis $Hk : Fk$ bewegt sich um eins, stellenweise herrschen schon Fulvosäuren vor. Die Humussäuren im Vergleich mit den ausgelaugten Schwarzerden machen sich mit einem niedrigeren Kondensationsgrad bemerkbar. Im Profil kommt es zu einer Translokation der organischen Stoffe zu und zu ihrer Kondensation in die komplizierten Huminsäuren im illuvialen Horizont Hi. Dadurch erhöht sich die Mächtigkeit des Humushorizontes. Gleichzeitig kommt es zu einer Translokation der Mineralkolloiden zu. Die Tonfraktion ($< 1\mu$) im ganzen Profil erweist das gleiche Verhältnis $SiO_2 : R_2O_3$, was die Translokation der Kolloiden ohne deren Destruktion nachweist. In der Oberfläche des Humushorizontes erfolgt die Senkung der Sorptionskapazität, stellenweise enthält der verarmte Sorptionskomplex einige Wasserstoffione.

Die agrochemischen Eigenschaften der Böden sind günstig. Die Böden enthalten nur eine ungenügende Menge an mobilen Phosphorsäuren.

Der physikalische Zustand der Schwarzerden ist ungünstig, denn es sich um Schwerböden mit einer schwachen agronomischen Struktur handelt. Umsomehr ist in dieser an Niederschlägen armen Gegend auf das richtige Bodenbearbeitungssystem zu achten, welches eine zweckmäßige Bodenfeuchtwirtschaft sicherstellt.

Rentgenografická identifikace půdních jílových minerálů při užití československého mikrostrukturálního rentgenu MIKRO - META

**Рентгенографическое установление почвенных глинистых минералов
с применением чехословацкого микроструктурального рентгенографического
аппарата «Микро-Мета»**

**Roentgenographie Identification of Soil Clay Minerals using the Czechoslovak
microstructural X-ray Apparatus MIKRO-META**

**Die roentgenographische Identifikation der Boden-Tonminerale unter Benützung
des tschechoslowakischen mikrostrukturellen Roentgen MIKRO-META**

Lubomír PAVEL

Vysoká škola zemědělská, katedra půdoznalství, agrochemie a agrometeorologie, Praha

Předložil dopisující člen ČSAZV prof. dr. inž. Vladimír Kosil, doktor zemědělských
věd

Ú v o d

Hlavní úkoly rentgenografického výzkumu jílových minerálů jsou strukturní analýza, zjištění strukturních nepravidelností a mineralogický rozbor. Pokud se jedná o výzkum jílových minerálů v půdách, zužují se tyto úkoly zpravidla jen na mineralogický rozbor, až na zcela ojedinělé práce (13).

Z rentgenografických metod lze pro účely mineralogického rozboru jílových a koloidních frakcí půd použít pouze tzv. „práškových metod“. Z nich nejvíce používané (4, 10, 11, 15, 16, 17) jsou:

1. Klasická Debye-Scherrerova metoda s válcovou komůrkou.
2. Wyckoffova precizní metoda.
3. „Asymetrická“ metoda Straumanis-Jevinšova.
4. Bradley-Jay-ova metoda.
5. Semifokusační metoda Bragg-Brentanova, používající semifokusačních komor různé konstrukce (A. Kochanovské, A. Dvořáka aj.).
6. Fokusační metody užívající různých fokusačních komor (např. Guinierova, Frevelova, Vandova, Wolffova komora).

7. Debye-Scherrerova metoda „na průchod“ s rovinným filmem.
8. Různé speciální úpravy pro jílové minerály (např. MacEwanova komora).
9. Goniometrická metoda s registračním počítačem.

Při výzkumu půdních jílových minerálů se nejvíce používá metod uvedených sub 1, 6, 8 a 9. Metodika, rozpracovaná v této zprávě, je omezena na klasickou Debye-Scherrerovu metodu, uvedenou v přehledu sub 1, respektive její úpravy.

Principiální schema přípravy frakce

$< 0,001 \text{ mm}$ a $< 0,0002 \text{ mm}$

1. Ze zeminy se odstraní většina sorbovaných kationtů, přičemž dojde v její vodné suspenzi ke vzrůstu elektrokinetického potenciálu, provázenému peptizací koloidních částic. Tuto preparaci zeminy lze vykonat třemi způsoby:

a) Promýváním zeminy 0,05–0,1 *n* HCl do zániku reakce na Ca^{2+} a destilovanou vodou do zániku reakce na Cl^- , kdy koloidní částice v důsledku peptizace začnou procházet filtrem (7).

b) Dialýzou nebo lépe elektrodialýzou vodné suspence zeminy (8).

c) Vzájemnou výměnou kationtů mezi zeminou a H^+ -katexem ve vodné suspenzi (9).

Poznámka: U zemin s obsahem karbonátů je nutno předem karbonáty rozložit vypočteným množstvím HCl.

2. V zemině, preparované některým z výše uvedených postupů, se vykoná co nejúplnější mechanická desagregace důkladným roztíráním zeminy v kašovité konzistenci (7).

3. Z vodné suspence takto připravené zeminy se oddělí potřebné množství frakce $< 0,001 \text{ mm}$ respektive $< 0,0002 \text{ mm}$ některým z těchto postupů:

a) dekantací v širších sedimentačních válcích (7),

b) průtokovou supercentrifugou, po oddělení částic většího průměru sedimentací (1),

c) centrifugací v kyvetách, přičemž doba odstředování pro dané otáčky se vypočítá ze Stokesova vzorce pro příslušnou relativní odstředivou sílu (R. O. S., násobek *g*).

Příprava vypreparovaných frakcí k rentgenografické analýze

Vypreparovaná jílová ($< 0,001 \text{ mm}$) a koloidní ($< 0,0002 \text{ mm}$) frakce se nasýtí Ca^{2+} -ionty a vysuší se. Toto nasycení lze vykonat buď

a) třepáním vzorku s roztokem vápenaté soli s následujícím promytím koagelu destilovanou vodou, nebo lépe

b) v centrifuze za přesně definovaných podmínek (10),

c) titrací suspence H^+ -jílů roztokem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (v atmosféře bez kyslíčnicku uhlíkatého) k izoelektrickému bodu.

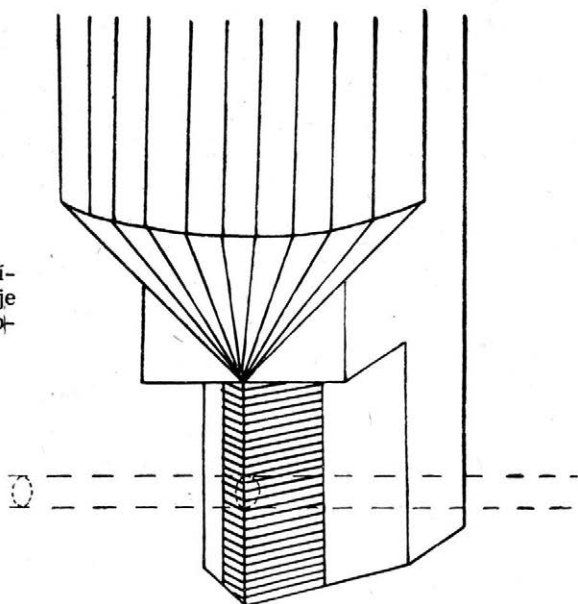
Jíl, nasycený ionty vápníku, se rozdělí na tři části, z nichž se jedna vypálí při 500—550° C po dobu dvou hodin nebo při 600° C po jednu hodinu (4, 16, 17). Druhá část se solvatuje glycerinem (10, 12) nebo glykolem (3) a třetí se ponechá bez změny. Všechny tři části jílové i koloidní frakce se použije ke zhotovení debye-gramů.

Úprava preparovaných vzorků do komůrek

Preparované vzorky rozetřené v achátové třecí misce lze upravit k exponování debye-gramu mnoha způsoby. Uvedeme z nich jednak ty, kterých se užívá nejčastěji, jednak ty, které se nám zvláště osvědčily:

1. Vzorek se vpraví do želatinové kapiláry o vnitřním průměru 0,4 mm (14), o síle stěny 0,01 mm. Kapiláru je možno snadno připravit nanesením vrstvy želatiny na měděný drátek průměru 0,4 mm. Po nejméně dvoudenním vysušení lze ze vzniklé kapiláry drátek vytáhnout, jestliže se předtím natažením zeslabí. Vzorek v kapiláře se důkladně sklepe, kapilára se uzavře voskem a natmélí se na otočný centrační přípravek ve víku Debye-Scherrerovy komůrky. K tomu účelu lze použít piceinu, včelího vosku, taveniny včelího vosku s přísadou kalafuny aj. Kapilára se justuje do osy otáčení (osy komůrky) a centruje pod mikroskopem s přesností $\pm 0,01$ mm.

1. V držáku komory je upevněn přípravek se vzorkem, jehož hrana je ozářena primárním svazkem rentgenových paprsků



2. Místo želatinové kapiláry lze použít (při větším průměru sloupku vzorku) celofánové trubičky, kterou lze navíhnout z celofánového pásku několika závitů na ocelový drát vhodného průměru. Po upevnění do vosku a upěchování vzorku v trubičce je ovšem nutno celofán opatrně naříznout a odvinout až na jediný závit (16).

3. Vzorek lze rovněž nabalit na tenké skleněné vlákno vytažené ze skleněné trubičky a namočené do zaponového laku. Po uschnutí laku se vlákno se vzorkem stejně jako kapilára natmélí na centrační nástavec, justuje se a centruje (10, 15).

4. Vzorek je možno upravit do tvaru tyčinky tak, že se smíchá s tragantem a vyválí se do tyčinky žádaného průměru (změří se pod mikroskopem s mikrometrickým okulárem), která se vysuší (15).

5. Výhodu snížené absorpce a rozptylu mají lisované tyčinky jílu, které lze připravit přímo v komůrce použitím speciálního lisovacího přípravku, navrženého E. G. Fesenkem (17). V tomto případě odpadá justace preparátu.

6. U komor s horizontální osou je velmi výhodná úprava vzorku do zvláštního přípravku ("sector mount"). V tomto případě nemá vzorek tvar tyčinky. Je zformován do tvaru trojbokého hranolu s vodorovnou osou, kolmou na směr primárního svazku rentgenových paprsků. Hranolek leží jednou stěnou na přípravku, druhé dvě svírají spolu úhel 90° a protínají se v hraně, která je ozářena primárním svazkem. Touto technikou zhotovené debyeagramy nejsou symetrické a jsou zatíženy jen minimální chybou z absorpce. Odpadá justace a centra (10).

Této metody, která je velmi výhodná pro půdní jílové minerály, lze po úpravě použít i u komůrek Chirana s vertikální osou, průměru 64 mm, s doplňkem pro „asymetrickou“ metodu podle Straumanis-Jevinše. Za tím účelem je třeba zhotovit např. z plexitu přípravek podle obrázku 1. Zbroušená hrana trojbokého (90°) hranolu se doplní zkoumaným vzorkem jílu, nasyceného vápníkem. Vzorek se rozetře s kapkou glycerinu na vazkou hmotu, která se nanese na plošku přípravku a podle obou stěn hranolu se seřízne ostrým nožem a tím se vytvoří 90° hrana. Přípravek se zapne do držáku tak, aby hrana tvarovaného vzorku byla umístěna souose v ose komůrky, tedy vertikálně.

Zhotovení debyeagramů preparovaných jílových a koloidních půdních frakcí

Mají-li být na debyeagramu zaznamenány bazální reflexe s malými úhly, je nutno běžné komůrky o malém průměru doplnit stínítky pro zachycení primárního svazku paprsků (14, 16, 17). Vzhledem k významu těchto reflexí pro identifikaci půdních jílových minerálů je tato úprava nezbytná.

Po vložení filmu a preparátu, uzavření komůrky a její justaci na držáku se exponuje, přičemž se kapilárou otáčí. Pracovní podmínky jsou patrný z tabulky I.

I.

Anoda	<i>kV</i>	<i>mA</i>	β -filtr	*) síla β -filtru mm
<i>Cu</i>	50	24	Ni	0,021
<i>Co</i>	45	15	Fe	0,018
<i>Fe</i>	40	16	Mn	0,016

*) Podle O. S. Edwardse a H. Lipsona (5).

Nejvhodnější expoziční dobu je nutno vyzkoušet zhotovením několika snímků s odstupňovanou expoziční dobou. Vhodná expoziční doba je kompromisem mezi dostatečnou hustotou černí linií a rušivým spojitým zčernáním pozadí debyeagramu.

Volba rentgenové trubice se řídí především chemickým složením zkoumaného vzorku a požadavkem na expoziční dobu. Půdní jílové minerály obsahují

zpravidla značné množství železa, a proto vyžadují při snímkování použití záření železa nebo kobaltu. Záření mědi v nich budí fluorescenční záření železa, které způsobuje silné spojitě zčernání filmu. Při rozsáhlejších rozborech je přesto výhodné s ohledem na krátkou expoziční dobu používat rentgenky *IVM-Cu*, přičemž se nám osvědčil chromový filtr, vložený před film; filtrem se značně zmenší spojitě zčernání. Takový filtr se snadno připraví nasáknutím roztoku dvojchromanu draselného do želatinové vrstvy neexponovaného ustáleného filmu (11).

Záření se po výstupu z trubice filtruje β -filtrem, vloženým mezi výstupní okénko rentgenky a clonu komůrky. Účinnější a výhodnější je uložit β -filtr mezi ozářený vzorek a film, v podobě folie z vhodného materiálu a správné tloušťky (tab. I). Takto uložený β -filtr zeslabí i spojitě zčernání (4). Debyeagramy se vyvolávají rentgenovou vývojkou za kontrolovaných podmínek.

Vyhodnocování snímků

K vyhodnocení debyeogramů je třeba znát konstantu komůrky K , která se určí kalibrováním komůrky zhotovením rentgenogramu látky s přesně známou mřížkovou konstantou (6). Komůrky Chirana o průměru 64 mm lze jednoduše okalibrovat zhotovením „asymetrického“ debyeogramu metodou Straumanis-Jevinšovou, např. užitím vyleštěné měděné destičky. Ze zjištěného obvodu filmového válce se vypočte jeho průměr a konstanta K .

