

SBORNÍK
ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

Univerzitní knihovna v Olomouci

7364

Rostlinná výroba

9

ROČNÍK 5 (XXXII) — PRAHA, ZÁŘÍ 1959

CENA 18 Kčs

Rídí redakční rada: *dopisující člen CSAZV prof. dr. Václav Káš (předseda), inž. František Baxa, inž. Karel Kohout, dopisující člen CSAZV prof. dr. inž. Vladimír Kosil, inž. Ladislav Laho, doc. dr. inž. František Landovský, inž. Miloslav Schmied, inž. Vladimír Skládal, inž. Juraj Uhliár, dopisující člen CSAZV RNDr. inž. Jaroslav Zakopal. — Vedoucí redaktorka Milena Sovová.*

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

- Káš V.: Současné úkoly výživy rostlin u nás
Современные задачи по питанию растений в Чехословакии
Gegenwärtige Aufgaben der Pflanzenernährung in der Tschechoslowakei . 1181
- Kolářík J.: Rozbor rostlin jako metoda výzkumu výživy rostlin. (Část I.)
Анализ растений как метод научного исследования питания растений
(Часть I.)
Pflanzenanalyse als Methode der Pflanzenernährungsuntersuchungen . . 1189
- Žurbický Z. I.: Stanovení požadavků rostlin na živiny jako podklad pro vypracování soustavy hnojení
Установление требований растений к питательным веществам в качестве основы для разработки системы удобрения
Establishing of Plant Requirements for Nutrient Elements as a Base for Working out a System of Fertilizing . . . 1239
- Homés M. V.: Stanovení minerálního hnojení na bázi fyziologické
К вопросу минерального удобрения на физиологической основе
Feststellung der mineralischen Düngung auf der physiologischen Grundlage 1255
- Němec A.: Charakteristika agrochemických vlastností půdy v Československu
Характеристика агрохимических свойств почвы в Чехословакии
Die Charakteristik der agrochemischen Bodeneigenschaften in der Tschechoslowakischen Republik . . . 1269
- Damaška J., Němec A.: Výsledky pokusů s hnojením podle rozborů půdy
Результаты опытов с удобрением согласно анализам почвы
Ergebnisse der Feldversuche mit Düngung auf Grund der agrochemischen Bodenuntersuchung . . . 1281
- Škopík P., Bezděk V.: Vyšetření podmínek vhodného používání granulovaného superfosfátu v soustavě hnojení zemědělských plodin
IV. Současné používání práškovitého superfosfátu na široko a granulovaného superfosfátu do řádků

Současné úkoly výživy rostlin u nás

Современные задачи по питанию растений в Чехословакии

Gegenwärtige Aufgaben der Pflanzenernährung in der Tschechoslowakei

Prof. dr. Václav KÁŠ, dopisující člen ČSAZV,
předseda komise ČSAZV pro výživu rostlin

Je tomu zhruba pět let, co byla I. odborem ČSAZV (odbor rostlinné výroby) pořádána v Liblicích pracovní konference o výživě rostlin za účasti vědeckých pracovníků z SSSR a NDR.¹⁾ Projednala dosavadní stav vědeckovýzkumné práce v oboru výživy rostlin ve vztahu k potřebám praxe, aby na základě usnesení X. sjezdu KSČ našla nové cesty a formy výzkumné práce s cílem urychlit výzkum, jakož i předávání výsledků vědeckovýzkumné práce do zemědělské praxe. S odstupem doby možno konstatovat, že to byla konference velmi užitečná a že na ní bylo sneseno mnoho materiálu, který je stále živý, již proto, že jasná odpověď na některé otázky ve výživě rostlin vyžaduje dlouhodobých výzkumů a pokusů. Vcelku je možno říci, že pracovní směrnice obsažené v přijaté rezoluci byly splněny. Tak byla dále propracována a prohloubena teorie o obecných zákonitostech výživy rostlin (harmonický poměr živin v rostlině, interference iontů aj.) se zřetelem na různé klimaticko-půdní podmínky, požadavky rostlin a agrotechniku, započato s komplexním výzkumem vhodné soustavy hnojení, mikrobiologický výzkum konkrétněji zaměřen na vytváření úrodné půdy (procesy tvorby humusu) a zjišťování kvantitativních vztahů mezi půdní mikroflórou a výživou rostliny, studovány možnosti zvýšení účinnosti různých očkovacích látek, zejména pro motýlokveté rostliny, propracovány způsoby lepšího ošetřování a využití statkových hnojiv, zkoušeny technologické postupy a receptury pro využití rezerv v hospodářských, městských a průmyslových odpadech jejich kompostováním, rozšířila a prohloubila se spolupráce s Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským při řešení otázek účelné výživy rostlin atd. Dokladem toho jsou četné příspěvky z oboru výživy rostlin, uveřejněné od té doby jednak v této řadě Sborníku ČSAZV, jednak v Ročenkách výzkumných ústavů (edice Vědecké práce výzkumných ústavů) a konečně i v tomto tematickém čísle, věnovaném výživě rostlin, kterým alespoň částečně reagujeme na důležité a naléhavé úkoly, dané XI. sjezdem KSČ a letošním březnovým zasedáním ÚV KSČ.

Dokončením socialistické přestavby vesnice, posílením ekonomiky JDZ a státních statků máme vybudovat moderní, intenzivně hospodařící socialistické zemědělství, vybavené výkonnou mechanizací a používající v širokém rozsahu chemie-

¹⁾ Materiály z této konference byly uveřejněny ve Sborníku ČSAZV-Rostlinná výroba, roč. 28, č. 6, 1955.

kých prostředků. Na tomto podkladě se chce dosáhnout, aby do roku 1965 zemědělská výroba vzrostla zhruba o 40 % proti roku 1957. Pokud jde o chemické prostředky, především strojená hnojiva, byly vytvořeny předpoklady v plánu strojených hnojiv a jejich potřeba má být ve srovnání s rokem 1957 2,5násobná. Počítá se též se zlepšeným ošetřováním a využitím statkových hnojiv, rozšířeným používáním zeleného hnojení a postupným využíváním rezerv v hospodářských, městských a průmyslových odpadech. I tak budeme ještě ve spotřebě strojených hnojiv, resp. v dávkách čistých živin na 1 ha, pozadu za některými vyspělými západními státy. Proto tím více se musíme snažit o jejich co nejefektivnější využití. To je možné jen v rámci komplexního zlepšení celé soustavy zemědělství s jejími hlavními složkami: se zřetelem na klimaticko-půdní podmínky, vhodné osevní postupy s výkonnými odrůdami plodin, vhodné soustavy obdělávání a hnojení půdy a její ochrany před přírodními živly. Velmi jasně to ukázala konference o nejefektivnějších způsobech využití minerálních, organických i bakteriálních hnojiv, pořádaná ministerstvem zemědělství SSSR v Moskvě v roce 1957, na které byly početnými delegacemi zastoupeny všechny lidově demokratické státy. Možno konstatovat, že náš plán je v souladu s usnesením této konference. Vzhledem k omezenému půdnímu fondu v naší zemi zvláště musíme mnohem důsledněji využívat a soustavně základních opatření jsou to dále meliorace (odvodnění, resp. závlahy), zvyšování obsahu humusu a řádné, postupné vápnění, přirozeně hlavně kyselých půd.

Snaha o komplexní řešení úkolů vyplývajících z březnového zasedání ÚV KSČ se jasně zračí v akčním plánu I. odboru ČSAZV, z něhož uvádím soustavný půdoznalecký průzkum půd jako podklad jejich intenzivního využití, vypracování soustavy základního obdělávání půdy v různých výrobních oblastech, prohlubování půdy, vypracování postupu zvýšení obsahu humusu v půdě, meliorační vápnění, využití různých odpadů kompostováním, vypracování směrníc pro zakládání národních hnojařských pokusů v JZD, propracování osevních postupů při specializaci výroby, rozvoj šlechtění a semenářství, rozšíření odrůdového zkušebnictví do socialistických zemědělských závodů, vypracování agrotechnických lhůt setí, širokou akci boje proti plevelům aj.

Přesto, že dosavadní výzkum pro vytvoření předpokladů k zvyšování hektarových výnosů vykázal značné úspěchy, nemůžeme s ním být zatím spokojeni, i když se nesmíme domýšlet, že všechno musíme vyřešit sami. V nejbližší době půjde samozřejmě hlavně o to, aby dosavadní poznatky naše i cizí byly co nejdříve uplatněny v praxi. A v tom máme dosud velké nedostatky, ať již jde o hospodaření statkovými hnojivy nebo správné používání strojených i bakteriálních hnojiv ve spojení s vysokou agrotechnikou. Sovětský agrochemik A. V. Sokolov (1959) napsal, že není daleká doba, kdy bude agronom sestavovat plány dodávky a využití hnojiv a energie v zemědělské výrobě právě tak, jako se již nyní děje v chemickém kombinátu. Již nyní můžeme pro sestavování hnojařských plánů v socialistické velkovýrobě soustavněji využívat zjištěných zákonitostí výživy rostlin ve spojení s výsledky půdních rozborů na obsah přístupných živin, druhých zvláště též jako materiálu pro účelnou distribuci hnojiv. V tom směru bude třeba ještě těsnější a intenzivnější spolupráce výzkumu s Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským, který má k dispozici poměrně hustou síť svých půdních zkušeben a agrotechnických laboratoří STS. Důležitá úloha připadne vědeckotechnické společnosti zemědělské jako prostředníku mezi výzkumem a praxí v šíření nových metod pomocí názorných pokusů a ve spolupráci s poradenskou služ-

bou a se Společností pro šíření politických a vědeckých znalostí v jejich co nejširší propagaci, zejména formou polních besed.

Pokud jde o vědu, výzkum, je třeba do další práce mít stále na paměti slova J. H e n d r y c h a, tajemníka ÚV KSČ, pronesená na celostátním aktivu vědeckých pracovníků-komunistů v Praze dne 19. listopadu 1958: „Je jisté a praxe nám to také potvrzuje, že při mohutném rozvoji výrobních sil nevystačíme ve vědě s dosavadními tzv. klasickými pracovními metodami. Je třeba více odvážných a možno říci revolučních pohledů do zásadní otázky.“ Zatím jsme to v zemědělské výrobě mohli spíše konstatovat u mistrů vysokých sklizní a užítkovosti hospodářských zvířat. Ve výzkumu v oboru výživy rostlin nejde o nové úkoly, jako spíše o komplexní řešení a rychlé dořešení dosavadních hlavních úkolů. Podstatné zvýšení množství strojených hnojiv, jakož i rozšíření jejich sortimentu vyžaduje z hlediska jejich co nejefektivnějšího využití urychlené vyřešení řady otázek, jako je otázka nejuhodnějšího způsobu jejich používání (těž z hlediska výroby účelného jejich rozdělení během celého roku), nejuhodnější doby jejich zapravení se zřetelem na používané vyšší dávky, možnosti využití moderních mechanizačních prostředků aj. Aplikaci hnojiv bude nutno řešit z hlediska různých klimaticko-půdních podmínek na podkladě rajónizace, kde máme zatím málo zkušeností, což znesnadňuje poradenskou činnost.

Zaostávání našeho výzkumu v oboru výživy rostlin je do značné míry způsobeno jeho nedostatečným zajištěním, zejména malým počtem odborníků, ale i nedostatečným vybavením pracovišť moderními přístroji a nedostatkem pokusných bází k provádění přesných srovnávacích polních pokusů v různých výrobních oblastech. Dosavadní roztržitost práce na tomto úseku bude třeba co nejdříve odstranit soustředěním vědeckých pracovníků do jednoho hlavního pracoviště (ukazuje se účelnost vybudování samostatného ústavu pro výživu rostlin a hnojení) a dále přednostně pečovat o výchovu nových vědeckých pracovníků. Jedině takto řádně zajištěný výzkum může splnit jistě plně oprávněný požadavek, zdůrazněný na letošním XIV. valném shromáždění ČSAZV, aby věda nejen byla s to rychle řešit nové, kvalitativně vyšší úkoly, ale aby vždy měla určitý předstih před praxí.

Современные задачи по питанию растений в Чехословакии

Профессор д-р Вацлав КАШ, член-корреспондент ЧСАСХН,
председатель комиссии по питанию растений ЧСАСХН

Приблизительно пять лет тому назад I секцией ЧСАСХН (секцией растениеводства) была организована в Либлицах рабочая конференция по питанию растений с участием научных работников из СССР и ГДР.* Конференция обсудила существующее положение научно-исследовательских работ в области питания растений в связи с потребностями практики, чтобы на основе постановления X съезда КПЧ найти новые пути и формы исследовательской работы с целью ускорения исследования, а также и передачи результатов научно-исследовательских работ в сельскохозяйственную практику. Спустя некоторое время можно констатировать,

*) Материалы этой конференции были опубликованы в Сборнике ЧСАСХН — Растениеводство, год издания 28, № 6, 1955 г.

что эта конференция была очень полезной и что на ней было собрано много материалов, которые являются постоянно актуальными уже потому, что ясный ответ на некоторые вопросы в питании растений требует многолетних исследований и опытов. В общем можно сказать, что рабочие инструкции, содержащиеся в принятом постановлении были выполнены. Таким образом была далее разработана и углублена теория общих закономерностей питания растений (гармоническое соотношение питательных веществ в растениях, интерференция ионов и др.) с учетом различных почвенно-климатических условий, требований растений и агротехники приступили к комплексному исследованию рациональной системы удобрения; микробиологическое исследование получило более конкретное направление при создании плодородия почвы (процессы образования гумуса) и при установлении количественных соотношений между почвенной микрофлорой и питанием растений. Также изучались возможности повышения эффективности бактериальных удобрений, главным образом для бобовых растений, были разработаны способы лучшего ухода за местным удобрением и их использования, были испытаны технологические приемы и рецептуры для использования резервов в хозяйственных, городских и промышленных отходах путем их компостирования, расширено и углублено сотрудничество с Центральным сельскохозяйственным контрольным испытательным институтом при решении вопросов рационального питания растений и т. д. Доказательством этого являются многие работы в области питания растений, опубликованные с тех пор, как в этой серии Сборника ЧСАСХН, так и в «Роченках» (Ежегодниках) научно-исследовательских институтов (издание Научных работ научно-исследовательских институтов) и наконец, и в этом тематическом номере, посвященном питанию растений, которым хотя бы частично реагируем на важные и неотложные задачи, выдвинутые XI съездом КПЧ и мартовским заседанием ЦК КПЧ в этом году.

Завершением социалистической перестройки деревни, укреплением экономики ЕСХК и государственных хозяйств нам предстоит создать современное, интенсивное социалистическое сельское хозяйство, оснащенное мощной механизацией и в широком объеме использующее химические средства. На этом основании желательно достигнуть до 1965 г. повышения сельскохозяйственного производства приблизительно на 40 % по сравнению с 1957 г. Что касается химикатов, в первую очередь минеральных удобрений, были созданы предпосылки в плане потребности в минеральных удобрениях, которая по сравнению с 1957 годом должна увеличиться в 2,5 раза. Предусматривается улучшить уход за местными удобрениями и их использование, расширить применение сидеральных удобрений и постепенно использовать резервы из хозяйственных, городских и промышленных отходов. Несмотря на это, мы будем по потреблению минеральных удобрений, или же по нормам внесения действующих веществ на 1 га все еще отставать от некоторых передовых западных стран. Поэтому мы должны тем более стремиться к их как можно более эффективному использованию. Сто возможно только в рамках комплексного улучшения всей системы сельского хозяйства с ее главными составными частями: с учетом климатическо-почвенных условий, рациональных севооборотов с высокоурожайными сортами культур, рациональной системы обработки и удобрения почвы и ее защиты от стихийных бедствий. Очень ясно это показала конференция по наиболее эффективным способам использования минеральных, органических и бактериальных удобрений, организованная Министерством сельского хозяйства СССР в Москве в 1957 году, в которой приняли участие делегаты всех стран народной демократии. Можно констатировать, что наш план находится в полном согласии с постановлением этой конференции. С учетом ограниченного земельного фонда в нашей стране мы должны особенно более последовательно использовать и повышать плодородие сельскохозяйственных угодий как основного средства производства в сельском хозяйстве. В системе главных мероприятий это прежде всего мелиорация (осушение или орошение), повышение содержания гумуса и основательное постепенное известкование, главным образом кислых почв.

Стремление комплексно решить задачи, вытекающие из мартовского заседания ЦК КПЧ, ясно отражается в плане работы I секции ЧСАСХН, из которого привожу систематическое почвоведческое обследование почв как исходного материала для его интенсивного использования, разработку системы основной обработки почвы в разных производственных областях, углубление пахотного слоя, разработку приемов повышения содержания гумуса в почве, мелиоративное известкование, использование разных отходов путем компостирования, разработку инструкций для закладки опытов по удобрению в ЕСХК, разработку севооборотов при специализации производства, развитие селекции и семеноводства, расширение

сортиспытания в социалистических сельскохозяйственных предприятиях, разработку агротехнических сроков посева, проведение борьбы с сорняками в широком масштабе и т. д. Несмотря на то, что проводимым исследованием по созданию предпосылок для повышения урожайности были достигнуты большие успехи, мы не можем пока этим удовлетвориться, так как не следует рассчитывать на то, что мы все должны решить сами. В ближайшем деле пойдет прежде всего о скорейшем внедрении существующих наших и зарубежных достижений в практику. И в этом имеются до сих пор большие недостатки, как в деле распределения местных удобрений, так и в правильном использовании минеральных и бактериальных удобрений в связи с высокой агротехникой. Советский агротехник А. В. Соколов (1959 г.) написал, что недалеко то время, когда агроном будет составлять планы поставки и использования удобрений и энергии в сельскохозяйственном производстве точно так же, как это делается уже в настоящее время в химическом комбинате. Уже теперь для составления планов удобрения в социалистическом крупном производстве мы можем более систематично использовать установленные закономерности питания растений в связи с результатами почвенных анализов на содержание доступных питательных веществ; эти результаты должны кроме того использоваться также в качестве материала для целесообразного распределения удобрений. В этом направлении будет необходимо еще более тесное и интенсивное сотрудничество исследования с Центральным сельскохозяйственным контрольно-испытательным институтом, который имеет в своем распоряжении сравнительно густую сеть своих почвенных испытательных станций и агротехнических лабораторий МТС. Ответственная задача поставлена перед сельскохозяйственным научно-техническим обществом как посредником между исследованием и практикой в деле распространения новых методов при помощи наглядных опытов в сотрудничестве с сельскохозяйственной консультационной службой и с Обществом по распространению политических и научных знаний в их как можно более широкой пропаганде, особенно формой полевых бесед.

Что касается науки, исследования, необходимо в дальнейшей работе постоянно помнить слова И. Гендриха, секретаря ЦК КПЧ, произнесенные на общегосударственном активе научных работников-коммунистов в Праге 19 ноября 1958 г.: «Бесспорно то, и сама практика нам подтверждает, что при бурном развитии производительных сил существующие так называемые классические рабочие методы в науке для нас не будут достаточны. Необходимо больше смелых и можно сказать революционных взглядов на основные вопросы». Пока что мы это в сельскохозяйственном производстве могли скорее констатировать у мастеров высоких урожаев и у продуктивности сельскохозяйственных животных. В исследовании в области питания растений речь идет не столько о новых задачах, как вернее о комплексном решении и быстром завершении существующих основных задач. Существенно увеличено количество минеральных удобрений, также как и расширение их ассортимента с точки зрения наиболее эффективного использования требуют ускоренного разрешения ряда вопросов, как особенно наиболее подходящего способа их применения (также с точки зрения производства целесообразного их распределения в течение всего года), наиболее подходящего срока их внесения с учетом используемой более высокой дозы, возможности применения передовых средств механизации и т. д. Применение удобрения необходимо решить с точки зрения разных климатическо-почвенных условий на основе районирования, где у нас до сих пор имеется недостаточный опыт, что усложняет консультационную деятельность.

Отставание нашего исследования в области питания растений вызвано в значительной степени его недостаточным обеспечением, особенно ограниченным числом специалистов, но и недостаточным оснащением рабочих пунктов современными приборами и недостатком опытных баз для проведения точных сравнительных полевых опытов в разных производственных областях. Существующую раздробленность работы в этой области необходимо будет как можно скорее ликвидировать путем концентрирования научных работников в одном главном рабочем пункте (возникает целесообразность создания самостоятельного Научно-исследовательского института питания растений и удобрений) и дальше в первую очередь заботиться о подготовке новых научных работников. Только таким образом основательно обеспеченное исследование может безусловно выполнить обоснованное требование, подчеркнутое на XIV Общем собрании Чехословацкой академии сельскохозяйственных наук в этом году, чтобы наука была не только способна быстро решать новые в качественном отношении более высокие задачи, но и чтобы наука шла впереди практики.

Gegenwärtige Aufgaben der Pflanzenernährung in der Tschechoslowakei

Prof. Dr. Václav KÁŠ, korresp. Mitglied der ČSAZV,
Vorsitzender der Kommission für Pflanzenernährung der ČSAZV

Es sind rund fünf Jahr her, seit von der Sektion I. der ČSAZV (pflanzliche Produktion) in Liblice eine Arbeitskonferenz über die Pflanzenernährung unter Beteiligung von Wissenschaftlern aus der UdSSR und DDR veranstaltet wurde.¹⁾ Diese Tagung befaßte sich mit dem bisherigen Stand der wissenschaftlichen Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Pflanzenernährung in ihrer Beziehung zu den Bedürfnissen der Praxis, um auf der Grundlage des Beschlusses des X. Parteitags der KPdTsch neue Wege und Formen der Forschungsarbeit zu finden, mit dem Ziel, die Forschungsarbeit und die Überleitung der Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungsarbeit in die landwirtschaftliche Praxis zu beschleunigen. Im Abstand der Zeit kann konstatiert werden, daß es eine sehr nutzbringende Konferenz war und daß bei dieser Gelegenheit viel Material zusammengetragen wurde, das ständig lebendig bleibt, schon deshalb, weil eine klare Beantwortung einiger Pflanzenernährungsprobleme langfristige Forschungsarbeiten und Versuche erfordert. Im großen ganzen kann gesagt werden, daß die in der angenommenen Resolution enthaltenen Arbeitsrichtlinien eingehalten wurden. So wurde die Theorie von den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Pflanzenernährung (harmonisches Nährstoffverhältnis in der Pflanze, Interferenz der Ionen usw.) in Hinblick auf verschiedene Klima- und Bodenverhältnisse ausgearbeitet und vertieft, ebenso die Anforderungen der Pflanzen an die Agrotechnik und eine komplexe Forschungsarbeit zur Schaffung eines geeigneten Düngungssystems aufgenommen, die mikrobiologischen Untersuchungsarbeiten konkreter auf die Bildung eines fruchtbaren Bodens (Humusbildungsprozesse) und die Ermittlung der quantitativen Beziehungen zwischen Bodenmikroflora und Pflanzenernährung ausgerichtet; des weiteren wurden die Möglichkeiten einer Steigerung der Wirksamkeit verschiedener Impfstoffe, insbesondere für Schmetterlingsblütler studiert, Verfahren einer besseren Pflege und Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers ausgearbeitet, technologische Prozesse und Rezepturen zur Ausnutzung der Reserven in Wirtschafts-, städtischen und Industrieabfällen durch deren Kompostierung erprobt, die Zusammenarbeit mit dem Zentralen landwirtschaftlichen Kontroll- und Prüfinstitut bei der Lösung der Probleme einer zweckvollen Pflanzenernährung wurde erweitert und vertieft. Dies beweisen zahlreiche Beiträge auf dem Gebiet der Pflanzenernährung, die seit jenem Zeitabschnitt einmal in dieser Reihe der Sammelschrift der ČSAZV, zum andern Mal in den Jahrbüchern der Forschungsinstitute (Edition Wissenschaftliche Arbeiten der Forschungsinstitute) und schließlich auch in dieser thematischen, der Pflanzenernährung gewidmeten Nummer veröffentlicht wurden; mit letzterer reagieren wir wenigstens teilweise auf die wichtigen und dringlichen Aufgaben, die vom XI. Parteitag der KPdTsch und dem Plenum des ZK der KPdTsch vom März ds. J. gestellt wurden.

Durch die Beendigung der sozialistischen Umgestaltung des Dorfes, die Festigung der Ökonomik der JZD und Staatsgüter sollen wir die moderne, intensiv wirtschaftende sozialistische Landwirtschaft aufbauen, die mit einer leistungsfähigen Mechanisierung ausgestattet ist und in breitem Ausmaß chemische Mittel anwendet. Auf dieser Grundlage soll erzielt werden, daß die landwirtschaftliche Produktion bis zum Jahre 1965 gegenüber d. J. 1957 um rund 40 % ansteigt. Was chemische Mittel, konkret hauptsächlich Handelsdüngemittel, angeht, so wurden dazu im Plan des Handelsdüngerbedarfs Voraussetzungen geschaffen; dieser Bedarf wird im Vergleich mit dem Jahre 1957 zweieinhalbmahl größer sein. Es wird auch mit einer verbesserten Pflege und Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers, mit einer erweiterten Anwendung der Gründüngung und mit der fortschreitenden Ausnutzung der in den Wirtschafts-, städtischen und Industrieabfällen verborgenen Reserven gerechnet. Selbst dann werden wir in bezug auf den Handeldüngerverbrauch, bzw. die reinen Nährstoffgaben je ha, hinter einigen entwickelten westlichen Staaten zurückstehen. Wir müssen daher umso mehr um eine möglichst effektive Ausnutzung des Handelsdüngers bemüht sein. Dies ist im Rahmen einer komplexen Verbesserung des gesamten Systems der Landwirtschaft mit seinen Hauptkomponenten möglich: unter Berücksichtigung der Klima- und Bodenbedingun-

¹⁾ Das Material dieser Konferenz wurde im Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba, Jhg. 28, No 6, 1955 veröffentlicht.

gen geeignete Fruchtfolgen mit ertragsfähigen Sorten, geeignete Boden-Bearbeitungs- und Düngungssysteme und der Schutz des Bodens gegen natürliche Elemente. Dies hat sehr eindeutig die Konferenz über die effektivsten Arten der Ausnutzung von Mineral-, organischen und Bakteriendünger gezeigt, die vom Ministerium für Landwirtschaft der UdSSR in Moskau im Jahre 1957 veranstaltet wurde und auf der alle volksdemokratischen Staaten durch zahlreiche Delegationen vertreten waren. Es kann festgestellt werden, daß unser Plan mit der Resolution dieser Konferenz im Einklang ist. In Anbetracht des beschränkten Bodenfonds in unserem Land müssen wir insbesondere den landwirtschaftlichen Boden als das grundlegende Produktionsmittel in der Landwirtschaft weitaus folgerichtiger nutzen und seine Fruchtbarkeit heben. Im System der grundlegenden Maßnahmen sind es ferner die Meliorationen (Ent- bzw. Bewässerung), die Steigerung des Humusgehalts und die ordnungsgemäße fortschreitende Kalkung, natürlich hauptsächlich saurer Böden.

Das Bestreben, die aus dem Märzplenum des ZK der KPdTs hervorgehenden Aufgaben komplex zu lösen, spiegelt sich klar im Aktionsplan der I. Sektion der ČSAZV wider; einige dieser Aufgaben sind die systematische bodenkundliche Untersuchung der Böden als Unterlage für ihre intensive Nutzung, ferner die Ausarbeitung eines Systems der grundlegenden Bodenbearbeitung in verschiedenen Produktionsgebieten, die Vertiefung des Bodens, die Erarbeitung eines Verfahrens zur Steigerung des Humusgehalts im Boden, die meliorative Kalkung, die Auswertung verschiedener Abfälle durch Kompostierung, die Ausarbeitung von Richtlinien zur Anlage anschaulicher Düngungsversuche in den JZD, die Erarbeitung von Fruchtfolgen bei Spezialisierung der Produktion, die Entfaltung der züchterischen Arbeit und des Samenbaus, die Erweiterung des Sortenprüfwesens auf die sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe, die Aufstellung agrotechnischer Saatzeiten, eine breite Unkraut-Bekämpfungsaktion u. a.

Obwohl die bisherige Forschungsarbeit in bezug auf die Schaffung von Voraussetzungen für die Hektarertragssteigerung ein gutes Stück Arbeit geleistet hat, können wir uns damit noch nicht zufriedengeben, obwohl wir uns nicht einbilden dürfen, daß wir alles selbst lösen müssen. In allernächster Zeit wird es selbstverständlich hauptsächlich darum gehen, daß sowohl unsere als auch die ausländischen bisherigen Erkenntnisse möglichst bald in der Praxis Verwendung finden. In dieser Richtung bestehen bei uns bisher große Mängel, sei es in der (Wirtschafts)-Düngerwirtschaft oder in der richtigen Anwendung von Handels- und Bakteriendünger in Verbindung mit einem hohen Niveau der Agrotechnik. Der sowjetische Agrikulturchemiker A. W. Sokolow (1959) schreibt, daß die Zeit nicht mehr fern ist, wo der Agronom die Pläne der Dünger- und Energiebelieferung und -Ausnutzung in der landwirtschaftlichen Produktion ebenso aufstellen wird, wie dies bereits heute in einem chemischen Kombinat geschieht. Schon jetzt können wir zur Aufstellung der Düngepläne in der sozialistischen Großproduktion die ermittelten Gesetzmäßigkeiten der Pflanzenernährung in Verbindung mit den Ergebnissen der Bodenanalysen auf den Gehalt an für die Pflanzen aufnehmbaren Nährstoffen, die letzteren insbesondere auch als Material für eine zweckvolle Verteilung der Düngemittel, systematischer auswerten. In dieser Richtung wird eine noch engere und intensivere Zusammenarbeit der Forschung mit dem Zentralen landwirtschaftlichen Kontroll- und Prüfinstitut erforderlich sein, daß über ein verhältnismäßig dichtes Netz von eigenen Bodenprüfstellen und agrotechnischen Laboratorien der MTS verfügt. Eine wichtige Aufgabe wird der wissenschaftlich-technischen landwirtschaftlichen Gesellschaft als Vermittler zwischen Wissenschaft und Praxis bei der Verbreitung der neuen Methoden mit Hilfe anschaulicher Versuche und in Zusammenarbeit mit dem Beratungsdienst und der Gesellschaft zur Verbreitung politischer und wissenschaftlicher Kenntnisse bei ihrer möglichst breiten Propaganda, insbesondere in Form von Aussprachen auf dem Felde, zufallen.