Změřené průměry Debyeových „kroužků“ se korigují na absorpci (11, 16, 17) a z korigovaných hodnot se vynásobením konstantou K vypočítají příslušné reflexní úhly. Korekce lze u jílových minerálů s výhodou zanedbat, pracuje-li se s průměrem preparátu 0,4 mm (14). K vypočteným reflexním úhlům se vyhledají v tabulkách (18) nebo vypočítají jim příslušné hodnoty d .

Identifikace minerálů půdních jílových a koloidních frakcí se koná porovnáváním nalezených hodnot d a intenzit I s hodnotami uvedenými v rentgenografických tabulkách, nebo lépe s hodnotami, naměřenými na debyeogramech jednotlivých „čistých“ minerálů. První hrubé rozdělení do skupin se koná na základě bazálních reflexí, přesnější určení, eventuálně identifikace nejílových příměsí podle reflexí ostatních.

Některé poznámky k identifikaci podle bazálních reflexí

Bazální reflexe v okolí 14 kX svědčí o přítomnosti buď montmorillonoidu, chloritu nebo vermikulitu. U vermikulitu se tato linie změní na 9,3 kX po několikahodinovém zahřátí na 500–600° C, u chloritu se téměř nezmění (zpravidla zesílí) a u montmorillonoidů se nezmění (pokud je při exponování stejný obsah hydratační vody). Po solvataci vzorku glykolem nebo glycerinem se u montmorillonoidu změní tato reflexe na 17,0 respektive 17,7 kX , u chloritu se zpravidla nezmění, u vermikulitu se rovněž zvětšuje. Bazální reflexe $10 \pm 0,2$ kX , 5,0 kX , 3,3 kX ... svědčí o přítomnosti illitu. Ve vypáleném vzorku (500° C) se nemění až na zvýšení ostroty těchto linií a nemění se ani při solvataci glycerinem. Bazální reflexe v rozmezí 7–7,2 kX přísluší buď minerálům kaolinového typu

nebo chloritu. Po vypálení vzorku ($550-600^{\circ}\text{C}$) tato reflexe u kaolinových minerálů mizí, u chloritů se téměř nezmění.

U halloysitu se bazální reflexe $10,2\text{ kX}$ změní při dehydrataci na $7,5-7,2\text{ kX}$.

U hydrobiotitu se silnou bazální reflexí $11,4-12,1\text{ kX}$ dochází ke změně na $9,5-10\text{ kX}$ po vypálení na 700°C po 24 hodinách. (Podrobnosti o identifikaci půdních jílových minerálů viz literární údaje 4, 16, 17.) Přitom je nutno mít na zřeteli, že bezpečná identifikace je možná jen při užití komplexu metod, jejichž údaje se vzájemně doplňují. Kromě rentgenografické metody poskytují cenné údaje zejména termická analýza (4, 17), chemický rozbor a zjištění některých sorpčních vlastností (2).

Některé nepravidelnosti na debyeagramech půdních jílových minerálů

Na debyeagramech půdních jílových frakcí, izolovaných z půd, se mohou vyskytnout tzv. „falešné linie“, které je nutno vyloučit z identifikace. Vznik těchto linií souvisí s maximem spojitého (plynulého) záření rentgenky v okolí $0,45-0,50\text{ Å}$. Linie vznikají zejména tehdy, jestliže vzorek obsahuje křemen, a odpovídají svou polohou přibližně 11 kX . K rozeznání „falešných“ linií je třeba opakovat snímek při napětí sniženém na 25 kV nebo s jiným druhem záření. Nejlepší je ovšem monochromatizování záření monochromátorem (4). Na debyeagramu kaolinitu se vyskytuje často druhá nepravidelnost, rozdvojení bazální reflexe (001) $7,15\text{ kX}$. Toto rozdvojení, které ztěžuje proměření přesné polohy linie, neruší při užití tloušťky preparátu $< 0,4\text{ mm}$ (14).

Obecně jsou linie na debyeagramech půdních jílových a koloidních frakcí značně neostré, široké, často difuzní, což souvisí s velkou disperzností minerálů, s nepravidelnostmi strukturní stavby, s častými a pestrými izomorfními substitucemi.

Souhrn

Byl podán přehled nejdůležitějších rentgenografických metod, užívaných při výzkumu mineralogického složení jílových a koloidních frakcí půd. V dalším byly vyloženy principy přípravy vzorků pro rentgenografii a uvedeny zásady pracovní techniky při použití československého mikrostrukturálního rentgenu MIKROMETA. Bylo poukázáno na některé principy, z nichž se vychází při určování mineralogického složení jemných půdních frakcí.

Literatura

Antipov Karatajev I. N.: Počva kak polidispersnaja sistema i metody opredelenija dispersnosti tverdoj fazy (preimuščestvenno vysokodispersnyh jejo frakcij). Ru-kovodstvo dlja polevyh i laboratornyh issledovanij počv. IV. Tom. Sovremennyye metody issledovanija fizikochimičeskich svojstv počv. Vyp. 1. Str. 5-46, Moskva 1945, (1). — Antipov Karatajev I. N.: Izmenenije stepeni dispersnosti počvennyh vysokodispersnyh sistem i metody issledovanija. Ibidem str. 86-162, (2). — Bradley W. F.:

Diagnostic criteria for clay minerals. Am. Miner., 1945, 704-713, (3). — Brindley G. W., et al., X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Ruský překlad: Rentgenovskije metody opredelenija i kristalličeskoje strojenije mineralov glin. Moskva 1955, (4). — Edwards O. S.: Eipson H., X-ray wavelength etc., Journ. Sci. Inst., 18, 1941, 141-133. Cit. podle 4, (5). — Gorbunov N. I.: Rentgenografičeskij i elektronografičeskij metody izučeniya kolloidov. Počv., No. 8, 1946, 501-514, (6). — Gorbunov N. I.: Metodika razdelenija počv i glin na frakciji dlja rentgenografičeskogo i termografičeskogo izučeniya. Počv., No. 7, 1950, 431-435, (7). — Grigorov O. N.: Elektrokine- tičeskie javlenija i elektrodializ. Sovremennye metody etc., T. IV. vyp. 3, str. 3-49, Moskva - Leningrad 1947, (8). — Harward M. E.: Coleman N. T., Some properties of H- and Al-clays and exchange resins. Soil Sci. 78, 1954, 181, (9). — Jeffries C. D.: Jackson M. L., Mineralogical annalysis of soils. Soil Sci., 68, 1949, 57-73, (10). — Kochanovská A.: Zkoušení jemné struktury materiálu Röntgenovými paprsky. II. vyd. Praha 1946, (11). — Mac Ewan D. M. C.: The identification and estimation of the montmorillonite group of minerals, with special reference to soil clays. Journ. Soc. Chem. Ind., 65, 1946, 298-305, (12). — Mac Ewan D. M. C.: A trioctahedral montmorillonite derived from biotite. 18th Int. Geol. Congress, Volume of Titles and Abstracts, p. 128, 1948. Cit. podle 4, (43). — Pavel L.: Některé poznámky k roentgenografické identifikaci jílových minerálů „práškovou“ Debye-Scherrerovou metodou s válcovou komůrkou. Sborník ČSAZV, Rostl. výroba, č. 2, 1958, (14). — Rotter R., Zahradník L.: Chemické rozborý nerostných surovin. Seš. 8. Rentgenografické metody (Práškové metody). Praha 1954, (15). — Sedleckij I. D.: Rentgenografičeskij, elektronografičeskij i termičeskij metody opredelenija struktury i mineralogičeskogo sostava kolloidov počv. Sovremennye metody etc., T. IV. vyp. 1., str. 47-85, Moskva - Leningrad 1945, (16). — Sedleckij I. D.: Metody opredelenija kolloidno-dispersnyh mineralov. Kyjev 1955, (17). — Tolkočev S. S.: Tablicy mezploskostnyh rasstojanij. Leningrad 1955, (18).

**Рентгенографическое установление почвенных глинистых минералов
с применением чехословацкого микроструктурального рентгенографического
аппарата «Микро-Мета»**

Работа содержит обзор принципов, на которых построены основные рентгенографические методы, применяемые при исследовании минералогического состава глинистых и коллоидальных почвенных фракций. Далее излагаются принципы подготовки образцов для рентгенографирования и приводятся основы рабочей техники при применении чехословацкого микроструктурального рентгенографического аппарата «Микро-Мета». Наконец приводятся некоторые принципы установления минералогического состава высокодисперсных почвенных фракций.

**Roentgenographie Identification of Soil Clay Minerals using the Czechoslovak
microstructural X-ray Apparatus MIKRO-META**

A survey of the most important X-ray methods was given which are used in investigations of the mineralogical composition of clay and colloidal soil fractions. In the further text were expounded the principles of the preparation of samples for roentgenography and given the basic rules of laboratory technique for the use of the Czechoslovak microstructural X-ray apparatus MIKRO-META. Certain precepts were pointed out on which the determination of the mineralogical composition of fine soil fractions is based.

Die roentgenographische Identifikation der Boden-Tonminerale unter Benützung des tschechoslowakischen mikrostrukturellen Roentgen MIKRO-META

Es wurde eine Übersicht über die wichtigsten roentgenographischen Methoden vorgelegt, welche bei der Erforschung der mineralogischen Zusammensetzung von Ton- und Kolloidfraktionen des Bodens benützt werden. Ferner wurden die Prinzipie der Vorbereitung von Proben für die Roentgenographie dargelegt und Grundlagen der Arbeitstechnik bei Benützung der tschechoslowakischen mikrostrukturellen Roentgenapparatur Mikro-Meta angeführt. Es wurde auf einige Prinzipie der Bestimmung von mineralogischen Zusammensetzung von feinkörnigen Bodenfraktionen hingewiesen.

Příspěvek k otázce stanovení výměnné kapacity půd Kappenovou metodou

**К вопросу установления обменной поглотительной способности почв
методом Кappenа**

**A Contribution to the Question of Determination of the Exchange Capacity
of Soils by the Kappen Method**

**Ein Beitrag zur Frage der Feststellung von der Austauschkapazität der Böden
mittels der Kappen'schen Methode**

Hubert FADRUS

Výzkumný ústav krmivářský, Brno

Úvod

Rozborem Kappenovy metody (9) pro stanovení výměnné kapacity půd se ukázalo, že hlinité ionty, eluované 0,1 *N* kyselinou chlorovodíkovou, se stanoví alkalimetricky nepřímo spolu s nezgreagovanou kyselinou, čímž se výsledky sřizují ve stechiometrickém poměru vůči uvolněným iontům hlinitým.

Využití vlastností tartaráro- a fluoridohlinitých komplexů při navrženém diferencním titračním stanovení hliníku umožňuje jednoduchý a rychlý způsob eliminovat tyto chyby. Navrženou úpravou bude možno zachytit celkové množství fyziologicky účinných iontů hlinitých, které mají důležitou úlohu v otázce půdní kyselosti, i když zde vlastní teorie rozhodujícího uplatnění hliníku není zatím bezpečně prokázána (1).

Část teoretická

Při stanovení maximální sorpční kapacity půdního humuso-jílovitého komplexu se zjišťuje velikost jeho aktivního povrchu. V podstatě se jedná o zachycení počtu lokálních center povrchu, schopných iontové výměny. Na stav půdního povrchu se usuzuje z koncentračních změn roztoku užitého činidla, daných rovnováhou, která se ustanoví mezi částicemi činidla a částicemi účinného povrchu koloidních půdních částic.

Výměnný proces mezi ionty roztoku a ionty adsorbovanými na povrchu půdních částic, nebo vázaných na povrchu jejich krystalové mřížky, je děj velmi komplikovaný a pro nedokonalou znalost všech faktorů jej ovlivňujících těžko postřehnutelný. Výsledný rovnovážný stav mezi roztokem a půdním povrchem je závislý především na koncentraci a množství roztoku, době vzájemného působení, teplotě a na velmi variabilních, fyzikálně-chemických vlastnostech povrchu pevné fáze.

Poněvadž kromě výměnného procesu se uplatňuje kromě těchto vlastností podstatně i chemická aktivita a skutečný stav výměnné reakce je těžko zachytitelný, je stanovení výměnnýchází metodou srovnávací a ryze empirickou, vyžadující zvláštní experimentální péče a dodržování konstantních pracovních podmínek, aby bylo možno dodržet dobře reprodukovatelné a srovnatelné výsledky.

Jedná-li se o půdy prostě uhličitánů, pro něž se doporučuje K a p p e n o v a metoda (9), je obtížné stanovit všechny vytěsněné ionty, pro nalezení zcela vyhovující universální soli, splňující všechny požadavky a schopné svým kationtem, nerušícím další stanovení, vytěsnit všechny kationoidní částice půdního komplexu, neboť doposud známé metody užívají vesměs solí biogenních prvků. Kappen k tomu účelu užívá jednoduché kombinace kyseliny chlorovodíkové a octanu sodného. Elektrostaticky účinným hydratovaným protonem kyseliny vytěsní všechny labilně vázané bazické ionty. K vytěsnění vodíkových iontů z nenasyčeného půdního povrchu užívá octanu sodného, u něhož podporuje aktivitu sodíkových iontů jejich zvýšenou koncentrací, a vhodnou volbou aniontu slabé kyseliny octové dosahuje vázání uvolněných iontů na málo dissociované molekuly kyseliny octové, čímž posouvá rovnovážný stav ve prospěch substituce vodíkových iontů ionty sodíkovými.

Zde se tedy jedná nejenom o vzájemnou konkurenci sodíkových a vodíkových iontů v závislosti na jejich účinné aktivitě, elektrostatických silách, velikosti jejich iontových poloměrů, stupni solvatace aj., ale též o vzájemný poměr mezi energií vazby vodíkových iontů s koloidním zbytkem půdních částic a aniontem užitých solí. Tento teoretický předpoklad je možno vyvodit i z experimentální práce P a r k e r a (7), který dokazuje, že stanovení obsahu vyměnitelných vodíkových iontů hydroxydem barnatým i metodou užívající octan barnatý, je prakticky identické.

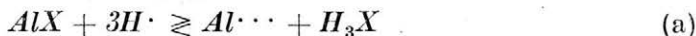
Část praktická

Diskuse vlivu hlinitých iontů a jeho eliminování

Při hodnocení výsledků dosažených Kappenovou metodou je nutno brát ohled i na ionty snadno hydrolyzovatelných prvků, přešlé do roztoku — zejména hliník — a v menší míře i železo, které se vytitruje při vizuální indikaci Kappenovy metody spolu se zbylou volnou kyselinou. Hliník přechází do půdního výluhu u všech kyselých půd i při použití roztoku neutrální soli. Vysvětlení tohoto zdánlivého paradoxu podává teorie K. G e d r o j c e, podle níž přecházejí hlinité ionty do roztoku sekundárním působením vodíkových iontů, primárně vytěsněných do roztoku kationtem užitých solí. Množství hliníku, přešlé do roztoku, je odvislé od formy vazby hliníku v půdě a od rovnováhy mezi aktivitou vodíkových iontů, výsledným pH roztoku a stupně hydrolyzy uvolněného hliníku.

Při retitraci nespotřebované kyseliny chlorovodíkové hydroxydem sodným neruší ty eluované ionty, jejichž existenci oblast hydroxydů, případně bazických solí, zabírá vyšší pH než je rozmezí pH barevného přechodu užitého indikátoru. V přítomnosti hliníku, tvořícího hydroxyd již v kyselé oblasti, je srážení jeho hydrolyzátů prakticky úplně již při přechodu methylčerveně, tím spíše při přechodu užívaného fenolftaleínu. V Kappenově metodě uniká hliník přešlý do roztoku pozornosti i stanovení, neboť se titračně zachytí i kyselina vzniklá hydrolyzou hlinitých solí a tím v podstatě nepřímě i to množství kyseliny vzaté do práce, které uvolnilo hliník, ať již z vazby sorpční, chemické či zeolitické, neboť se jedná o ekvivalentní poměr.

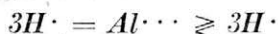
Schematicky lze si některé tyto děje představit asi takto



kde X představuje koloidní částici půdního komplexu. Při titraci se uvolněné Al -ionty hydrolyzují



a uvolněné H -ionty se stíhají 0,1 $N-NaOH$

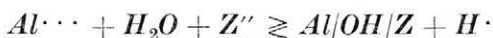


ionty užitě kyselinou ionty uvolněné hydrolyzou.

Je-li množství kyseliny chlorovodíkové, zúčastněné předchozí reakce (a), stejné jako její množství vzniklé hydrolyzou hliníku (b), unikají eluované Al -ionty stanovení vůbec. Nejsou-li obě množství kyseliny shodná, jsou výsledky nezjistitelně skreslené. Tento případ neshodnosti je pravděpodobný, neboť není známa vazba Al -iontů v půdním komplexu, případně v mřížce labilních zeolitů, ani složení hydrolyzátů hliníku, tvořících se při titraci $NaOH$. Na příklad



hydrolyza při titraci



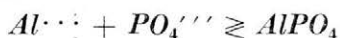
kde Y představuje libovolný, jednovalný aniont, X částic půdního komplexu a Z libovolný dvojjadový aniont, tvořící málo rozpustnou bazickou sůl $Al(OH)Z$. Že v uvedeném případě se nelze spoléhat na stechiometrii, je zřejmé



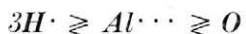
Jiné komplikace mohou nastat v přítomnosti aniontů, dávajících s Al -ionty málo rozpustné soli, stále v mírně kyselém prostředí, např. fosfátů. Ke tvorbě $AlPO_4$ dochází již při poklesu acidity, bez spotřeby OH -iontů na vazbu s Al



po otupení acidity při titraci

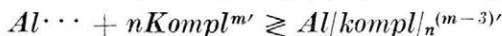


v konečné ekvivalenci



V dalším se pro zjednodušení vychází z předpokladu stechiometrichnosti prvního, výše uvedeného děje.

Otázkou kvantitativního stanovení volné kyseliny a hlinité soli ve směsi se zabývali četní autoři, snažící se stanovit obě složky jednoduchou, nejčastěji diferenciální analýzou. Ve svých pracích vycházejí ze známé vlastnosti hlinitých iontů tvořit stále komplexní sloučeniny s řadou organických i anorganických látek

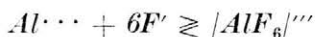


Pro neznalost konstant komplexity mnoha komplexních sloučenin hliníku a komplikovanost jejich tvorby, není možno teoretickým hodnocením vybrat nejvhodnější komplexotvorné činidlo. V dosavadní analytické praxi jsou nejužívanější fluoridové komplexy a komplexy s jednoduchými organickými dikarbonovými kyselinami.

Skutečnost, že při retitraci kyseliny chlorovodíkové vzniká sraženina, konstatuje již K a p p e n ve své původní práci (8) i A s k i n a z i (2), který dopo-

ručuje sraženinu před koncem titrace odfiltrovat a filtrát dotitrovat. Je to proto, že přechod fenolftaleinu, zvláště při vyšších koncentracích hliníku a železa, je neostrý a zbarvení se objevuje předčasně, protřepáváním opět mizí (zřejmě dochází k lokálnímu přealkalizování adsorpcí louhu i indikátoru na gelovitou sraženinu). Metoda v této úpravě používá analyticky nevhodného přerušení titrace filtrací a dává poněkud nižší výsledky.

Ve snaze dosáhnout správných výsledků, bylo jako výchozí užito metody Sokolnikova (11), který před titrací alikvotního podílu extrahující kyseliny chlorovodíkové přidává roztok fluoridu sodného, jímž stíní hliník, aniž poruší aciditní poměry



Protože některé rostliny, např. ječmen a len, jsou citlivé nejenom na stav půdní acidity, ale i na koncentraci přítomného hliníku, může se takto z difference dvou titračních stanovení, u nichž v jednom případě se přidá roztok fluoridu sodného, stanovit nepřímě hliník. Fluoridohlinitý komplex má výhodné vlastnosti pevné stability v široké existenční oblasti *pH*. Jeho stálost lze pozorovat při titraci volné kyseliny, kdy při přechodu fenolftaleinu, tj. přibližně při *pH* 8,5, ještě nedochází k hydrolyze komplexu.

Podle našich poznatků s čistými roztoky nedává tato metoda správné výsledky, neboť přidavkem roztoku fluoridu sodného před začátkem titrace do kyselého roztoku kyseliny chlorovodíkové se tvoří kyselé fluoridy i volná, málo disociovaná kyselina flourovodíková. Tím dochází ke změnám *pH*, směs nabývá tlumivých vlastností asociací molekul *HF*



titrace probíhá mnohem pomaleji a spotřeby hydroxydu sodného jsou nižší. Rušivý vliv přidávaného fluoridu sodného pozorují i A. H. B u s h e y (3) a G n a h a m (6), kteří po otupení silně kyselých roztoků přidávají fluorid sodný až před koncem titrace, jakmile se objeví první zákal hydrolyzátů hliníku. Experimentálně překvapivá a těžko přijatelná je kontrola V. A. Č e r n o v a (4) potenciometrickou titrací za indikace skleněnou elektrodou, kterou pro možnost atakování skla nelze bez výhrad použít v přítomnosti fluoridů v kyselém prostředí.

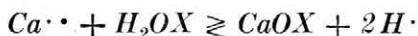
Uvedené vlivy lze odstranit jedinou titrací, přidá-li se roztok fluoridu po skončení titrace na fenolftalein, čímž se uvolní hydroxyd sodný v koncentraci ekvivalentní přítomnému hliníku, ve smyslu



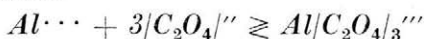
Uvolněný hydroxyd se retitruje zpětně na fenolftalein a z difference obou titrací lze vypočítat skutečnou koncentraci nespotřebované kyseliny chlorovodíkové. Protože touto úpravou nejsou odstraněny chyby, způsobené přítomností sraženiny hydrolyzátů hliníku, případně ztrátami hliníku tvorbou křemičitanů nebo jiných nerozpustných solí, bylo hledáno vhodnější použití maskujícího činidla. Přímá titrace kyselých roztoků hlinitých solí je nepřesná, neboť aktuální *pH* ekvivalentního bodu závisí na koncentraci hliníku. Neutralizací volné kyseliny před dosažením ekvivalentního bodu dochází k tvorbě sraženiny hydroxydu a bazických solí, které se ve zbylé kyselině pomalu a nedokonale rozpouštějí; spotřeba hydroxydu hlinitého není úměrná koncentraci hliníku, neboť se tvoří nedefinované bazické soli.

Dostupné organické kyseliny, schopné tvorby hlinitých komplexů, nelze použít, neboť svou kyselostí porušují aciditní poměry. Kyselina šťavelová uvolňuje

reakci s přítomným vápníkem ekvivalentní množství silné kyseliny

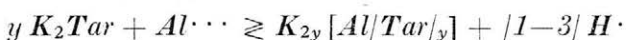


a kyselina citronová tvoří s hliníkem komplikované komplexní sloučeniny. Sama svými značnými tlumícími vlastnostmi způsobuje neostrý barevný přechod indikátoru. E. Feigle (5) navržené alkalické soli kyseliny šťavelové, stínící ionty hliníku ve smyslu schematu:



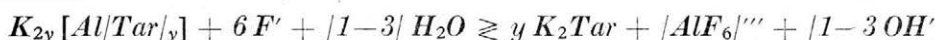
se neosvědčily pro malou stabilitu hlinitých komplexů v alkalickém prostředí, hydrolyzujících se zvolna již při přechodu fenolftaleinu.

Nejvhodnějším se projevil kyselý vinan draselný, užitý Snydarem (10), zneutralizovaný na fenolftalein, který převádí hliník do stálého tartarátokomplexu, za uvolnění ekvivalentního množství stanovitelných vodíkových iontů, podle našich představ asi takto



Použitý vinan dostatečně stíní Al -ionty, takže se při titraci sraženina hydrolyzátů nevylučuje.

K dalšímu stanovení hliníku lze využít vyšší hodnoty konstanty komplexicity fluorohlinitanu proti tartarátokomplexům hliníku tak, že v přítomnosti fluoridu dojde k uvolnění Al -iontů z labilnější vazby vinanové. Po dosažení ekvivalentního bodu při titraci hydroxydem sodným na fenolftalein v prostředí vinanovém se přidá roztok fluoridu sodného, čímž se roztok zalkalísuje uvolněnými hydroxydovými ionty, v ekvivalentním vztahu ke koncentraci hliníku, pravděpodobně ve smyslu schematu



Uvolněné ionty hydroxylové se retitrují kyselinou do vymizení červeného zbarvení fenolftaleinu.

Pro vlastní stanovení hliníku bude nutno podrobněji studovat stechiometrii uvedených dějů a přesně určit koeficienty obou rovnic u iontů hydroxoniových i hydroxylových a vymežit podmínky jejich neměnnosti. Jejich teoretické odvození není možné pro neznalost struktury tartarát-hlinitých komplexů.

Praktické stanovení volné kyseliny i hliníku po extrakci půd podle Kappena je navržena takto:

K části výluhu se přidá nasycený roztok kyselého vinanu draselného, předem zneutralizovaného na fenolftalein, a za probublávání vzduchem, zbaveným kyslíkem uhlíčitým, se titruje volná kyselina 0,05 $N-NaOH$ na tentýž indikátor. Po dosažení růžového zbarvení se přidá nasycený roztok neutrálně reagujícího fluoridu sodného, promíchá a zpětně retitruje 0,05 $N-H_2SO_4$ do prvního růžového zbarvení indikátoru. Silně kyselé roztoky je nutno otupit před přidáním zneutralizovaného vinanu draselného, aby nedošlo k vyloučení málo rozpustného kyselého vinanu draselného, rozpouštějícího se pomalu.

Rozdíl obou titrací udává správné množství nezreagované kyseliny. K výpočtu množství hliníku ze zpětné titrace je nutno užít grafické metody vztahu mezi objemem spotřebované 0,05 N kyseliny a koncentrací hliníku, ověřené na čistých roztocích se známým obsahem hliníku, gravimetricky zjištěným.

Po ukončení vypracování vlastní titrace, jejího zpřesnění, eliminování rušivých iontů a teoretickém ověření ekvivalence iontů hlinitých s ionty hydroxoniovými a hydroxylovými, uvolňujícími se při navrženém stínění hliníku, budou výsledky a přesný pracovní postup předmětem dalšího sdělení.

Souhrn

Bylo upozorněno na možnost chyb při hodnocení výsledků stanovení výměnné kapacity půd Kappenovou metodou v přítomnosti hlinitých iontů. Je navržen způsob, eliminující tyto chyby za současného stanovení hliníku, alkalimetrickou diferenční titrací za využití vlastností výhodné kombinace komplexů tartarato- a fluoridohlinitých.

Literatúra

Askinazi D. L.: Počvovedenije 9 (1955) 17, (1). — Askinazi D. L.: Agrochimičeskije metody issledovanija počv. Moskva 1954 L. c. (2). — Bushey: Anal. Chem. 20 (1948) 169, (3). — Černov: O prirodě počvennoj kislотноsti. Moskva 1947, (4). — Feigl E.: Ber. Deutsch. Chem. Gess. 58 (1925) A (5). — Graham: Journ. Eng. Chem. Anal. Edit. 18 (1946) 472, ((6)). — Champman H. D., Kelley W. P.: Soil. Sci. 30 (1930) 391 L. c, (7). — Kappen H.: Die Bodenazidität. Berlin 1929, (8). — Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství CSAZV Praha 1954, (9). — Snyder: Journ. Eng. Chem. Anal. Edit. 17 (1945) 37, (10). — Sokolnikov D.: Agrochimičeskije metody issledovanija počv. Moskva 1954 L. c, (11).

К вопросу установления обменной поглотительной способности почв методом Каппена

Автор обращает внимание на возможность ошибки при оценке результатов установления обменной поглотительной способности почв методом Каппена в присутствии алюминиевых ионов и предлагает способ, исключаящий возможность ошибок, с одновременным установлением алюминия при помощи алкалметрического дифференциального титрования с использованием свойств выгодной комбинации тартратно и фторидно-алюминиевых комплексов.