Was die Wissenschaft und Forschung angeht, so ist es notwendig, bei der weiteren Arbeit ständig die Worte J. Hendrych's, des Sekretärs des ZK der KPdTs, vor Augen zu haben, die er auf dem ganzstaatlichen Aktiv der Wissenschaftler-Kommunisten am 19. November 1958 in Prag geäußert hat: Es ist gewiß und die Praxis bestätigt es uns auch, daß wir bei der mächtigen Entfaltung der Produktivkräfte in der Wissenschaft nicht mit den bisherigen, sogenannten klassischen Arbeitsmethoden auskommen. Es sind mehr wagemutige und man kann sagen revolutionäre Einblicke in das grundlegende Problem erforderlich. Vorläufig konnten wir dies in der landwirtschaftlichen Produktion eher bei den Meistern der hohen Erträge und einer hohen Produktivität der landwirtschaftlichen Nutztiere feststellen.

Bei der Forschung auf dem Gebiet der Pflanzenernährung geht es gar nicht so sehr um neue Aufgaben als eher um die komplexe Lösung und schnelle Beendigung

der Lösung der bisherigen Hauptaufgaben. Die wesentliche Steigerung der Handelsdüngermenge und die Erweiterung seines Sortiments erfordert vom Blickwinkel einer möglichst effektiven Ausnutzung die Klärung einer Reihe von Problemen, namentlich des geeignetsten Verfahrens seiner Anwendung (auch vom Gesichtspunkt der Produktion seine zweckmäßige Verteilung im Jahresverlauf), des geeignetsten Zeitpunktes seiner Einbringung in Hinblick auf die Anwendung einer höheren Gabe, der Möglichkeiten der Ausnutzung moderner Mechanisierungsmittel u. a. Die Anwendung der Düngemittel wird vom Gesichtspunkt verschiedener Klima- und Bodenverhältnisse auf Grund der Standortverteilung geklärt werden müssen, wo wir bisher geringe Erfahrungen besitzen, was die Beratungstätigkeit erschwert.

Das Zurückbleiben unserer Forschung auf dem Gebiete der Pflanzenernährung wird in bedeutendem Maße durch ihre unzureichende Sicherstellung insbesondere mit Fachkräften, deren Anzahl gering ist, und auch mit modernen Geräten für die Arbeitsstellen, sowie durch den Mangel an Versuchsbasen zur Durchführung exakter Vergleichs-Feldversuche in verschiedenen Produktionsgebieten verursacht. Die bisherige Zersplitterung der Arbeit auf diesem Gebiet wird möglichst schnell durch die Konzentration der wissenschaftlichen Facharbeiter auf eine Hauptarbeitsstätte beseitigt werden müssen (es erweist sich als zweckmäßig, ein selbständiges Institut für die Pflanzenernährung und Düngung zu errichten); ferner wird man für die Ausbildung neuer wissenschaftlicher Mitarbeiter Sorge tragen müssen. Nur eine auf diese Weise ordnungsgemäß gesicherte Forschung kann die gewiß völlig berechnete Forderung erfüllen, die auf der heurigen XIV. Vollversammlung der ČSAZV hervorgehoben wurde, daß die Wissenschaft nicht nur fähig sein soll, neue, qualitativ höhere Aufgaben zu lösen, sondern auch stets vor der Praxis einen gewissen Vorsprung einhalten soll.

Rozbor rostlin jako metoda výzkumu výživy rostlin

(Část I.)

Анализ растений как метод научного исследования питания растений
(Часть I.)

Pflanzenanalyse als Methode der Pflanzenernährungsuntersuchungen

Dr. inž. Jindřich KOLÁŘÍK,
laureát státní ceny Klementa Gottwalda
Výzkumný ústav rostlinné výroby ČSAZV, Ruzyně

Úvod

Výnosy zemědělských plodin jsou výslednicí působení mnoha růstových faktorů, z nichž světlo, teplo, voda, živiny a osivo mají na výši výnosů rozhodující vliv. Všechny ostatní faktory mají přispět ke zvýšení jejich účinnosti.

Bylo vynaloženo velké úsilí na zjištění optimální koncentrace živin a jejich vyrovnaného poměru v půdě, aby bylo dosaženo maximálních výnosů. Výsledky nebylo možno pokládat za uspokojivé, pokud praxe byla při stanovení dávek hnojiv stále ještě odkazována na vlastní zkušenosti. Dosavadní metody rozborů půd a stanovení potřeby hnojení nedovedly vytvořit ucelenou a obecně platnou soustavu výživy zemědělských plodin. To proto, že nebyla nalezena korelace mezi obsahem živin v půdě a výnosem. Nehledě k nedostatkům, které mají metody stanovení zásoby účinných živin v půdě, nelze z této zásoby ani přibližně usuzovat na výnos plodin, neboť o využitelnosti živin rozhodují plodina a podnebí. Podnebí ovlivňuje množství plodinou využitě energie tepelné a světelné a plodina využívá energie v procesu výměny látkové, uvádějí ostatní faktory v jejich funkci, které vykonávají v organismu.

Zásoba živin v půdě je pouhým ukazatelem potencionální úrodnosti půd; korelaci mezi ní a výnosem by bylo možno stanovit, kdyby všechny ostatní faktory byly konstantní a ve fyziologicky vyrovnaném poměru. O matematické vyjádření vztahu obsahu živin v půdě k výnosu plodin se pokusil A. E. Mitscherlich v rovnici pro výpočet účinnosti živin.

H. Lundegardh poukazoval na to, že Mitscherlichova rovnice platí jen v ideálních podmínkách. Protože rostlina tvoří výnosy z živin skutečně přijatých, doporučuje Lundegardh provádět rozbor listů rostliny a navrhuje ze stanovené hladiny živin a jejich vzájemného poměru usuzovat na potřebu hnojení bez ohledu na obsah živin v půdě. Nelze totiž podle názoru Lundegardha předpokládat, že rostlina přijímá živiny v přímém poměru k jejich koncentraci v prostředí, nanejvýše snad v „ideálních podmínkách“, které nejsou zatím známy.

Můžeme však již ze závěru Lundegardha předpokládat, že obsah pohotových živin v půdě dá v „ideálních podmínkách“ stejnou předpověď o výnosu plodin jako stanovená hladina živin v rostlině, a že tudíž existuje vztah mezi hladinou živin v rostlině a obsahem živin v půdě. Prakticky řečeno, růstové faktory, které nelze stanovit rozбором půd, bude možno stanovit rozбором rostlin a obráceně. Faktory, které lze stanovit oběma způsoby, bude možno lépe kontrolovat v jejich účinnosti.

Při ověřování jednotlivých metod pro stanovení potřeby hnojení jsme dospěli k názoru, že rozbor rostlin může lépe osvětlit vliv mnohých faktorů, které působily na resorpci živin a tím i na rychlost růstu rostlin a na změnu látkové výměny. Výsledky rozboru rostlin mohou proto dát podnět k vypracování nové metody pro stanovení potřeby hnojení, nebo mohou přispět k správnějšímu hodnocení výsledků dosud používaných metod.

Rozбором rostlin pokusili jsme se stanovit tyto vztahy:

1. Vztah mezi hladinou (koncentrací) živin v rostlině a výnosem plodiny. (Výnos je jistě funkcí hladiny živin a jejich vzájemného poměru. Po zjištění funkce bude možno výnos z hladiny živin vypočítat. Potom teprve se dovíme, jak rostlina výnosy tvoří a jaká hladina živin a jaký jejich poměr zajistí plánovanou výši výnosů.)
2. Vztah mezi hladinou živin v rostlině a koncentrací rozpustných živin v půdě. (Mezi hladinou živin v rostlině a obsahem živin v půdě je určitá relace. Její vyšetření umožní vytvořit k optimální hladině živin v rostlině adekvátní koncentraci živin v půdě samozřejmě včetně techniky hnojení vhodné pro jednotlivé plodiny.)
3. Z obou zjištěných vztahů bude možno vyvodit závěry pro vypracování soustavy správného hnojení k zemědělským plodinám, pěstovaným v osevních postupech v různých výrobních podmínkách.

Předkládáme první část zprávy o výsledcích pokusů s výživou rostlin, která pojednává o rozboru rostlin jako o metodě výzkumu správné výživy rostlin. Ve druhé části zprávy je řešena otázka stanovení potřeby dusíku v hnojařské praxi a ve třetí části zprávy jsou obě metody aplikovány při hodnocení výsledků pokusů s hnojením plodin v polních osevních postupech.

Vlastní zpráva

Ve výzkumu závislosti výnosů plodin na obsahu živin v rostlině navázali jsme nejen na práce H. Lundegardha a ostatních autorů zabývajících se touto otázkou, nýbrž i na základní práce I. N. Prjanišnikova, A. E. Mitscherliche, I. A. Sabinina a četných jiných autorů uvedených v příloze. Volili jsme však vlastní postup při řešení dalších otázek. Výsledky výzkumu jsme srovnávali s názory nejružnějších autorů, kteří řešili touž nebo tematicky blízkou otázku. Kde se objevily rozpory, snažili jsme se je prověřit, kde zely mezery v plynulém sledu poznatků, pokusili jsme se je doplnit.

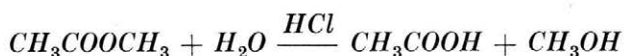
Mitscherlichův zákon o účinnosti růstových faktorů nabyt na přesnosti, když jsme zjistili, že v rovnici

$$y = A(1 - 10^{-cx})$$

vyjadřující vztah mezi přírůstkem výnosu a zvýšenou dávkou jedné živiny, je konstanta (c) funkcí atomové váhy živiny. Poznaték vyplynul z analogické rovnice van't Hoffovy pro výpočet reakční rychlosti monomolekulárních reakcí

$$x = a(1 - e^{-kt})$$

Například v pseudo-monomolekulární reakci



je konstanta (k) funkcí molekulárních vah reagujících látek a má empiricky zjištěnou hodnotu $k = 0,002140$.

Z molekulových vah vypočítáme konstantu, když od součinu molekulových vah látek z reakce vystupujících odečteme součin molekulových vah látek do reakce vstupujících a rozdíl násobíme molekulovou vahou katalyzátoru:

$$\frac{(60 \times 32 - 74 \times 18) \times 36,45}{10^7} = 0,002143$$

Koeficienty účinnosti živin jsme analogicky stanovili v prvcích na

$$C_N = 0,14$$

$$C_K = 0,39$$

$${}^cK_2O = 0,39 : 1,2 = 0,325$$

$$C_P = 1,24 (= 0,31 \times 4)$$

$${}^cP_2O_5 = 1,24 : 2,32 = 0,54$$

Původní Mitscherlichem stanovené koeficienty činily

$$C_N = 0,122 \quad \text{v roce 1955 změněn na } 0,2$$

$$C_{K_2O_5} = 0,33 \quad \text{v roce 1935 změněn na } 0,4$$

$$C_{P_2O_5} = 0,56 \quad \text{v roce 1930 změněn na } 0,6$$

Je obdivuhodné, jak přesně stanovil Mitscherlich z empirických dat hodnoty koeficientů účinnosti všech tří živin. Pod dojmem kritiky je postupně měnil, bohužel v neprospěch jejich přesnosti. (Proto i nejvážnější kritické připomínky je nutno znovu prověřovat.)

Námítky proti koeficientům odvozeným námi z atomové váhy jsme odmítali s poukazem na fyziologickou funkci živin v rostlině. Kyselina fosforečná na příklad má funkci o podstatně vyšší dynamice, neboť její účinnost je větší než odpovídá atomové váze fosforu. O správnosti koeficientů se však dostatečně přesvědčíme při vyhodnocování pokusů s hnojením plodin.

Význam poznatku odpovídá jeho dosahu ve vědě i v praxi. Potvrzuje se, že koeficienty účinnosti živin jsou skutečné, za všech podmínek neměnné konstanty, jak to stále Mitscherlich zdůrazňoval, neboť jejich hodnota je podložena neměnnou veličinou atomové váhy. Všechny spory, vedené po tolik let o konstantnost koeficientů, se zakládaly na rozdílnosti názorů o tom, které živiny jsou účinné. Rozpor mezi skutečnými výnosy a výnosy vypočtenými byl nesprávně vysvětlován proměnlivostí koeficientů účinnosti živin. Zatím však se v různých vnějších podmínkách měnilo množství účinných rostlinám přístupných živin bez ohledu na to, kolik jich bylo v půdě stanoveno a v hnojivech dodáno. Účinnými se myslí živiny rostlinou přijaté. Jak víme, příjem živin je ovlivňován mnoha faktory, nikoliv jen jejich koncentrací v půdě. Otázku přijatelných živin v půdě, interferenci iontů v půdním roztoku a antagonismus iontů v rostlině prověřili jsme četnými laboratorními, nádobovými a polními pokusy. Zjistili jsme, že za určitých podmínek empirická a teoretická výnosová křivka se silně sblížovaly, ba často spadaly v jednu, ovšem jen v jednom bodě, nebo ve velmi krátkém úseku, podle toho, jak velká byla koncentrace živin v roztoku. Čím vyšší byla koncentrace živin v půdě, tím větší úsek empirické výnosové křivky souhlasil s křivkou teoretickou. (Interference

iontů se tak neprojevovala i při nevyrovnaném poměru živin.) Ujasnili jsme si, že změnou množství jednoho faktoru (a to nejen živiny, nýbrž i vody, tepla a světla aj.) změní se účinné množství i dalších faktorů vzájemně na sobě závislých. Vzájemná závislost růstových faktorů $x_1 - x_2 - x_3 - x_n$, tvořících vnější prostředí rostliny, jejichž účinné množství podléhá četným změnám během vegetace zavinuje, že Baule—Mitscherlichova rovnice, podle které je výnos plodin úměrný součinu účinnosti faktorů (rozuměj vnějších faktorů stanovených různými metodami), je prakticky neřešitelná proto, že účinné množství jednotlivých faktorů není možno kvantitativně stanovit. Jak dále uvidíme, zůstává přesto zákon o účinnosti růstových faktorů nedotčen. Nutno však v každém pokusu zjistit, jaký podíl ze stanoveného množství živin v půdě se skutečně dostal do rostliny a ovlivnil růst rostlin. Tento podíl můžeme zjistit pouze rozбором rostlin.

Rozbor rostlin

Metoda rozboru rostlin, jak jí používáme, zejména způsob hodnocení výsledků rozboru se podstatně liší od zahraničních metod.

Výběr plodin. Analyzujeme všechny hospodářsky cenné plodiny jednoleté, dvouleté i víceleté. Každá plodina má své kritické fáze růstu, v nichž musí být dostatečně zásobena živinami v určitém poměru. Vyhledat ony kritické fáze růstu a stanovit potřebnou hladinu živin i jejich optimální poměr je úkolem soustavného provádění rozborů rostlin během vegetace za současného sledování biochemického složení rostlin. Podle výsledků těchto rozborů volí se vhodná doba sériových rozborů rostlin z hnojařských pokusů, jimiž se sledují otázky správné výživy rostlin.

Doba rozborů rostlin

Obecně se rozbor rostlin provádí v době, kdy rostlina zastavuje příjem živin a kdy ještě nezačala desorbce živin ze starších částí rostliny. Vhodné období pro jednoleté plodiny je doba květu, u dvouletých v době před sklizní, dříve než začnou listy odumírat (řepa), u jetelů je nejvhodnější období na začátku květu, u ovocných stromů v době sklizně nebo před opadem listů. U jednoletých se analyzují celé nadzemní části rostlin, u cukrovky listy nebo listy i kořen, u keřů a stromů listy a letorosty, případně plody. Rozbor pouhých listů zkresluje poměr živin, protože v době květu je již značná část kyseliny fosforečné převedena z listů do reprodukčních orgánů.

V listech klesá po odkvětu rostliny hladina živin velmi nerovnoměrně, nejsilněji dusíku a fosforu (přemístěných do plodů) a jen slabě draslíku u obilovin, které převádějí jen málo draslíku do zrna.

V celé nadzemní části klesá po odkvětu do uzrání nejsilněji hladina draslíku (vyluhováním), méně již dusíku a nejméně fosforu (v důsledku dalšího růstu). Jsou proto rozdíly ve stanovení hladiny živin z celé nadzemní části značně menší než z pouhých listů. Zjistí-li se však poměr hladiny živin v listech k hladině živin v celé rostlině (z velkého počtu rozborů), potom lze i z rozboru listů vyvodit správné závěry o stavu výživy plodin. Pokud nejsou zjednodušené rozborů listů nezbytně nutné (u některých plodin), nepoužíváme jich, abychom nezvětšovali rozdíly, které ztěžují hodnocení výsledků rozborů.

V praxi nemůže být dodržována naprostá přesnost v době, která je vhodná pro odběr vzorků rostlin, neboť pokusník je odkázán na delší růstové období. Zejména u hnojařských pokusů, u nichž se hnojením dávkami hnojiv o různém poměru živin mění rychlost růstu a posunuje se táž fáze růstu o různý počet dnů.

zaviňují nepřesné odběry vzorků rostlin (provedené v jednom dni) dosti velké difference v hladině a v poměru živin a v důsledku toho i v dedukcích z nich učiněných (vypočtených výnosech).

Účinnost hladiny živin v rostlině

H. Lundegardh uvádí ve svých pracích dostatek pokusů, jimiž prokazuje, že křivka přírůstků výnosů dosažených stupňovanou dávkou živiny do půdy při různé hladině téže živiny v rostlině (na parcele nehnojené) má tvar hyperboly. To znamená, že přírůstek výnosu, dosažený například 30 kg dusíku, je tím vyšší, čím je v rostlině z kontrolní parcely nižší hladina dusíku. Po několikaletém studiu jsme zjistili, že účinnost živin v rostlině je táž jako účinnost „přijatelných“ živin v půdě v Mitscherlichově formulaci. Rozdíl je pouze v tom, že koncentrace živin v půdě je udávána v metrických centech na 1 ha, kdežto hladina živin v rostlině je udána v gramech na 100 g sušiny rostlinné hmoty. Účinnost živin je vypočítána z rovnice

$$y = A(1 - 10^{-cx})$$

v níž koeficient (c) je funkcí atomové váhy prvků N , P , K , jak byl vpředu vyčíslen. Účinnost živin v rostlině byla prověřena na mnoha stech pokusů s nejrůznějšími druhy a odrůdami plodin. Tabulky účinnosti živin jsou v příloze připojeny.

Když bylo zjištěno, že zákon o účinnosti růstových faktorů je možno aplikovat i na rozborů rostlin, objevila se druhá závažná otázka, zda stačí zjistit pouze tři hlavní živiny N , P , K , aby se z jejich hladiny mohl stanovit výnos různých plodin. Po leta prováděné rozborů rostlin na deset prvků (N , K , Na , Ca , Mg , Mn , P , S , Si , Cl) ukázaly, že změna v příjmu biogenního i nebiogenního prvku se projeví změnou hladiny tří hlavních prvků v rostlině. Také klimatické vlivy pozměňují hladinu a poměr živin tak, že lze z ní při dostatečném počtu analýz rostlin usuzovat na vliv jednotlivých růstových faktorů na tvorbu výnosu a jeho jakost. Rozbor rostlin je proto dosud nevyužitou a nedoceněnou pomůckou pro studium vlivu všech růstových faktorů na tvorbu výnosu. Pro výpočet výnosu a vyhodnocení účinků hnojení stačí však stanovit hladinu tří hlavních živin v rostlině.

Rozsáhlá dokumentace o chemickém složení rostlin, kterou sebrali I. W. Goodall a F. G. Gregory, potvrzuje, že o hodnocení výsledků rozborů rostlin z více než jedné živiny se dosud ještě nikdo nepokoušel. Ani Mitscherlich ani Baule se nepokusili (ač jsou autory zákona účinnosti) stanovit výnos z hladiny tří živin v půdě. Také Lundegardh se domníval, že nejvhodnějším způsobem pro vyjádření poznatků o závislosti výnosu na hladině živin bude slovní popis očekávaných přírůstků výnosu při použití hnojiva s jednou živinou a ve srovnání s hladinou živin v rostlinách na kontrolní parcele. Můžeme proto svými pokusy jako prvními ve světové literatuře prokázat, že výnosy plodin jsou úměrné součinu účinnosti živin, že při vyrovnaném poměru živin je výnos plodiny úměrný hladině kterékoliv ze tří hlavních živin a řadu dalších pro výživu rostlin neobyčejně závažných vztahů.

Pokus s ozimou pšenicí (po úhoru) v Pohořelicích

Pšenice měla v době květu na 100 g sušiny z celé nadzemní části rostliny (průměr ze 4 vzorků a dvou opakovaných analýz) tuto hladinu živin:

$$N = 2,35 \text{ g o účinnosti } 53,1 \% (y_N = 100(1 - 10^{-0,14 \times 2,35}) = 53,1$$

$$P = 0,363 \text{ g o účinnosti } 64,5 \% (y_P = 100(1 - 10^{-1,24 \times 0,363}) = 64,5$$

$$K = 2,67 \text{ g o účinnosti } 91,0 \% (y_K = 100(1 - 10^{-0,39 \times 2,67}) = 91,0$$

Účinností je vyjádřena účast živiny na maximálním výnosu vyjádřeném v našem případě v procentech. ($A = 100 \%$.) Poněvadž výnos ozimé pšenice je úměrný součinu účinnosti živin, bude výnos

$$V = \frac{53,1 \times 64,5 \times 91,0}{100^2} = 31,2 \text{ g}$$

Skutečný výnos zrna ozimé pšenice na 1 ha činil 31,3 g.

(Součin účinností dělíme 100^2 proto, že se jedná o procentický počet, to znamená, že účinnost dusíku je krácena nižším účinkem fosforu a draslíku na — $\frac{64,5 \times 91}{100^2} = 0,587$ násobek.) Otázka zda a jak lze zvýšit hladinu živin v rostlině, aby součin účinnosti nabyl vyšší hodnoty, vyžaduje další vysvětlení.

Podmínky rozvoje růstu rostlin

Rozvoj růstového systému rostlin závisí na počtu, umístění a činnosti meristémů (dělivých pletiv) nebo vzrostných vrcholů. Při klíčení mají všechny rostliny jen dvě meristemická místa; na špičce kořínku a na vrcholku výhonku. Veškerý vývoj závisí na aktivitě meristému a na zakládání sekundárních vzrostných vrcholů. Tato činnost je podmíněna dvěma skupinami faktorů: vnějšími, tj. teplem, světlem, vodou a živinami, a vnitřními, tj. organickou výživou včetně hormonů. Postranní větve a postranní kořeny mají vzrostné vrcholy stavbou i funkcí zcela podobné vzrostným vrcholům hlavního stonku a hlavního kořene.

U obilovin vyrůstají z odnožovacího kolénka dvě odnože II. řádu, z nich vyrůstají 4 odnože III. řádu a mohou se tvořit odnože IV. a v příznivých podmínkách i dalšího řádu. Každá odnož tvoří vlastní svazek kořání, které si opatřuje živiny z profilu půdy tím hlubšího, čím je porost hustší. Žito, ječmen a oves odnožují v malé hloubce nejčastěji z druhé uzliny odspodu, pšenice odnožuje hlouběji z první uzliny. Hluboko zaseté osivo snižuje počet odnoží a zeslabuje je. Silné odnožení snižuje výkonnost stébel, u pšenice mnoho stébel zůstává neproduktivních. Není proto správné řídit se sít a spolehnout se na zapojení porostu odnožením. Sít se má v různých podmínkách tak hustě, aby i za nepříznivých podmínek pro odnožení byly porosty vytvořené z hlavních stébel a ze stébel II. řádu dobře zapojeny.

I když je výnos porostu obilovin závislý na počtu zrn v klasu, na váze 1000 zrn a na hustotě porostu, rozhodující vliv na výnos má hustota porostu, to je počet produktivních a vyzrálých stébel na 1 m².

Podle M. S. Savického roste výnos přímo úměrně se stoupajícím počtem produktivních stébel.

I. Vzrůst sklizně ozimé pšenice Ukrajinka v závislosti na počtu produktivních stébel

Výrobní pásma	Produktivních stébel		Výnos zrna v g	Vypočtený výnos zrna v g	Rozdíl ve výnosech v %
	počet	v %			
VI.	134	100	11,1	11,1	0
I.	243	183	18,0	20,2	+ 10,0
I.	307	230	26,8	25,5	— 5,0
III.	364	272	30,7	30,2	— 1,6
III.	432	322	35,3	35,8	+ 1,4
I.	492	367	39,4	40,7	+ 3,3
V.	518	385	40,4	42,8	+ 7,0
II.	528	394	43,3	43,8	+ 1,1
IV.	573	427	50,2	47,4	— 5,8

V nejruznějších výrobních podmínkách — klimatických, půdních a živinných udržuje odrůda stálý poměr mezi počtem produktivních stébel a výnosem zrna. V těchto pokusech kolísá počet rostlin na 1 m^2 od 48 do 196, počet produktivních odnoží od 1,7 do 3,3 na jednu rostlinu, počet zrn v klasu od 19 do 32 a absolutní váha od 30,8 g do 38,4 g, přes to však byly výnosy v nápadně přesném poměru k celkovému počtu produktivních stébel na 1 m^2 .

V exaktním nádobovém pokusu s odstupňovanými dávkami živin k ovsu zjistil J. Haas, že počet veškerých odnoží je k počtu produktivních odnoží v poměru 1 : 0,6. F. Příkryl z VÚO v Kroměříži potvrzuje ve zprávě o odnožování ozimého žita, že z hlediska výnosového je nejvhodnější poměr všech odnoží k produktivním odnožím 1 : 0,6. Z živin má na odnožování největší vliv dusík a potom dusík současně s fosforem. Obiloviny zvětšují počet odnoží podle zásoby asimilátů, vytvořených z živin v půdní zásobě, a z živin dodaných včas ve strojených hnojivech. Jsou proto přiměřené dávky kyseliny fosforečné před setím a dusíku před začátkem jarní vegetace za ostatních příznivých podmínek rozhodné pro vytvoření optimální hustoty porostu. Uvádíme známé již zkušenosti z pěstování obilovin, abychom poukazem na ně vysvětlili vztahy hladiny živin v rostlině k výnosu.

Případy, kdy výnos je přímo úměrný součinu účinností stanovené hladiny živin v rostlině, nejsou totiž nijak časté. Nemůžeme se domnívat, že v příznivějších podmínkách odnožením zahuštěný porost obilovin přijme natolik zvýšené množství živin, aby se hladina (koncentrace) živin v rostlinách nezměnila, nebo dokonce stoupla. Není totiž pravda, že se stoupajícím výnosem stoupá vždy hladina živin v rostlině, jak se domníval H. Lundegardh. Často je tomu naopak, neboť na větší počet stébel připadne sice absolutně větší množství živin, avšak koncentrace (hladina) na 100 g sušiny bude nižší.

Tak ozimá pšenice, která šla v roce 1955 v Pohořelicích po bramborách, dala výnos 41,5 g zrna a 49,8 g slámy na hektaru. Pokládejme hladinu živin v odnožené pšenici za 60 % z hladiny, kterou by měla pšenice neodnožená a zvýšme ji proto ze 60 % na 100 %. Součin účinností bude potom úměrný dosaženému výnosu (Proč činí hladina živin v odnožené pšenici právě 60 % z normální hladiny, bude patrné z dalších pokusů s různými plodinami.

$$N = 1,72 : 0,6 = 2,87 \text{ g o účinnosti } 60,5 \%$$

$$P = 0,27 : 0,6 = 0,45 \text{ g o účinnosti } 71,6 \%$$

$$K = 2,04 : 0,6 = 3,40 \text{ g o účinnosti } 95,4 \%$$

$$\text{Součin účinností se rovná } \frac{60,5 \times 71,6 \times 95,4}{100^2} = 41,4. \text{ Nalezeno } 41,5 \text{ g.}$$

$$\text{Poměr živin v pšenici po úhoru } 2,35 : 0,363 : 2,67 = 100 : 15,6 : 114.$$

$$\text{Poměr živin v pšenici po bramborách } 1,72 : 0,27 : 2,04 = 100 : 15,8 : 119.$$

Poměr živin je u obou pšenic téměř týž. (Charakterizuje rostliny z aridního klimatu.)

Pokusy s cukrovkou

Vztah hladiny živin k výnosu cukrovky je patrný z těchto dvou pokusů. Cukrovka po ozimé pšenici v Pohořelicích měla hladinu živin

$$N = 1,89 \text{ g o účinnosti } 45,8 \% (y_N = 100 (1 - 10^{-0,14 \times 1,89}) = 45,8$$

$$P = 0,36 \text{ g o účinnosti } 64,0 \% \quad \text{atd. jako u pšenice}$$

$$K = 4,52 \text{ g o účinnosti } 98,3 \%$$

$$\text{Součin účinností živin} = \frac{45,8 \times 64,0 \times 98,3 \times 10}{100^2} = 288. \text{ Nalezeno } 292 \text{ g.}$$

(Součin účinností živin se násobí deseti, protože výnosy okopanin jsou řádově desetkrát vyšší než výnosy obilovin. Píšeme také $\frac{10}{100^2} = \frac{1}{10^3}$. To platí pro všechny plodiny, u nichž se sklízí čerstvá hmota (brambory, krmná řepa, zelí, kukuřice na siláž, rybíz atd.).

Cukrovka v Ruzyni měla v chrástu nižší hladinu živin, ale výnos bulvy dala podstatně vyšší. Aby součin účinností živin byl úměrný dosaženému výnosu, je nutno zvýšit stanovenou hladinu živin ze 36 % na 100 %.

$$N = 1,09 : 0,36 = 3,04 \text{ g o účinnosti } 62,5 \%$$

$$P = 0,245 : 0,36 = 0,67 \text{ g o účinnosti } 84,0 \%$$

$$K = 1,63 : 0,36 = 4,54 \text{ g o účinnosti } 98,3 \%$$

$$\text{Součin účinností živin} = \frac{52,5 \times 84 \times 98,3}{10^3} = 515. \text{ Nalezeno } 486,2 \text{ g bulev.}$$

$$\text{Poměr živin v chrástu cukrovky v Pohořelicích} \quad 1,89 : 0,36 : 4,52 = 100 : 19 : 238$$

$$\text{Poměr živin v chrástu cukrovky v Ruzyni} \quad 1,09 : 0,245 : 1,63 = 100 : 22,6 : 150$$

Poměr živin u cukrovky v Ruzyni je příznivější než v Pohořelicích. Hladina účinného dusíku a fosforu je $1,67 \times$ vyšší u cukrovky v Ruzyni, ale také výnos je $1,67 \times$ vyšší ($292 \times 1,67 = 484 \text{ g}$). Zvýšení hladiny živin a výnosu ze 60 % na 100 % se rovná násobku 1,67. Tedy i u cukrovky klesá hladina živin v chrástu se vzrůstajícím výnosem bulvy podle téhož koeficientu 0,6 jako u pšenice. Když klesla hladina živin *N* a *P* na 60 % a *K* má 36 % proti normálu, stoupl výnos bulvy na $\frac{1}{0,6} = 1,67$ násobek, tj. ze 60 na 100 %. Nízkou hladinu živin bylo však třeba zvýšit ze 36 % na 100 %, tj. na 2,79 násobek, aby výnos byl úměrný součinu účinností živin. Když u ozimé pšenice klesla hladina živin na 75 % proti srovnávacímu normálu, stoupl výnos ze 75 % na 100 % ($31,3 : 0,75 = 41,7 \text{ g}$), avšak nízkou hladinu živin bylo třeba zvýšit ze 60 % na 100 %, tj. na 1,67 násobek, aby výnos byl úměrný součinu účinností živin. Tyto vztahy mezi hladinami živin a výnosy a mezi hladinou účinných živin a výnosy je třeba dobře si ujasnit, neboť se opakují u všech plodin.