A Contribution to the Question of Determination of the Exchange Capacity of Soils by the Kappen Method

Attention was called to the possibility of making mistakes in evaluation of the exchange capacity of soils by the Kappen method in the presence of aluminous ions and a method was offered to eliminate these mistakes while determining at the same time the aluminium contents by an alkalimetric differential titration using the properties of an advantageous combination of tartarate- and fluoride aluminous complexes.

Ein Beitrag zur Frage der Feststellung von der Austauschkapazität der Böden mittels der Kappenschen Methode

Es wurde hingewiesen auf die Möglichkeit von Irrtümern bei dem Bewerten der Ergebnisse bei der Feststellung von der Erdatauschkapazität mittels der Kappenschen Methode in der Anwesenheit von Aluminiumionen und eine Methode wurde entworfen, die diese Irrtümer eliminiert und zur gleichen Zeit das Aluminium feststellt mittels einer alkalimetrischen Differenztitrierung unter Ausnützung der vorteilhaften Kombination von Tartarat- und Fluoridaluminiumkomplexen.

Nová úprava termických rozborů jílových minerálů — rychlostní derivační termoanalýza

Новый метод термического анализа глинистых минералов — скоростной
деривационный термоанализ

A new Arrangement of thermic Analyses of Clay Minerals — the rapid
Derivation Thermoanalysis

Über eine neue Modifikation der Thermoanalyse von Tonmineralien:
Die Derivation-Thermo-Analyse mit schneller Erwärmung

Un nouveau principe d'analyse thermique des minéraux argileux —
l'analyse thermique rapide à dérivation

Lubomír PAVEL

Vysoká škola zemědělská, katedra půdoznalství, Praha

Ladislav FOJTÍK

Vysoká škola zemědělská, katedra fyziky, Praha

Předložil dopisující člen ČSAZV prof. dr. inž. Vladimír Kosil,
doktor zemědělských věd

Úvod

I. O termických metodách, užívaných k rozborům jílových minerálů

Termické metody jsou kromě rentgenografických metod nejvíce užívanými metodami rozborů jílových minerálů, zejména jílových minerálů půdních jílových a koloidních frakcí. Přes některé nevýhody a nedostatky se jich hojně užívá v půdní mineralogii i jiných oborech jednak proto, že potřebnou aparaturu lze zhotovit i v méně vybavené dílně, jednak z toho důvodu, že lze jimi identifikovat některé půdní součásti, které rentgenograficky nebo elektronopticky je možno zachytit jen s obtížemi. To platí především o identifikaci takových složek jílnatých a koloidních podílů půd, jako jsou kysličníky a hydratované kysličníky *Fe*, *Al* a *Mn* (25).

Termické metody, jichž dnes známe řadu, jsou založeny na zjišťování různých změn, které probíhají ve zkoumané látce při jejím zahřívání. Podle principů lze je rozdělit do několika skupin:

1. Metody založené na zjišťování váhových změn látek při zvyšování teploty

a) Termická dehydratace spočívá ve zjišťování úbytku na váze při vysušování zkoumané látky buď do konstantní váhy nebo po určitou vždy stejnou dobu (16, 17, 27), a to v pravidelných teplotních intervalech (nejčastěji po 50° C). Získané křivky (dehydratační

křivky, kryvyje obezvoživaniya, dehydration curves) umožňují rychlé odečtení procentické ztráty vody v určitém teplotním intervalu; jsou typické pro některé skupiny jílových minerálů a lze jich použít pro účely kvantitativního stanovení některých jílových minerálů.

b) Termogravimetrie je metoda založená na zjišťování závislosti váhy zkoumané látky na teplotě. Používá se termovah, buď torzních (21, 22) nebo vahačlových (15, 20), které plynule váží vzorek uložený v peci. Teplota v peci rovnoměrně stoupá programem zvolenou rychlostí a registrační zařízení kreslí termogravimetrickou křivku (TG-křivku). Termogravimetrická metoda je výkonnější než „statická“ termická dehydratace a ve zvláštních případech poskytuje kvantitativní výsledky.

c) Diferenční termogravimetrie je založena na zjišťování závislosti změny váhy zkoumané látky na teplotě. Používané zařízení sestává z upravených registračních termovah, které náhlou změnu váhy přeměňují v elektrický impuls, vznikající např. u solenoidu magnetickou indukci (33).

Získané diferenční termogravimetrické křivky (DTG-křivky) jsou poněkud podobné DTA-křivkám. Liší se od nich hlavně tím, že vrcholy jsou posunuty směrem k nižším teplotám (18) a jsou na nich zaregistrovány pouze reakce provázené váhovou změnou.

2. Metody založené na zjišťování tepelného zabarvení reakcí ve zkoumaných látkách při zvyšování teploty

a) Původní termická analýza LeChatelierova, které se již prakticky dávno neužívá pro její malou citlivost, spočívá ve zjišťování teploty ve vzorku, který je podroben plynulému zvyšování teploty. Ve vzorku probíhající endotermní a exotermní reakce vyvolávají buď zvolnění nebo zrychlení ohřevu. Teplota ve vzorku se měří termočlánkem a registruje v závislosti na čase. I když termické křivky samy o sobě nemají valného významu, jsou cenným doplňkem DTA-křivek, s nimiž jsou současně registrovány, např. při užití „Kurnakovova pyrometru“ (TA-křivky) (13).

b) Diferenční termická analýza je z termických metod nejvýznamnější a nepoužívanější (2). Pro zvýšení citlivosti se místo teploty ve vzorku měří rozdíl mezi teplotami ve zkoumaném vzorku a v teplotně inertní látce. Zkoumaný vzorek i srovnávací etalon jsou uloženy v kovovém nebo keramickém bloku v peci a vystaveny působení zvolna (10° až 20° C/min.) a rovnoměrně zvyšované teploty (23, 24). Rovnoměrný ohřev zajišťuje programový regulátor (autotransformátor nebo reostat, 30), poháněný programově utvářenou šablonou přes diferenciální převod (1) nebo ozubenou tyč (19).

Nákladnější zařízení užívají automatického elektrického řízení a jsou sestavená buď jako kompenzační potenciometrické regulátory (14, 26, 31) nebo používají speciálních spínacích galvanometrů s posouvajícím se kontaktem. Některá konečně využívají k regulaci konstantního teplotního gradientu v bloku, který zajišťuje kompenzační aparatura, ovládaná diferenčním termočlánkem.

Registrace diferenčních termických křivek (DTA-křivek) se koná různě. Nejčastěji se registruje difference teplot v závislosti na čase a teploty reakcí se odečítají ze současně zaznamenané termické křivky (11) — (v SSSR nejvíce rozšířený pyrometr podle N. S. Kurnakova, 13). Jindy se teploty odečítají podle abscis, které se fotografují na záznam v pravidelných teplotních intervalech. U některých přístrojů se registruje přímo difference teplot v závislosti na teplotě etalonu (1). Další úprava DTA spočívá ve zmenšování návážky zkoumané látky a etalonu až do 0,05 g a v současném zvyšování rychlosti ohřevu až na 100° C/min. (3). Tím se stává z DTA rychlá semimikrometoda. S rovnoměrným ohřevem při tak velkých rychlostech vzrůstá teploty jsou ovšem značné obtíže. Používá se na 500° C předehřáté peci, která se po vložení bloku se vzorky zapojuje na jmenovité napětí (5). Rovnoměrnost vzestupu teploty není velká, i když teplota

v peci převyšuje maximální experimentální teplotu θ více než 300°C , jak uvádějí autoři této metody. Ohřívání bloku v peci má exponenciální průběh, z něhož lze za přibližně lineární považovat nejvýše asi 30 % od počátku. Při použití Pt — pisky c nejvyšší teplotou asi 1200°C je tedy vzestup lineární asi do 400°C , což je málo.

c) Derivační termická analýza je nová úprava termické analýzy. Její princip je předmětem tohoto sdělení. Byla vypracována pro rychlostní postup jako semimikrometoda. Při derivační termické analýze je zjišťována závislost první derivace teploty podle času ve zkoumaném vzorku na čase, přičemž teploty reakcí je možno odečíst buď podle teplotních abscis nebo ze současně registrované prosté termické křivky. Při této metodě se používá jednoduchého termočlánu, uloženého ve zkoumaném vzorku, který je vystaven působení rychle stoupající teploty (80° — 100°C/min.). Napětí termočlánu se jednak registruje jako termická křivka, jednak derivuje derivačním RC — členem a rovněž registruje. Podrobnosti jsou uvedeny dále.

3. Metody, založené na zjišťování závislosti různých fyzikálních vlastností látek nebo jejich změn na teplotě

Sem náleží zejména různé metody zjišťující teplotní závislost těchto vlastností látek:

- a) objemu (15)
 - b) elektrické vodivosti (2)
 - c) dielektrické konstanty (18)
 - d) magnetické susceptibility (18)
 - e) viskozity (2)
 - f) objemu, respektive tlaku vznikajících plynů (6, 7, 8, 9).
- Těchto metod se užívá hlavně k doplnění DTA-křivek.

Teorie derivační termické analýzy

1. Určení maxima diferenční křivky užitím její derivace

Umístíme-li do zkoumaného vzorku termočlánek, bude jeho okamžité napětí u úměrné teplotě vzorku. Teplota vzorku je závislá na době ohřívání, je funkcí času. Potom také napětí u je funkcí času

$$u = u(t) \quad (1)$$

Průběh tohoto napětí je shodný s příslušným časovým průběhem teploty uvnitř vzorku během termoanalýzy. Teplota srovnávacího vzorku je obecně rozdílná od teploty zkoumaného vzorku. Bude potom také průběh napětí termočlánu, který bude měřit teplotu srovnávacího vzorku, určen jinou funkcí, kterou označíme u_1

$$u_1 = u_1(t) \quad (2)$$

Napětí u je tedy úměrné teplotě náhřevu vzorku. Rozdíl hodnot u a u_1 dává známou křivku diferenční u_0

$$u_0 = u - u_1 \quad (3)$$

Z křivky u_0 můžeme rychleji a přesněji zjistit hodnoty potřebné pro analýzu, tj. nejčastěji polohu maxima diferenční křivky u_0 . Jedná se nyní o to, najít polohu maxima diferenční křivky způsobem jednodušším, rychlejším a při použití pouze jednoho termočlánu umístěného uvnitř vzorku. Ze základních aplikací diferenciálního počtu (32) je známo, že polohu maxima hledané křivky dostaneme,

položíme-li její první derivaci rovnu nule. Derivací rovnice (3) a dosazením za derivaci funkce u_0 nulu, obdržíme podmínku pro maximum hledané funkce

$$\frac{du_0}{dt} = \frac{du}{dt} = \frac{du_1}{dt} = 0 \quad (4)$$

Odtud plyne vzájemný vztah mezi derivací funkce u a u_1

$$\frac{du}{dt} = \frac{du_1}{dt} \quad (5)$$

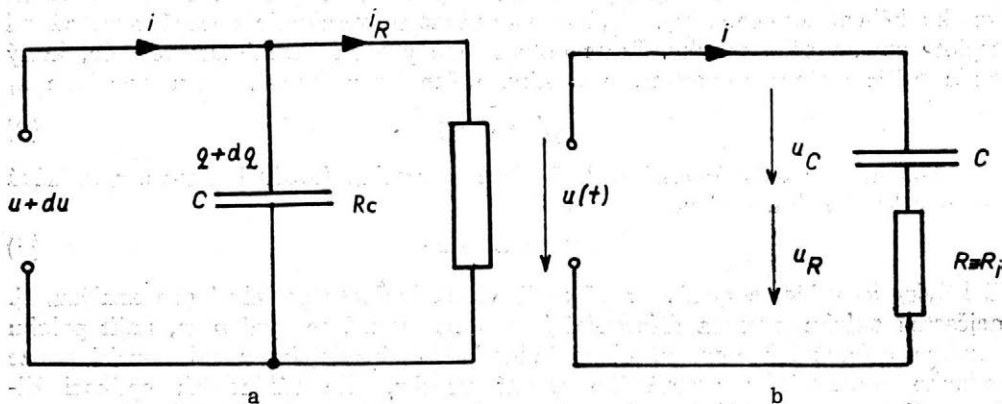
Abychom mohli určit čas (teplotu), při které je odchylka obou funkcí maximální, musíme znát průběh derivace funkce u a funkce u_1 . Potom teprve můžeme najít takovou hodnotu času t_0 , pro kterou jsou hodnoty derivací obou funkcí stejné a pro kterou má funkce u maximum. Pokud nenastane uvnitř vzorku v průběhu zvyšování teploty reakce, bude funkce u totožná s funkcí u_1 . Je-li t_1 počátek reakce, bude tato podmínka splněna v intervalu od 0 do t_1 . Po skončení reakce se ustálí průběh teploty podle původní funkce a , označíme-li tento okamžik t_2 , bude opět u totožná s u_1 pro $t_2 < t < t_3$, kde t_3 je počátek další reakce nebo konce náhřevu. Uvnitř intervalu (t_1, t_2) má funkce u_1 takový průběh, jako by měla funkce u , kdyby reakce nenastala. Rovnice (5) neurčuje tedy bod t_0 jednoznačně, protože je už splněna pro všechna t intervalů $(0, t_1)$ a (t_2, t_3) . Rovnice (5) určuje maximum křivky u jen v tom případě, je-li t_0 v intervalu

$$t_1 < t_0 < t_2 \quad (6)$$

Protože použijeme jen jednoho termočlásku, umístěného uvnitř vzorku, neznáme průběh funkce u_1 v průběhu reakce. Nejvýhodnější je, volíme-li lineární náhřev, potom je funkce u_1 přímka jdoucí počátkem a v uvedených intervalech totožná s funkcí u a její derivace přímka rovnoběžná s osou t . Proto budeme dále pro jednoduchost vždy předpokládat průběh u_1 lineární. Z uvedených výsledků je patrné, že je možné nahradit diferenciální křivku u_0 derivací původní funkce u . Derivovat napětí měřicího termočlásku budeme kondenzátorem spojeným v sérii s registračním galvanoměrem.

2. Derivace napětí kondenzátorem (28, 29)

Přivedeme-li na kondenzátor o kapacitě C (nákres 1 a) elementární napětí du (nebo zvýšíme-li dané napětí o hodnotu du), nabije se kondenzátor nábojem dq .



1. Derivační obvod RC

Protože velikost náboje je úměrná napětí a kapacitě, je náboj

$$dq = C \cdot du \quad (7)$$

Vzhledem k tomu, že náboj je s intenzitou proudu vázán vztahem

$$dq = i \cdot dt \quad (8)$$

dostaneme po dosazení z rovnice (8) do rovnice (7) pro intenzitu proudu výraz

$$i = C \frac{du}{dt} \quad (9)$$

Proud procházející kondenzátorem je přímo úměrný derivaci přiváděného napětí. Tento vztah platí ovšem jen pro kondenzátor, jehož izolační odpor R_c je nekonečně veliký nebo tak velký, že se proud i_R dá zanedbat (náčrtek 1 a). Dále budeme uvažovat vždy takový kondenzátor. Budeme-li proud i vhodným způsobem registrovat, obdržíme grafické znázornění průběhu derivace funkce u . Pro registraci je nutno do série s kondenzátorem zapojit citlivý měřicí přístroj — galvanoměr.

Každý galvanoměr podle své konstrukce a účelu má určitý elektrický odpor a setrvačnost systému. První z uvedených vlastností ovlivňuje průběh a velikost proudu procházejícího kondenzátorem, na druhé závisí, do jaké míry je galvanoměr schopen sledovat rychlé změny měřené veličiny. V našem případě můžeme zanedbat vliv setrvačnosti vzhledem k pomalým změnám měřeného proudu. Budeme uvažovat pouze vnitřní odpor galvanoměru R_i a vypočítáme vztah pro intenzitu proudu v obvodu kapacita a odpor v sérii (náčrtek 1 b). Odpor R je totožný s vnitřním odporem galvanoměru R_i .

3. Derivační obvod RC

Podle označení na obrázku 1 b platí pro vstupní napětí u , pro napětí na kondenzátoru u_c a pro napětí na odporu u_R Kirchhoffův zákon

$$u_R + u_c = u$$

Za napětí u_R dosadíme z Ohmova zákona, za napětí u_c užitím rovnice (9) a napětí u je obecně funkcí času t .

$$u_R = Ri, \quad u_c = \frac{1}{C} \int i \, dt, \quad u = u(t)$$

po dosazení

$$Ri + \frac{1}{C} \int i \, dt = u(t) \quad (10)$$

budeme-li rovnici (10) derivovat podle času, obdržíme diferenciální rovnici

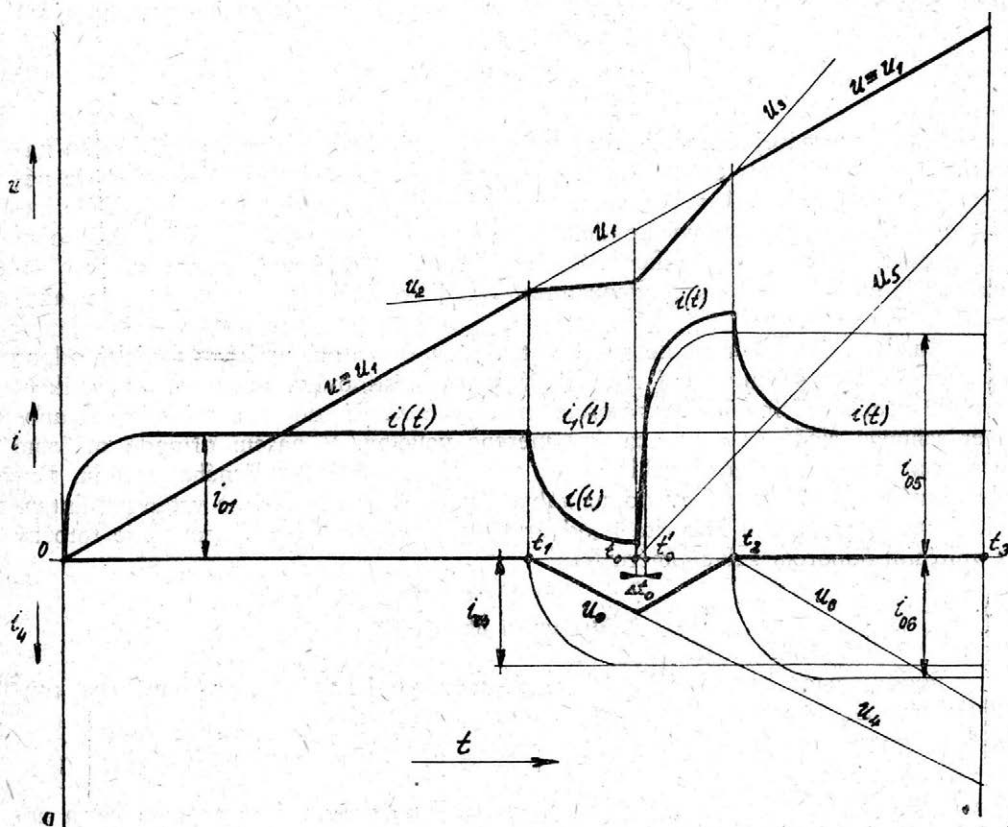
$$R + \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i = \frac{du(t)}{dt}$$

Řešením této rovnice dostaneme vztah pro intenzitu proudu v závislosti na čase. Abychom mohli tuto rovnici řešit, je nutno znát funkci $u(t)$. Tento vztah,

který je dán pouze experimentálně jako závislost napětí termočlánku na teplotě vzorku, musíme pro daný účel alespoň přibližně matematicky vyjádřit.

4. Aproximace funkce $u(t)$ lomenou čarou

Podle nákresu 2 nahradíme prodlevu na křivce u dvojicí přímk u_2 a u_3 . Přímka u_2 je definovaná pouze v intervalu (t_1, t_0) , u_3 v intervalu (t_0, t_2) . Dále bu-



2. Aproximace termické křivky lomenou čarou a její derivace

diž u_1 přímka vedená z počátku a v intervalu $(0, t_1)$ a (t_2, t_3) totožná s funkcí u .

Veďme nyní z bodů t_1, t_0 a t_2 soustavu přímek tak, aby jejich výslednice s přímkou u_1 dávala původní lomenou čaru, tj. funkci u . V intervalu $(0, t_2)$ je u totožná s u_1 , v intervalu (t_1, t_0) je u totožná s u_2 , musí tedy platit

$$u_2 = u_1 + u_4 \quad (11)$$

kde u_4 je přímka vycházející z bodu t_1 a definovaná v intervalu (t_1, t_3)

$$u_4 = u_2 - u_1 \quad (12)$$

a její směrnice k_4

$$k_4 = \frac{du_4}{dt} = \frac{du_2}{dt} - \frac{du_1}{dt} = k_2 - k_1 \quad (13)$$

potom

$$u_4 = k_4 \cdot t \quad (14)$$

kde k_2 a k_1 jsou směrnice přímk u_2 a u_1 . Protože k_2 je menší než k_1 , bude směrnice přímky u_4 záporná. Poněvadž u_2 je definovaná jen v intervalu (t_1, t_0) , musí z bodu t_0 vycházet přímka u_5 , která s přímkou u_2 bude tvořit přímku u_3 .

$$u_3 = u_2 + u_5 \quad (15)$$

odtud

$$u_5 = u_3 - u_2 \quad (16)$$

Podobně platí pro směrnice přímek

$$k_5 = k_3 - k_2 \quad (17)$$

a tedy

$$u_5 = k_5 \cdot t = (k_3 - k_2) t \quad (18)$$

Lomená čára u je totožná s přímkou u_3 jen v intervalu (t_0, t_2) . Počínaje bodem t_2 je funkce u totožná s u_1 . Z bodu t_2 bude proto vycházet přímka u_6 , která společně s přímkou u_3 bude dávat výslednici, tj. přímku u_1 .

$$u_1 = u_3 + u_6 \quad (19)$$

$$u_6 = u_1 - u_3 \quad (20)$$

a její směrnice

$$k_6 = k_1 - k_3 \quad (21)$$

potom

$$u_6 = k_6 t = (k_1 - k_3) \cdot t \quad (22)$$

Užitím soustavy přímek u_1 , u_4 , u_5 a u_6 lze vyjádřit lomenou funkci u vztahem

$$u = u_1 + u_4 + u_5 + u_6 \quad (23)$$

$$u = k_1 t + k_4 t + k_5 t + k_6 t \quad (24)$$

$$u = (k_1 + k_4 + k_5 + k_6) t \quad (25)$$

$$u = k t \quad (26)$$

kde

$$k = k_1 + k_4 + k_5 + k_6 \quad (27)$$

Tyto směrnice mají význam jen v intervalech, kde jsou příslušné přímky definovány, jinak jsou identicky rovny nule. Můžeme tedy funkci $u(t)$ v diferenciální rovnici nahradit vztahem (26) a její derivaci

$$\frac{du(t)}{dt} = k \quad (28)$$

Diferenciální rovnice nabude potom tvaru

$$R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i = k \quad (29)$$

Po úpravě

$$\frac{di}{kC - i} = \frac{dt}{RC} \quad (30)$$

Řešením dostaneme pro i

$$i = A - kCe^{-\frac{t}{RC}} \quad (31)$$

kde A je integrační konstanta. Konstantu A vypočítáme z počátečních podmínek. Je-li $t = 0$, musí být také $i = 0$ a potom

$$A = kC$$

a řešení má konečný tvar

$$i = KC \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad (32)$$

$\tau = RC$ nazýváme časovou konstantou obvodu. Hodnota k je derivací funkce u a je tedy možno psát

$$i = C \frac{du}{dt} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad (33)$$

Je vidět, že proud vlivem odporu není úměrný derivaci funkce v celém časovém intervalu, ale je úměrný jen tehdy, je-li exponenciální člen v závorce roven nule.

To je přibližně pro $t \gg \tau$. Tato podmínka musí být splněna i pro ten nejmenší časový interval, ve kterém funkce u mění svou strmost. Časová konstanta nemůže být neomezeně malá, je dána vnitřním odporem a citlivostí galvanoměru. Vzhledem k přesnosti celého zařízení 1 % postačí, aby proud v nejmenším časovém intervalu dosáhl alespoň 99 % své ustálené hodnoty. Potom

$$1 - e^{-\frac{\Delta t_{\min}}{\tau}} = 0,99$$
$$\tau \doteq 0,21 \Delta t_{\min} \doteq \frac{1}{5} \Delta t_{\min} \quad (34)$$

Konstrukce derivační křivky

Pro tento účel dosadíme do rovnice (32) za k z rovnice (27)

$$i(t) = C(k_1 + k_4 + k_5 + k_6) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad (35)$$

Rovnice (35) určuje průběh derivace funkce pro příslušné časové intervaly funkcí u_1 , u_4 , u_5 a u_6 . Zavedením těchto intervalů do rovnice (35) dostaneme

$$i(t) = C k_1 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + C k_4 \left(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}} \right) + C k_5 \left(1 - e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} \right) + C k_6 \left(1 - e^{-\frac{t-t_2}{\tau}} \right) \quad (36)$$

Pro ustálené hodnoty derivací jednotlivých funkcí zavedeme označení i_{01} , i_{04} , i_{05} a i_{06} . Potom libovolná hodnota proudů i_1 , i_4 , i_5 a i_6 je

$$i_1 = i_{01} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right), i_4 = i_{04} \left(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}} \right), i_5 = i_{05} \left(1 - e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} \right), i_6 = i_{06} \left(1 - e^{-\frac{t-t_2}{\tau}} \right) \quad (37)$$

kde

$$i_{01} = C k_1, i_{04} = C k_4, i_{05} = C k_5 \text{ a } i_{06} = C k_6 \quad (38)$$

Výsledný proud $i(t)$ v příslušných časových intervalech je dán součtem jednotlivých proudů i_1 , i_4 , i_5 , i_6 , jak je patrné z konstrukce na náčrtu 2.

Přesnost stanovení maxima diferenční křivky

Poloha maxima diferenční křivky odpovídá bodu t_0 na ose t (náčrt 2). Nyní určíme polohu maxima diferenční křivky užitím její derivace. Pro tento bod musí derivace funkce u v intervalu (t_1, t_2) být rovna derivaci u_1 (5).

$$\frac{du}{dt} = \frac{I}{C} i(t) = \frac{du_1}{dt} = \frac{I}{C} i_{01} \quad (39)$$

Označíme-li tento bod t'_0 je mezi tímto bodem a skutečným bodem t_0 časové zpoždění Δt_0 . Velikost tohoto zpoždění lze vypočítat, vyjádříme-li si funkci $i(t)$ v intervalu (t_1, t_2)

$$i(t) = i_1 + i_4 + i_5 \quad (40)$$

Protože funkce i_1 a i_4 mají v okolí času t_0 ustálené hodnoty, můžeme psát

$$i(t) = i_{01} + i_{04} + i_{05} \left(1 - e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} \right) \quad (41)$$

Pro $t = t'_0$ musí být, jak plyne z náčrtu 2, hodnota $i = i_1$. Označíme-li a dosadíme-li za t_{01} , i_{04} , i_{06} z rovnice (38), bude

$$C k_4 + C k_5 \left(1 - e^{-\frac{\Delta t_0}{\tau}} \right) = 0 \quad (42)$$

a časové zpoždění

$$\Delta t_0 \doteq 2,3 \tau \log \left(1 + \frac{k_4}{k_5} \right) \quad (43)$$

Z výsledků tohoto přibližného početního zpravování můžeme určit hodnoty potřebné pro konkrétní měření, jako je rychlost a linearita náhřevu, citlivost galvanoměru, velikost kapacity kondenzátoru a velikost chyby způsobené derivačním obvodem.