Hustota porostu je základní otázkou zvyšování výnosů nikoliv jen u obilovin, nýbrž u všech plodin. Hustota rozhoduje také o kvalitě produktu, neboť s hustotou souvisí nejen hladina nýbrž i poměr živin. Husté porosty zpracují daleko větší množství živin než porosty řídké, velmi často upravují příznivě váhový poměr mezi asimilační hmotou a zásobními orgány, tvoří více glycidů než porosty řídké, protože mají relativní nižší hladinu dusíku a vyšší hladinu fosforu a draslíku. Tvoří více glycidů a tuku, výnosy jsou vyšší, často nadprůměrné.

V řídkém porostu jsou jednotlivé plodiny lépe vyživovány (celkové množství přijatých živin z 1 ha je ovšem nižší), přijímají více dusíku a vápníku, méně fosforu a draslíku. Tvoří více bílkovin, avšak pro relativní nedostatek fosforu a draslíku bude výnos nízký, podprůměrný. Můžeme proto z hladiny a z poměru živin v rostlinách v suchém roce usuzovat, jak odolná byla plodina v daných půdních podmínkách proti suchu, nebo také jak půdy různě zásobené humusem dovedou plodiny chránit proti přechodnému suchu. (Velké variace v obsahu živin v rostlinách, způsobené počasím, je nutno přičíst zčásti vlivu počasí na rostlinu, zčásti jeho vlivu na půdu.)

Nestačí proto srovnávat jen absolutní hladiny živin v rostlinách určité plodiny. Nutno přihlížet k hustotě porostu u všech plodin. Hustotou porostu je třeba rozumět mimo počet jedinců na jednotce plochy i rozvětvení stonku (počet květních os u ozimé řepky), počet listů u řepy (hlava jako zkrácená osa nese v příznivých podmínkách větší počet listů), přírůstky letorostů u keřů a stromů atd. U přehoustlého porostu neklesá hladina živin pod určité minimum. Obvykle je to dusík, který se dostane do minima, zmenší se růst jednotlivých rostlin, vedlejší meristémy nejsou zakládány, ale příjem ostatních živin fosforu a draslíku neustane a proto se projeví ve tkáních v relativně vysoké koncentraci (viz dále jarní ječmen po lnu). Obecně platí, že vždy, kdykoliv je růst rostliny potlačen nedostatkem vnějších faktorů, například vody nebo teploty, stoupne vnitřní koncentrace živin. To platí také tehdy, je-li slabý vývoj rostliny zaviněn nedostatkem některé živiny — zejména dusíku.

Badatelé pracující s rozbořem rostlin se mylně domnívali, že u každé plodiny lze nalézt standardní hladinu živin, která dá určitý pokusem stanovený výnos a že všechny $\pm$ odchylky v hladinách tří (či více) živin budou znamenat $\pm$ výkyvy ve výnosech. Již pouhé dva pokusy s ozimou pšenicí a s cukrovkou ukazují, že přírůstky nebo úbytky koncentrace živin v rostlinách jsou jednou v přímé a podruhé v nepřímé korelaci k přírůstkům výnosů a že bude třeba teprve vyřešit obecné vztahy, jimiž se rostlina řídí při tvorbě výnosů z přijatých živin. Vždyť hladina žádné živiny není absolutní hodnotou. Například 310 mg fosforu na 100 g sušiny neznamena, že rostlina některé plodiny je fosforem dostatečně zásobena. Vždy bude nutno přihlížet i k ostatním faktorům, zejména k hladině dusíku a draslíku a k velikosti výnosu. Může se také stát, že rostlina bude vykazovat při stejné hladině živin podstatně odlišné výnosy, neboť stupňovaným hnojením bude kryt případný pokles hladiny, způsobený rozvojem růstu plodiny.

Například jarní ječmen v Borovecích

měl hladinu živin $N : P : K = 1,87 \text{ g} : 0,39 \text{ g} : 2,74 \text{ g}$

a dal výnos zrna 27,3 q na 1 ha podle vzorce

$$N = 4P \times \frac{K}{N} \times 0,288 = 65,76 \text{ kg}$$

$$V = 65,76 : 2,4 = 27,4 \text{ q}$$

Jarní ječmen v Ivanovicích

měl hladinu živin $= 1,78 \text{ g} : 0,38 \text{ g} : 3,08 \text{ g}$

a dal výnos zrna 52,7 q na 1 ha podle vzorce

$$N = 4P \times 0,8 \times \frac{0,6 K}{N} = 126,46 \text{ kg}$$

$$V = 126,46 : 2,4 = 52,7 \text{ q}$$

Hladina živin v rostlinách ječmenů z obou stanovišť je téměř táž. Stejná je i rovnice pro výpočet výnosů

$$N_{uč} = 4P \times \frac{K}{N}$$

jen koeficient využitelnosti dusíku je u ječmene z aridní oblasti Borovců nižší ($f = 0,288$) než u ječmene ze semihumidní oblasti Ivanovic ($f = 0,6$). Podíl

$$\frac{f_{Poh}}{f_{Iv}} = \frac{0,288}{0,6} = 0,48$$

To znamená, že ječmen v Ivanovicích lépe odnožil a vytvořil bohatší klas a zrno, čímž vznikl výnosový rozdíl

$$\text{v } q/\text{ha } 52,7 - 27,3 = 25,4 \text{ } q$$

$$\text{a v } \% 25,4 : 52,7 = 48 \%$$

(Způsob výpočtu výnosu z hladiny a poměru živin v rostlině je uveden dále.)

Ječmeny vykazují sice zcela nepatrné rozdíly v hladině a v poměru živin, ale vysoký rozdíl ve výnosech zrna, protože silně odnožená odrůda v Ivanovicích (v humidnějším klimatu a na hluboké půdě) dovedla vyrovnat hladinu živin na stejnou výši jako řídký ječmen v Pohořelcích.

Neexistují tedy standardní hladiny živin u jednotlivých plodin, i když zkušený vyzivář dovede z rozboru rostlin rozlišit od sebe jednotlivé plodiny i určit poměrně spolehlivě podmínky, za kterých analyzovaná plodina se vyvíjela. Lagatu a Maume jsou toho názoru, že každý druh plodin má typické složení, od kterého se může pouze slabě odchylovat. Rozborem mnoha druhů jsme poznali, že hladina živin je pro jednotlivé druhy dost typická, lépe však charakterizuje druhy poměr živin v rostlině a zcela typickým je způsob, jak jednotlivé druhy využívají v různém poměru přijaté živiny pro tvorbu generativních orgánů. Jen proto lze používat rozboru rostlin jako diagnostického indexu, že každému údaji o koncentraci živin a jejich vzájemném poměru odpovídá jen jediná možná výnosová reakce, která je pro analyzovaný druh plodiny typická. Proto také je třeba nejprve vypočítat z hladiny živin výnos plodiny (najít korelaci vnitřní koncentrace živin k výnosu) a potom teprve je možné dělat závěry o správném hnojení předplodiny a vypracovat směrnice pro hnojení následných plodin.

Vliv různého poměru živin na výnos plodin

Důležitý je poměr živin v rostlině. Z rovnice pro výpočet účinnosti živin vyplývá, že rostlina bude obsahovat tím menší množství (počet) atomů určitého prvku, čím bude jeho účinnost vyšší. Například na 50%ní účinnosti jednotlivých živin je třeba $N = 2,15 \text{ } q$, $P = 0,245 \text{ } q$ a $K = 0,775 \text{ } q$, podle vzorce účinnosti:

$$y_N = 50 \% = 100(1 - 10^{-0,14 \times 2,15})$$

$$y_P = 50 \% = 100(1 - 10^{-1,24 \times 0,245})$$

$$y_K = 50 \% = 100(1 - 10^{-0,39 \times 0,775})$$

Abychom zjistili, kterých živin je v rostlině víc a kterých méně, nutno provést rozbor celé rostliny (nebo alespoň celé nadzemní části) a nikoliv pouze listů, v nichž je jakýsi neurčitý podíl z celkového množství přijatých živin. Měl by tudíž poměr živin v rostlině být reciprokou hodnotou jejich účinnosti.

$$\text{V miligramatomech} \quad N : P : K = \frac{1}{14} : \frac{1}{124} : \frac{1}{39} = 7,16 : 0,81 : 2,6$$

$$\text{Je-li dusíku } 100 \text{ mgat} \quad N : P : K = 100 : 11,2 : 36$$

$$\text{v poměrné váze prvků (mg)} \quad N : P : K = 100 : 25 : 100$$

$$\text{v poměrné váze oxidů (mg)} \quad N : P_2O_5 : K_2O = 100 : 56 : 120$$

Autorův názor, že základní poměr tří hlavních živin je u všech rostlin týž a že odchylky od tohoto základního poměru jsou nezdůvodnitelné, zaviněny nevyrovnaným poměrem živin v půdě, nejčastěji jsou ovlivněny proměnlivostí klimatických podmínek (včetně vlivu na půdu) a konečně druhovými a odrůdovými požadavky plodin na živiny v různých fázích růstu, nebyl uznán za dostačující pro zdůvodnění nalezených poměrů živin u různých plodin.

Během doby jsme zjistili, že rostliny z řídkých porostů, tj. s poměrně velkou vyživovací plochou, mají živiny v harmonickém nebo jemu velmi blízkém poměru:

jarní ječmen $N : P : K = 1 : 0,245 : 1,13$

ozimá pšenice $N : P : K = 1 : 0,23 : 1,02$

pýr $N : P : K = 1 : 0,25 : 1,00$

Pokud se však některé plodiny šlechtí na vyšší výnos a volí se pro ně vhodnější půdy s příznivějšími klimatickými poměry, potom se nezbytně mění i poměr přijatých živin ve prospěch těch živin, které podmiňují jejich vyšší produkci. Zde je však nutno zdůraznit, že změny v hladině a v poměru živin nejsou nahodilé podle náhodného obsahu přístupných živin v půdě a podle náhodného průběhu klimatických vlivů, nýbrž že rostliny řídí resorpci živin v určitých kvantech nezbytných pro tvorbu organických látek na rozšířený rozvoj svého organismu. Proto nemůžeme z výsledků rozboru půd s jistotou usuzovat na výši výnosu plodin, ale vždy můžeme z hladiny živin v rostlině usuzovat na příčiny, které působily, že živiny v půdě byly v dané míře využity. Tento poznatek přispěje k hlubšímu hodnocení výsledků rozboru půd a pomůže při odstraňování příčin snižujících efektivnost hnojení.

Při hodnocení výsledků rozboru všech plodin včetně ovocných vycházíme ze základního poměru živin:

$$100 N : 25 P : 100 K$$

Z odchylek od tohoto poměru usuzujeme na vlivy prostředí působící na množství přijatých živin, kterého plodina využila pro tvorbu zrna nebo jiných zásobních orgánů plodiny (hledáme vztah mezi hladinou a poměrem živin v rostlině a mezi výnosem). Jako příklad uvedeme výsledky rozboru jarního ječmene z pokusu, který byl proveden ve VÚRV v Borovcích v roce 1955 na honu IX/4.

Hladina živin v rostlině	1,87 g N	0,39 g P	2,74 g K
poměr živin v prvech	100 N	21 P	147 K
poměr živin v oxydech	100 N	50 P ₂ O ₅	180 K ₂ O
účinnost živin	45,3 %	66,6 %	90,8 %
součin účinností živin	$\frac{45,3 \times 66,6 \times 90,8}{100^2} = 27,4$		

Skutečný výnos činil

27,5 q zrna na 1 ha.

Výsledky výpočtu výnosů z účinnosti živin v rostlině lze kontrolovat výpočtem výnosu z relativních vztahů hladiny živin. Pro tvorbu výnosu zrna potřebuje totiž obilovina živiny v harmonickém poměru. Skutečný poměr živin v rostlině je však odlišný od harmonického poměru a proto rostlina využije na tvorbu zrna jen onen podíl jednotlivých živin, který může uvést do vyrovnaného poměru a zbytek živin slouží k tvorbě slámy nebo k tvorbě látek, které mění jen jakost zrna, nikoliv výnos, nebo které jako přebytkové zůstávají v slámě. Porovnejme harmonický poměr a skutečný poměr živin

$$100 N : 25 P : 100 K$$

$$100 N : 21 P : 147 K$$

Hladina fosforu v porovnání k dusíku je v minimu, činí pouze 84 % z požadovaného poměru. Hladina draslíku v porovnání k dusíku je v nadbytku. Nedostatek fosforu dovoluje plodině, aby využila jen 84 % z dusíku k tvorbě zrna, to je

$$1,87 \text{ g} \times 0,84 = 1,57 \text{ g dusíku} = 0,39 \text{ P} \times 4 = 1,56 \text{ g N.}$$

Zkrácené množství účinného dusíku se v tomto případě rovná čtyřnásobku hladiny fosforu. Až potud by platil Liebigův zákon minima. Nadbytek draslíku v rostlině působí však, že rostlina vydá více dusíku a fosforu na tvorbu slámy, úměrně nadbytku draslíku, a na zrno zůstane nepřímo úměrný podíl živin, to je $\frac{100}{147} = 0,68$. Proto se dále zkrátí množství účinného dusíku na $1,56 \times 0,68 = 1,06$ g dusíku. Tedy jak fosfor v minimu, tak draslík v maximu snižují množství dusíku, využitelného pro tvorbu zrna.

Pro výpočet výnosu zrna je třeba převést hladinu dusíku v rostlině vyjádřenou v g/100 g sušiny na rostlinou přijaté množství dusíku kg/ha. Převodový koeficient činí u všech plodin $\frac{600.000}{1.000.000} = 0,6$. Živiny v půdě také převádíme z mg/100 g na kg/ha koeficientem $30 = \frac{30.000.000}{1.000.000}$. S koeficientem 0,6 se ještě mnohokrát setkáme při zjišťování vztahu mezi hladinou živin v rostlině a obsahem živin v půdě.

V našem případě činila hladina využitelného dusíku pro tvorbu zrna 1,06 g na 100 g sušiny hmoty. Celkem přijal ječmen

$$1,06 \times 0,6 = 63,6 \text{ kg dusíku na } 1 \text{ ha.}$$

Na 1 q zrna (včetně slámy) potřebuje ječmen 2,4 kg N, proto vytvořil z přijatého dusíku $63,6 : 2,4 = 26,5$ q zrna. Skutečný výnos = 27,3 q.

Můžeme nyní vyjádřit vztah hladiny a poměru živin k výnosu takto: Na tvorbě zrna se účastní jen živiny vyrovnané rostlinou do harmonického poměru. Živina, která je v poměru k dusíku v minimu, snižuje přímo úměrně a živina v nadbytku snižuje nepřímo úměrně množství rostlinou využitelného dusíku na tvorbu zrna. Plodina, která má živiny ve vyrovnaném poměru, dává výnos, který je přímo úměrný hladině kterékoliv živiny a výnos slámy je v optimálním poměru k výnosu zrna. Při nevyrovnaném poměru živin v rostlině spotřebuje plodina tím větší podíl živin na tvorbu nadbytku slámy, čím nevyrovnanější je poměr živin zejména $N : K : P$.

Vztah hladiny a poměru živin k výnosu lze vyjádřit matematickou formulí

$$N_{\text{úč}} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{K} = 1,87 \times \frac{0,39 \times 4}{1,87} \times \frac{1,87}{2,74} = 1,06$$

$$V = \frac{N_{\text{úč}} \times 0,6}{N_s} = \frac{1,06 \times 0,6}{2,4} = 26,5 \text{ q}$$

$N_{\text{úč}}$ = množství účinného dusíku v rostlině,

V = výnos zrna,

N_s = spotřeba dusíku na 1 q zrna plodiny.

U sladovnického ječmene můžeme vzít za základ

vyrovnaného poměru $100 \text{ N} : 25 \text{ P} : 167 \text{ K}$

Poměr v rostlině činí $100 \text{ N} : 20,9 : 147$

to je v procentech $100 : 83,4 : 88,4$.

$$N_{\text{úč}} = 1,87 \times 0,834 \times 0,884 \times 0,8 = 156 \times 70,72 = 110 \text{ kg}$$

$$V = \frac{110 \times 0,6}{2,4} = 66 : 2,4 = 27,5 \text{ q}$$

Při harmonickém poměru by nabyla rovnice tvaru

$$N_{\text{úč}} = N \cdot 1 \cdot 1 = N$$

$$V = N : N_s$$

Například ozimá pšenice v Ivanovicích měla v roce 1955 hladinu živin

$$1,02 \text{ g } N \quad 0,26 \text{ g } P \quad 1,91 \text{ g } K = 100 : 25,6 : 187$$

Oдноžením sníženou hladinou živin zvýšíme ze 60 % na 100 %.

$$N = 1,02 \text{ g} : 0,6 = 1,70 \text{ g } N$$

$$4P = 1,04 \text{ g} : 0,6 = 1,73 \text{ g } 4P$$

$$K = 1,91 \text{ g} : 1,0 = 1,91 \text{ g } K$$

Protože hladina dusíku je nižší, než odpovídá harmonickému poměru fosforu a draslík nepůsobil na zvýšenou tvorbu slámy, protože dusík byl v minimu, nabyl vzorec pro $N_{\text{úč}}$ tohoto tvaru:

$$N_{\text{úč}} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{4P}{N} = \frac{(4P)^2}{N} = \frac{1,73^2}{1,70} = 1,77 \text{ g}$$

$$V = 1,77 : 3 = 59,0 \text{ g zrna na } 1 \text{ ha.}$$

$$\text{Skutečný výnos} = 59,3 \text{ g.}$$

(V přiloženém přehledu vzorců pro výpočet $N_{\text{úč}}$ nalezneme, že vzorec $\frac{(4P)^2}{N}$ platí tenkrát, když $4P < 0,6 K$ nebo když $4P = 0,6 K$.)

Harmonický (nebo harmonickému velmi blízký) poměr živin znamená tudíž maximální výnos zrna, nejehospodárnější poměr zrna ke slámě, a jak se ještě přesvědčíme, nejlepší jakost produktu.

Jsou-li dusík a draslík ve vyrovnaném poměru a fosfor je v minimu, je výnos úměrný hladině fosforu. Například ozimá pšenice v Pohořelcích měla v roce 1954 hladinu živin

$$N = 2,43 \text{ g} = 100 \%$$

$$P = 0,40 \text{ g} = 16,6 \%$$

$$K = 2,48 \text{ g} = 100 \%$$

$$N_{\text{úč}} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{K} = 4P = 1,6 \text{ g.}$$

Porost však byl velmi řídký a množství účinného dusíku činilo $1,6 \text{ g} \times 0,6 = 0,96 \text{ g}$.

Přepočteno na kg/ha , přijala pšenice $0,96 \times 0,6 = 57,6 \text{ kg } N/\text{ha}$.

$$V = 57,6 \text{ kg} : 3 = 19,2 \text{ g}$$

$$\text{Skutečný výnos činil } 19,5 \text{ g.}$$

Závěr z rozboru ozimé pšenice: nízká hladina živin ve vyrovnaném poměru znamená hustý porost, růst v příznivých podmínkách a vysoký výnos zrna. Vysoká hladina živin, fosfor v minimu a dusík s draslíkem ve vyrovnaném poměru znamená růst v nepříznivých podmínkách (nedostatek vláhy), řídký porost, nízký výnos zrna.

Nemůžeme zde uvádět tisíce rozborů, jak žádá kritika, abychom prokázali, že výnos je funkcí součinu účinnosti živin a také množství účinného dusíku, které lze stanovit z hladiny a poměru živin. Proto se omezíme na pokusy, které vykazují charakteristické vztahy hladiny živin k výnosu ječmene a některých hlavních plodin. Podrobně o dalších plodinách bude pojednáno v III. části závěrečné zprávy.

Jarní ječmen

1. Pokus v Hrádku v roce 1956 na honu III./2.

Hladina živin v rostlině $1,34 \text{ g N} : 0,6 = 2,23 \text{ g N}$ o účinnosti 51,3,

$0,31 \text{ g P} : 0,6 = 0,52 \text{ g P}$ o účinnosti 77,2,

$2,11 \text{ g K} : 0,8 = 2,64 \text{ g K}$ o účinnosti 90,9.

Součin účinností živin $\frac{51,3 \times 77,2 \times 90,9}{100^2} = 36$.

Skutečný výnos činil $36,3 \text{ q/ha}$.

Protože účinnost $1,34 \text{ g N}$ činí 35 % a nedosahuje výše výnosu, zvýšila se hladina N a P ze 60 % na 100 %. Hladina draslíku se zvýšila z 80 % na 100 %, protože jeho poměr k dusíku přesahuje 125 % a nedosahuje 167 %. Zvýšenou hladinu značíme čárkou pod symboly živin $\underline{N} \underline{P} \underline{K}_{0,8}$.

Z poměru živin dostaneme výnos

$$N_{\text{úč}} = N \cdot \frac{N}{K} = 2,23 \times 0,64 = 1,45$$

$$V = \frac{1,45 \times 0,6}{2,4} = \frac{87}{2,4} = 36,3 \text{ q}$$

Skutečný výnos činil $36,3 \text{ q}$.

Protože $N(=)4P$, vypočítáme $N_{\text{úč}}$ ze vzorce $N \cdot \frac{N}{K}$ (když $\frac{4P}{N} = 1$). Obecně platí, že rostlina nereaguje na malé rozdíly v hladině živin a tvoří výnosy podle té živiny, jejíž hladina je vyšší. Nejčastěji se tímto způsobem uplatňuje malý přebytek fosforu $\left(\frac{(4P)^2}{K}\right)$, méně často malý přebytek dusíku $\left(\frac{N^2}{K}\right)$, a jen v málo případech je výnos úměrný hladině draslíku (viz přílohu 1 „Vzorce pro výpočet $N_{\text{úč}}$ “).

2. Pokus s jarním ječmenem v Zahrádkách v roce 1954 na honu AII.

Z koeficientů účinnosti živin byl vpředu vyvozen harmonický poměr živin $100 \text{ N} : 25 \text{ P} : 100 \text{ K}$. Ječmen šlechtěný na vyšší výnos a vyšší obsah glycidů obsahuje v poměru k dusíku až 167 % i více draslíku ($100 : 25 : 167$). Tak průměrný obsah živin v rostlině z 68 pokusů s jarním ječmenem (viz v příloze) je v poměru $100 \text{ N} : 23 \text{ P} : 163 \text{ K}$, tedy v poměru velmi blízkém předpokládanému. Pro tvorbu výnosu zrna vyrovnává rostlina hladinu živin vždy do harmonického poměru.

Je-li součin účinností živin nižší než dosažený výnos zrna, zvýšíme hladinu živin na 125 % nebo na 167 %. Místo násobku 1,25 použijeme dělitele 0,8 ($100 : 0,8 = 125$), místo násobku 1,67 použijeme dělitele 0,6 ($100 : 0,6 = 167$). Dělitel může mít hodnotu 0,8 — 0,6 — 0,48 — 0,36 — 0,288 — 0,216 atd. tj. $0,6 - 0,6 \times 0,8 - 0,6^2 - 0,6^2 \times 0,8 - 0,6^3 - 0,6^3 \times 0,8$ atd.

Hladina živin v rostlině jarního ječmene v Zahrádkách činila

$1,45 \text{ g N} : 0,8 = 1,81 \text{ g}$ o účinnosti 44,1 %

$0,32 \text{ g P} : 0,8 = 0,40 \text{ g}$ o účinnosti 67,8 %

$1,97 \text{ g K} : 0,8 = 2,46 \text{ g}$ o účinnosti 89,0 %

Součin účinností živin $= 44,1 \times 0,678 \times 0,89 = 26,6$

Skutečný výnos činil $26,4 \text{ q}$ zrna na 1 ha .

Kontrolní výpočet výnosu z poměru živin (100 : 22 : 136) provedeme obdobně jako u předcházejícího pokusu, kde $N_{úč} = \frac{N^2}{K}$

$$\frac{N^2}{K} = \frac{1,45^2}{1,97} = 1,067 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,067 \times 0,6}{2,4} = \frac{64,02}{2,4} = 26,7 \text{ q}$$

Skutečný výnos činil 26,4 q zrna na 1 ha.

Rostlina zdánlivě nereagovala na sníženou hladinu fosforu, ve skutečnosti je pokles účinného dusíku způsobený nedostatkem fosforu zahrnut v úbytku způsobeném draslíkem v nadbytku. Odtud i vzorec $\frac{N^2}{K}$ místo $\frac{4PN}{K}$.

Oba početní způsoby pro zjištění výnosu zrna se vzájemně doplňují v informaci o tvorbě výnosu. Součin účinnosti živin udává koncentraci živin v půdě, ovlivňující výnos, a poměr živin ukazuje, jak (kvantitativně) ovlivnila hladina určité živiny výnos zrna. O prvním vztahu bude ještě podrobně pojednáno.

3. Pokus s jarním ječmenem v Hrádku v roce 1955 na honu VIII.

Zvýší-li se hladina dusíku a fosforu o 67 %, hladina draslíku se nezvyšuje, je-li jeho poměr k dusíku širší než 1,67.

Hladina živin v rostlině:

$$1,26 \text{ g N} : 0,6 = 2,10 \text{ g N o účinnosti } 49,2 \%$$

$$0,34 \text{ g P} : 0,6 = 0,57 \text{ g P o účinnosti } 79,5 \%$$

$$2,66 \text{ g K} > 2,1 \text{ g N proto } 2,66 \text{ g K o účinnosti } 90,8 \%$$

$$\text{Součin účinnosti živin } 49,2 \times 0,795 \times 0,908 = 35,5.$$

$$\text{Skutečný výnos zrna činil } 34,8 \text{ q na } 1 \text{ ha.}$$

Živiny jsou v poměru $N : 4P : 0,6 K = 1,26 : 1,36 : 1,60$

$$N = 100 \quad 100 : 108 : 127$$

$$P = 100 \quad 92,5 : 100 : 118$$

$$K = 0,8 K \quad 92,5 : 100 : 94$$

$$\text{Vypočteme } N_{úč} = \frac{4PN}{K} = 4P = 1,36 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,36 \times 0,6}{2,4} = \frac{81,6}{2,4} = 34 \text{ q}$$

Skutečný výnos 34,8 q.

Z rovnice vyplývá tento zajímavý poznatek o tvorbě výnosu zrna jarního ječmene: je-li hladina draslíku v rostlině vyšší než 1,67 násobek dusíku, neovlivňuje již nadbytek draslíku výnos zrna.

$$\text{Potom } N_{úč} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{N} \times 0,6 = 4P \times 0,6 = 1,36 \times 0,6 = 0,816 \text{ g N.}$$

$$\text{Nebo také } N_{úč} = 4P \frac{N}{0,48 K} = 1,36 \cdot \frac{1,26}{1,27} = 1,36 \text{ g N.}$$

4. Pokus s jarním ječmenem v Pohořelících v roce 1955 na honu B. V.

Podle dosavadních směrnic můžeme vyřešit vztah hladiny živin k výnosu i za velmi extrémních podmínek růstových.

Hladina živin v rostlině 1,11 g N 0,72 g P 3,29 g K.

Poměr živin v prvech 100 : 65 : 296.

Jeví se tudíž v rostlině vysoký nadbytek fosforu a draslíku. Zvýšíme-li hladinu dusíku o 67, %, změní se poměr živin na

$$100 N : 35,3 : 178,$$

ve kterém je ještě fosfor v nadbytku. Abychom dostali harmonický poměr živin, můžeme hladinu fosforu násobit 0,8 a obdržíme

poměr 100 : 26,2 : 178 = 1,85 : 0,576 : 3,29

o účinnosti 44,9 %, 80,2 %, 94,3 %

Součin účinností živin $44,9 \times 0,802 \times 0,942 = 34$.

Skutečný výnos zrna činil 34,3 q na 1 ha.

Uvedený příklad je důkazem zákonité tvorby výnosů zrna jarního ječmene, ale také správnosti našich tezí o účinnosti živin, její závislosti na atomové váze prvků a zejména o harmonickém poměru živin. Výpočtem výnosu z poměru živin se přesvědčíme, zda byla účinnost správně stanovena.

Podle rovnice $\frac{4PN}{K}$, ve které $K = \frac{N}{0,6}$, vypočítáme

$$N_{\text{úč}} = \frac{4PN}{N} \cdot 0,6 = 4P \cdot 0,6 = 2,30 \times 0,6 = 1,38 \text{ g}$$

$$V = \frac{138 \times 0,6}{2,4} = \frac{82,9}{2,4} = 34,5 \text{ q zrna}$$

Skutečný výnos činil 34,3 q zrna na 1 ha.

Kdybychom však chtěli odvodit výnos zrna z původní hladiny živin v rostlině, bylo by nutno zcela disharmonický poměr živin vyrovnat na harmonický tak, že bychom hladinu fosforu snížili na 48 % a hladinu draslíku na 60 %. Dostali bychom tento poměr účinných živin:

$$1,11 \text{ g N} = 100 \%$$

$$0,72 \text{ g P} \times 0,48 = 0,346 \text{ g P}, \quad 4P = 1,384 \text{ g} = 125 \% \text{ z N}$$

$$3,29 \text{ g K} \times 0,6 = 1,974 \text{ g K} = 178 \% \text{ z N}$$

Uvedli jsme u předešlého pokusu, že nadbytek draslíku nad 167 % z hladiny dusíku neovlivňuje již ani negativně výnos zrna. Proto bude

$$N_{\text{úč}} = \frac{1,25 N}{1,67} = \frac{1,11 \times 1,25}{1,67} = 1,11 \times 0,747 = 0,829 \text{ q N}$$

$$V = 82,9 \text{ kg N} : 2,4 = 34,5 \text{ q.}$$

Skutečný výnos 34,3 q.

Z rovnice vyplývá nový velmi závažný poznatek pro hnojařskou praxi, že nadbytek fosforu až do 125 % v poměru k dusíku působí na výnos pozitivně a draslík v přebytku nad 167 % nepůsobí již negativně, čili poměr 100 N : 167 K jest u jarního ječmene $100 : 167 \times 0,6 = 1$, to jest vyrovnaný poměr.

5. Pokus s jarním ječmenem v Ivanovicích v roce 1955 na honu A V.

Pokusíme se vyšetřit, jak jarní ječmen tvoří vysoké výnosy. Hladina živin v rostlině

$$1,78 \text{ g } N : 0,6 = 2,97 \text{ g } N \text{ o účinnosti } 61,6 \%$$

$$0,38 \text{ g } P : 0,6 = 0,633 \text{ g } P \text{ o účinnosti } 83,1 \%$$

$$3,08 \text{ g } K : 0,6 = 5,13 \text{ g } K \text{ o účinnosti } 98,9 \%$$

$$\text{Součet účinností živin } 61,6 \times 0,831 \times 0,989 = 50,6.$$

$$\text{Skutečný výnos činil } 52,7 \text{ q zrna na } 1 \text{ ha.}$$

Prvním předpokladem vysokého výnosu ječmene je dobře odnožený porost s vysokou hladinou živin.

$$\text{Poměr živin v rostlině } N : P : K = 1,78 : 0,38 : 3,08$$

$$\text{v } \% \quad 100 : 21,3 : 173$$

$$N : 4P : 0,6 K = 1,78 : 1,52 : 1,85$$

Vypočteme množství účinného dusíku podle známých zásad:

$$N_{\text{úč}} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{4P}{K} = \frac{(4P)^2}{K} = \frac{1,52^2}{1,85} = 1,25 \text{ g } N$$

$$V = 125 : 2,4 = 52,1 \text{ q skutečný výnos } 52,7 \text{ q/ha.}$$

Nedostatek fosforu snížil množství dusíku využitého na tvorbu zrna ze 178 kg na 125 kg na 1 ha. Malou dávkou granulovaného superfosfátu bylo by možno zvýšit hladinu fosforu do vyrovnaného poměru s dusíkem. Nadbytečná dávka superfosfátu by mohla snížit počet odnoží. Jakou agrotechniku je třeba volit, abychom dosahovali vysokých sklizní, bude uvedeno v další části práce.

6. Pokus s jarním ječmenem v Ivanovicích v roce 1955 na honu A X.

Stejně vysokého výnosu zrna bylo dosaženo při podstatně nižší hladině dusíku a draslíku a při vyšší hladině fosforu.

Hladina živin v rostlině

$$1,44 \text{ g } N : 0,48 = 3,00 \text{ o účinnosti } 62,0 \%$$

$$0,36 \text{ g } P : 0,48 = 0,75 \text{ o účinnosti } 87,5 \%$$

$$2,77 \text{ g } K : 0,8 = 3,48 \text{ o účinnosti } 95,5 \%$$

$$\text{Součin účinností živin } 62 \times 0,875 \times 0,955 = 51,8.$$

$$\text{Skutečný výnos } 49,3 \text{ q zrna na } 1 \text{ ha.}$$

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P N}{K} = \frac{3,0 \times 3,0}{3,5} = 2,60 \text{ g } N$$

$$V = \frac{2,60 \times 0,6 \times 0,8}{2,4} = 52 \text{ q}$$

$$\text{Skutečný výnos } 49,3 \text{ q.}$$

Z účinnosti i z poměru živin vychází výnos 52 q zrna na 1 ha. Skutečný výnos činil 49,3 q. Rozdíl ve výši 5 % nemohl být dodatečně vyšetřen. Může se jednat o předčasně podtržený porost. Pokus svědčí o tom, že při silnějším odnožení a při vyrovnaném hnojení stačí nižší hladina dusíku v rostlině pro dosažení stejně vysokého výnosu jako v pokusu č. 5.

7. Pokus s jarním ječmenem v Turč. Petru v roce 1954 na honu V.

Pokus prokazuje, že i pro zcela polehlé obilí platí zásady o tvorbě zrna z vyrovnaného poměru živin.

Hladina živin v rostlině	2,92 g N	0,63 g P	2,70 g K.
Poměr živin	100	22	93

$$N_{úč} = 4 P \frac{N}{K} = 4 P = 2,52 \text{ g N} \quad \left(\frac{N}{K} = 1 \right)$$

$$V = \frac{2,52 \times 0,64}{2,4} = \frac{2,52 \times 0,13}{2,4} = 32,76 : 2,4 = 13,65$$

Skutečný výnos 13,6 g zrna na 1 ha

Z hladiny živin v rostlině dá se usuzovat, že nepolehlý porost by dal výnos $\frac{2,52 \text{ g N} \times 0,36}{2,4} = 37,8 \text{ g}$ zrna na 1 ha, to je více o $37,8 - 13,65 = 24,15 \text{ g}$.

Ztráty zrna působené poléháním mohou být velmi vysoké, podle fáze růstu, v níž obilí polehlo. Ztráty lze snížit především zvýšenou dávkou fosforu a draslíku, snížením dávky dusíku, po případě jejím včasným a hlubším zaděláním do půdy při přípravě k setí. Hnojíme-li na vyšší výnosy, je nutno zjistit, zda půdní zásoba živin odpovídá plánovanému výnosu. Od čerstvého hnojení nemůžeme očekávat takový účinek jako od staré zásoby.

8. Pokus s jarním ječmenem v Borovcích v roce 1955 na honu IX./2.

V některých případech je nutno upravovat stanovenou hladinu živin v rostlině jen se zřetelem na harmonický poměr živin, to znamená, že hladinu každé živiny násobíme jiným koeficientem. Výpočtem výnosu z poměru živin zkontrolujeme, zda jsme při stanovení účinnosti živin postupovali správně.

Hladina živin v rostlině:

$$1,63 : 0,8 = 2,04 \text{ g N o účinnosti } 48,3 \%$$

$$0,32 : 0,6 = 0,533 \text{ g P o účinnosti } 77,6 \%$$

$$2,68 : 0,8 = 2,144 \text{ g K o účinnosti } 85,7 \%$$

$$\text{Součin účinností živin } 48,3 \times 0,776 \times 0,857 = 32,1.$$

Skutečný výnos 32,3 g zrna na 1 ha.

$$\text{Poměr živin v rostlině } 1,63 : 0,32 : 2,68 = 100 \quad 20 \quad : 164.$$

$$\text{Zvýšení hladiny živin } 2,04 : 0,533 : 2,14 = 100 : 26,4 : 105.$$

$$N_{úč} = 4 P \frac{N}{K} = 4 P = 0,533 \times 4 = 2,132 \quad \left(\frac{N}{K} = 1 \right)$$

$$V = \frac{2,132 \times 0,36}{2,4} = \frac{76,8}{2,4} = 32 \text{ g}$$

Skutečný výnos 32,3 g na 1 ha.

Z původní hladiny živin vypočteme

$$N_{úč} = \frac{4 P N}{0,6 K} = 4 P \left(\frac{N}{0,6 K} = 1 \right)$$

$$V = \frac{4 P \cdot 0,6}{N_s} = \frac{128}{2,4} \times 0,6 = \frac{76,8}{2,4} = 32 \text{ g}$$

Byla tudíž účinnost živin stanovena správně.

Uvedli jsme několik příkladů způsobu výpočtu výnosů z hladiny živin podle jejich účinnosti a vzájemného poměru u jarního ječmene, ozimé pšenice a cukrovky, který lze analogicky použít i u ostatních plodin. Bylo kriticky poukazováno na to, že při jiné kombinaci koeficientů 0,8 a 0,6 u jednotlivých hladin živin se vždy přiblížíme s větší nebo menší diferencí ke skutečnému výnosu a že tudíž jsou výpočty výnosů spekulativní a k tomu ještě provedené ex post. Kontrolní výpočty výnosů z poměru živin znemožňují však jakoukoliv libovůli v postupu při výpočtu účinnosti živin.

Vyšetřená závislost výnosů na hladině živin v rostlině je sice novým poznatkem, který má jistě svou původností značnou teoretickou cenu, není však ještě novou metodou pro stanovení potřeby hnojení. Plný význam těchto studií o vztahu výnosu k hladině živin v rostlině bude zřejmý teprve z dalšího výkladu o vztahu hladiny živin v rostlině k obsahu pohotových živin v půdě. Bez této metodické přípravy, která si vyžádala velkého úsilí a mnoha času, nebylo možno uspokojivě vyřešit výzkumné úkoly z výživy rostlin.

Vztahy mezi hladinou živin a výnosem byly vyřešeny u všech hlavních plodin a jsou v hlavních zásadách u všech plodin stejné. Vlivem počasí a půdy přijímá každá plodina živiny v určitém pro ni charakteristickém poměru, který je nutno znát a při vyměřování dávek hnojiv k němu přihlížet.

O číselné stanovení živiny v minimu nebo ve škodlivém maximu bylo usilováno od dob Liebigových dodnes. Kvantitativně definovat harmonický poměr živin v rostlině nikdo nedovedl. Výsledky této výzkumné práce dávají vědnímu oboru výživy rostlin exaktní metodu, která umožňuje vyjadřovat fyziologické jevy v matematických rovnicích. Dosavadní sporné otázky v tomto problému byly vysvětleny a přestaly být spornými.

Rozbor rostlin jako metoda výzkumu výživy rostlin

V roce 1954 dala cukrovka na třech pokusných místech stejný výnos, avšak výnosy následné plodiny v roce 1955, jarního ječmene, se podstatně lišily. Máme zjistit příčiny poklesu výnosů:

Pokusné místo	Výnos cukrovky roku 1945 v q	Výnos zrna jar. ječmene roku 1955 v q
Ivanovice na Hané	353	46,0
Borovce u Píšťan	355	36,2
Pohořelice u Brna	342	29,8

Hladina živin v rostlině	N	P	K	Poměr	N	P	K
v Ivanovicích	1,71	0,32	3,08	100	18,7	180	
v Borovecích	1,89	0,32	2,71	100	16,9	143	
v Pohořelicích	1,44	0,27	2,58	100	18,7	179	

Výpočet výnosu

Ivanovice:

$$N_{\text{úč}} = N \times \frac{4 P \times 1,25}{N} \cdot \frac{K}{N} = K$$

$$V = \frac{K \times 0,36}{2,4} = \frac{3,08 \times 0,36}{2,4} = 111 : 2,4 = 46,2 \text{ q}$$

Skutečný výnos 46,0 q/ha.

Borovce:

$$N_{\text{úč}} = 4P \frac{N}{K} = 1,28 \times \frac{1,89}{2,71} = 1,28 \times 69,7 = 89,2 \text{ kg}$$

$$V = 89,2 : 2,4 = 37,1 \text{ q}$$

Skutečný výnos 36,2 q zrna na 1 ha.

Pohořelice:

$$N_{\text{úč}} = 4P \frac{N}{K} = 0,8 N = 4P \cdot \frac{179}{167} = 1,15$$

$$V = \frac{1,15 \times 0,6}{2,4} = \frac{69}{2,4} = 29 \text{ q}$$

Skutečný výnos 29,8 q.

II. Hladina živin v půdě (N stanoven z výnosu předplodiny, P_2O_5 podle Egnéra a draslík podle Schachtschnabela)

	Ivanovice			Borovce			Pohořelice		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Zásoba živin v půdě Hnojeno	95 12	245 53	150 87	95 30	180 33	290 48	93 35	240 —	215 —
Celkem živin v půdě	107	298	248	125	213	338	128	240	215
Množství využitého dusíku pro tvorbu zrna v kg	111			89,2			69		

Výnos vypočtený z účinného množství živin:

$$60,2 \times 0,777 \times 0,93 = 47,2 \text{ q}$$

$$53,3 \times 0,777 \times 0,911 = 37,6 \text{ q}$$

$$44,1 \times 0,72 \times 0,945 = 30 \text{ q}$$

V Ivanovicích byl výnos limitován dusíkem v množství $1,71 \times 0,6 = 102,6 \text{ kg}$.

Nadbytek draslíku zvýšil výnos v poměru $\frac{180}{166} = 1,09$, tj. o 9 %. Zvýšení výnosu

odpovídá zvýšení $N_{\text{úč}} = 102,6 \times 1,09 = 111 \text{ kg N}$. Dalšího přírůstku výnosu bylo by možno dosáhnout menší dávkou dusíku (asi 12 kg). Do minima by se dostala voda. Kyseliny fosforečné bylo v půdě dostatek, nebyla však využita.

V Borovech trpěl ječmen již nedostatkem fosforu, v důsledku toho byl dusík využit pouze z 48 % tj. 89,2 kg na tvorbu zrna. Ječmen vyžadoval další P_2O_5 , protože půdní zásoba je využitelná pouze z 21,6 % a P_2O_5 z hnojiva ještě slaběji. Porost trpěl také suchem, jak lze usuzovat z vysoké hladiny dusíku (porost neodnožil dostatečně) a z nízké hladiny fosforu a draslíku.

V Pohořelicích vykazoval ječmen nízkou hladinu živin a nevyrovnaný poměr fosforu a draslíku k dusíku, který byl využit jen ze 48 % pro tvorbu zrna. Z rozboru rostlin je patrné, že sucho zastihlo porost až v době maximálního růstu. Porost vyžadoval více srážek, nikoliv hnojení.

Rok 1954 byl poměrně příznivý pro cukrovku a způsobil, že na všech pokusných místech cukrovka dala stejně vysoký výnos. Případné difference v množství srážek vyrovnala čerpáním vody a živin z hlubšího profilu.

Mělece kořenicí ječmen trpěl již silněji přechodným suchem, které snižovalo přístupnost kyseliny fosforečné a v důsledku toho i využitelnost všech živin. Účinnost živin ukazuje, že to byl nedostatek účinného dusíku, který snižoval výnosy, že však sucho a nedostatek kyseliny fosforečné zavinily, že dusík byl nedostatečně využit. A tak ve všech třech případech srážky limitovaly výnosy. Proto vhodná agrotechnika, šetřící přísně vláhou, je nejúčinnější prostředek pro zvýšení výnosů. Z techniky hnojení je nejdůležitější dodržovat přesně vyrovnaný poměr živin v celém orničním profilu, to je minimální zásobou živin udržovat optimální úrodnost půdy.

Závěry v rozborů půd a z rozborů rostlin pro hnojení jarního ječmene

(Průměrné hodnoty ze 125 rozborů půd a rostlin jarního ječmene)

Půda obsahovala 71,2 kg dusíku, kterým odpovídá výnos (71,2 : 2,4) 29,8 q
Hnojeno bylo 27,5 kg N/ha, které byly využity z 21,6 %

a daly přírůstek výnosu zrna $\frac{27,5 \times 0,216}{2,4} =$ 2,4 q

Průměrný výnos celkem 32,2 q

Skutečný průměrný výnos 32,4 q

Živiny v půdě se nevyužijí nikdy ze 100 %, nýbrž počítáme

u dusíku se 36 %

u fosforu s 21,6 %

u draslíku s 36 %

V průměru 125 pokusů přijal jarní ječmen 77 kg dusíku z 1 ha (N)

44,9 kg kysel. fosforečné (P_2O_5)

90,2 kg drasla (K_2O)

Poměr přijatých živin 100 N : 58,5 P_2O_5 : 117 K_2O

Harmonický poměr živin (teor.) 100 N : 60,0 P_2O_5 : 120 K_2O

Aby rostliny přijaly 77 kg N, musí půda obsahovat 77 : 0,36 = 210 kg N

Aby rostliny přijaly 44,9 kg P_2O_5 musí půda obsahovat 44,9 : 0,216 = 210 kg P_2O_5

Aby rostliny přijaly 90,2 kg K_2O , musí půda obsahovat 90,2 : 0,36 = 250 kg K_2O

Pro výnos 32,5 q zrna jarního ječmene je třeba zásobit půdu do hloubky

20—25 cm ornice 210 kg N : 210 kg P_2O_5 : 250 kg K_2O

Poměr živin v půdě 100 : 100 : 120

tj. v hodnotách obvyklých

metod pro rozbor půd 25,6 mg N 12,9 mg P_2O_5 250 mg K_2O
(těžší půdy pH 6,5)

Hladina živin v rostlině

činila v průměru 1,5 g N 0,324 g P 2,35 g K

Podle vzorce $4P \frac{N}{K}$ 1,296 g N 0,324 g P 2,35 g K

Poměr živin v rostlině 100 N 25 P 180 K

Harmonický poměr

živin u ječmene	100 N	25 P	167 K
Hladina živin v rostlině			
indikuje obsah živin v půdě	210 kg N	208 kg P ₂ O ₅	280 kg K ₂ O
Výpočtem stanoveno	210 kg N	210 kg P ₂ O ₅	250 kg K ₂ O

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P N}{0,6 K} = 4 P = 1,296 \quad \left(\frac{N}{0,6 K} = 1 \right)$$

$$V = \frac{1,296 \times 0,6}{2,4} = \frac{77}{2,4} = 32,4 \text{ q zrna na 1 ha.}$$

Některé číselné hodnoty vyžadují vysvětlení. Pohotový dusík v půdě stanovujeme nejčastěji podle výnosu předplodiny, nebo podle Pázlera, nebo z rozboru rostlin, nebo mikrobiologickým zráním. O těchto metodách bude podána samostatná zpráva. Využití dusíku z půdní zásoby a z hnojiv viz J. Kolářik „Prověrka efektivnosti strojených hnojiv“ (Mezinárodní zemědělský časopis, 2/1958).

U dusíku stanovujeme pohotový, tj. přijatý dusík a z jeho množství usuzujeme na množství uvolnitelného dusíku v půdě, tedy 77 kg N : 0,36 = 210 kg N/ha. Toto množství dusíku musíme znát, abychom mohli určit potřebnou (vyrovnanou) koncentraci kyseliny fosforečné a drasla v půdě.

Pohotový dusík (77 kg) se rovná spotřební dávce, tj. 32,5 q × 2,4 = 78 kg N. Ta se skládá z půdní zásoby pohotového dusíku a z dusíku z hnojiv, u kterého se počítá s 60 % maximálního využití.

Kyselina fosforečná se stanoví metodou Egnérovou a propočítá se na kg/ha podle tabulek. Využití P₂O₅ obilovinami na středně hluboké ornici činí 21,6 %. Uvádí-li různí autoři vyšší využití P₂O₅ okopaninami nebo jinými hlouběji kořenicími plodinami, tak třeba počítat s tím, že se nezvýšilo procento využití, nýbrž zvýšila se hloubka profilu ornice, ze kterého rostlina P₂O₅ čerpá. Často se však stává, že hlubší horizont ornice je chudý na P₂O₅ a plodina (okopaniny i jiné) trpí jejím nedostatkem. První podmínkou pro dosažení vysokých výnosů plodin je plné dohnojení celého orničního profilu kyselinou fosforečnou samozřejmě po úpravě půdní reakce a zásoby humusu. Naopak zase svrchní horizont ornice snadno prosychá a kyselina fosforečná se stane nepřístupnou. Avšak klíčící rostlina vyžaduje P₂O₅. Pomáháme si granulovaným superfosfátem. Je proto řádné zásobování plodin kyselinou fosforečnou jedním z nejdůležitějších úkolů techniky hnojení, neboť jen velmi zřídka najdeme porost s vyrovnanou hladinou fosforu. Půdní zásoba kyseliny fosforečné je stejně využita jako P₂O₅ dodaná v hnojivech, ovšem pouze v příznivém roce s dostatečným množstvím srážek. V nepříznivých letech je půdní zásoba živin (stará síla) v celém profilu jedinou zárukou dosažení úměrných výnosů. Ve velmi příznivém roce nacházejí plodiny dostatečnou zásobu živin v hlubším horizontu a proto využití živin dodaných v hnojivech je nízké i při často mimořádné sklizni. Nevyužitě živiny přecházejí potom do půdní zásoby (staré síly). Zásoba P₂O₅ stanovená rozбором půdy a P₂O₅ v hnojivu se sečítají, z celkového množství se vypočte 21,6 % a porovná se se spotřební dávkou P₂O₅ na plánovaný výnos. Příklad: půda má 8,6 mg P₂O₅, tj. podle tabulek na střední půdě o pH 6 160 kg P₂O₅. Přidají se 3 q superfosfátu, tj. 16 × 3 = 48 kg P₂O₅ a sečteme 160 + 48 = 208 kg P₂O₅. Využití 21,6 % = 45 kg P₂O₅, které stačí při spotřebě 1,2 kg P₂O₅ na 1 q ječmene na sklizeň 45 : 1,2 = 37,5 q zrna. Na vyšší sklizeň je třeba hlubšího profilu vyhnojené ornice (viz Ivanovice), nikoliv vyšší obsah P₂O₅ (v Po-
hořelících nestačí voda).

III. Hladina živin a výnos jarního ječmene po různých předplodinách

Počet případů	Předplodina	Průměrný výnos předplodin	Průměrný výnos jar. ječmene	Hladina živin (průměr) v g/400 g sušiny		
				N	P	K
56	cukrovka	327,0	36,2	1,50	0,34	2,55
1	tykev	—	31,2	1,62	0,33	2,49
1	ozimé žito	44,1	33,3	1,77	0,53	2,86
1	súdánská tráva	—	29,6	1,21	0,34	2,06
18	brambory	204,0	29,3	1,38	0,29	2,18
6	kukuřice – zrno	47,8	28,6	1,52	0,29	2,09
3	jarní pšenice	29,5	27,5	1,73	0,29	2,26
1	krmná řepa	600,0	27,7	1,83	0,40	1,81
4	ozimá pšenice	33,1	26,9	1,59	0,31	2,28
2	hrách	12,0	24,7	1,70	0,26	1,88
1	len	—	21,6	1,09	0,28	2,32
1	oves	31,8	24,4	1,47	0,23	1,77
1	směska: kukuřice se slunečnicí	—	13,5	2,92	0,63	2,70

Podobně se postupuje při vyměření potřebné zásoby drasla v půdě. Jenže u drasla je jiná situace než u kyseliny fosforečné. Spodní horizonty obsahují větší zásobu buď přirozenou nebo splaveného drasla a plodiny jsou jím dobře zásobovány, i když se vyhnou jen obvyklý horizont (25 cm) na požadovanou hladinu. Na takových půdách snižujeme spotřební dávku drasla pro obiloviny, které si dovedou draslo z půdy opatřit. Na lehkých půdách hnojíme však plnou spotřební dávkou drasla, protože mají slabý sorpční komplex a proto i málo drasla a ostatních kationtů.

Když podle rozboru půd vyrovnáme popsáním způsobem zásobu živin v půdě, neznamená to, že dosáhneme v každém roce plánovaný výnos. Rozhodují ještě agrotechnika a průběh počasí. O tom bude pojednáno v další části zprávy.

Z rozboru rostlin můžeme tudíž zjistit, stanovit obsah pohotového dusíku v půdě, který rostlina využije ze 100 % na tvorbu zrna. Rozborem rostlin můžeme přikontrolovat zásoby kyseliny fosforečné a drasla v půdě a určit, pro jaké výnosy stačí kryt potřebu živin. Můžeme také zjistit, zda byla rostlina správně vyživována, případně příčiny nesprávné výživy. Z rozboru rostlin můžeme vypočítat výnosy a tak se přesvědčit, zda závěry z rozboru rostlin byly správné. Z výnosu předplodiny můžeme usuzovat na potřebu hnojení pro následnou plodinu bez ohledu na druh a jeho fyziologické požadavky. Pro vyšetřování půdních podmínek růstových nejsme vázáni na jednu určitou plodinu, nýbrž můžeme volit kteroukoliv plodinu (na rozdíl od Neubauera — žito a Mitscherlicha — oves).

Výživa jarního ječmene po různých předplodinách

Pro vypracování zdokonalené soustavy výživy rostlin je důležité znát reakci následné plodiny na půdní vlastnosti pozměněné předplodinou. Předplodina působí na strukturu půdy, na zásobu živin a vody na klíčivost semen, na odnožování obilovin, na využitelnost živin dodaných k následné plodině, na mikrobiální činnost v půdě, tedy na celou řadu faktorů, ovlivňujících výnos následné plodiny. Vyšetřovali jsme proto vliv různých předplodin na výnos jarního ječmene, abychom našli vhodný postup pro hodnocení výsledků pokusů s hnojením plodin zařazených do různých osevních postupů.

Nejčastější sled je jarní ječmen po cukrovce. Průměrný výnos zrna 36,2 q.

Hladina živin v rostlině	1,50 g N	0,34 g P	2,55 g K
Poměr živin	100	: 23	: 171
Vyrovnaný poměr	100	: 25	: 167

$$N_{uz} = \frac{4 P N}{0,6 K} = N \cdot \frac{1,67}{1,71} = 1,5 \times 0,975 = 1,46$$

$$V = \frac{1,46 \times 0,6}{2,4} = \frac{87,6}{2,4} = 36,5 q$$

Skutečný výnos 36,2 q.

Ječmen po cukrovce má živiny ve velmi dobře vyrovnaném poměru. Proto dobře odnožuje a vytváří předpoklady pro vyšší výnosy. Malá difference ve fosforu se neprojevuje ve výnosu, jak jsme se mnohokrát přesvědčili, a výnos zrna je úměrný hladině dusíku, která se krátí v poměru 1,67 : 1,71 (v nepřímém poměru nadbytku draslíku) ve prospěch produkce slámy.

Z rozboru rostlin jsme zjistili, že ječmen spotřeboval 87,6 kg dusíku na výnos 36,5 q na 1 ha. Rozbory rostlin se provádějí v době květu a výsledky rozboru jsou známy až delší dobu po sklizni. Pro stanovení dávky dusíku k ječmenu musíme znát zásobu přijatelného dusíku v půdě mnohem dříve před setím. Stanovíme jej z výnosu předplodiny takto:

Cukrovka dala průměrný výnos 327 q bulvy na 1 ha. Na výnos spotřebovala $327 q \times 0,4 \text{ kg N} = 130,8 \text{ kg N}$. U všech plodin však počítáme, že cukrovka nevyčerpala všechny pohotový dusík z půdy, nýbrž pouze 60 % ze zásoby, která činila $130,8 : 0,6 = 218 \text{ kg}$ dusíku. Když od zásoby 218 kg N odečteme spotřebu 130,8 kg N, zůstane v půdě pro následnou plodinu — ječmen — 87,2 kg dusíku. Obě stanovení dusíku v půdě spolu dobře souhlasí a můžeme proto této nové metody v praxi používat. (Podrobně o metodě bude pojednáno v II. části zprávy.) Chemickým rozбором ve výluhu 1 % K_2SO_4 (podle Pázlera) bylo v půdě stanoveno 52,9 kg dusíku, to je přesně 60 % z množství vypočítaného podle výnosu předplodiny, neboť

$$52,9 : 0,6 = 88 \text{ kg dusíku.}$$

Protože rozbory půd bude ÚKZÚZ provádět pravidelně dvakrát za osevní postup, bude možno překontrolovat obsah dusíku v půdě třemi metodami a ověřit si správnost nejjednodušší metody stanovení N podle výnosu předplodiny.

Předpokladem toho, že ječmen využije stanovené množství dusíku z plných 100 % je, že bude v půdě doplněna zásoba fosforu a drasla. Důkazem jsou tyto dva pokusy, provedené v Borovech v roce 1955 a 1956. Předplodina — cukrovka dala v roce 1955 výnos bulv 463 q na 1 ha, která zanechala v půdě $463 \times 0,4 \times 0,67 = 123 \text{ kg}$ dusíku.

Podle rozboru půdy

byl obsah živin v půdě	123 kg N	129 kg P_2O_5	174 kg K_2O
Hnojeno bylo k ječmenu	46 kg N	42 kg P_2O_5	46 kg K_2O
Celková zásoba živin v půdě	169 kg N	171 kg P_2O_5	220 kg K_2O

Již na první pohled je patrný nedostatek P_2O_5 , která stačila na výnos

$$\frac{171 \times 0,216}{1,2} = 30,8 q \text{ zrna ječmene. (Skutečný výnos 31,4 q/ha.)}$$

Hladina živin v rostlině	2,56 g N	0,25 g P	2,69 g K
Poměr živin v rostlině	100 N	: 9,8 P	: 105 K

Hladina živin ukazuje na katastrofální nedostatek fosforu v důsledku velkého sucha a na velký počet neproduktivních stébel. Nevyrovnané hnojení P_2O_5 bylo znásobeno nedostatečným příjmem P_2O_5 v důsledku sucha. Vypočítáme z hladiny živin množství dusíku využitého na tvorbu zrna:

$$N_{\text{úč}} = \frac{4P}{0,8} \cdot \frac{N}{K} = 0,31 \times 4 \times 0,95 = 1,26 \text{ g N}$$

$$V = \frac{126}{2,4} \times 0,6 = \frac{75,6}{2,4} = 31,5 \text{ g}$$

Skutečný výnos 31,4 g.

Pro nedostatek fosforu byl uvolnitelný dusík v půdě po cukrovce využit pouze z 48 % místo ze 100 %

$$123 \times 0,48 = 59 \text{ kg N}$$

a dusík z hnojiv ze 36 % místo 60 %

$$46 \times 0,36 = 16,6 \text{ kg N}$$

$$75,6 \text{ kg N}$$

Celkem bylo využito 75,6 kg N, které jsme stanovili již z rozboru rostlin.

Využití dusíku v půdní zásobě je závislé na zásobě kyseliny fosforečné v půdě a na počasí v rozhodujících fázích plodiny. Využití dusíku ze strojených hnojiv je závislé mimo uvedené dva faktory ještě na době zapravení hnojiv do půdy. Dusík dodaný k jarnímu ječmeni před setím a hlouběji zavláčený bývá využit z plných 60 %, tj. má maximální účinek.

O výnosu ječmene rozhodl tedy nedostatek fosforu, který byl jednak zaviněn, jednak způsoben nepříznivým počasím. Z pokusu však vyplývají dva závažné poznatky:

1. O stabilitě výnosů rozhoduje stará zásoba živin v půdě, kdežto účinek hnojiv podléhá více klimatickým vlivům, protože stará síla zajistila z 59 kg N výnos 24,6 g, kdežto hnojiva ze 46 kg N dala přírůstek výnosu pouze 6,9 g ječmene.