Soublas některých vypočítaných hodnot s experimentální křivkou

Z experimentální křivky $u(t)$ na nákrese 10 se pokusíme získat výpočtem některé charakteristické hodnoty derivační křivky, uvedené na témže nákrese. Pro jednoduchost nebudeme počítat jejich absolutní hodnoty, ale jejich vzájemný poměr. Označíme

$$\alpha = \frac{i_{04}}{i_{01}}, \beta = \frac{i_{05}}{i_{01}} \quad (44)$$

Dosazením za i_{01} , i_{04} , i_{05} z rovnic (38), (13) a (17) bude

$$\alpha = \frac{k_2 - k_1}{k_1}, \beta = \frac{k_3 - k_2}{k_1} \quad (45)$$

Směrnice, určené z křivky $u(t)$ na nákrese 10, za předpokladu, že u_1 roste během intervalu (t_1, t_2) lineárně, jsou tyto:

$$k_1' = 0,602, k_2' = 0,311 \text{ a } k_3' = 0,960.$$

Směrnice k_1' , k_2' a k_3' souvisí s hodnotami k_1 , k_2 a k_3 takto:

$$k_1 = \mu k_1', k_2 = \mu k_2', k_3 = \mu k_3' \quad (46)$$

kde $\mu = m/n$, m je měřítko napětí $\mu V/mm$ a n měřítko času v sec/mm . Vzhledem k rovnicím (46) je možno psát pro α a β

$$\alpha = \frac{k_2' - k_1'}{k_1'}, \beta = \frac{k_3' - k_2'}{k_1'}$$

Dosazením za k_1' , k_2' a k_3' do rovnic (47) jsou vypočítané hodnoty α a β rovny

$$\alpha = \frac{0,311 - 0,602}{0,602} = -0,48; \beta = \frac{0,960 - 0,311}{0,602} = 1,08$$

Skutečné hodnoty α_s a β_s , určené z experimentálně získané derivační křivky, jsou

$$\alpha_s = -0,50, \beta_s = 1,04$$

Souhlas je zde především dán přesností, s jakou určíme směrnice z nákrese. Časová konstanta obvodu, se kterou byly získány záznamy, byla asi 6 vteřin. Hodnota časového posunutí bodu t_0 pro tuto časovou konstantu je (43)

$$\Delta t_0 = -2,3 \cdot 6 \cdot \log \left(1 + \frac{0,311 - 0,602}{0,960 - 0,311} \right) = 3,6 \text{ sec.}$$

Touto hodnotou lze korigovat výsledek změření teploty, pokud tato hodnota sama není v mezích přesnosti aparatury použitá k měření. Posunutí je možno vypočítat přímo z derivační křivky, dosadíme-li do rovnice (43) místo k_4 a k_6 hodnoty α_s a β_s .

Část experimentální

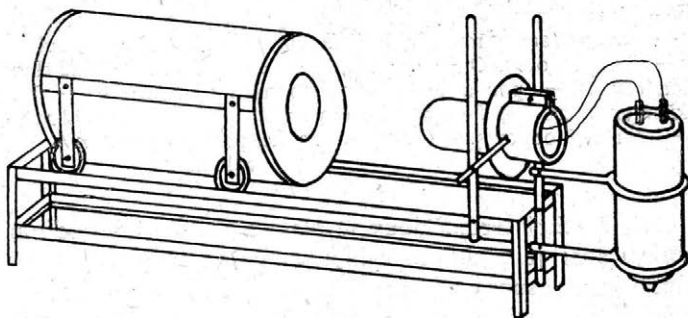
Použité zařízení

Zařízení, použité k ověření principů uvedených v předchozí části, sestává z těchto dílů:

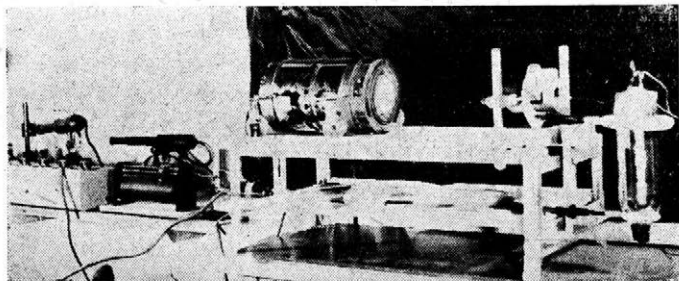
1. Pec s proměnným napájecím zdrojem.
2. Blok se vzorkem v křemenné trubici.
3. Termočlánek s Dewarovou nádobou.
4. Derivační obvod.
5. Registrační zařízení.

Popis jednotlivých součástí aparatury

1. Použitá pec „Esa“ má platinové topné vinutí. Je určena pro napájecí napětí 220 V, maximální teplotu 1200°C ; příkon 0,38 kW. Je uložena s vodorovnou osou a pojíždí v horizontální rovině, otvorem proti bloku se vzorkem. Pec je napájena ze sítě přes regulační autotransformátor 0-380 V. Napětí na výstupu autotransformátoru se měří střídavým voltmetrem. Uspořádání je uvedeno na obrázku 3 a 4.

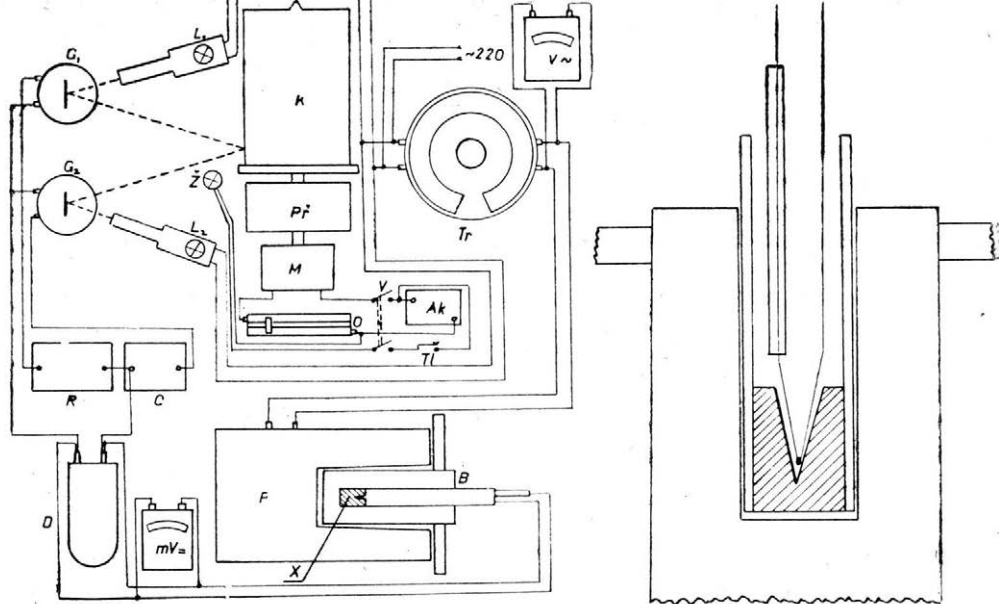


3. Schematické znázornění aparatury pro ohřev vzorku



4. Obraz použité aparatury

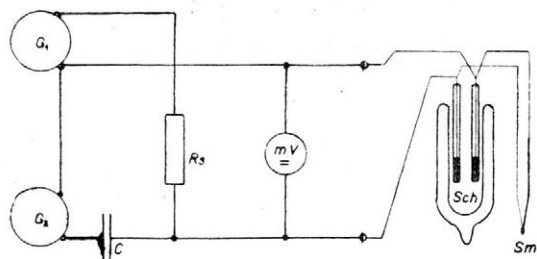
2. Blok z retortového uhlí je souose umístěn proti peci ve vzdálenosti přibližně 20 cm tak, že při posunu píčky proti bloku se píčka nasune na blok. Blok je v ose provrtán otvorem o průměru 0,6 cm, do kterého se vkládá křemenná trubka se vzorkem. Křemenná trubka má vnější průměr 0,5 cm, vnitřní 0,3 cm a délku asi 12 cm. U jednoho konce je v trubce pevně udusán vzorek v délce asi 1 cm. Ostrým trojhranným hrotem je v udusáném vzorku vyhlouben konický otvor o délce asi 0,6 cm. Podrobnosti jsou patrné z nákresu 5.



5. Celkové schéma aparatury a elektrické zapojení

Ak — akumulátor, *G*₁ — galvanometr pro registraci teploty, *G*₂ — galvanometr pro derivaci, *L* — osvětlovací lampy, *K* — kasety s registračním papírem, *P* — redukcční převod, *M* — elektromotor, *O* — reostat, *V* — vypínač, *Tl* — tlačítko, *Tr* — regulační autotransformátor, *P* — pec s platinovým topným vinutím, *B* — blok, *X* — zkoumaný vzorek v křemenné trubce, *T* — termoelement, *D* — Dewarova nádoba, *C* — kondenzátor 10.000 μ F, *R* — sériový odpor pro *G*₁, *Z* — žárovka pro abscisy, *mV* — milivoltmetr, *V* — střídavý voltmetr.

3. Použitý termočlánek je platina — platinarhodium (10 % *Rb*). Jeho měrný (horký) svar je v důlku, vyhloubeném ve zkoumaném vzorku. Oba konce termočláneku jsou zasunuty do trubiček se rtutí, uložených v Dewarově nádobě. Do nich zasahují i přívoody ke galvanometrům a k milivoltmetru (nákres 5). Jeden drát termočláneku je izolován křemennou kapilárou.



6. Schema zapojení měřicího zařízení a náhradní elektrické schéma

Sm — měřicí (horký) svar termoelementu, *Sch* — chladné spoje, uložené v Dewarově nádobě, *G* — galvanometr, *R*_i — vnitřní odpor galvanometru, *R*_i — sériový odpor galvanometru, registrujícího teplotu, *C* — kondenzátor 10.000 μ F (30 V)

4. Derivační obvod RC sestává z elektrolytického kondenzátoru $10.000 \mu F/30 V$ a vnitřního odporu R_i galvanometru (náčrt 6).

5. Registrační zařízení je sestaveno ze dvou zrcátkových galvanometrů (Kipp & Zonnen, Delft, Holandsko), dvou osvětlovacích lamp a kasety pro polarograf, poháněné elektromotorkem přes příslušné redukční převody. Motor je napájen přes sériově zapojený regulační odpor, kterým je možno měnit jeho otáčky. Citlivost galvanometru, který registruje teplotu ve vzorku, je snížena sériově zapojeným odporem R_s (obr. 4 a 5).

Další součástí registrace je zařízení pro fotografování abscis, které vyznačují na záznamu pravidelné teplotní intervaly. Sestává ze žárovky, umístěné před šterbinou kasety, napájené přes tlačítko, a z milivoltmetru o rozsahu $16 mV$ (Metra $tDLL$), kterým se měří teplota ve vzorku. Celé registrační zařízení je napájeno ze $6 V$ automobilové akumulátorové baterie.

Pracovní postup

Do křemenné trubky se vsype určité množství zkoumané látky a na pružné podložce se pevně upěchuje hliníkovým pístem. Silnou ocelovou jehlou s trojhranným hrotem se ve vzorku vyhloubí otvor a do něho se zasune svar termočlánku, na jehož jeden drát se nasune křemenná kapilára.

Křemenná trubka se vzorkem a s termočlánkem se zasune do otvoru v bloku. Pec se mezitím vyhřeje na teplotu asi $500^\circ C$ při sníženém napájecím napětí asi na $100-110 V$. Předehřátá pec se nasune na blok, uvede se v činnost registrační zařízení a napětí do pece se hned zvýší autotransformatorem na $250 V$. Teplota ve vzorku se odečítá na mV -metru a ve zvolených teplotních intervalech se stisknutím tlačítka Tl zaznamenávají abscisy.

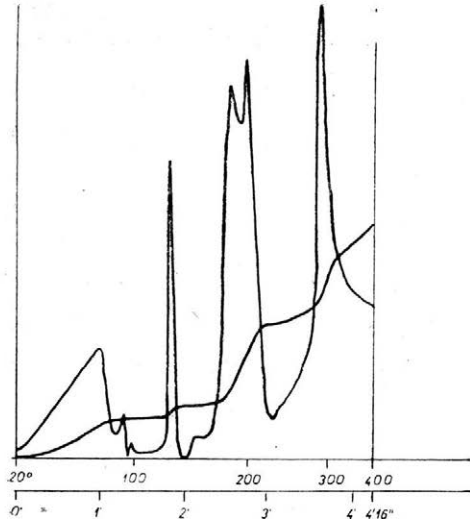
Po skončení rozboru se napětí na peci sníží na $100 V$, pec se odsune zpět a blok se ponechá chladnout. Po vychladnutí bloku je možno v rozbořech pokračovat.

Získané výsledky

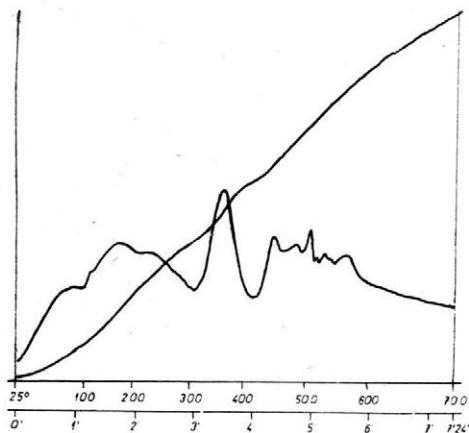
Výsledky, získané výše uvedeným postupem, jsou znázorněny na nákresech 7, 8, 9 a 10. Použité zařízení dovoluje pracovat s přibližně lineárním ohřevem pouze asi do $400^\circ C$ a se značně zhoršenou linearitou asi do $600^\circ C$. Proto byly zvoleny k ověření teoretických předpokladů takové látky, které poskytují tepelné zabarvené reakce při nevysokých teplotách v lineární části teplotní charakteristiky aparatury. Jsou to krystalický síran měďnatý (náčrt 7), uhličitán hořečnatý (náčrt 8) a sádrovec (náčrt 9).

Na nákresech jsou zaznamenány termické křivky a jejich derivace v závislosti na teplotě, respektive na čase. Teplotní spád je přibližně $80^\circ C/min$. Galvanometr, registrující derivaci průběhu teploty, byl zapojen tak, aby při endotermních reakcích následovaly na záznamu oba vrcholy derivace v pořadí „dolů—nahoru“, při exotermních reakcích v pořadí „nahoru—dolů“. Na základním průběhu derivační termické křivky je zřetelně patrná nelineárnost vzestupu teploty v peci při použité aparatuře.