2. Pozorovali jsme již v uvedených pokusech, že ječmen dovede s fosforem velmi úsporně hospodařit, je-li dusík a draslík v nadbytku, avšak ve vyrovnaném poměru, a dá výnos až o 25 % vyšší (viz rovnici pro $N_{\text{úč}}$, kde $\frac{4P}{0,8} = 4P \times 1,25$), než odpovídá jeho hladině. Slabě nevyrovnaný poměr $N : K$ se však ihned projevuje v poklesu zrna jistě ve prospěch slámy. Sladovnickou hodnotu ječmenů nedostatečně vyživených fosforem bude třeba ještě přezkoušet.

V druhém pokusu s jarním ječmenem v Borovcích dala předplodina — cukrovka výnos 292 g budev a zanechala v půdě

$$N = 292 \times 0,4 \times 0,67 = 78,3 \text{ kg.}$$

Podle rozboru byl obsah živin v půdě	78,3 kg N	135 kg P_2O_5	242 kg K_2O
Hnojeno bylo k ječmenu	37,0	60	104
Celková zásoba živin v půdě	115,3 kg N	195 kg P_2O_5	346 kg K_2O
Hladina živin v rostlině	1,81 g N	0,39 g P	3,12 g K
Poměr živin	100	22	173

Obsah fosforu v půdě i hladina fosforu v rostlině svědčí o nepoměrně lepším zásobení rostliny fosforem. Nízká hladina dusíku a vysoká hladina draslíku ukazuje na příznivé počasí v rozhodující fázi růstu i o poměrně dobrém odnožení ječmene.

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P N}{0,6 K} = 4 P, \text{ protože } \left(\frac{N}{0,6 K} = 1 \right)$$

$$V = \frac{39 \times 4 \times 0,6}{2,4} = \frac{156 \times 0,6}{2,4} = \frac{93,6}{2,4} = 39 q$$

Skutečný výnos se rovná 39 q zrna na 1 ha.

Dusík z půdní zásoby byl ječmenem využit ze 100 =	78 kg N
dusík z hnojiv byl využit ze 60 % (20 kg N před setím)	12 kg N
dusík z hnojiv dodaných na list z 21,6 % (17 × 21,6 %)	3,6 kg N
celkem	93,6 kg N

Množství účinného dusíku stanoveného rozbořem rostlin a množství dusíku stanoveného v půdě jsou totožná a odpovídají dosaženému výnosu. Výsledky pokusu potvrzují závěry z prvního pokusu, že dusík dodaný před setím je účinnější než dusík dodaný na list, že nižší zásoba pohotového dusíku v půdě, která je vyrovnaná fosforem, dává vyšší výnos než vysoká zásoba dusíku fosforem nevyrovnaná, a konečně že využití živin je odstupňováno v pravidelné gradaci a nikoliv v libovolném či nahodilém procentu (100 % – 60 % – 36 % – 21,6 % – atd.) Tyto poznatky velmi usnadňují kontrolu správného hnojení k různým plodinám v nej-různějších výrobních podmínkách.

Když jsme takto prokázali vliv vyrovnaného hnojení na využití živin a na výnos, vrátíme se k výsledkům 56 pokusů s hnojením jarního ječmene po cukrovce. Z pokusů se můžeme přesvědčit, že plné využití (100 %) dusíku v půdní zásobě je pravidlem a nízké využití (48 %) je výjimkou, kdežto horší využití dusíku z hnojiv se objevuje již častěji (vlivem počasí a pozdního rozmetání).

IV. Využití dusíku z půdní zásoby a z hnojiv jarním ječmenem

Dusík v půdní zásobě		Dusík v hnojivech	
% případů	% využití	% případů	% využití
59,7	100	54,1	60
22,5	80	1,9	48
3,5	60	30,5	36
4,4	48	13,5	21,6
9,9	36		
100 % případů	92,3 % průměrné využití	100 % případů	45,3 % průměrné využití

Přehled potvrzuje, že využití dusíku z půdní zásoby je ve váženém průměru dosti dobré; pouze 7,7 % dusíku zůstává nevyužito, kdežto dusíku z hnojiv zůstává 60 – 45,3 = 14,7 % nevyužito + 40 % = 54,7 % dusíku hnojiv zůstává v půdě pro příští vegetaci místo obvyklých 40 %. U každé plodiny je využití dusíku jiné, nelze proto výsledky u ječmene zevšeobecňovat na všechny plodiny ani na všechny obiloviny.

Průměrné dávky živin k ječmenu na průměrný výnos 36,2 q zrna na 1 ha činily 27 kg N 38 kg P₂O₅ 80 kg K₂O
Podle našich směrnic činí dávky 20 kg N 35 kg P₂O₅ 30 kg K₂O

v tom případě, když k předplodině — cukrovce bylo hnojeno 300 g hnoje. Z 27 kg dusíku v hnojivech bylo využito 11,3 kg a z 88 kg dusíku v půdní zásobě nebylo využito 11,1 kg. To znamená, že nedostatečné využití dusíku z půdní zásoby v důsledku nevyrovnaného hnojení nebo nevyrovnané zásoby P_2O_5 úplně ztrávil celý efekt hnojení dusíkem v množství 27 kg/ha. Nižší využití dusíku z hnojiv se vysvětluje tím, že ne všechny dusík byl dán do půdy ještě před setím.

Plnou dávku kyseliny fosforečné nutno vždy dodržovat, protože půdy jsou již nedostatečně zásobené a každé snížení dávky je na úkor trvalé úrodnosti půdy. Také po každém rozboru půd prováděném periodicky ÚKZÚZ je třeba usilovat o vyrovnaní obsahu P_2O_5 v půdě (malé rozdíly jednorázově — větší rozdíly postupně); zásoba P_2O_5 a zásoba humusu by neměla klesat, nýbrž pravidelně stoupat.

Závěr o výživě jarního ječmene po cukrovce

Podkladem pro vyměření dávky dusíku k ječmenu je zásoba dusíku stanovená podle výnosu předplodiny — cukrovky, tj. 67 % ze spotřeby dusíku cukrovkou. Dávka dusíku by neměla přesahovat 40 kg na 1 ha a použije se jí jen v tom případě, že bude obsah kyseliny fosforečné v půdě odpovídat plánovanému výnosu jarního ječmene (při 21,6 % využití). Nebyl-li proveden rozbor půd, hnojí se spotřební dávkou kyseliny fosforečné a draslem na plánovaný výnos (po odpočtu P_2O_5 a K_2O z hnoje v 2. roce působení — viz tabulku V). Čím vyšší byl výnos cukrovky, tím větší zásoba dusíku zůstane v půdě, tím vyšší dávky kyseliny fosforečné je třeba na vyrovnaní dusíku. Ze vzorce pro výpočet účinného dusíku a výnosu zrna ($N_{úč} = \frac{4PN}{0,6K}$) vyplývá, že po cukrovce je v půdě určitý nadbytek (ne veliký) drasla. Obiloviny si dovedou z půdy draslo opatřit a proto vyměřujeme dávku drasla v plné výši jen na lehkých půdách. Jinak krátíme dávku drasla na $\frac{2}{3}$ až $\frac{1}{2}$ spotřeby podle půd.

Jarní ječmen po tykvi

Výnos zrna 31,2 g

Hnojeno bylo k ječmenu	12 kg N	26 kg P_2O_5	40 kg K_2O
Hladina živin v rostlině	1,62 g N	0,33 g P	2,49 g K
Poměr živin v rostlině	100	20,5	153

Fosfor je v minimu a draslík nedosahuje také optimálního poměru k dusíku (1 N : 1,67 K). Z optima dosahuje $\frac{153}{167} = 0,918$, s ohledem na tvorbu zrna je draslíku $153 \times 0,6 = 91,8$ % z hladiny dusíku.

Ať pokládáme hladinu draslíku za nedostatečnou vzhledem k optimálnímu poměru $K : N$ ($\frac{153}{167} = 0,918$) nebo za nedostatečnou vzhledem k spotřebě K na tvorbu zrna ($1,53 \times 0,6 = 91,8$), vždy zkracuje množství účinného dusíku na

$$N_{úč} = \frac{4PN}{0,6K} = 1,32 \times 0,918 = 1,208 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,208 \times 0,6}{2,4} = \frac{72,5}{2,4} = 30,2 \text{ g}$$

Skutečný výnos činil 31,2 g na 1 ha.

Z hladiny a poměru živin je patrné, že ječmen rostl v podmínkách přechodného sucha a v důsledku toho měl nedostatek fosforu i draslíku. Kyselinou fosforečnou bylo také nedostatečně hnojeno, místo 42 kg pouze 26 kg P_2O_5 . V aridních podmínkách bylo na místě použít malé dávky (6 kg P_2O_5) granulovaného superfosfátu a místo ostravského ledku síranu amonného. To je však bolest našeho sortimentu hnojiv, že se v aridních podmínkách na půdách s alkalickou reakcí nedostává síranu amonného a používá se ostravského ledku, který zhoršuje příjem kyseliny fosforečné.

Jarní ječmen po ozimém žitu

Výnos ječmene 33,3 q zrna

Obsah živin v půdě	74 kg N	190 kg P_2O_5	90 kg K_2O
Hnojeno k ječmenu	55 kg N	8 kg P_2O_5	92 kg K_2O
Celkem živin v půdě	129 kg N	198 kg P_2O_5	182 kg K_2O
Hladina živin v rostlině	1,77 g N	0,525 g P	2,86 g K
Poměr živin v rostlině	100	30	162

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P N}{K} = 2,1 \times 0,618 = 1,30 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,30 \times 0,6}{2,4} = 32,5 \text{ q}$$

Skutečný výnos 33,3 q na 1 ha.

Závěr: Vysoká hladina fosforu v rostlině po ozimém žitě je mimořádný jev, neboť většina obilovin, které jdou po obilovinách, vykazuje velmi nízkou hladinu fosforu. Co však je nejzávažnější, ječmen po žitě slabě odnožuje a nedostatečně využívá živin z půdní zásoby. Po ozimém žitě, které dalo výnos 44 q/ha a zanechalo 76 kg N v půdě a po hnojení 55 kg dusíku, měl by ječmen dát výnos 40 q a v příznivém roce 45 q na 1 ha, jak o tom svědčí využití dusíku. Dusík z půdní zásoby byl využit z 80 %, tj.

$$76 \times 0,8 = 60,8 \text{ kg N.}$$

Dusík dodaný v hnojivech
byl využit ze 36 %

$$55 \times 0,36 = 20,6 \text{ kg N}$$

celkem

$$81,4 \text{ kg N.}$$

Plné využití dusíku by odpovídalo 100 % ze 76 a 60 % z 55 = 76 + 33 = 109 kg N. Tomuto množství odpovídá i hladina dusíku v rostlině, která je o 67 % vyšší než spotřeba. $109 \text{ kg} \times 1,67 = 1,82 \text{ g N}$ v rostlině. Stanoveno bylo 1,77 g N.

$V = 81,4 : 2,4 = 33,9 \text{ q}$, skutečný výnos činil 33,3 q zrna na 1 ha. Z rozboru rostlin lze usuzovat, že dusík z půdy se uvolňoval pozdě, kdy již nemohl ovlivnit odnožování. Uvedli jsme vpředu zkušenost, že silné brzdění příjmu jedné živiny zvyšuje koncentraci ostatních živin v rostlině v důsledku zeslabeného růstu. Pro vyšetření příčiny nedostatečného odnožování jsou prováděny biochemické analýzy. Zatím jediná pomoc je ve správném osevním postupu, nebo v podsevu jetele, který stačí odčerpávat přebytek kationtů. Jetel musí být však včas, tj. brzy po sklizni předplodiny, zaorán.

Jarní ječmen po súdánské trávě

Výnos zrna 29,6 q na 1 ha.

K ječmeni bylo hnojeno	20 kg N	36 kg P_2O_5	96 kg K_2O
Hladina živin v rostlině	1,214 g N	0,34 g P	2,06 g K
Poměr živin	100	28	170

$$N_{\text{úč}} = N \cdot \frac{167}{170} = 1,214 \times 0,98 = 1,19$$

$$V = \frac{1,19 \times 0,6}{2,4} = 29,75 \text{ q}$$

Skutečný výnos 29,6 q.

Súdánská tráva je v aridních oblastech (Maďarsko) často zařazována do osevních postupů jako ještě vhodná předplodina obilovin. Ukazuje se však, že stejně jako po ozimém žitě (z čeledi trav) obsahuje mnoho neúčinného (pro tvorbu zrna) fosforu. Odnožení je normální, využití dusíku plné. Zda by bylo možno stupňovat dávku dusíku a drasla vzhledem k hladině fosforu, bude třeba ještě vyzkoušet. Jedná se jen o jeden pokus, zkušenosti z Maďarska mluví však pro to, aby se súdánské trávě věnovala pozornost.

Jarní ječmen po bramborách

Průměrný výnos z 18 pokusů 29,3 q/ha.

Obsah živin v půdě	108 kg N	134 kg P_2O_5	188 kg K_2O
K ječmenu hnojeno	36 kg N	40 kg P_2O_5	92 kg K_2O
Celkem živin	144 kg N	174 kg P_2O_5	280 kg K_2O
Hladina živin v rostlině	1,38 g N	0,293 g P	2,18 g K
Poměr živin	100	21,2	158

$$N_{\text{úč}} = 4 P = 1,172 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,172 \times 0,6}{2,4} = 29,3$$

Skutečný výnos 29,3 q.

Protože je fosfor v minimu, ale $N > 0,6 K$ a $4 P < 0,6 K$, je množství účinného dusíku úměrné $4 P$. Rozdíly v hladinách živin nepřekračují 12 % z harmonického poměru

$$\frac{N}{0,6 K} = \frac{1,38}{1,30} = 1,06 \quad \frac{0,6 K}{4 P} = \frac{130}{117} = 1,12.$$

K ječmenu po bramborách se silněji hnojilo než k ječmenu po cukrovce. Také půdní zásoba dusíku po bramborách je vysoká, poměrně vyšší než po cukrovce. Jen fosforu je v půdě i v rostlině málo, proto fosfor rozhoduje o výnosu ječmene, který by se dal granulovaným superfosfátem zvýšit ze 29,3 q na 35 q na 1 ha. Lépe by bylo zvýšit zásobu fosforu v půdě vůbec. Výnosy by byly jistější i v letech po

ječmen méně příznivých. Podle našich směrnic by měla půda v tomto případě obsahovat 205 kg kyseliny fosforečné, to znamená o 30 kg P_2O_5 zvýšit dávku.

Nedostatek fosforu v půdě způsobil, že dusík, stanovený v 1 % výluhu K_2SO_4 v množství 108 kg/ha byl využit na $\frac{0,6 \times 0,6}{0,8} = 45 \%$.

Dusík stanovený podle výnosu předplodiny byl využit z $\frac{0,6}{0,8} = 75 \%$.

Při dostatečné zásobě kyseliny fosforečné v půdě můžeme počítat, jako obvykle, se 100% využitím dusíku stanoveného z výnosu předplodiny. Na dobře vyhnojené, humusem zásobené půdě můžeme požadovat, aby po bramborách bylo dosahováno 38 — 45 q zrna a nikoliv 30 q na 1 ha. Dusík v hnojivech byl plně využit ze 60 %, protože dávka P_2O_5 byla stejná jako u dusíku (36 N : 40 P_2O_5).

Jarní ječmen po kukuřici na zrno

Průměrný výnos ze 6 pokusů 28,6 q zrna.

Obsah živin v půdě	71 kg N	165 kg P_2O_5	199 kg K_2O
K ječmenu hnojeno	28,5 kg N	31 kg P_2O_5	103 kg K_2O
Celkem živin	99,5 kg N	196 kg P_2O_5	302 kg K_2O
Hladina živin v rostlině	1,52 g N	0,29 g P	2,09 g K
Poměr živin	100	19	138

$$N_{\text{úč}} = 4 P = 1,16$$

$$V = \frac{1,16 \times 0,6}{2,4} = \frac{69,6}{2,4} = 29 q.$$

Nalezeno 28,6 q.

Protože $N > 0,6 K$ a $4 P < 0,6 K$, je $N_{\text{úč}}$ úměrný $4 P \times 0,6$.

Jarní ječmen reaguje na zásobu živin v půdě po kukuřici na zrno stejně jako po všech obilovinách. Z poměru živin je možno usuzovat, že ječmen trpěl suchem (fyziologickým suchem), nedostatečně odnožil a poměrný nadbytek dusíku v rostlině byl využit jako po súdánské trávě pouze ze 75 % $\left(\frac{0,6}{0,8}\right)$.

Dusík v půdě stanovený v 1 % K_2SO_4 byl využit ze 75 % $71,2 \times 0,75 = 52 \text{ kg N}$

Dusík z hnojiv byl využit ze 60 % $28,5 \times 0,60 = 17 \text{ kg N}$

celkem 69 kg N

Z rozboru rostlin bylo stanoveno $N_{\text{úč}} = 69,6 \text{ kg N}$

Abychom dosáhli výnosu, který by byl úměrný hladině dusíku, bylo by nutno zvýšit hladinu fosforu v rostlině, a to jeho uvolněním z méně rozpustné vazby, nebo hnojit granulovaným superfosfátem. Depresivní účinek obiloviny jako předplodiny na obilovinu nezlepšuje ani malá dávka kompostu, ani vyšší zásoba nebo dávka P_2O_5 . Jediný znatelný účinek má více srážek, které vyrovnávají nepříznivý vliv obiloviny jako předplodiny.

Jarní ječmen po jarní pšenici

Průměrný výnos ječmene 27,5 q/ha

Obsah živin v půdě	54 kg N	165 kg P ₂ O ₅	200 kg K ₂ O
K ječmenu hnojeno	36 kg N	11 kg P ₂ O ₅	50 kg K ₂ O
Celkem živin v půdě	90 kg N	176 kg P ₂ O ₅	250 kg K ₂ O
Hladina živin v rostlině	1,73 g N	0,287 g P	2,26 g K
Poměr živin v rostlině	100	16,6	1,31

$$N_{úč} = \frac{4 P N \times 0,75}{0,6 K} = 1,148 \cdot \frac{1,3}{1,36} = 1,15 \times 95,8 = 1,10 \text{ g}$$

$$V = \frac{1,10 \times 0,6}{2,4} = \frac{66}{2,4} = 27,5$$

Skutečný výnos 27,5 q.

Poměr živin je krajně nevyrovnaný. Diference přesahují 25 % z harmonického poměru. Proto účinný dusík v rostlině se rovná

$$1,73 \times \frac{0,6}{0,8} = 1,30 \text{ g N}$$

Účinné množství draslíku se rovná $2,26 \times 0,6 = 1,356 \text{ g K}$

Hladina fosforu $4 P = 1,148 \text{ g P}$

Proto
$$N_{úč} = 1,148 \times \frac{1,3}{1,36} = 1,10 \text{ g N}$$

Dusík stanovený v půdě byl využit ze 100 % = 54,0 kg N

Dusík v hnojivu byl využit ze 36 % $36 \times 0,36 = 13,0 \text{ kg N}$

celkem 67 kg N

Závěr pro hnojení jarního ječmene po jarní pšenici je týž jako po kukuřici na zrno a po ostatních obilovinách.

Jarní ječmen po krmné řepě

Výnos zrna 27,7 q/ha

Hladina živin v rostlině	1,83 g N	0,40 g P	1,81 g K
Poměr živin v rostlině	100	22	99

Hladina živin svědčí o nedostatku fosforu a draslíku a vysoké hladině dusíku.

Proto
$$N_{úč} = 1,83 \times 0,6 = 1,098 \text{ g K}$$

$$V = \frac{1,098 \times 0,6}{2,4} = 27,5 \text{ q}$$

Skutečný výnos 27,7 q.

Po krmné řepě se proto dává k ječmenu plná dávka fosforu a drasla a stupňují se všechny tři živiny.

V. Tabulky účinnosti živin

N P_2O_5 K_2O	Množství živin v kg		Účinnost živin v %			
	vyjádřeno v prvcích		N	P_2O_5	K_2O	
	P	K				
10	4,4	8,3	3,2	11,7	7,2	
15	6,5	12,5	4,7	16,7	10,6	
20	8,7	16,7	6,3	22,1	13,9	
25	10,9	20,8	7,4	26,3	17,0	
30	13,1	25,0	9,2	31,2	20,1	
35	15,3	29,2	10,7	34,7	23,0	
40	17,4	33,3	12,1	39,2	25,9	
45	19,6	37,5	13,5	42,2	28,4	
50	21,8	41,7	14,9	46,4	30,9	
55	23,9	45,8	16,3	48,9	33,6	
60	26,1	50,0	17,6	52,6	36,2	
65	28,3	54,2	18,9	54,8	38,5	
70	30,5	58,3	20,2	58,1	40,8	
75	32,6	62,5	21,5	60,0	42,9	
80	34,8	66,6	22,7	62,9	45,0	
85	37,0	70,8	23,9	64,6	47,0	
90	39,2	75,0	25,2	66,6	49,0	
95	41,3	79,1	26,4	68,6	50,9	
100	43,5	83,5	27,6	70,5	52,7	
105	45,8	87,5	28,7	72,2	54,4	
110	47,9	91,7	29,9	73,9	56,1	
115	50,0	95,8	31,1	75,4	57,7	
120	52,2	100,0	32,1	76,9	59,2	
125	54,4	104,2	33,2	78,2	60,7	
130	56,6	108,3	34,3	79,5	62,2	
135	58,8	112,5	35,3	80,7	63,6	
140	60,9	116,7	36,4	81,9	64,9	
145	63,1	120,8	37,3	83,0	66,2	
150	65,3	125,0	38,4	84,0	67,4	
155	67,4	129,1	39,3	84,9	68,6	
160	69,6	133,3	40,3	85,8	69,8	
165	71,8	137,5	41,2	86,6	70,9	
170	74,0	141,6	42,2	87,4	72,0	
175	76,1	145,8	43,1	88,2	73,0	
180	78,3	149,9	44,1	88,9	74,0	
185	80,5	154,1	44,9	89,5	74,9	
190	82,7	158,3	45,8	90,1	75,8	
195	84,8	162,5	46,6	90,7	76,7	
200	87,0	166,7	47,5	91,3	77,6	
205	89,2	170,8	48,3	91,8	78,4	
210	91,4	175,0	49,2	92,3	79,2	
215	93,5	179,2	50,0	92,7	80,0	
220	95,7	183,3	50,8	93,2	80,7	
225	97,9	187,5	51,6	93,6	81,4	
230	100,1	191,7	52,4	94,0	81,9	
235	102,3	195,8	53,1	94,3	82,7	
240	104,4	200,0	53,9	94,7	83,4	
245	106,6	204,1	54,6	95,0	84,0	
250	108,8	208,3	55,4	95,3	84,6	
255	110,9	212,5	56,1	95,5	85,2	
260	113,1	216,6	56,8	95,8	85,7	
265	115,3	220,8	57,4	96,1	86,2	
270	117,5	225,0	58,1	96,3	86,7	
275	119,6	229,1	58,8	96,5	87,2	
280	121,8	233,3	59,5	96,7	87,7	

Množství živin v kg			Účinnost živin v %		
N P ₂ O ₅ K ₂ O	vyjádřeno v prvcích		N	P ₂ O ₅ K	K ₂ OK
	P	K			
285	124,0	237,5	60,1	96,9	88,2
290	126,2	241,6	60,8	97,1	88,6
295	128,3	245,8	61,4	97,3	89,0
300	130,5	250,0	62,0	97,4	89,4
310	134,9	258,3	63,2	97,7	90,2
320	139,2	266,7	64,4	98,0	90,9
330	143,6	275,0	65,5	98,2	91,5
340	147,9	283,3	66,6	98,4	92,1
350	152,3	291,6	67,7	98,6	92,7
360	156,6	300,0	68,7	98,8	93,2
370	161,0	308,3	69,8	98,9	93,7
380	165,3	316,7	70,9	99,0	94,2
390	169,7	325,0	71,7		94,6
400	174,0	333,3	72,5	99,3	95,0
410	178,4	341,7	73,3		95,0
420	182,7	350,0	74,2	99,5	95,4
430	187,1	358,3	75,0		96,0
440	191,4	366,7	75,8	99,6	96,3
450	195,8	375,0	76,5		96,6
460	200,1	383,3	77,3	99,7	96,8
470	204,5	391,6	78,1		97,0
480	208,8	400,0	78,8	99,8	97,2
490	213,2	408,3	79,4		97,4
500	217,5	416,7	80,1		97,6
550	239,3	458,3	83,0	99,9	98,4
600	261,0	500,0	85,6		98,7
650	282,8	541,6	87,7		99,0

Jarní ječmen po ozimé pšenici

Výnos ječmene 26,9 q/ha

Obsah živin v půdě	65 kg N	167 kg P ₂ O ₅	198 kg K ₂ O
K ječmenu hnojeno	34 kg N	15 kg P ₂ O ₅	32 kg K ₂ O
Celkem živin v půdě	99 kg N	182 kg P ₂ O ₅	230 kg K ₂ O
Hladina živin v rostlině	1,59 g N	0,31 g P	2,28 g K
Poměr živin v rostlině	100	19,4	1,43

$$N_{\text{úž}} = \frac{4 P \times 0,6 K}{N} = 1,08 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,08 \times 0,6}{2,4} = \frac{64,5}{2,4} = 26,8$$

Skutečný výnos 26,8 q.

Využití dusíku z půdní zásoby	65 × 0,8 = 52 kg N
z hnojiv	34 × 0,36 = 12,2 kg N
celkem	64,2 kg N

Hladina živin v ječmenu je typickým obrazem hladiny živin v obilovinách, které jdou po obilovinách. Nízká hladina fosforu, vysoká hladina dusíku, převyšující hladinu 0,6 K, nedostatečné využití dusíku z půdní zásoby i z hnojiv, velmi dobrá zásoba pohotových živin v půdě, to všechno nasvědčuje nebo lépe řečeno, je charakteristické pro porosty ze suchých podmínek, které neodnožily.

Ve výluhu 1 % K_2SO_4 bylo stanoveno 22,3 mg N/kg zeminy, tj. 66,9 kg N/ha. Podle výnosu předplodiny byla vypočtena zásoba dusíku na 65 kg N/ha. Třemi metodami stanovený dusík dal týž výsledek (66,9 – 65 – 64,5 kg N), avšak využito bylo jen 80 % dusíku, přes to, že v půdě byla dostatečná zásoba kyseliny fosforečné, která kryje potřebu P_2O_5 na 33–36 q zrna na 1 ha. Také drasla je v půdě dostatek. Dusík hnojiv byl využit pouze ze 36 %.

Že se nemá pěstovat obilovina po obilovině, je sice správný závěr, ale z hlediska vědeckého neuspokojivý. Nelze vysvětlovat jev kořenovou sekrecí inhibičních látek, nebo potlačováním specifické mikroflory, neboť jsme se mnohokrát přesvědčili, že činnost mikroflory je souběžná s růstem kulturních rostlin. Co svědčí jednomu, vyhovuje i druhému, jinak bychom nedovedli vysvětlit vysoké výnosy téhož osevního sledu v příznivých letech. Z rozborů půd a ze současně prováděných rozborů rostlin usuzujeme, že jednotlivé obiloviny ionizují během vegetace na různých druzích půd i v různých klimatických podmínkách různé množství kationtů, a tím jednak zvyšují chemickou sorpci kyseliny fosforečné v méně rozpustných sloučeninách, jednak zvyšují podíl mrtvé vody a vodní výpar, a konečně tím vším zpožďují normální vývoj obiloviny, která neodnožuje a jak je známo, dříve uzrává. Máme zkušenosti, že po obilovinách se rozbořem půd stanoví méně P_2O_5 , než odpovídá její původní zásobě po odpočtu spotřeby a že se znovu uvolní po následující plodině, když to není obilovina. Výnosy obiloviny, která jde po obilovině, jsou nižší, než odpovídá stanovené stejně již nízké zásobě dusíku a kyseliny fosforečné v půdě. Zřejmě ani tyto živiny nejsou pro obiloviny plně přístupné. Kyselina fosforečná se extrahuje z půdy laktátem vápenatým o $pH = 3,7$, kdežto rostlina čerpá živiny z prostředí o $pH = 6,5-7$, ve kterém je P_2O_5 vázána. Trpí proto obilovina v první fázi růstu nedostatkem fosforu, i když rozbor vykazuje dobrou zásobu P_2O_5 v půdě. Na kyselých půdách tento výklad nevyhovuje, obilovina má nadbytek P_2O_5 a přece je výnos nízký, protože obilovina neodnožila. Otázku špatného odnožování sledujeme u všech obilovin.

Zkoušeli jsme zapospěchovat malou dávkou kompostu. Nepůsobil v požadovaném směru, neboť sám sorpčně nasycen nemohl ovlivnit rozpustnost fosforečnanů. Granulovaný superfosfát, vysévaný současně se semenem, zásobuje sice rostlinu dostatečně fosforem, nepůsobí však tak dobře na odnožování jako práškovitý superfosfát. Zůstává proto jako nejvhodnější podsev jetelovin do obiloviny, který stačí uvolněné kationty spotřebovat, potom základní hnojení dusíkem v síranu amonném a vyšší dávka P_2O_5 v práškovitém superfosfátu v kombinaci s granulovaným. Nejúčinnější prostředek je ovšem vhodnější osevní postup.

Jarní ječmen po hrachu

Výnos 24,7 q zrna na 1 ha

Hladina živin v rostlině	1,7 g N	0,255 g P	1,88 g K
Poměr živin v rostlině	100	15	111

Fosfor je v minimu, draslík je v mírném nadbytku, který se nemůže projevit depresí výnosu zrna ve prospěch slámy, protože $0,6 N : 4 P$ je přesně ve vyrovnaném poměru $0,6 N = 1,02 \text{ g N}$ a $4 P = 1,02 \text{ g P}$.

Proto je

$$N_{\text{úč}} = 4 P = 1,02 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,02 \times 0,6}{2,4} = \frac{61,2}{2,4} = 25,5 \text{ q}$$

Skutečný výnos = $24,7 \text{ q/ha}$.

Dusík stanovený z výnosu předplodiny ($12 \text{ q} \times 3,8$) $45,6 \text{ kg}$ byl využit ze 100 % a dusík z hnojiv ($38 \times 36 \%$) ze 36 %

$$\begin{array}{r} 13,7 \\ \hline \text{celkem} \quad 59,3 \text{ kg N} (= 61,2 \text{ kg}) \end{array}$$

Hrách zásobil půdu značným množstvím pohotového dusíku (102 kg), nedostatek kyseliny fosforečné v půdě a proto i nízká hladina fosforu v rostlině způsobily, že efekt dusíku klesl na 60 %.

Jarní ječmen po lnu

Výnos ječmene $21,6 \text{ q}$ na 1 ha

Obsah živin v půdě	28 kg N	$85 \text{ kg P}_2\text{O}_5$	$149 \text{ kg K}_2\text{O}$
K ječmenu hnojeno	25 kg N	$56 \text{ kg P}_2\text{O}_5$	$72 \text{ kg K}_2\text{O}$
Celkem živin v půdě	53 kg N	$141 \text{ kg P}_2\text{O}_5$	$221 \text{ kg K}_2\text{O}$
Hladina živin v rostlině	$1,09 \text{ g N}$	$0,28 \text{ g P}$	$2,32 \text{ g K}$
Poměr živin v rostlině	100	25,6	213

Dusík s fosforem jsou ve vyrovnaném poměru, nadbytek draslíku snižuje množství účinného dusíku na $\frac{1,67}{2,13} = 78 \%$.

$$N_{\text{úč}} = 4 P \times \frac{1,67}{2,13} = 1,116 \times 0,78 = 0,87 \text{ g N}$$

$$V = \frac{87 \times 0,6}{2,4} = \frac{52,2}{2,4} = 21,75 \text{ q.}$$

Skutečný výnos $21,6 \text{ q}$.

Len zanechává v půdě jen malou zásobu dusíku. Proto má následný ječmen vyrovnaný poměr dusíku a fosforu, avšak nadbytek draslíku snížil výnos zrna

$$\text{o } \frac{87 - 52,2}{2,4} = \frac{14,8}{2,4} = 6,2 \text{ q/ha.}$$

Bylo možno dávku dusíku zvýšit o 20 kg N/ha a při stejném hnojení $P K$ dal se předpokládat výnos 27 až 30 q ječmene. Využití:

$$\text{dusíku z půdní zásoby} \quad 28 \text{ kg} : 0,8 = 35 \text{ kg N}$$

$$\text{z hnojiv } 25 \times 0,6 = 15 \text{ kg N}$$

$$\text{celkem} \quad \underline{50 \text{ kg N}} \text{ (52,2 kg podle rozboru rostlin).}$$

Jarní ječmen po ovsu

Výnos ječmene 24,4 q na 1 ha

Obsah živin v půdě	49 kg N	150 kg P_2O_5	244 kg K_2O
K ječmenu bylo hnojeno	56 kg N	10 kg P_2O_5	—
Celkem živin v půdě	105 kg N	150 kg P_2O_5	244 kg K_2O
Hladina živin v rostlině	1,47 g N	0,23 g P	1,77 g K
Poměr živin v rostlině	100	15,6	120

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P N}{0,8 K} = 0,92 \cdot \frac{1,47}{1,42} = 92 \times 1,04 = 95,7$$

$$V = \frac{95,7 \times 0,6}{2,4} = \frac{57,42}{2,4} = 24 q$$

Skutečný výnos zrna 24,4 q na 1 ha.

Dusík z půdní zásoby byl využit z 80 % $(49 \times 0,8) = 39,2 \text{ kg N}$

Dusík z hnojiv byl využit ze 36 % $(56 \times 0,36) = 20,2 \text{ kg N}$

celkem 59,4 kg N

Oves je nevhodnou předplodinou jarního ječmene, který je špatně zásoben kyselinou fosforečnou, i když je jí v půdě dostatek. Poněvadž je $N > 0,8 K$, zvyšuje se účinné množství dusíku z 92 na 95,7 kg N. Jinak platí pro předplodinu — oves též závěr jako pro ostatní obiloviny.

Jarní ječmen po směsce kukuřice se slunečnicí

Výnos ječmene 13,6 q/ha

Že i pro výnosy počasím a plevele naprosto prořídle platí zákonitý vztah harmonického poměru živin, ukazuje tento pokus.

Hladina živin v rostlině	2,92 g N	0,63 g P	2,70 g K
Poměr živin	100	21,6	92,7

$$N_{\text{úč}} = 4 P \times 0,6^3 = 252 \times 0,216 = 54,4 \text{ kg N}$$

$$V = \frac{54,4 \times 0,6}{2,4} = \frac{32,64}{2,4} = 13,6 q$$

Skutečný výnos zrna 13,6 q na 1 ha.

Neobyčejně vysoká hladina živin svědčí o velmi řídkém porostu. Podle hladiny dusíku v půdě (44,5 kg N) a výše dávky dusíku (47,5 kg N) mohl dát ječmen 30,4 q výnosu. Půdní zásoba byla však využita pouze ze 60 % = 26,7 kg N a dusík z hnojiv ze 13 % = 6,1 kg N celkem 32,8 kg N (32,64 podle rozboru rostlin).

Nejčastější závady ve výživě jarního ječmene

Po vysokých sklizních předplodiny, zejména cukrovky a brambor, bývá k jarnímu ječmenu nedostatečně hnojeno kyselinou fosforečnou a v důsledku toho ječmen poléhá nebo zásoby pohotového dusíku není plně využito. Je třeba kombinovat hnojení práškovitým a granulovaným superfosfátem. Podle výsledků pokusů

provedených ve VÚRV lze 8 kg P_2O_5 v granulovaném superfosfátu vyrovnat hladinu fosforu v rostlině do harmonického poměru s dusíkem i v tom případě, kdy obsah kyseliny fosforečné v půdě nedosahuje požadované mezní koncentrace.

Často se hnojí k jarnímu ječmenu dusíkem až podle barvy osení a to je již pozdě. Pozdní hnojení snižuje účinnost dusíku, vyvolává pozdní sterilní odnože a vyšší obsah dusíku v zrna. V důsledku toho je přírůstek výnosu malý a kvalita ječmene horší. Nejúčinnější je dusík, který byl rozhozen před setím, dostatečně hluboko zavlačen a vyrovnán přiměřenou dávkou fosforu. Podle hloubky orničního profilu, podle jeho zásoby fosforu a drasla a podle zásoby dusíku zanechaného v půdě předplodinou, vyměřujeme dávku dusíku až do 40 kg na 1 ha. Vyšší dávky zvyšují hustotu porostu a podporují poléhání. To znamená, že o vysokých výnosech ječmene rozhoduje především půdní zásoba dusíku, zanechaná předplodinou, zvláště když k předplodině bylo intenzívně hnojeno všemi živinami v organických a minerálních hnojivech.

Je-li z jara sucho, je ječmen odkázán na živiny v hlubším orničním profilu. U ječmene se nespolehneme tolik na čerstvé hnojení, nýbrž na starou sílu.

Optimální poměr živin u jarního ječmene je $N : P : K$ 100 : 25 : 167, proto mají být půdy dobře zásobeny i draslem. Nadbytek snižuje však účinnost dusíku a fosforu a tím také intenzitu odnožování.

Vyhodnocení

hnojařských polních pokusů podle rozboru půd a rozboru rostlin

V Čáslavi byl v roce 1957 proveden hnojařský pokus na pozemku, na kterém v roce 1956 byla ozimá pšenice. Pšenice dala výnos 35 q zrna a 75 q slámy. Po pšenici byl na pozemku založen oseední postup se čtyřmi plodinami, s jarním ječmenem, ozimou pšenicí, s brambory a cukrovkou. Pokusy byly hnojeny podle schématu $O - PK - N_1PK - N_2PK - N_3PK - N_{3a}PK$.

Jarní ječmen po ozimé pšenici

Obsah živin v půdě:	N ve výluhu $n NaCl$ 23 mg	= 69 kg/ha
	N podle předplodiny ($35 \times 3 \times 0,67$)	= 70 kg/ha
	N podle rozboru rostlin ($1,77 \times 0,36$)	= 64,8 kg/ha
	P_2O_5 podle Egnéra 6,7 mg P_2O_5	= 120,0 kg/ha
	K_2O podle Schachtschabela 105 mg	= 105,0 kg/ha
	K_2O podle Neubauera 14,2 mg = $\frac{142}{1,5}$	= 95,0 kg/ha

Zásoba živin v půdě 70 kg N	120 kg P_2O_5	105 kg K_2O
K ječmenu hnojeno *)	93 kg P_2O_5	140 kg K_2O

- *) Dávky dusíku byly odstupňovány
1. 20 kg před setím
 2. 20 kg před setím, 20 kg na list
 3. 20 kg před setím, 40 kg na list
 4. 40 kg před setím, 20 kg na list

Výpočet výnosu jarního ječmene z hladiny živin.

Nehojeno:

Hladina živin v rostlině	1,77 g N	0,34 g P	1,49 g K
Poměr živin	100	19,6	84,5

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P N}{K} \times 0,6 = 1,35 \cdot \frac{1,77}{1,49} \cdot 0,6 = 97 \text{ kg } N$$

$$V = \frac{97 \times 0,6}{2,4} = 24,25 \text{ q}$$

Skutečný výnos $24,3 \text{ q} \pm 0,4$.

Z rozboru půdy i z rozboru rostliny je patrný nedostatek fosforu i drasla. Proto rostlina nevyužila ani zásoby dusíku v půdě (přijala místo 70 kg pouze $64,8 \text{ kg } N$), ani nevyužila přijaté hladiny dusíku na tvorbu zrna (z přijatých $64,8 \text{ kg } N$ využila pouze $58,2 \text{ kg } N$). Příčiny jsou nám již známy z popisu hladiny živin v jarním ječmenu ve sledu po obilovinách; hladina živin má příznaky vlivu suchého počasí téměř vždy, kdykoliv následuje obilovina po obilovině.

Z hladiny živin v rostlině sklizené na nehnobené parcele lze nejlépe stanovit obsah pohotových živin v půdě a porovnat jej s obsahem stanoveným rozбором půd.

Podle rovnice pro výpočet množství účinného dusíku rovná se 36% z hladiny dusíku v rostlině obsahu pohotového dusíku v půdě.

V $n \text{ NaCl}$ bylo stanoveno v půdě $= 69 \text{ kg } N$.

V rostlině bylo stanoveno $1,77 \times 0,36 = 64 \text{ kg } N$.

Rozdíl se vysvětluje pozdním uvolněním N mikrobiální činností půdní jako nepřímý vliv nevhodné předplodiny — obiloviny.

Hladina fosforu v rostlině se rovná 60% z obsahu P_2O_5 v půdě. Proto obsah P_2O_5 v půdě se rovná

$$\frac{0,34}{0,6} \times 2,3 = 130 \text{ kg } P_2O_5 \text{ na } 1 \text{ ha.}$$

Rozborem půdy podle Egnéra stanoveno

$$6,7 \text{ mg} = 120 \text{ kg } P_2O_5 \text{ na } 1 \text{ ha.}$$

Rozdíl je poměrně malý a nelze jej vysvětlit pro nepřesnost Egnérových metod.

Obsah drasla v půdě se rovná 60% z hladiny drasla v rostlině. Proto $1,4 \times \times 1,2 \times 0,6 = 1,07 \text{ q} = 107 \text{ kg } K_2O$ na 1 ha . Rozborem podle Schachtschabela stanoveno $10,5 \text{ mg} = 105 \text{ kg } K_2O$ na 1 ha .

Můžeme proto používat běžných chemických metod pro stanovení obsahu živin v půdě, kdežto rozbor rostlin bude sloužit jako kontrolní metoda vlivu prostředí na příjem živin a tvorbu výnosů plodin.

Podle vpředu uvedených směrnic vyrovnává se zásoba živin v půdě pro obiloviny takto: spotřeba dusíku na plánovaný výnos se dělí $0,36$ a obsah P_2O_5 se vyrovná na vypočtenou koncentraci dusíku. Obsah drasla se vyměří tím, že obsah P_2O_5 se násobí $1,2$. V našem případě se plánoval výnos 42 q zrna na 1 ha takto: V půdě je $69 \text{ kg } N$, ze $40 \text{ kg } N$ před setím se využije 60% $= 24 \text{ kg } N$ a z $20 \text{ kg } N$ na list se využije 36% $= 7,2 \text{ kg } N$, celkem $100,2 \text{ kg } N$. Předpokládaný výnos $100,2 : 2,4 = 41,7 \text{ q}$ zrna. Potřebná koncentrace živin do hloubky 20 cm má být $100,2 : 0,36 = 280 \text{ kg } N$, $280 \text{ kg } P_2O_5$ a $280 \times 1,2 = 336 \text{ kg } K_2O$ do 30 cm hloubky stačí

$$215 \text{ kg } N \text{ } 215 \text{ kg } P_2O_5 \text{ a } 260 \text{ kg } K_2O.$$

Výsledek pokusu $N_{3a}PK_2$

Zásoba živin v půdě	69 kg N	120 kg P_2O_5	95 kg K_2O
Hnojeno	60 kg N	95 kg P_2O_5	140 kg K_2O
Celkem živin v půdě	129 kg N	215 kg P_2O_5	235 kg K_2O

Hladina živin v rostlině	1,7 g N	0,31 g P	1,57 g K
Poměr živin v rostlině	100	18,4	92,5

$$N_{úč} = \frac{4P}{K} \cdot N = 1,70 \times \frac{1,24}{1,57} = 1,35 \text{ g N}$$

$$V = \frac{1,35 \times 0,6}{2,4} = \frac{81}{2,4} = 33,7 \text{ q}$$

Skutečný výnos $34,2 \pm 1,0 \text{ q}$.

Hladina dusíku v rostlině stačila na plánovaný výnos ($1,70 \times 0,6 : 2,4 = 43,4 \text{ q}$), avšak nedostatek fosforu a draslíku snížil efekt dusíku ze $104,2 \text{ kg}$ na 81 kg N . Nesplnil se náš předpoklad, že se ječmen bude zásobit živinami z hlubšího profilu. To proto, že po nevhodné předplodině nedostatečně odnožil. Porovnáním předpokládaného a skutečného využití dusíku zjistíme výnosovou diferenci.

Dusík v půdě podle předpokladu	69 kg ve skutečnosti	64 kg N
dusík před setím 40 kg ze 60 % =	24 kg $40 \times 0,36 =$	14,4 kg N
dusík na list ze 36 %	7,2 kg $20 \times 0,216 =$	4,2 kg N
Celkem	100,2 kg N	82,6 kg N

Dusíku bylo rostlinou využito ve všech případech méně, než bylo předpokládáno. Nižší využití bylo zaviněno nevhodnou předplodinou, suchem v době odnožování, nedostatečným vyhnojením orničního profilu kyselinou fosforečnou a draslem.

Závěr pro praxi: Pokud je nedostatek dusíku, doporučuje se zadělat co největší část dávky před setím, která je vždy jistější než dusík na list.

Jak se měnila hladina živin v rostlině po diferenčním hnojení, ukazuje tento přehled:

VI.

Diferenční hnojení	Hladina živin v rostlině						Núč v kg/1 ha	Výnos v q/1 ha
	stanoveno			převáděno na účinné živiny				
	N	P	K	N	P	K		
O	1,77	0,34	1,49	1,77	0,425	1,86	$\frac{4PN}{K} \times 0,6$	24,3±0,4
PK	1,41	0,28	1,71	1,76	0,470	2,14	$N \times 0,36$	26,2±1,2
N ₁ PK	1,57	0,30	1,60	1,96	0,375	2,67	$4P \frac{N}{K}$	28,1±1,1
N ₂ PK	1,68	0,27	1,90	2,10	0,450	2,40	$\frac{4P \times 0,8N}{K}$	32,2±1,6
N ₃ PK	1,48	0,27	1,44	1,85	0,450	4,00	$\frac{4P}{0,8} \cdot \frac{4P}{0,8N}$	31,7±1,0
N _{3a} PK	1,70	0,31	1,57	2,12	0,52	2,61	$4P \frac{N}{K}$	34,2±1,0

Výnos zrna je počítán z poměru živin stanovených v rostlině (původní hladina) nebo z účinnosti živin. Množství účinných živin ukazuje, proč se výnos jednotlivých variant měnil. Např. varianta *PK* ukazuje správně, že se zvýšil příjem fosforu a draslíku a v důsledku toho využila rostlina veškeré množství přijatého dusíku (64 kg) na tvorbu zrna a výnos se zvýšil o 1,9 q na 1 ha. Všechny varianty vykazují nedostatečný příjem fosforu a nízké využití dusíku, to je charakteristický vliv nevhodné předplodiny — obiloviny.

VII. Využití dusíku z hnojiv

Varianta hnojení	Dávky dusíku	Procento využití	Přírůstek výnosu	
			vypočtený	skutečný proti <i>PK</i>
<i>N₁PK</i>	20 kg před setím	21,6% = 4,32 kgN	1,8	1,9
<i>N₂PK</i>	40 kg před setím	36% = 14,4	6,0	6,0
<i>N₃PK</i>	20 kg před setím	36% = 7,2	5,2	5,5
	40 kg na list	13% = 5,2		
<i>N_{3a}PK</i>	40 kg před setím	36% = 14,4	7,8	8,0
	20 kg na list	21,6% = 4,32		

Malé dávky dusíku, i když jsou dány před setím, se nevyužijí plně, poněvadž nedovedou zajistit výživu zvýšeného počtu odnoží. Dávka 40 kg dusíku před setím se využije ze 36 % (obvykle ze 60 %), vysoká dávka na list byla využita pouze ze 13 %. Nejlépe byl využit dusík ve variantě *N_{3a}PK*, kde se projevil v rostlině již určitý nedostatek drasla.

Ozimá pšenice po ozimé pšenici

Na témž pozemku v Čáslavi byl založen hnojařský pokus s ozimou pšenicí (Pyšelka). Provedený rozbor půdy na tomto pokusném honu vykazoval

<i>N</i> v <i>n NaCl</i>	23,5 mg	= 70 kg <i>N</i>
<i>N</i> podle předplodiny		= 70 kg <i>N</i>
<i>N</i> podle rozboru rostlin		= 87 kg <i>N</i>
<i>P₂O₅</i>	6,8 mg	= 140 kg <i>P₂O₅</i>
<i>K₂O</i>	13,0 mg	= 130 kg <i>K₂O</i>

Zásoba živin v půdě	70 kg <i>N</i>	140 kg <i>P₂O₅</i>	130 kg <i>K₂O</i>
Hnojeno k ozimé pšenici (50 q)	80 kg <i>N</i>	100 kg <i>P₂O₅</i>	160 kg <i>K₂O</i>
Celkem živin	150 kg <i>N</i>	240 kg <i>P₂O₅</i>	290 kg <i>K₂O</i>

Výpočet výnosu zrna ozimé pšenice z hladiny živin v rostlině. Nehnojeno:

Hladina živin v rostlině	<i>N</i> = 1,44 : 0,6 = 1,98 o účinnosti 47,3 %
	<i>P</i> = 0,26 : 0,6 = 0,44 o účinnosti 70,5 %
	<i>K</i> = 1,72 : 0,6 = 2,87 o účinnosti 92,3 %
součin účinnosti	30,7 %
Skutečný výnos zrna na 1 ha	30,3 q

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P N}{K} = 114 \times 0,84 = 87,36$$

$$V = 87,36 : 3 = 29,12 \text{ q}$$

Skutečný výnos $30,3 \pm 1,2 \text{ q}$.

V půdě bylo stanoveno ve výluhu $n \text{ NaCl}$ i podle výnosu předplodiny 70 kg N/ha . Jarní ječmen z nich využil 64 kg a ozimá pšenice $87,36$. Rozdíl ve využití lze vysvětlit jednak různou hloubkou zakořenění obou obilovin, jednak různou reakcí na předplodinu a konečně různou zásobou živin na pokusných honech.

Hladina účinného dusíku v rostlinách ječmene je $1,77 \times 0,6 = 106,2$

Hladina účinného dusíku v rostlinách pšenice $1,98 \times 0,6 = 118,8$

Rozdíl účinného dusíku u obou obilovin činí 12,6

Poměr živin v jarním ječmenu $1,77 : 0,34 : 1,49 = 100 : 19,4 : 84,5$

Poměr živin v ozimé pšenici $1,44 : 0,26 : 1,72 = 100 : 18,1 : 120,0$.

Jarní ječmen ukazuje vyšší hladinou dusíku a nízkou hladinou draslíku na mnohem aridnější prostředí než ozimá pšenice nízkou hladinou dusíku a vyšší hladinou draslíku. Pšenice tudíž lépe odnožila, hlouběji zakořenila a opatřila si více draslíku a hlavně vody a v důsledku toho využila i větší podíl dusíku z půdní zásoby.

Po přihnojení ozimé pšenice 80 kg N na 1 ha , z toho 40 kg před setím, 20 kg v době odnožování a 20 kg v době sloupkování činila hladina živin

$2,04 \text{ g N}$	$0,25 \text{ g P}$	$2,22 \text{ g K}$
100	12,3	109

$$N_{\text{úč}} = \frac{4 P}{0,8} \times 1,09 = 1,36$$

$$V = 136 : 3 = 45,3 \text{ q}$$

Skutečný výnos $= 44,1 \pm 2,6 \text{ q}$.

$$N_{\text{úč}} = K = 2,22 \text{ g}$$

$$V = \frac{2,22 \times 0,6}{3} = \frac{133,2}{3} = 44,4 \text{ q}$$

Interpretace vztahu hladiny živin k výnosu může být dvojí a v obou případech je u ozimé pšenice mimořádná. Fosfor byl v minimu, nadbytek dusíku i draslíku však způsobil, že množství účinného dusíku nekleslo na $N \cdot \frac{4 P}{N} = 4 P$, nýbrž na nejvyšší stupeň využitelnosti, tj. $4 P \times 1,25 = 1,25 \text{ g N}$ (místo $2,04 \text{ g N}$). Jen málo vyšší hladina draslíku v poměru k dusíku $\frac{K}{N} = 1,09$ působila na tvorbu zrna pozitivně (tvorbou glycidů) a množství účinného dusíku se zvýšilo na

$$1,25 \text{ g N} \times 1,09 = 1,36 \text{ g N}.$$

Podle druhé verze je $\frac{2,04 \times 0,6}{4 P \times 1,25} = \frac{1,224}{1,25} = 1$, a proto

$$N_{\text{úč}} = K = 2,22 \text{ g N}$$

$$V = \frac{2,22 \times 0,6}{3} = 44,4 \text{ q zrna na } 1 \text{ ha}.$$

Ve srovnání se skutečným výnosem jest tento výklad pravděpodobnější.

VIII. Výnosy a využití dusíku

Varianta hnojení	Výnosy		Dávka dusíku <i>kg</i>	Využití v %	Přírůstek výnosu	
	zrna	slámy			vypočtený <i>q</i>	skutečný <i>q</i>
<i>PK</i>	31,5	52,4				
<i>N₁PK</i>	40,3	76,7	40 brzy z jara	60	8,0	8,0
<i>N₁PK</i>	39,5	67,9	40 brzy z jara	60		
			20 v době odnožování	13	8,9	8,8
<i>N₃PK</i>	42,1	77,5	40 brzy z jara	60		
			40 v době odnožování	21,6	10,6	10,6
<i>N_{3a}PK</i>	44,1	78,0	40 brzy z jara	60		
			20 v době odnožování	36		
			20 v době sloupkování	36	12,8	12,6
50 <i>q</i> kompostu + <i>PK</i>	32,4	52,4				
50 <i>q</i> kompostu	44,9	82,3	40 brzy z jara	60		
<i>N₂PK</i>			20 v době odnožování	60	12,0	12,5
50 <i>q</i> kompostu	42,6	85,1	40 brzy z jara	60		
<i>N₃PK</i>			20 v době odnožování	21,6		
			20 v době sloupkování	13	10,3	10,2

V důsledku hlubšího zakořenění a lepšího zásobení vodou využila ozimá pšenice všechny dávky dusíku, které byly dány brzy z jara, z plných 60 % a dávky *N* na list až ze 36 %.

Když bylo na podzim pohnojeno 50 *q* kompostu, využila pšenice 60 *kg N* z plných 60 %. Další dávky *N* byly již využity slaběji.

Ozimá pšenice využila tedy dusík z hnojiv podstatně lépe než jarní ječmen. Po obilovinách s výjimkou kukuřice využívá jarní ječmen živiny z půdy vždy hůř než kterákoliv jiná obilovina. Volíme proto pro ječmen vhodnější předplodiny. Plánovaného výnosu 50 *q* zrna na 1 *ha* nebylo dosaženo proto, že vyhnojený profil orniční nebyl dost hluboký a půdní fond živin byl doplňován teprve k ozimé pšenici. To znamená do mělkého profilu, z kterého se plodina nemohla v pozdější fázi růstu zásobit. Podmínkou vysokých výnosů obilovin je dostatečně hluboký a řádně vyhnojený orniční profil především kyselinou fosforečnou a humusem; podle rozboru rostlin nedostává se v půdě ani drasla pro plánovaný výnos.

Živiny v rostlině ozimé pšenice mohou být v nejrůznějším poměru, rostlina však vytváří výnosy podle přesného řádu, který lze vyjádřit rozvinutou rovnicí

$$N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{K} \cdot \frac{0,6}{N_s} \quad (N_s = \text{spotřeba } N \text{ na } 1 \text{ } q \text{ sklizně}).$$

Z této obecné rovnice je třeba vycházet při výpočtu množství účinného dusíku. Podle stanovené hladiny živin v rostlině je rovnice různě modifikována a dostává u jednotlivých druhů plodin typický výraz.

Bez znalosti harmonického poměru živin, který je reciprokou hodnotou účinnosti živin odvozené pro všechny plodiny i výrobní podmínky z atomových vah prvků, nebylo možné vyřešit vztah mezi hladinou živin v rostlinách a výnosem plodin. Nebylo také možno zjistit optimální poměr živin v půdě a reakci nejrůznějších plodin pěstovaných v nejrůznějších podmínkách na jednotlivé růstové faktory prostředí. O tom bude jednáno v dalších pracích.

Příloha 1.

Vzorce pro výpočet výnosů z poměru hladiny živin

$$1. \frac{4PK}{N} \cdot 0,6 \quad (0,6K > 4P \text{ ale } 0,6K < 4P \times 1,25)$$

$$2. \frac{(4P)^2}{N} \quad (0,6K = 4P)$$

$$3. \frac{0,6K}{N} \quad (4P = 100, P = 250 \text{ mg})$$

$$4. 4P \quad (0,6K = N)$$

$$5. 0,6K \quad (4P = N \text{ nebo } 4P > N \text{ a } 4P < K \text{ nebo } 4P > 0,6K)$$

$$6. \frac{(4P)^2}{N} \quad \left(\frac{4PK}{N} \cdot 0,6 < \frac{4P}{0,6K} \text{ a } 4P < 0,6K, 4P \cdot 1,25 < 0,6K \right)$$

$$\text{Obecně} \quad N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{K} \cdot 0,6 = \frac{4PN}{K}$$

$$7. \frac{(4P)^2}{0,6K} \quad \left(\frac{4P}{0,6} < K = 4P < 0,6K \text{ a } N > K \right)$$

$$0,6N \quad (4P = 0,6K)$$

$$\frac{N \cdot K}{4P} \cdot 0,6 \quad \left(4P > N \text{ a } \frac{N}{4P} < 0,6K \right)$$

$$\frac{N \cdot K \cdot 0,6}{4P} \times 0,6 \quad \left(4P < N \text{ ale } \frac{4P}{0,6} > 0,6K \right)$$

$$\frac{4PN}{K} \quad (4P < N \text{ a } N < K)$$

$$4P \cdot \frac{N}{4P} \cdot \frac{N}{K} = \frac{N^2}{K} \quad (4P = N)$$

$$\frac{(4P)^3}{N \cdot K} \quad (4P < N \text{ a } < K)$$

Z á v ě r

Z fyzikální chemie odvozená účinnost živin potvrzuje, že moderní fyziologie může integrací nesčíslných biochemických procesů, přímo i nepřímo závislých na třech hlavních živinách, kvantitativně určit produkci plodin, a to tím přesněji, čím vyrovnaněji byla rostlina všemi živinami zásobena. Harmonické hnojení má za následek optimální využití všech růstových faktorů a tudíž i maximálně dosažitelný výnos v daných podmínkách. Množství přijatých živin rostlinou dává přesnou informaci o schopnosti půdy zásobovat jimi rostlinu a umožňuje kontrolu spolehlivosti metod pro stanovení obsahu živin v půdě. Agrochemie se takto dostává z empirie na spolehlivé základy vědecké agrobiologie. Další rozvoj vědy ve výživě rostlin umožní s úspěchem řešit i složité problémy. Podle názoru Z. I. Žurbického lze rozbořem rostlin vyšetřit potřebu živin i u zcela neprobádaných plodin během tří let.

Z poměru přijatých živin usuzujeme, jakým podílem se účastnily jednotlivé živiny na výnosu, a které klimatické faktory ovlivnily velikost a jakost sklizně.

Kontrolou využitelnosti dusíku zjišťujeme, zda použitá technika hnojení byla v daných podmínkách správná a zda bylo dusíku optimálně využito vyrovnaným hnojením fosforem a draslem.

Rozbořem rostlin bylo zjištěno, že fyziologicky účinné živiny lze sice v půdě stanovit vhodnými chemickými metodami, nelze však najít přímou korelaci mezi výnosem a obsahem živin v půdě, neboť podíl využitých živin z půdní zásoby je závislý především na druhu plodiny a na klimatických podmínkách. Je však možno pro každou plodinu, na jakékoliv půdě a v různých klimatických podmínkách stanovit onu mezní zásobu živin, která optimálně splňuje podmínky pro dosažení plánovaných výnosů. Zajistit však plánovaný výnos za každých podmínek není dosud možné.

S o u h r n

Mnoha úspěchy korunované úsilí o stanovení zásoby rostlinami přijatelných živin v půdě naráželo na některé dosud nepřekonané překážky. Výnosy plodin nejsou totiž závislé toliko na obsahu pohotových živin v půdě, nýbrž na řadě dalších růstových faktorů, které se každoročně mění a tak ztěžují stanovení korelačních vztahů mezi obsahem živin v půdě a výnosem. Bylo proto třeba spojit rozbor půd s polním pokusem, který by udal za všech růstových podmínek množství z půdy odčerpaných živin. Vhodnou metodou se ukázal rozbor celých rostlin v době ukončeného příjmu živin, jehož výsledky jsou současně kontrolovány rozbořem půd jednou nebo několika metodami v praxi běžně užívanými.