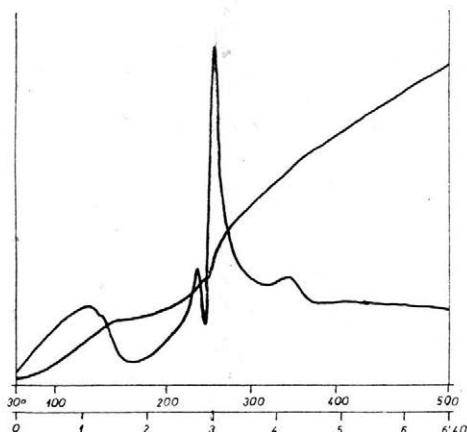
Možnost využití principu derivační termoanalýzy pro účely rozborů jílových minerálů je zřejmá z náčrtu 10, na němž je zachycen průběh teploty a jeho derivace ve vzorku kaolinu (Sedlec). Ačkoli endotermní dehydroxylace probíhá při velké rychlosti vzestupu teploty až těsně před $600^\circ C$, tj. až při samé hranici použitelnosti naší aparatury, přece je derivace velmi zřetelně zachycena a má pravidelný průběh.



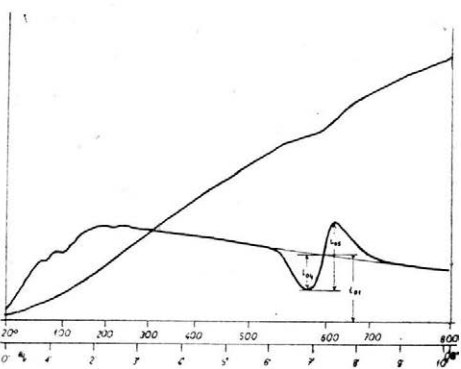
7. Termická křivka krystalického síranu měďnatého a její derivace



8. Termická křivka uhličitanu hořečnatého a její derivace



9. Termická křivka sádrovce a její derivace



10. Termická křivka kaolinu (Sedlec) a její derivace

Diskuse výsledků

Teoretické úvahy, uvedené v druhé části úvodu, se plně experimentálně potvrdily. Ukázalo se, že při použití velkých rychlostí vzestupu teploty a malých navážkách vzorků není nutno k zvýšení citlivosti termické analýzy používat diferenční metody. S užitím jediného termočlánku je možno registrovat prostou termickou křivku. Derivace vzrůstu potenciálu termoelementu jednoduchým RC-obvodem ji doplní o současně registrovanou derivační termickou křivku, na níž jsou všechny dostatečně tepelně zabarvené reakce zřetelně vyznačeny.

Na nákrese 11 je zakreslen vzájemný vztah mezi prostou termickou, diferenční a derivační termickou křivkou pro obecnou endotermní reakci. Největší význam mají na všech třech křivkách tři body:

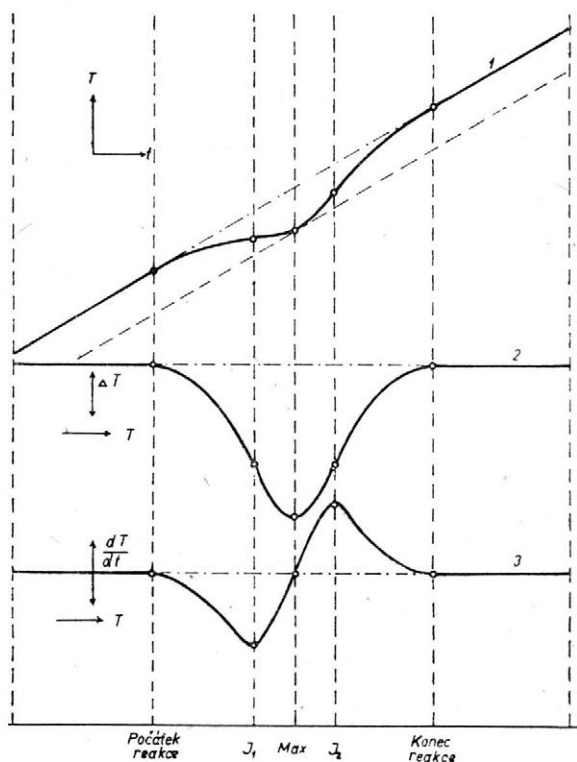
1. Počátek vlny, který je současně počátkem endotermní reakce, počátkem spotřeby tepla pro ni. Běžně tuto teplotu zjišťují zejména francouzští mineralogové (10).

2. První inflexní bod, označený jako I_1 , který odpovídá nejintenzivnějšímu průběhu reakce, maximálnímu ochlazování vzorku endotermní reakcí, která v něm probíhá. Za inflexním bodem I_1 je spotřeba tepla méně intenzivní, i když se rozdíl teploty mezi vzorkem a okolím stále ještě zvětšuje.

3. Maximální difference teplot mezi vzorkem a okolím, označená jako Max . V tomto bodě je reakce (ochlazování) zakončena a začíná vyrovnávání teplot. Tato teplota se při termických rozbořech udává nejčastěji. Ostatní dva body, tj. druhý inflexní bod I_2 a konec vlny, mají podřadný význam.

Z uvedeného vyplývá, že při diferencních termických rozbořech se zjišťují buď teploty, při nichž reakce končí, nebo (méně často) teploty, při nichž reakce začíná. Tato skutečnost zřejmě souvisí s obtížností přesného stanovení polohy prvního inflexního bodu na DTA-křivce. Na ní lze přesně zjistit polohu vrcholu vlny, to je bod Max .

Z derivační termické křivky je možno určit nejen polohu bodu Max . (ná-kres 11), ale i obou inflexních bodů. Poloha prvního vrcholu I_1 na derivační křivce určuje teplotu, při níž je spotřeba tepla největší, tedy vrchol probíhající reakce. Při užití derivační termické analýzy lze velmi přesně stanovit teploty reakcí a v tom tkví její hlavní přednost. Další výhody této metody spočívají v jednoduchosti, možnosti práce s malým množstvím vzorku, bez srovnávací látky, s velkou rychlostí náhřevu, v použití jediného termoelementu. Při derivační termoeanalýze neruší změny tepelné vodivosti a specifického tepla zkoumané látky, které při DTA působí potíže (4). Nevýhodou je menší přehlednost derivačních křivek,



11. Vzájemný vztah mezi prostou termickou, diferenční a derivační termickou křivkou, pro obecnou endotermní reakci

obtíže při práci s pomalým růstem teploty a velká náročnost na linearitu vzestupu teploty.

Možnosti použití tohoto principu pro kvantitativní rozborů a vývoj zařízení s automatickou regulací pro lineární náhřev jsou předmětem dalšího výzkumu a bude o nich podána zpráva později.

Souhrn

V úvodní části byl podán přehled nejdůležitějších metod termických rozborů, používaných při identifikaci a stanovení jílových minerálů.

Na základě teoretických úvah byly formulovány možnosti nového principu termických rozborů — derivační termické analýzy.

Bylo popsáno jednoduché zařízení pro derivační termickou analýzu, použitelné v oboru nevysokých teplot (asi do 600°C). S užitím tohoto zařízení byla potvrzena správnost teoretických předpokladů a byly pořízeny derivační termické křivky některých látek. Z rozboru termických křivek vyplývá, že při stanovení teplot reakcí má derivační termická analýza nesporné přednosti. Bylo poukázáno na skutečnost, že teplotám reakcí odpovídá první inflexní bod na termické křivce nebo DTA-křivce, to je první vrchol (maximum nebo minimum) na derivační křivce.

Z derivačních termických křivek lze určit podle sledu obou vrcholů derivace, jedná-li se o reakci endotermní nebo exotermní.

Při derivační termické analýze neruší změny tepelné vodivosti a specifického tepla zkoumaného vzorku, ke kterým dochází při zvyšování teploty a které působí obtíže při diferenční termické analýze.

Nevýhody derivační termické analýzy spočívají v menší přehlednosti křivek (ve srovnání s DTA-křivkami) a ve velké náročnosti na linearitu vzestupu teploty. Obtíže činí rovněž použití pomalého vzrůstu teploty.

Hlavní přednosti metody jsou: možnost práce s malým množstvím vzorku, bez srovnávací teplotně iněrtní látky, s velkou rychlostí ohřevu, s jediným termoelementem, jednoduchost zařízení a možnost přesného určení teplot reakcí.

Kvantitativní možnosti této metody a aparatura pro automaticky linearisovaný náhřev jsou předmětem dalšího výzkumu a bude o nich referováno později.

Literatura

- Bárta R., Šatava V.: Diferenční termická analýza jako rychlá kontrolní a výzkumná metoda chemických průmyslů. Chem. průmysl, 3 (28) 1953, číslo 3, 113-117 (1). — Berg L. G.: Sovremennoje sostojanie termografii i puti jejo razvitiya. Trudy pervogo sověščeniya po termografii, M. L. 1955, 7-22, (2). — Berg L. G., Ganelina S. G., Rassonskaja I. C., Tejtelbaum B. Ja.: Nokotoryje usoveršenstvovaniya v metodike termografičeskich issledovanij. Trudy pervogo sověščeniya po termografii, M.-L., 42-47, (3). — Berg L. G., Jagfarov M. Š.: O vlijaniji nekotorych faktorov na charakter termografičeskoj zapisi. Trudy pervogo sověščeniya po termografii, M.-L., 53-58, (4). — Berg L. G.: Rassonskaja I., S., DAN SSSR, 73, 113, 1950, (5). — Berg L. G., Sidorova E. E.: Termografičeskij metod opredeleniya davleniya parov individualnych židkostej, dvojných smesej i vodnych rastvorov solej. Trudy pervogo sověščeniya po termografii, M.-L., 101-107, (6). — Berg

L. G., Tejtclbaum B. Ja., DAN SSSR, 79, 791, 1951, (7). — Berg L. C., Tejtclbaum B. Ja., Žurn. anal. chim., 8, 152, 1953, (8). — Berg L. G., Tejtclbaum B. Ja., Anašina N. P.: Termografija s registracijej processov gazovydelenija. Trudy pervogo sověščanija po termografii, M.-L., 108-115, (9). — Brindley G. W., et al: X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Ruský překlad: Rentgenovskije metody opredelenija i kristalličeskoje strojenije mineralov glin. Moskva 1955, (10). — Hendricks S. B., Alexander L. T.: Minerals present in soil colloids. I. Descriptions and methods for identification. Soil Sci. 48, 257-268, 1939. (11). — Hofmann U., Endell J., Beih Z.: Ver. dtsch. Chem., 35, 1939, 1, (12). — Jarembaš E. I.: Fotoregistrirujuščij piro-metr PK-52. Trudy pervogo sověščanija po termografii, M.-L., 1955, 23-27, (13). — Kaur-kovskij B. I.: Avtomatičeskij termoreguljator s termokontrolnym elementom. Trudy pervogo sověščanija po termografii, M.-L., 36-41, (14). — Keler R. K.: Kompleksnyj termičeskij analiz silikatov. Trudy pervogo sověščanija po termografii, M.-L., 239-249, (15). — Kelley W. P., Mozdorford A. O., Dore W. H., Brown S. M.: Comparative study of the colloids of a Cecil and Susquehanna soil profile. Soil Sci., 47, 1939, 175-193, (16). — Konta J.: Jílové minerály Československa, Praha 1957 (17). — Mackenzie R. C.: Thermal methods in soil investigation. Agrochimica, 1, 1956, 1-22, (18). — Pavel L.: Jílové minerály ve dvou hnědozemních profilech, Sborník ČSAZV, Rost. výroba, 28, 1955, 841-850, (19). — Procházká S.: Sledování průběhu dehydratace a možnosti jeho pou-žití jako zkušební metody v keramice. Sborník prací z technologie silikátů, Praha 1954, 76-80, (20). — Radczewski O. E., Rath E.: Ber. dtsch. keram. Ges., 29, 1952, 247, (21). — Sedleckij I. D.: Metody opredelenija kolloidno-dispersnyh mineralov. Kijev 1955, (23). — Sedleckij I. D.: Rentgenografičeskij, elektronografičeskij i termičeskij metody opredelenija struktury i mineralogičeskogo sčstava kolloidov počv. Rukovodstvo dlja polevyh i laboratornyh issledovanija počv. IV. Tom: Sovremennnye metody issledo-vanija fizikochimičeskich svojstv počv. Vyp. 3, Izd. AN SSSR, 1945, str. 47-85, (24). — Schreöder D.: Neuere Methoden zur Bestimmung der Tonminerale im Boden, Ztschr. f. Pfl. Ernähr., Düng., Bodenkunde, 64 (109), H. 3, 1954, 209-216, (25). — Tejtclbaum B. Ja.: Ustanovka dlja programmnoho regulirovanija nagreva pečej pri termičeskom, analize s pomoščju pirometra Kurnakova. Trudy pervogo sověščanija po termografii, M.-L., 3135, (26). — Tokarskij J.: Roczniki gleboznawcze, T III., 1954, (27). — Trnka Z.: Teoretická elektrotechnika I., Praha 1952, (28). — Trnka Z.: Servomechanismy, Praha 1954, (29). — Vasenin F. J.: Iz opyta raboty. Trudy pervogo sověščanija po termografii, M.-L., 48-52, (30). — Vašíček J.: Diferenční tepelný rozbor a jeho použití k zjišťování nerost-ného složení keramických surovin. Sborník prací z technologie silikátů, Praha 1954, 57-75, (31). — Vojtěch J.: Základy matematiky I., Praha 1945, (32). — Erdey L., Paulik F., Paulik J.: Differential thermogravimetry. Nature, 174, 885-886, 1954, (33.)

Новый метод термического анализа глинистых минералов — скоростной деривационный термоанализ

В вводной части работы описываются основные методы термоанализа, применяемые для установления глинистых минералов. На основании теоретических предпосылок были установлены и сформулированы возможности применения нового принципа — деривационного термического анализа.