Pokusy prováděnými po 5 let bylo prokázáno, že

1. výnosy jsou úměrné součinu účinnosti přijatých živin podle zákona o účinnosti růstových faktorů formulovaného E. A. Mitscherlichem s tím rozdílem, že koeficienty účinnosti živin jsou funkcí atomových vah a nikoliv empirické hodnoty podmíněné vlivy prostředí. Účinnosti křivky živin jsou geometrickým výrazem obecné rovnice van t' Hoffovy aplikované Baulem na růstové faktory, jejich tvar je neměnný a mají s výnosovými křivkami jen tolik společného, že při vyrovnaném poměru živin mají (teoreticky) jeden společný bod, v praxi pak určitý malý úsek. Při nevyrovnaném poměru živin mění se aktivita (množství účinných) živin i v půdě i v rostlině a protože je výnos úměrný součinu účinností živin, mění se i výnosová křivka, nikoliv však účinnost živin, které se účastní na tvorbě výnosu. Většina

komentátorů a kritiků zákona o účinnosti růstových faktorů si neuvědomuje tento podstatný rozdíl účinnostní (neměnné) a výnosové (proměnné) křivky a činí z nesprávného rozlišování nesprávné závěry;

2. výnosy jsou úměrné hladině kterékoliv hlavní živiny, jsou-li v rostlině v harmonickém poměru (100 N : 25 P : 100 K). Při disharmonickém poměru je výnos úměrný množství účinného dusíku, které se vypočítá z rovnice

$$N_{\text{úč}} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{K} = 4P \cdot \frac{N}{K}$$

Podle této rovnice jest draslík v poměru k N a P v relativním přebytku. Rovnice se mění (viz přílohu) podle toho, jak se mění poměr živin v rostlině. Všechny plodiny vyrovnávají hladinu živin do harmonického poměru, kterému je úměrný výnos produktu. Čím nevyrovnanější je poměr živin, tím větší podíl všech tří živin připadá na tvorbu asimilační hmoty. V extrémních případech, ve kterých je v nadbytku N a K , může být všechn fosfor spotřebován na tvorbu stonků a listů, aniž vytvoří semena (viz Mitscherlichovy nádobové pokusy);

3. výnosy jsou úměrné zásobě pohotového dusíku v půdě. Jaký podíl ze zásoby plodina využije, o tom rozhodují ostatní růstové faktory. Poněvadž všechny plodiny zpracovávají živiny po kvantech o známé geometrické řadě, je možno řídit rostlinnou výrobu tak, aby využití daného množství živin se blížilo v daných podmínkách mezní tj. plné efektivnosti.

Po zjištění vztahu mezi hladinou živin v rostlině a výnosem, bylo možno určit vztah mezi hladinou živin v rostlině a obsahem živin v půdě. Hladina živin v rostlině poměrně dobře zrcadlí (v Lundegardhově terminologii) obsah živin v půdě. Jak ukazuje pokus v Čáslavi s ozimou pšenicí, lze z hladiny živin v rostlině zjistit obsah živin v půdě takto:

Hladina $N = 1,44 \text{ g} \times 0,48 = 69,12 \text{ kg } N$ v půdě. Rozborem půdy nalezeno 70 kg N .

Hladina $P = 0,26 \text{ g} \times 2,3 = 60,3 \times 0,8 \times 1,67_2 = 133,5 \text{ kg } P_2O_5$ v půdě. Nalezeno 140 kg P_2O_5 .

Hladina $K = 1,72 \times 1,2 \times 0,6 = 123,6 \text{ kg } K_2O$. Nalezeno rozborem 130 kg K_2O . Obsah dusíku a drasla v půdě se vypočítá, když hladinu jejich v rostlině násobíme 0,6. Tím se gramy živin na 100 g sušiny přepočítají na q na 1 ha půdy. Výsledek je platný jen pro plodinu, kterou analyzujeme, v našem případě pro ozimou pšenici ($1,44 \times 0,6 = 86,4$). Rozborem půdy a z výnosu předplodiny bylo nalezeno 70 kg N v půdě. Podíl $86,4 : 70 = 1,26$ potvrzuje, že ozimá pšenice má koeficient

využitelnosti dusíku o 25 % (26 %), tj. $\frac{1}{0,8}$ vyšší, než vykazuje rozbor půd. Poznatk platí obecně. Obsah fosforu v půdě vypočítáme, když hladinu fosforu (P) v rostlině násobíme převodovým koeficientem 2,3 (na P_2O_5) a ještě násobíme $1,67_2$ ($\frac{1}{0,6^2}$). Také využitelnost fosforu je o 25 % vyšší než odpovídá 21,6 % z obsahu kyseliny fosforečné v půdě, jak ukazuje koeficient 0,8 v rovnici pro výpočet obsahu P_2O_5 v půdě. Rozbor rostlin z parcel nehnojených dává přesné a pro výpočet zásoby živin v půdě spolehlivé výsledky.

V předložené práci jsme se omezili na konstatování vztahů mezi obsahem živin v půdě, hladinou živin v rostlině a výnosem, které jsme pouze demonstrovali ve větším počtu příkladů na jarním ječmenu a na některých dalších plodinách. Podrobně budou vztahy popsány v dalších pracích, zejména pokud se týče stanovení

пrijatelného dusíku v půdě. Bude provedena konfrontace rozboru rostlin jako metody pro stanovení potřeby hnojení kyselinou fosforečnou a draslem s metodami chemickými a fyziologickými, pokud jsou v praxi používány.

Z dosud získaných poznatků můžeme učinit závěr, že lze sice stanovit fyziologicky účinné živiny v půdě vhodnými metodami, nelze však předem usuzovat na výši výnosu z obsahu živin v půdě, protože podíl využitých živin je závislý na druhu plodiny a na klimatických podmínkách. Je však možno pro každou plodinu, na jakékoli půdě a v různých klimatických podmínkách stanovit onu mezní a fyziologicky vyrovnanou zásobu živin, která optimálně splňuje podmínky pro dosažení plánovaných výnosů. Zajistit však plánovaný výnos za každých podmínek není dosud technicky možné.

Literatura

1. Duchoň F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských, Praha 1948.
- 2. Duchoň F.: Řídká a okopaninová kultura obilovin - progresivní agrotechnika nejbližší budoucnosti. Sborník ČSAZV, r. XXIX, č. 12, 1956.
- 3. Gericke S.: Wert und Wirkung der Phosphorsäuredüngung in der deutschen Landwirtschaft, Essen 1956.
- 4. Goodall I. W. a Gregory F. G.: Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. Revue de l'agriculture 1, 1952.
- 5. Van den Hende A.: O rovnováze živin v půdě a o vztahu živin k chemickému rozboru rostlin a půdy. Překlad z Revue de l'agriculture, 5. roč., č. 1, roku 1952.
- 6. Laník J. - Halada J.: Rozbory půd, Praha 1956.
- 7. Lundegardh H.: Die Tripelanalyse, Uppsala 1941.
- 8. Lundegardh H.: Die Blattanalyse, Jena 1954.
- 9. Lundegardh H.: Klima und Boden, Jena 1954.
- 10. Mitscherlich E. A.: Bodenkunde, Halle 1950.
- 11. Von Peter H.: Handelsdünger und Bodenkontrolle, Berlin 1955.
- 12. Prjašnikov D. N.: Izbranyje sočiněnija, Moskva 1953.
- 13. Sabinin D. A.: Fiziologičeskije osnovy pitanija rastěnij, Moskva 1955.
- 14. Scharrer K.: Fortschritte der Agrikulturchemie, Dresden 1955.
- 15. Scheffer F. - Welte E.: Pflanzenernährung, Stuttgart 1955.
- 16. Willcox O. W.: Agrobiologie percentage method of evaluating fertiliser tests, Soil Science, V. 79. N. 6, 1955.
- 17. Žurbickij Z. I.: O potrebnosti rastěnij v mineralnom pitanii, N N SSSR - Fiziologia rastěnij, Tom 2. Vyp. 2, 1955.

Анализ растений как метод научного исследования питания растений

(Часть I.)

Достигшие многих успехов стремления определить запас принятых растениями питательных веществ в почве сталкивались с некоторыми до сих пор непреодолимыми препятствиями. Урожайность культур, следовательно, не зависит только от содержания доступных питательных веществ в почве, а от целого ряда дальнейших ростовых факторов, которые ежегодно меняются и, таким образом, затрудняют определение корреляционных отношений между содержанием питательных веществ в почве и урожаями. Поэтому необходимо было соединить анализ почв с полевым опытом, который при всех условиях роста определял бы количество из почвы взятых питательных веществ. Подходящим методом оказался анализ целых растений в период законченного приема питательных веществ; результаты этого метода одновременно контролируются анализом почв по одному или несколькими методам, нормально применяемым в практике.

Опытами, проводимыми на протяжении 5 лет было доказано, что

1. урожаи пропорциональны произведению действия принятых питательных веществ согласно закону о действии ростовых факторов, сформулированному Е. А. Митчерлихом с той разницей, что коэффициенты действия питательных веществ являются функцией атомных весов, а никак не эмпирические значения, обусловленные влияниями среды. Кривые действия питательных веществ являются геометрическим выражением общего уравнения ван Гоффа, примененного Баулем для ростовых факторов, форма которых константна и с кривыми урожаев они имеют лишь то общее, что при уравновешенном соотношении питательных веществ они теоретически имеют одну общую точку, а на практике — определенный небольшой участок. При невыравненном отношении питательных веществ меняется активность (количество действенных) питательных веществ и в почве и в растении, а ввиду того, что урожай пропорционален произведению действия питательных веществ, меняется и кривая урожаев, но не действие питательных веществ, принимающих участие в образовании урожая. Большинство комментаторов и критиков закона о действии ростовых факторов не сознают этой существенной разницы кривой действия (константной) и кривой урожайности (переменной) и из неправильного различия делают ошибочные заключения.

2. Урожаи пропорциональны уровню любого основного питательного вещества, если они в растении находятся в гармонирующем соотношении ($100 N : 25 P : 100 K$).

При негармонирующем соотношении урожайность пропорциональна количеству действенного азота, которое исчисляется из уравнения

$$N \text{ дейст.} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{K} = 4P \cdot \frac{N}{K}$$

Согласно этому уравнению калий в отношении к N и P находится в относительном избытке. Уравнение меняется (см. приложение) в зависимости от того, как меняется отношение питательных веществ в растении. Все культуры выравнивают уровень питательных веществ в гармонирующем отношении, которому пропорционален урожай продукта. Чем менее выравнено отношение питательных веществ, тем больше доля всех трех питательных веществ приходится на образование ассимиляционной массы. В исключительных случаях, в которых N и K находятся в избытке, весь фосфор может быть израсходован на образование стеблей и листьев, без того, чтобы образовались семена (см. опыты Митчерлиха в сосудах).

3. Урожаи пропорциональны запасу доступного азота в почве. Какая доля запаса азота растением используется, решается остальными ростовыми факторами. Ввиду того, что все культуры перерабатывают питательные вещества по количествам, согласно известному геометрическому ряду, можно направлять растениеводство так, чтобы использование данного количества питательных веществ приближалось при данных условиях крайней, т. е. полной эффективности.

После определения отношения между уровнем питательных веществ в растении и урожаем можно было установить соотношение между уровнем питательных веществ в растении и содержанием питательных веществ в почве. Уровень питательных веществ в растении относительно хорошо отражает (согласно терминологии Лундегарда) содержание питательных веществ в почве. Как показывает опыт, проведенный с озимой пшеницей в Чаславе, из уровня питательных веществ в растении можно определить содержание питательных веществ в почве следующим образом:

Уровень $N = 1,44 \text{ г} \times 0,48 = 69,12 \text{ кг } N$ в почве. При анализе было установлено 70 кг N .

Уровень $P = 0,26 \text{ кг} \times 2,3 = 60,3 \times 0,8 \times 1,67^2 = 133,5 \text{ кг } P_2O_5$ в почве. При анализе было установлено 140 кг P_2O_5 .

Уровень $K = 1,72 \times 1,2 \times 0,6 = 123,6 \text{ кг } K_2O$. При анализе установлено 130 кг K_2O . Содержание азота и калия в почве можно вычислить, если умножить их уровень в растении на 0,6. Таким образом граммы питательных веществ на 100 г сухого вещества пересчитываются на центнеры на 1 га земли. Результат действителен лишь для анализируемой культуры, в нашем случае для озимой пшеницы ($1,00 \times 0,6 = 86,4$). Анализом почвы и урожая предшествующей культуры было установлено 70 кг N в почве. Отношение $86,4 : 70 = 1,26$ подтверждает, что у зимней пшеницы коэффициент пользовательности азота на 25% (26%), т. е. $\frac{1}{0,8}$ выше, чем показывает анализ почв. Этот вывод имеет общее значение. Содержание фосфора в почве можно высчитать, если уровень фосфора (P) в растении умножить на переводный коэффициент 2,3 (на P_2O_5) и еще умножить на $1,67^2 \left(\frac{1}{0,6^2} \right)$. Также пользовательность фосфора на 25 % выше, чем отвечает 21,6 % из содержания фосфорной кислоты в почве, как показывает коэффициент 0,8 в уравнении для вычисления содержания P_2O_5 в почве. Анализ растений с удобренных делянок дает точные и для расчета запаса питательных веществ в почве надежные результаты.

В представленной работе мы ограничились констатированием отношений между содержанием питательных веществ в почве, уровнем питательных веществ в растении и урожаем, которые мы только демонстрировали на большем числе примеров на яровом ячмене и на некоторых других культурах. Подробно описаны отношения в дальнейших работах, особенно что касается определения усвояемого азота в почве. Будет произведено сопоставление анализа растений как метода для определения потребности удобрения фосфорной кислотой и калием с химическими и физиологическими методами, поскольку они в практике применяются.

Из полученных до сих пор результатов можно сделать заключение, что хотя и можно определить физиологически действенные питательные вещества в почве соответствующими методами, однако нельзя заранее судить о размере урожая из содержания питательных веществ в почве, так как доля израсходованных питательных веществ зависит от вида культуры и от климатических условий. Для каждой культуры, однако, можно на любой почве и при разных климатических условиях определить тот предельный и физиологически выравненный запас питательных веществ, который оптимально отвечает условиям для достижения плановых урожаев. Однако определить плановый урожай во всяких условиях до сих пор не является технически возможным.

Pflanzenanalyse als Methode der Pflanzenernährungsuntersuchungen

Das mit vielen Erfolgen gekrönte Bestreben um die Feststellung des Vorrates an von den Pflanzen assimilierbaren Nährstoffen im Boden stieß auf einige bisher nicht überwundene Hindernisse. Die Erträge sind nicht nur vom Inhalt der im Boden vorhandenen Nährstoffe, sondern auch von einer Reihe von weiteren Wachstumsfaktoren abhängig, welche sich jährlich ändern und so die Festsetzung der Korrelationsverhältnisse zwischen dem Inhalt der Nährstoffe im Boden und dem Ertrage erschweren. Deshalb war es notwendig die Bodenanalysen mit Feldversuchen zu verbinden, welche

unter allen Wachstumsbedingungen die Mengen der aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffen angeben könnte. Als eine geeignete Methode zeigte sich die Analyse ganzer Pflanzen zur Zeit der beendeten Nährstoffaufnahme deren Ergebnisse gleichzeitig durch eine oder mehrere Methoden der Bodenuntersuchung kontrolliert werden.

Durch die fünfjährigen Versuche wurden folgende Tatsachen erwiesen:

1. Die Erträge sind proportional dem Produkte der Wirkungen der aufgenommenen Nährstoffe nach dem von E. A. Mitscherlich formulierten Gesetze von der Wirkung der Wachstumsfaktoren mit dem Unterschiede, daß die Wirkungskoeffizienten der Nährstoffe die Funktionen der Atomgewichte sind und nicht die empirischen Werte, welche durch Umweltbedingungen bedingt sind. Die Wirksamkeitskurven der Nährstoffe sind ein geometrischer Ausdruck der allgemeinen Gleichung von Hoffs, welche vom Baule auf die Wachstumsfaktoren appliziert wurde. Ihre Form ist unveränderlich und sie haben mit den Ertragskurven nur das gemeinsame, daß sie beim ausgeglichenen Verhältnisse der Nährstoffe (theoretisch) einen Punkt gemeinsam haben, und in der Praxis einen bestimmten kurzen Abschnitt. Bei einem nicht ausgeglichenen Verhältnisse der Nährstoffe ändert sich die Aktivität (die Menge der wirksamen Nährstoffe) sowohl im Boden als auch in der Pflanze. Und da der Ertrag dem Produkt von Wirkungen der Nährstoffe proportional ist, so ändert sich auch die Ertragskurve, jedoch nicht die Wirksamkeit der Nährstoffe, welche an der Ertragsbildung beteiligt sind. Die Mehrzahl von Kommentatoren und Kritikern des Gesetzes über die Wirksamkeit der Wachstumsfaktoren sind sich nicht bewußt dieses wesentlichen Unterschiedes zwischen der (unveränderlichen) Wirksamkeitskurve und zwischen der (veränderlichen) Ertragskurve und machen aus der unrichtigen Unterscheidung unrichtige Schlußfolgerungen.

2. Die Erträge sind proportional dem Niveau von einer der Hauptnahrungsstoffe, wenn sie in der Pflanze im harmonischen Verhältnisse vorhanden sind. (100 N : 25 P : 100 K).

Bei einem disharmonischen Verhältnisse ist der Ertrag proportional der Menge des wirksamen Stickstoffes, welche aus der Gleichung berechnet wird:

$$N_{\text{wirk}} = N \cdot \frac{4P}{N} \cdot \frac{N}{K} = 4P \cdot \frac{N}{K}.$$

Nach dieser Gleichung ist Kalium im Verhältnisse zu N und P im relativen Überschuß. Die Gleichung ändert sich (siehe die Anlage) darnach, wie sich das Verhältnis der Nährstoffe in der Pflanze ändert. Alle Früchte gleichen das Niveau der Nährstoffe zum harmonischen Verhältnis aus, dem auch der Ertrag des Produktes proportional ist. Je weniger das Verhältnis der Nährstoffe ausgeglichen ist, desto größer ist der Anteil der drei Nährstoffe, welcher auf die Bildung der Assimilationsmasse zufällt. In Extremfällen, wo N und K im Überflusse ist, kann der ganze Phosphor zur Bildung von Stengeln und Blättern verbraucht werden, ohne Samen zu bilden (nach Mitscherlichs Gefäßversuchen).

3. Die Erträge sind dem Vorrate des assimilierbaren Stickstoffs im Boden proportional. Welchen Anteil des Stickstoffvorrates die Pflanze ausnützen wird, darüber entscheiden die übrigen Wachstumsfaktoren. Da alle Pflanzen die Nährstoffe nach Quanten von einer bekannten geometrischen Reihe verarbeiten, ist es möglich die Pflanzenproduktion so zu dirigieren, daß sich die Ausnützung der gegebenen Nährstoffmenge bei den gegebenen Bedingungen der Grenzeffektivität, das heißt der vollkommenen Effektivität nähert.

Nach der Sicherstellung des Verhältnisses zwischen dem Nährstoffniveau in der Pflanze und dem Ertrage war es möglich das Verhältnis zwischen dem Nährstoffniveau in der Pflanze und dem Gehalte an Nährstoffen im Boden zu bestimmen. Das

Nährstoffniveau in der Pflanze gibt ein ziemlich gutes Spiegelbild des Gehaltes an Nährstoffen im Boden (nach Lundgardts Terminologie). Wie der Versuch mit Winterweizen in Časlau zeigt, kann man aus dem Nährstoffniveau in der Pflanze den Gehalt an Nährstoffen im Boden folgendermaßen bestimmen:

Niveau des N = $1,44 \text{ g} \times 0,48 = 69,12 \text{ kg N}$ im Boden. Durch die Bodenanalyse wurde 70 kg gefunden.

Niveau des P = $0,26 \text{ g} \times 2,3 = 60,3 \times 98 \times 1,672 = 133,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ im Boden. Durch die Bodenanalyse wurde 140 kg P_2O_5 gefunden.

Niveau des K = $1,72 \times 1,2 \times 0,6 = 123,6 \text{ kg K}_2\text{O}$. Durch Analyse wurde 130 kg K_2O gefunden.

Der Gehalt an Stickstoff und Kalium wird so errechnet, wenn man ihr Niveau in der Pflanze mit 0,6 multipliziert. Dadurch werden die in 100 g Trockensubstanz sich befindlichen Gramme von Nährstoffen auf Doppelzentner auf 1 ha Boden verrechnet. Das Ergebnis gilt nur für die Pflanze, welche man analysiert, in unserem Falle für Winterweizen ($1,44 \text{ g} \times 0,6 = 86,4$). Mittels der Bodenanalyse und aus dem Ertrage der Vorfrucht wurden 40 kg N im Boden gefunden. Der Anteil $86,4 : 70 = 1,26$ bestätigt, daß der Winterweizen einen um 25% (26 %), das heißt, um $\frac{1}{0,8}$ höheren Ausnutzungskoeffizienten des Stickstoffs hat als die Bodenanalyse ausweist. Diese Erkenntnis hat eine allgemeine Gültigkeit. Den Gehalt an Phosphor im Boden berechnen wir damit, daß wir das Niveau des Phosphors (P) in der Pflanze mit dem Überföhrungskoeffizienten 2,3 (auf P_2O_5) multiplizieren und außerdem noch mit $1,67^2 \left(\frac{1}{0,6^2} \right)$ multiplizieren. Auch die Ausnutzbarkeit von Phosphor ist um 25 % höher als es dem 21,6 % Gehalt an Phosphorsäure (P_2O_5) im Boden entsprechen würde. Das zeigt der Koeffizient 0,8 in der Gleichung für die Berechnung des Gehaltes an P_2O_5 im Boden an. Die Pflanzenanalyse aus nichtgedüngten Parzellen gibt genaue und für die Berechnung des Nährstoffvorrates im Boden verläßliche Ergebnisse. In der vorgelegten Arbeit beschränkten wir uns auf die Konstantierung von gegenseitiger Beziehung zwischen dem Gehalt an Nährstoffen im Boden, dem Niveau der Nährstoffe in der Pflanze und dem Ertrage, was wir nur auf einer größeren Anzahl von Beispielen auf Sommergerste und einigen weiteren Früchten demonstriert haben. Die gegenseitigen Beziehungen werden ausführlich in weiteren Arbeiten beschrieben werden, hauptsächlich was die Bestimmung des assimilierbaren Stickstoffs im Boden anbelangt. Es wird eine Konfrontation der Bodenanalyse als Methode zur Bestimmung des Bedarfes an Düngung mit Phosphorsäure und Kalium mit den chemischen und physiologischen, in der Praxis gebräuchlichen Methoden durchgeführt werden.

Stanovení požadavků rostlin na živiny jako podklad pro vypracování soustavy hnojení

Установление требований растений к питательным веществам
в качестве основы для разработки системы удобрения

Establishing of Plant Requirements for Nutrient Elements as a Base for Working out
a System of Fertilizing

Z. I. ŽURBICKÝ

Ústav fyziologie rostlin Akademie věd SSSR

Jedním z prvořadých úkolů agrochemie je vypracování takových metod hnojení, které zajišťují vysoké výnosy při minimální spotřebě hnojiv.

V současné době jsou nejrozšířenější metodou, používanou k řešení tohoto úkolu, polní pokusy s diferencovanými dávkami hnojiv, s různým poměrem živin, s různou dobou použití hnojiv, způsoby jejich použití atd. Výsledky jednotlivých pokusů odpovídají dané plodině, daným půdním podmínkám, meteorologickým podmínkám v pokusném roce a použité agrotechnice. Z výsledků takového pokusu se dá i těžko předpokládat, jak se opatření osvědčí v jiných, i když podobných podmínkách. Dalším nedostatkem pokusu je, že dosažený výsledek nemusí být ani pro dané podmínky, ve kterých byl pokus proveden, nejlepší. Dá se předpokládat, že bylo nutné zlepšení techniky použití hnojiv, pokus však neprokázal, v jakém směru je třeba tato zlepšení hledat, protože dosud nemáme obecné teoretické zákonitosti výživy rostlin a použití hnojiv.

Předností polních pokusů je jejich komplexnost; současné sledování působení komplexu podmínek působících na rostliny je však zároveň i základním nedostatkem polních pokusů, protože nemožnost zpřesnění úlohy jednotlivých faktorů v pokusu zabraňuje vyšetřit příčinnou souvislost jevů.

Používání hnojiv, zvláště minerálních, se na zeměkouli každoročně zvyšuje. Ve spojitosti s tím vzrůstá i potřeba nalezení nových cest vypracování racionálních metod jejich použití, protože čistě empirický způsob nynějších polních pokusů nesplňuje současné požadavky. Ještě před dvaceti až třiceti lety bylo jedním z hlavních směrů teoretických výzkumů otázek používání hnojiv zjištění vztahu mezi dávkami a dosaženými výnosy. Jsou všeobecně známy téze Liebiga a Mitscherlicha, které usměrnily nesčíslné výzkumy.

V oblastech, kde se používá vysokých dávek minerálních hnojiv, je věnována větší pozornost studiu optimálních poměrů mezi živinami, neboť zvýšení, jehož mohlo být dosaženo prostým zvyšováním dávek, bylo již dosaženo. Další pokrok vyžaduje zdokonalení využití živin u minerálních hnojiv.

Velký význam pro stanovení správného poměru mezi živinami a jinými (růstovými) faktory u rostlin má studium vzájemných vztahů mezi zkoumanými faktory.

Prověření vzorce Mitscherlich-Bauleho pomocí polních pokusů přivedlo Behrense k závěru, že účinnost plného minerálního hnojení (NPK) byla ve skutečnosti vyšší, než vyplývá z Mitscherlichova vzorce, a nižší, než by měla být, kdyby odpovídala „zákonu minima“ připisovanému Liebigovi.

Považuji za nejdůležitější výsledek prací Behrense, že rozebírá celých pět případů různé součinnosti (různých faktorů). Zejména přichází k závěru, že jestliže dva faktory mohou být ve známém stupni zaměněny jeden za druhý, vyplňující analogickou úlohu v životě rostlin, jako např. draslík a délka slunečního svitu, pak každý z nich působí lépe při nejnižší hodnotě druhého. Když se faktory vzájemně nezaměňují, jako např. draslík a dusík, pak každý z nich působí při nejvyšší hodnotě druhého. Velmi důležité je zjištění skutečnosti, že součinnost mezi jednotlivými růstovými faktory se může kvalitativně lišit.

Na tuto okolnost jsem poukázal již v práci, publikované v roce 1936 (3), kde jsem psal, že součinnost růstových faktorů, lišících se nějakou obecností své funkce v životních procesech rostlin, jako např. kysličník uhličitý a světlo, draslík a sodík, se projevuje daleko více, než součinnost faktorů, majících ohraničené funkce v rostlinách. Součinnost posledních bývá zjišťována jen u chudých prostředí (Rippel A., 1927; Klečkovský V. M., 1930).

Mitscherlich již v roce 1925 (12) experimentálně dokázal, že koeficient působení kysličníku uhličitého se desetinásobně zvyšuje při dvojnásobném zvýšení intenzity světla; v jeho zkoumáních se obvykle braly v úvahu dva koeficienty působení pro draslík, za přítomnosti a za nepřítomnosti N , ačkoliv pro ostatní prvky se koeficienty působení ukázaly více stabilnější. To ukazuje na značné rozdíly v součinnosti jednotlivých růstových faktorů, což způsobuje těžkost, a snad i znemožňuje zobecněné principiální matematické objasnění součinnosti růstových faktorů v celku.

Důkladné zkoumání optimálních poměrů živin pro rostliny bylo provedeno Klečkovským (4). Vyšetřoval vliv celkového množství použitých živin, a také tak zvaného „koeficientu kombinování“ na změny optimálních poměrů mezi prvky. Pod koeficientem kombinování Klečkovský rozumí možnost měnění absolutních veličin ekvivalentů jednotlivých prvků při jejich kombinování. Například je možno studovat poměr mezi $N : P : K$ nebo mezi $N : P_2O_5 : K_2O$. Při použití druhého výrazu jednotka dusíku bude zastoupena v pokuse patřičně menším množstvím fosforu nebo draslíku ve srovnání s prvním výrazem.

Použitím koeficientu kombinování (α a β) je možno v obecné formě napsat $N + \alpha P + \beta K = M$, kde M je množství použitých živin, které zůstává stejné pro každou sérii pokusů. Rozborem působení dávek dvou prvků N a P a označením poměru mezi nimi pomocí q ($q = N : P$) Klečkovský zjišťuje, že $P = \frac{M}{q + \alpha}$ a $N = \frac{qM}{q + \alpha}$, kde α je koeficient kombinování. Dále Klečkovský zkoumá, jaké je možno očekávat závislosti Q — optimálního poměru — od M a α , jestliže se vychází z některých rozšířených představ o závislosti mezi dávkami hnojiv a výnosy.

Jestliže se vychází ze schématu Liebiga - Wagnera, podle kterého působení dávek živiny, nachází-li se v minimu, se mění přímo úměrně zvýšení dávky, pak $\frac{d\alpha}{dM} = 0$ a $\frac{dQ}{d\alpha} = Q$, z čehož vyplývá, že optimální poměr nezávisí ani na veličině dávek, ani na koeficientu kombinování.

Jestliže se za výchozí postavení vezme schéma Balmukanda (Special

Resistance Formula) (7), pak působení dávek N a P může být vyjádřeno následovně:

$\frac{1}{y} = \frac{a_n}{N} + \frac{a_p}{P} + B$, kde y -výnos, a_n , a_p a B jsou koeficienty. Tato rovnice vede

k závěru, že $\frac{dQ}{dM} \equiv 0$ a $\frac{dQ}{dM} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{a_n}{a_p} \cdot \frac{1}{a}}$, z čehož vyplývá, že podle vzorce

Balmukandova optimální poměr nezávisí na celkové dávce prvků, ale mění se úměrně druhé odmocnině z α .

Po rozboru podobným způsobem známého vzorce Mitscherlicha-Bauleho $y = E(1 - 10^{-c_n \cdot N}) \cdot (1 - 10^{-c_p \cdot P})$, kde c_n je koeficientem působení N , c_p koeficient působení P a E koeficient. Klečkovský přichází k závěru, že v souvislosti s velikostí koeficientu kombinování α optimální poměr dvou živin Q následovně závisí na jejich celkovém množství M :

a) jestliže koeficient $\alpha = \frac{C_p}{C_n}$, pak Q nezávisí na M a číselně se rovná $\frac{C_p}{C_n}$

b) jestliže $\alpha > \frac{C_p}{C_n}$, pak optimální poměr $N : P = Q$ se zmenšuje se zvyšováním M od hodnoty, rovnající se α , do hodnoty, rovnající se $C_p : C_n$;

c) jestliže $\alpha < \frac{C_p}{C_n}$, pak Q se zvyšuje se zvýšením M od hodnoty, rovnající se α do hodnoty, rovnající se $C_p : C_n$.