Описывается простое устройство для проведения деривационного термического анализа, которое может применяться при невысоких температурах (приблизительно до 600° Ц). Этим устройством была подтверждена правильность теоретических предпосылок и были построены деривационные термические кривые некоторых веществ. Анализ термических кривых показывает, что при установлении

температур реакций деривационный термический анализ имеет несомненные преимущества.

Указывается на то, что температурам реакций соответствует первая инфлексная точка на термической кривой или на кривой ДТА, т. е. первый пик (максимум или минимум) на деривационной кривой.

На основании чередования пиков деривации можно из деривационных термических кривых установить — является ли реакция эндотермической или экзотермической.

Изменения теплопроводности и специфического тепла исследуемого образца, которые наступают при повышении температуры и затрудняют дифференциальный термоанализ, при деривационном анализе не создают затруднений.

Недостатком деривационного анализа являются меньшая наглядность кривых (по сравнению с кривыми ДТА) и высокие требования в отношении линейности поднятия температуры. Затруднением является также применение медленного нагрева.

Основными преимуществами метода являются: возможность работать с малым количеством образцов и без эталона температурно-инертного вещества, с большой скоростью нагрева, с единственным термоэлементом, с простым устройством и возможность точного установления температуры реакций.

Квантитативные возможности этого метода и устройство для автоматического линейного нагрева являются предметом дальнейшего исследования.

A new Arrangement of thermic Analyses of Clay Minerals — the rapid Derivation Thermoanalysis

In the introductory part a survey was given of the most important thermoanalysis methods as used in identification and determination of clay minerals.

The possibilities of a new precept of thermal analyses — the derivation thermic analysis — were formulated, based on theoretical deliberations.

A simple equipment was described for the derivation thermoanalysis, usable where not too high temperatures are in demand (up to about 600° C).

In using this equipment, the correctness of our theoretical assumptions was verified, and derivation thermal curves of certain substances were traced and registered.

It follows the nature of thermal curves that in determining the temperature of reactions the derivation thermal analysis has indubitable advantages.

Attention was drawn to the fact that the temperature of reactions is in accordance with the first inflection point on the thermal curve or on the DTA-curve, that is, the first summit (maximum or minimum) on the derivation curve.

It may be determined from the derivation thermal curves according to the order of both the derivation summits, whether the reaction is an endothermal or exothermal one.

In derivation thermoanalysis no disturbances are caused by the changes of thermal conductivity and of specific heat in the analysed sample, which occur when the temperature is heightened and which cause difficulties in the differential thermoanalysis.

Disadvantages of the derivation thermoanalysis are found in a worse readability of the curves (when compared with DTA — curves) and in that it demands a precise linearity of the temperature rise. The use of a slow rise of temperature also causes some difficulties.

The principal advantages of the method are: a possibility of working with a small quantity of the sample, without a thermally inert substance, with a high warm-up speed,

with only one thermoelement, the simplicity of the apparatus, and the possibility to determine exactly the temperatures of reactions.

The quantitative possibilities of this method and an apparatus for an automatically linearised heating-up are the objects of further research and the results will be reported later.

Über eine neue Modifikation der Thermoanalyse von Tonmineralien: Die Derivation-Thermo-Analyse mit schneller Erwärmung

Im Aufführungsteil wird eine kurze Übersicht über die wichtigsten Methoden der Thermoanalyse vorgelegt, die man zur Identifikation und Feststellung der Tonminerale anwendet.

Auf Grund der angeführten theoretischen Prinzipie wurde die Möglichkeit einer neuen Modifikation der Thermoanalyse besprochen der Derivation-Thermo-Analyse. Es wurde eine einfache Vorrichtung für die Durchführung der Derivation-Thermo-Analyse beschrieben, brauchbar jedocu nur im Temperaturbereich höchstens bis 600° C.

Unter Anwendung dieser Vorrichtung wurde die Richtigkeit der theoretischen Vorstellungen bestätigt und es wurden Derivation-Thermo-Kurven einiger Stoffe angeschafft. Bei der Feststellung der Reaktionstemperaturen weisen die derivationsthermoanalytischen Kurven manche Vorzüge auf. Man hat auf die Tatsache hingewiesen, daß die Temperatur einer endo- oder exothermischen Reaktion dem ersten Inflektionspunkte der thermischen oder D. T. A.-Kurve und dem Maximum oder Minimum auf der Derivationskurve entspricht.

Der Derivationskurve nach kann man feststellen, ob es sich um eine exo- oder endothermische Reaktion handelt, indem man die Reihenfolge der beiden Höhenpunkte der Derivation betrachtet.

Bei der Derivationsthermoanalyse stört keine Änderung der Wärmeleitung und der spezifischen Wärme der untersuchten Probe, die bei der Erhöhung der Temperatur stattfindet und welche Schwierigkeiten bei der Differenzial-Thermoanalyse bereitet.

Die Nachteile bei der Derivation-Thermo-Analyse bestehen in der schlechten Übersicht der Kurven (im Vergleich zu D. T. A.-Kurven) und im großen Anspruch auf die Linearität des Aufstieges der Temperatur. Schwierigkeiten bereitet ebenfalls die Benützung einer langsamen Zunahme der Temperatur.

Die Hauptvorteile der Methode sind: die Arbeitsmöglichkeit mit einer kleinen Probenmenge, ohne Benützung der vergleichenden temperaturinerten Stoffe, in der großen Geschwindigkeit der Erwärmung, mit einem einzigen Thermoelemente, in der Einfachheit der Apparatur und der Möglichkeit einer genauen Bestimmung der Reaktionstemperatur.

Über die quantitativen Möglichkeiten dieser Methode und Herstellung einer Apparatur für die automatisch-linearisierte Erwärmung wird nachgeforscht und es wird darüber späterhin ein Bericht erstattet.

Un nouveau principe d'analyse thermique des minéraux argileux — l'analyse thermique rapide à dérivation

Dans l'introduction de l'article sont passées en revue les principales méthodes d'analyse thermique, qui sont utilisées pour l'identification et la détermination quantitative des minéraux argileux. A la base des réflexions théorétiques avait été formulé la possibilité d'un nouveau principe d'analyse thermique — la thermoanalyse à dérivation. Un appareil simple est décrit pour la réalisation de ces analyses, qui est utilisable dans la zone des températures d'environ jusqu'à 600° C.

La réalité des propositions théorétiques a été démontrée par l'emploi de cet appareil pour effectuer des courbes thermiques à dérivation appartenantes à des diverses substances. En analysant les courbes thermiques il est évident que la méthode décrite est préférable aux autres pour déterminer les températures de réaction.

Il était mis en évidence, qu'à la température des réactions correspond le premier point d'inflexion à la courbe thermique ou DTA-courbe, c'est-à-dire le premier pic (le maximum ou le minimum) de la courbe de dérivation.

Suivant l'alignement des pics de la dérivation il est possible de conclure qu'il s'agit d'une réaction exothermique ou endothermique. La thermoanalyse à dérivation n'est pas gênée par des changements de la conductivité de chaleur et par des changements de chaleur spécifique du corps étudié, qui s'effectuent durant l'acroissement de la température et qui sont la cause des difficultés pendant la DTA.

Les désavantages de la thermoanalyse à dérivation sont la moindre clarté des courbes (en comparant avec les DTA-courbes) et l'exigence d'un chauffage linéaire. L'utilisation de l'acroissement lent de température est aussi difficile à effectuer.

Les avantages principaux de la méthode sont: la possibilité du travail avec des petites quantités du matériel étudié, sans substance de comparaison inerte à la température, la possibilité d'un chauffage rapide, le travail avec un seul thermoélément, la simplicité de l'appareil et la possibilité de déterminer la température exacte de réaction.

L'utilisation de la méthode décrite à la détermination quantitative et la construction d'un appareil possédant le chauffage regularisé automatiquement en linéaire sont les buts des recherches succédentes dont les résultats seront publiés plus tard.

Novák B.: Zelené hnojení z mikrobiologického hlediska Зеленое удобрение с микробиологической точки зрения The Green Manure from the Microbiological Point of View Die Gründüngung vom mikrobiologischen Standpunkte	791
Zvanovec V.: Příspěvek k otázce rigolování viničných půd Предбёжные сдёlení К вопросу райольной вспашки почвы виноградников	799
Novák B.: Tvorba humusu ve statkových hnojivech Образование гумуса в местных удобрениях The Formation of Humus in Farmyard Manure Die Humusgesfaltung in Wirtschaftsdüngern	809
Špička A.: Přehled terénních, půdních a hospodářských podmínek v Československu z hlediska zpracovatelnosti půd Обзор условий местности, почвенных и экономических условий в Чехословакии с точки зрения способности почв к обработке A Survey of Terrain, Soil and economic Conditions in Czechoslovakia from the View point of Soil Workability Die Übersicht der Terrain-, Boden- und Wirtschaftsbedingungen in der Tschechoslowakei vom Standpunkte der Bearbeitungsmöglichkeit der Böden	823
Němeček J.: Černozemě na těžkých pleistocenních pokryvech v severozápadních Čechách Чернозем на тяжелых плейстоцennых покровах в северозападной Чехии The Chernozems on heavy Pleistocene Covers in northwestern Bohemia Die Schwarzerde auf den schweren pleistozenischen Bodenflächen in Nordwestböhmen	837
Pavel L.: Rentgenografická identifikace půdních jílových minerálů při užití československého mikrostrukturálního rentgenu MIKRO-META Рентгенографическое установление почвенных глинистых минералов с применением чехословацкого микроструктурального рентгенографического аппарата «Микро-Мета» Roentgenographic Identification of Soil Clay Minerals using the Czechoslovak microstructural X-ray Apparatus MIKRO-META Die roentgenographische Identifikation der Boden-Tonminerale unter Benützung des tschechoslowakischen mikrostrukturellen Roentgen MIKRO-META	849
Fadrus H.: Příspěvek k otázce stanovení výměnné kapacity půd Kappeno-ovou metodou К вопросу установления обменной поглотительной способности почв методом Каппена A Contribution to the Question of Determination of the Exchange Capacity of Soils by the Kappen Method Ein Beitrag zur Frage der Feststellung von der Austauschkapazität der Böden mittels der Kappenschen Methode	857
Pavel L., Fojtík L.: Nová úprava termických rozborů jílových minerálů — rychlostní derivační termoanalýza Новый метод термического анализа глинистых минералов — скоростной деривационный термоанализ A new Arrangement of thermic Analyses of Clay Minerals — the rapid Derivation Thermoanalysis Über eine neue Modifikation der Thermoanalyse von Tonmineralien: Die Derivation-Thermo-Analyse mit schneller Erwärmung Un nouveau principe d'analyse thermique des minéraux argileux — l'analyse thermique rapide à dérivation	863

Sborník CSAZV - Rostlinná výroba vydává Československá akademie zemědělských věd. Uveřejňuje studie, rozbor y a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru rostlinné výroby. — Vychází měsíčně. — Celoroční předplatné Kčs 216,—. — Redakce: Praha XII, Slezská 7, telefon 577-51, 575-41. — Rozšiřuje Poštovní novinová služba. — Objednávky přijímá každý poštovní úřad i doručovatel. — Vytiskla Mladá fronta, n. p., Praha II, Legerova 22. A - 06286

NĚKTERÉ VÝZNAMNĚJŠÍ PRÁCE V PŘÍŠTÍM ČÍSLE SBORNÍKU

ROSTLINNÁ VÝROBA

Prof. dr. Frant. Landovský: Opylovací poměry u semenných kultur kvěťáku — Jan Fadrhons: Šlechtění pšenice na jakost — Dr. Pavel Škopík: Vyšetření podmínek vhodného využití granulovaného superfosfátu v soustavě hnojení zemědělských plodin — Dr. inž. J. Dostálek: Zmrzáni a přechlazování květů ovocných...

CO JE UVEŘEJNĚNO V OSTATNÍCH SBORNÍCÍCH Č. 7

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA: V. Smíšek: Studium nejvhodnějších krmných dávek pro plemenné prasnice při různém počtu a době krmení ze zřetelem k zachování jejich užitkovosti. — B. Navrátil: Příspěvek ke studiu vyměšování mléka u prasnic bílého a ušlechtilého plemene — I. Velikost a průběh mléčné sekrece. — O. Sobotková, H. Hrbková: Studium utváření těla bílých ušlechtilých prasat. — A. Pasičnyj: Zelené krmivo a senná moučka ve výkrmu prasat. — O. Kvapil, R. Šiler: Využití statkové píce při užitkovém křížení prasat.

ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA: Dmitrij Choma: Reprodukce základních výrobních fondů v JZD. — Dr. B. Šedivý: Odpisy základních výrobních prostředků v JZD. — Inž. H. Schimmerling: Odměňování v jednotných zemědělských družstvech. — Inž. K. Buriánová: Metodika spojování odvětví v JZD v souvislosti s rozmístěním zemědělské výroby a specializační družstev v rámci okresu.

LESNICTVÍ: Inž. Jaroslav Ferda: Použití přípravných a melioračních dřevin při zalesňování zabuřenělých kalamitních holin na degradovaných půdách těžkého charakteru. — Inž. Jar. Císař: Vyhodnocení pokusu s pěstováním bezsukého borového dřeva. — Inž. Adolf Schaghamerský: Výpočet potřebného výkonu motoru navijáku pro malou lanovku. — Zásměta, Knop, Pazdírek a Kovačovič: Poznámky k učebnici F. Papánka „Ekonomika socialistického lesného hospodárstva“.

VETERINÁRNÍ MEDICINA: J. Černá, L. Černý: O výskytu rýh a zářezů v játrech prasat. — J. Marcin: Studie o kolování a důkazu viru infekčnej obrny veprov v svalstvu, krvi a perifernom nervstvu. — B. Dymł: Pokus o serologický průkaz nemoci Newcastelské při klinické infekční obrně prasat. — K. Hruška: Nový způsob ochranného očkování a profylaxe proti bakteriálním infekcím. Fermentace a hydrolyza bakterií červenky vepřů. — J. Melčický: Alergie a její liečebné ovlivnenie pri tuberkulóze u hovädzieho dobytku špecifickým ferment-antigénom — FTA — K. Boďa: Studium niektorých N-metabolitov v krvi rožného statku. — I. Močovina.