Aby se objasnilo, jak ve skutečnosti závisí optimální poměr mezi dvěma prvky na jejich celkové dávce a na koeficientech kombinování, provedl Klečkovský dvě série pokusů.

V první sérii $N + 8P = M$, a ve druhé sérii $N + 2P = M$, tj. koeficient kombinování α v první sérii se rovnal 8 a čtyřnásobně převyšoval koeficient kombinování druhé série. Množství živin v první sérii v prvním schématu se rovnal 1, ve druhém — 2, v třetím — 4, a ve čtvrtém 8; v druhé sérii množství $N + P$ odpovídala: 0,5; 1,0; 2,0; a 4,0. Pokusy byly provedeny s ovsem v pískových kulturách, v každém pokuse bylo po osmi kombinacích poměrů $N : P$. Když získal výnosové výsledky podle 8 schémat, Klečkovský došel k následujícím závěrům:

1. Při zvýšení celkového množství N a P optimální poměr se přesunul na stranu relativního zvýšení fosforu.

Tato závislost neousouhlasí ani s jedním z rozebraných matematických schémat.

2. Optimální poměr $N : P$ při stálém M se podél celkové váhy výnosu měnil se změnou α přibližně (úměrně) druhé odmocnině z α .

Podle výnosu zrna se optimální poměr $N : P$ téměř neměnil koeficientem α .

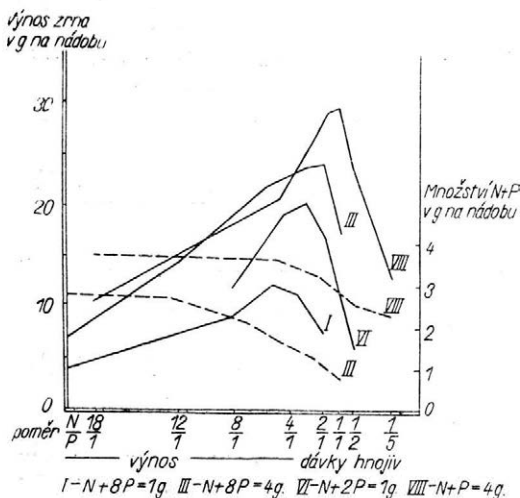
V práci Klečkovského byla takto teoreticky prozkoumána možnost závislosti optimálního poměru prvků na používaných dávkách hnojiv a provedeno základní prověření teoretických tezí velkou sérií vegetačních pokusů. Tyto výzkumy mohou být užitečné pro další řešení otázky, ale je nutno uvést několik poznámek k získaným výsledkům.

Optimální poměr byl studován pro dávky N a P ve vnějším prostředí, ve vegetační nádobě a zvýšení optimálního poměru ve směru zvýšení P při zvýšení celkových dávek se správně vysvětluje ne tím, že při zvýšení celkové dávky hnojiv rostliny relativně potřebovaly více fosforu, ale tím, že při stejném zvýšení dávek využití N rostlinami se zvýšilo větší mírou, než využití P .

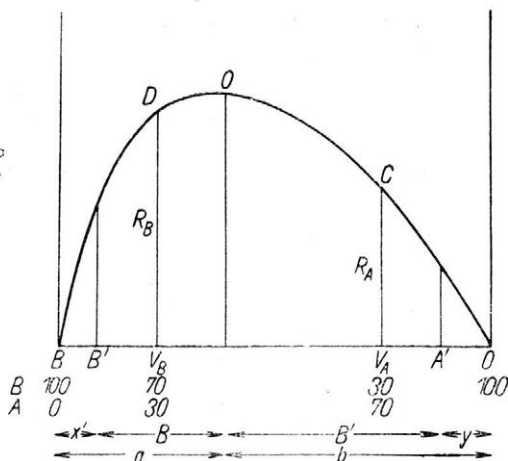
Kromě toho získané závěry, jak je vidět, nemají obecného významu a nemohou být přeneseny na libovolnou dvojici živin a na libovolnou rostlinu.

Pochybnosti vyvolává také význam koeficientu kombinování. Vždyť tento koeficient je jen způsobem vyjádření dávek prvků, ale rostliny reagují na skutečně vnesené dávky hnojiv. Libovolné dávky a libovolné poměry živin mohou být vyjádřeny bez použití koeficientu kombinování.

Když se v provedených pokusech koeficient kombinování zvyšoval od 2 do 8, to znamenalo, že při tom docházelo ke zvýšení celkové dávky a zkoumaná křivka zasahovala do kombinací s velkou převahou P nad N . Zřetelné je to ukázáno na obr. 1, sestaveném podle výsledků pokusů Klečkovského.



Obr. 1. Vliv dávek hnojiv na změnu optimálních poměrů $N : P$ v pokusech Klečkovského s ovsem v pískových kulturách



Obr. 2. Stanovení optimálního poměru mezi dvěma prvky metodou systematických kombinací podle Homése

V III. pokuse z první série a v VIII. pokuse z druhé série se množství živin v obou případech rovnalo 4, ale protože v III. pokuse se koeficient kombinování rovnal osmi a v VIII. dvěma, bylo v posledním případě celkové množství vnesených hnojiv vyšší, jak to ukazuje obr. 1. Přitom přesun optimálního poměru na křivce je shodný s přesunem pozorovaným při srovnání první kombinace s třetí nebo šesté s osmou, které se od sebe lišily jen velikostí dávek. Takto význam koeficientu kombinování může být přirovnán k úloze množství živin.

Existuje nemálo jiných návodů na stanovení optimálního poměru živin. Zastavíme se ještě u některých, publikovaných v posledních letech. Například P a s t a k (13) se domnívá, že vyrovnaná směs hnojiv musí odpovídat vzorci $N + P = K$. Při výběru dávek a poměrů podle tohoto vzorce dávka P se přijímala o velikosti 1 mol, ale dávka dusíku se zvyšovala aritmetickou řadou 1, 2, 4, 8 a 16 mol.

Získané směsi tvoří na trojúhelníkovém diagramu přímku. Každá směs se používá ve stejné dávce — 120 mol na $1 m^2$. Podle pokusů autora byla optimální dávka dusíku pro česnek 8, pro ředkev 3, pro tykev a brambor 2 mol.

Autor se domnívá, že pro stanovení správných dávek pro každou plodinu je nutno postupně řešit tři otázky:

1. stanovit optimální dávku celkového množství hnojiv nezávisle na poměru,
2. pro tuto dávku nalézt nejlepší poměr podle vzorce $N + P = K$ a
3. vyzkoušet, nejde-li snížit dávka K bez škody na výnose.

V tomto návodu jsou možnosti kombinace poměru velmi zúženy uvedeným vzorcem, a tím samým vzorcem jsou vyrovnány rozdíly mezi jednotlivými plodinami, které ve skutečnosti existují.

Homès (10) předkládá metodu systematických kombinací pro stanovení optimálních poměrů živin v hnojivech. Podle tohoto návrhu na stanovení optimálního poměru mezi dvěma živinami jsou zakládány dvě kombinace polního pokusu s převládáním buď jedné, nebo druhé živiny, s takovým rozpočtem, aby v obou kombinacích bylo stejné množství zkoumaných prvků. Předpokládá se, že výnosy se mění přímo úměrně přesně podle změn poměrů, vypočítá se optimální poměr mezi danými prvky pro danou plodinu. Úkol se komplikuje tím, že se do vzorce zavádí oprava týkající se obsahu zkoumaných živin. Zřetelně jsou tyto návrhy ukázány na obr. 2. Je-li R_A -výnos při převládání faktoru A v poměru a a výnos R_B při stejném převládání faktoru B , pak $\frac{a}{b} = \frac{R_A}{R_B}$. Poměr $\frac{a}{b}$ odpovídá maximálnímu výnosu v bodě O . Ale do poměru je nutno také zavést opravy na obsah A i B v půdě, rovnající se příslušně y' a x' . $\frac{a}{b}$, tj. poměr mezi aplikovanými množstvími zkoumaných prvků se rovná $\frac{R_A - T}{R_B - T}$. Koeficient opravy T se vypočítá z rovnice $T = F R_m$, kde $R_m = \frac{R_A + R_B}{2}$, a faktor $F = \frac{x' + y'}{E' + x' + y'}$, kde E jsou aplikované prvky. Dávky jsou aplikované prvky a jsou ve všech případech vyjádřeny v miliekvivalentech $x' = n x$, a s aproximativností $\frac{R_m}{R_T}$, kde R_T je výnos kontrolní parcely. Stejně také i pro y' , takto může být F vyjádřeno pomocí x a y . V neplodném písku je $F = 0$ a na velmi bohatých půdách dosahuje 0,7–0,8. Předpokládá se následující postup zkoumání:

1. stanoví se optimální poměr mezi množstvím kationtů a aniontů,
2. stanoví se optimální poměry prvků uvnitř těchto skupin a
3. stanoví se optimální dávka hnojiv pro nalezený poměr živin.

Homèsův způsob se ukazuje dosti složitým a mimoto vychází z předpokladu, že pro všechny rostliny a pro libovolné živiny se mění výnos úměrně poměrům těchto živin. S tímto tvrzením je možno polemizovat, protože je známo, že mezi různými prvky je možno pozorovat jev synergismu nebo antagonismu v závislosti na jejich vlastnostech a jejich fyziologické úloze v rostlinách.

Kolářík J. (1956) vychází ze správného předpokladu, že mezi obsahem živin v rostlinách a jejich růstem musí existovat zákonitá závislost a že její zjištění nové metody pro stanovení potřeby hnojení. Na základě rozborů různých rostlin došel autor k závěru, že poměr $N : P : K$ v době květu je velmi blízký pro všechny obilniny a rovná se asi 100 : 25 : 100. Při přepočtu na častěji užívaný poměr $N : P_2O_5 : K_2O$ to znamená 100 : 60 : 120. Není třeba podrobněji vysvětlovat Koláříkovu metodu stanovení optimálních poměrů, protože ve Sborníku je otištěna autorova práce. Je třeba jen poznamenat, že je možno sotva souhlasit s tím, že by všechny obilniny měly v kterémkoliv období růstu stejné složení.

Jak je vidět z předložených příkladů, mnozí výzkumníci hledají řešení otázky optimálního poměru více v matematických konstrukcích než ve studiu fyziologických nároků rostlin na živiny.

Na nutnost zásadovějšího způsobu stanovení dávek hnojiv ukazuje Boischoť (1955). Píše, že vědecké výzkumy musí zajistit možnost dělat zobecnění i teoretické závěry, což chybí v současné době prováděným polním pokusům na studium dávek a poměrů hnojiv. Domnívá se, že v půdním výzkumu je nutno stanovit dávky fosforu a drasla, kterých je potřeba, aby bylo v půdě dosaženo stavu vysoké úrodnosti a pak stanovit každoroční dávky těchto živin, zajišťujících udržení úrodnosti do budoucna. Protože nahromadění dostupných forem dusíku v půdě pokládá Boischoť za nemožné, píše o nutnosti, aby fyziologové studovali nároky rostlin na dusík podle růstových období a určovali na tomto základě dávky a termíny přihnojení dusíkem s přihlédnutím na nitrifikační činnost v půdě.

Existují i další jednoduché, ne bezvýznamné návrhy metod výpočtu potřeby živin. Köhlein a Knauer (1957) navrhuji stanovení dávek hnojiv a jejich poměru podle obsahu živin ve sklizni a považují za možné použít k tomu dříve provedené rozborů. Tak pro obilniny berou výnos 10 q zrna s odpovídajícím množstvím slámy za rovný 11 kg P_2O_5 a 25 kg K_2O ; pro 100 q brambor — 14 kg P_2O_5 a 100 kg K_2O atd. Současně se musí počítat s koeficienty využití živin z hnojiv.

Jak již bylo připomenuto, zakládají výzkumné ústavy pro stanovení optimálních dávek a poměrů živin polní pokusy. V pokusech se třemi živinami při čtyřech stupňovaných dávkách každé živiny se úplné schéma pokusu bude skládat ze 64 kombinací. Provedení takového pokusu znamená značné těžkosti.

Uvedený krátký přehled literatury zdaleka nevyčerpává existující názory na otázky stanovení dávek a poměru živin pro kulturní plodiny, ale je dostatečný, aby se ukázala složitost úkolu a nedostatek zcela uspokojujících řešení.

Poslední se stane ještě zřetelnějším, obrátíme-li pozornost na to, že ve všech případech se výzkumníci snaží stanovit jeden optimální poměr živin na celé období vegetace rostlin, zatímco před agrochemii ve skutečnosti stojí daleko složitější úkol řady optimálních poměrů pro každou plodinu v závislosti na měnící se její potřebě podle růstu a vývoje.

Řešit tento úkol pomocí jednoduchého experimentování není možno. Jestliže je nutno pro stanovení jednoho stálého poměru na celou vegetační dobu provést pokus s 64 kombinacemi, pak pro vyzkoušení všech možných kombinací jen při jednom opakování poměrů musel by mít pokus 4096 kombinací.

Matematická cesta, jak při zpracování existujícího experimentálního materiálu, tak i při vytvoření teorií vycházejících z apriorních tezí, ukázala se těžkou a beznadějnou při pokusech stanovit optimální poměry stabilní pro celou vegetační dobu, a je těžké si představit, jak by bylo možno touto cestou řešit otázky o nutných termínech změny poměrů a kolísání poměrů v době vegetace. Jedinou přijatelnou cestou ke stanovení racionálních poměrů živin pro každou vývojovou fázi rostlin je studium nároků rostlin měnících se růstem a vypracování způsobů aplikace hnojiv, zajišťujících uspokojení těchto nároků rostlin.

V dosažení tohoto cíle našim věrným pomocníkem bude rostlina, nejen v tom smyslu, že pomocí rozborů rostlin poznáme, čeho je jí třeba v tom kterém růstovém období, ale i proto, že rostliny mají schopnost vybírat si a jestliže jejich potřeba nebude uspokojena přijatým systémem hnojiv s absolutní přesností, rostlina sama si vezme z přibližně správně sestavené směsi hnojiv to, co skutečně v daném čase potřebuje.

Po vyřešení prvního úkolu — uspokojení nároků rostlin, může být stanoven druhý, složitější: nejen uspokojit nároky rostliny, ale pomocí výživy řídit růst a vývoj rostlin ve směru, potřebném pro zemědělskou výrobu.

Postavení takového úkolu není zásadně novinkou. Agronomové vědí, že pomocí hnojiv je možno podle přání zdržet nebo urychlit dozrávání rostlin, měnit jejich složení; je třeba jen vypracovat přesné způsoby a naučit se používat je v praxi.

Stanovením racionálních dávek hnojiv a optimálních poměrů živin jsme se zabývali 25 let.

Výzkumy se vedly ve dvou směrech:

1. zjištění nároků rostlin na výživu během celé vegetační doby, tj. vypracování systému výživy rostlin a

2. stanovení dávek hnojiv a techniky jejich vlivu pro současné zabezpečení rostlin racionální výživou, tj. vypracování systému použití hnojiv.

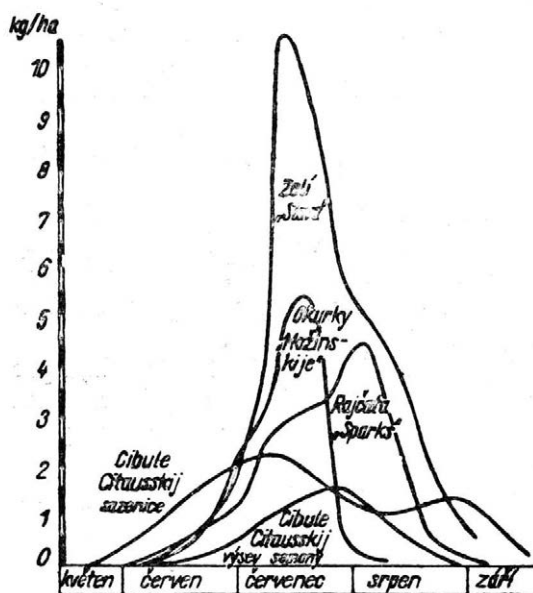
V této práci jsou vyloženy některé základní závěry z první části práce: systém výživy rostlin.

Je velmi těžké určit ukazatele, pomocí kterých by bylo možno plně charakterizovat nároky rostlin na minerální výživu.

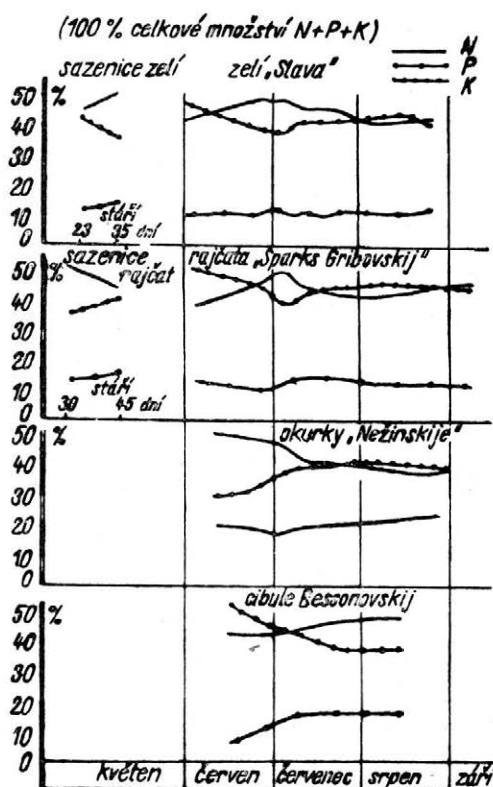
Minerální výživa je složitá, patří do ní kromě základních sedmi prvků ještě značné množství stopových prvků. Kromě toho nároky rostlin na každou živinu se ve značné míře mění s růstem rostlin.

Minerální výživa, při nejmenším, musí být charakterizována následujícími ukazateli:

1. Intenzitou potřeby každé živiny rostlinou v časové jednotce, podle dynamiky celého období růstu rostliny, a



Obr. 3. Intenzita příjmu dusíku kulturami zeleniny v době vegetace v kg/ha za jeden den



Obr. 4. Změna poměru živin v kulturách zeleniny v době růstu

2. poměry rostlinám potřebných prvků v době vegetace. První ukazatel charakterizuje kvantitativní stránku a druhý kvalitativní stránku potřeby živin pro rostliny.

Největší praktický význam má výživa rostlin třemi nejdůležitějšími živinami: dusíkem, fosforem a draslíkem, které se obvykle používají v hnojivech.

Jednotlivé kultury se silně odlišují rychlostí a mírou nahromadění živin v rostlinné hmotě, jak je to vidět například z údajů o získávání dusíku kulturami zelenin, uvedených na obr. 3.

Zelí se vyznačuje zvláště intenzivní potřebou dusíku během jednoho měsíce nejsilnějšího růstu, ale začátkem vegetace mladé rostlinky cibule mohou potřebovat více dusíku než zelí. Okopaniny a cibule se vyznačují pomalým získáváním dusíku. Rajčata a okurky zaujímají střední postavení, a také rané kultury, jako ředkev a zelné sazenice pěstované v silném zahuštění, potřebují větší množství dusíku časně z jara v kratších termínech.

Každá plodina má svůj rytmus získávání dusíku, získávání každé jiné živiny jednotlivými plodinami má také své zvláštnosti, což vede ke změnám poměrů živin, osvojovaných rostlinami v době vegetace.

Jestliže intenzita osvojení jednotlivých živin dává kvantitativní charakteristiku výživy rostliny, pak struktura výživy, získávaná rostlinou v každém daném okamžiku, dává kvalitativní charakteristiku výživy.

Jinými slovy řečeno, kvalita výživy rostlin je charakterizována poměrem osvojovaných živin rostlinami v každém daném okamžiku. Změnu poměru živin s růstem je možno nejlépe posoudit, vezmeme-li za 100 množství dusíku, fosforu a draslíku obsažených v rostlinách v daný okamžik a po každé vypočítáme relativní obsah množství každé živiny a pak získané údaje vyjádříme graficky.

Na obr. 4 je ukázána tato kvalitativní charakteristika výživy řady kultur zelenin. Při prvním pohledu na křivky je vidět, že složení minerální výživy rostlin se silněji mění na počátku vegetace než koncem vegetace. Je také vidět, že tyto změny mají svoje zvláštnosti pro každou plodinu. Údaje o změnách poměrů živin, získávaných rostlinami v různých vývojových fázích, jsou nejlepší charakteristikou každé rostliny.

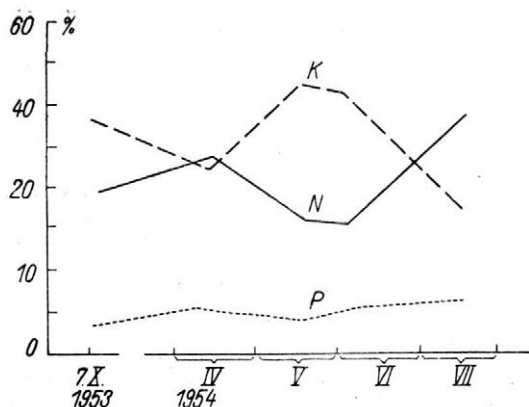
Využitím v principu, této charakteristiky, je možno usměrňovat i život rostlin. Přitom, samozřejmě, je nutno přihlédnout k tomu, že život rostlin usměrňuje celý komplex vnějších podmínek a že v tomto komplexu minerální výživa zdaleka ne vždycky hraje vedoucí úlohu, proto usměrňovat růst a vývoj rostlin pomocí minerálního hnojení je možno jen ve známých, ohraničených mezích.

Než přejdeme k detailnějšímu výkladu, jak je možno využít těchto údajů pro řízení růstu a vývoje rostlin, je třeba objasnit, proč je možno se spolehnout na údaje o změnách poměru živin v rostlinách během růstu jako na něco plně přesného a stálého a v čem je jejich stálost.

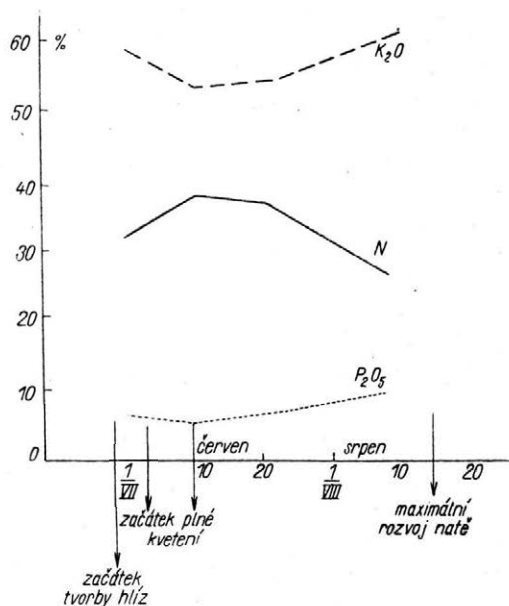
Všem je známo, že v závislosti na podmínkách roku výnosy všech plodin silně kolísají, a také se mění jejich chemické složení. Půdní podmínky, použití hnojiv, zavlažení také mění rozsah sklizně a její složení. Tak v čem je zde možno vidět stálost?

Stálost je v tom, že růst a vývoj rostlin a jejich jednotlivých orgánů v normálních podmínkách pěstování vždy probíhá zákonitě. Tvoření a růst každého orgánu rostlin je ovlivňován odpovídajícími biochemickými procesy, které také určují potřebu živin v nutných poměrech.

S takovou přesnou nutností, se kterou probíhá tvorba a růst orgánů rostliny, probíhají i změny v poměrech živin, získávaných rostlinami. Směr těchto změn je také zákonitý, jako i směr růstu a vývoje rostlin.



Obr. 5. Změna poměru živin v době růstu u brambor odrůdy „Lorch“



Obr. 6. Změna poměru živin v době růstu u ozimé pšenice. Rostovská oblast. Na předkavkazské vyluhované černozemi

Celkové množství rostlinami osvojených živin může silně kolísat; změnou dávek hnojiv je možno značně změnit i poměry mezi jednotlivými prvky v rostlinách, ale jestliže se například při rozrůstání květních lodyh u cibule zvyšuje specifická úloha drasla, a při tvorbě semen se zvyšuje specifická úloha dusíku atd., pak se takovým způsobem musí změnit i poměry živin osvojovaných rostlinami. K těmto změnám ve složení minerální výživy nedojde jen v tom případě, budou-li rostliny postaveny do neobvyklých podmínek a nebude-li probíhat normálním způsobem tvoření orgánů u rostlin.

Z uvedeného nijak nevyplývá, že by výchozí údaje pro řízení růstu a vývoje mohly být získány z libovolného pokusu, z libovolných výnosů té či oné plodiny.

Aby se dosáhlo nejlepších výnosů, je nutno výchozí materiál pro rozborů odebírat z dobré sklizně, splňující požadavky výroby. Jde přitom nejen o výši výnosů, ale zvláště o poměr mezi tržní částí a odpadem a o hlediska kvality produkce.

Jestliže systém použití hnojiv vyvolává průběh růstových změn v poměrech živin postupujících do rostlin, pak se takto urychluje vývoj rostlin.

Zabrzdnutím průběhu růstových změn ve složení výživy je možno zadržet vývoj rostlin.

Nároky rostlin na minerální výživu během vegetace tvoří základ, ze kterého je nutno vycházet při vypracování racionálního systému použití hnojiv.

Ustálené názory o tom, že zesílení výživy rostlin dusíkem vždy vede ke zpomalení vývoje a zesílení výživy fosforem vede ke zrychlení vývoje, nejsou zdaleka vždy opodstatněné.

Zesílení výživy libovolným prvkem, dusíkem, fosforem či draslíkem vede k urychlení vývoje, jestliže je provedeno v potřebném množství a v tom období, kdy se požadavek rostliny na tento prvek zvyšuje a naopak, tentýž vliv bude brzdit vývoj rostlin, nebude-li provedeno zesílení v době, kdy potřeba daného prvku hnojiva klesá.

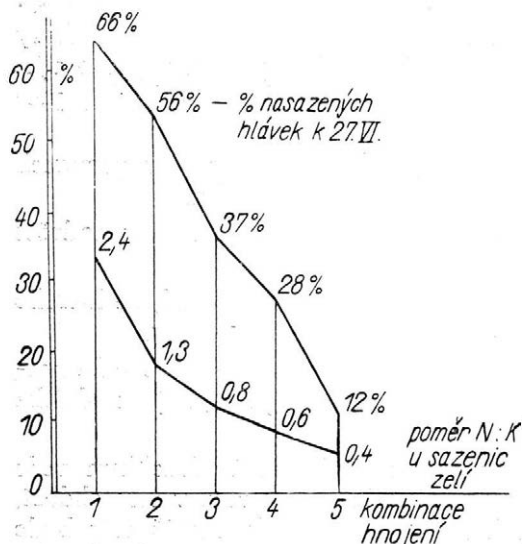
Na obr. 5 jsou znázorněny křivky, charakterizující změny v poměrech živin, potřebovaných bramborem během vegetace. Do kvetení bramboru se postupně zvyšuje specifická úloha dusíku ve výživě rostlin a později v období nejintenzivnější tvorby hlíz se snižuje osvojení dusíku a vzrůstá úměrně osvojení draslíku a fosforu.

V posledních letech byl zjištěn velký význam dusíku v raném období výživy brambor v pokusech s různými kombinacemi hnojiv při jejich použití do důlků nebo řádků při výsadbě brambor. Tak podle výsledků K a l i n k e v i č e dalo použití samotného superfosfátu do důlků v průměru ze 13 pokusů přírůstek výnosu 23 q/ha bramborových hlíz, a při přidání dusíku k superfosfátu byl přírůstek sklizně až 58 q/ha. Dodání draslíku v tomto případě nevykázalo kladného vlivu, zatímco pozdější přihnojení draslem dalo dobré výsledky. Takový systém použití hnojiv vyplývá z údajů uvedených na obr. 6 a pomocí těchto údajů by bylo možno rychleji vypracovat správný systém hnojení brambor.

Správně byl také vědou i praxí vybrán způsob přihnojení ozimých obilnin dusíkatými hnojivy časně na jaře. Jak je vidět z křivek, vyobrazených na obr. 6 v období jarního růstu, pšenice silně potřebuje dusík. Je přirozené, že dusíkaté přihnojení začátkem tohoto období ukáže dobrý vliv, ale ještě před sloupkováním potřeba dusíku rostlinami prudce klesá, proto opožděné přihnojení nemůže být užitečné. Počátkem sloupkování pšenice silně potřebuje draslík a od doby kvetení a nalévání zrna znovu začne převládat získávání dusíku.

Ale pro toto druhé období zesílené potřeby dusíku nejsou tak důležitá přihnojení, protože rostlina se v tomto období dostatečně zajišťuje dusíkem pomocí nitrifikačního procesu v půdě, zatímco časně na jaře ve studené půdě procesy nitrifikace neprobíhají. Ale ve Francii v současné době je dosti rozšířeno pozdní přihnojování pšenice, které zvyšuje výnos a zvláště obsah proteinu v zrnu.

V sazenicích zelí se vzrůstem poměrně zvyšuje obsah dusíku (obr. 4). Ukazuje to na možnost, že zlepšením výživy sazenic dusíkem se urychlí získání sklizně zelí. Výsledky pokusů potvrzují tuto předpověď. Na obr. 7 je ukázáno, jak se zvýšením obsahu dusíku v poměru ke draslíku v sazenicích urychluje nasazování hlávek zelí.



Obr. 7. Vliv poměru N:K u sazenic zelí na rychlost nasazování hlávek

Složení sazenic rajčat se mění opačně (obr. 4) a také ve skutečnosti zesílení výživy sazenic draslem a fosforem vede k ranějšímu kvetení a vytváření plodů (tab. I).

Z uvedených příkladů je vidět, že kvalitativní charakteristika výživy rostlin má obrovský význam a že jejím využitím je možno řídit růst a vývoj rostlin.

Zastavím se ještě krátce u kvantitativní charakteristiky výživy rostlin. Celkový nárok rostliny na výživu se přirozeně nestanoví množstvím živin, které obsahuje rostlina při konečné sklizni s pole, ale nejvyšší potřebou, která se projeví v době růstu.

Nepřítomnost řádné korelace mezi velikostí sklizně a potřebou rostlin, pokud jde o živiny, odradila od řešení

I. Vliv výživy sazenic rajčat na výnos plodů

Kombinace výživy sazenic	Procento rostlin sazenic s rozvítými květy	Výnos plodů z keře v g	
		raných	celkem zralých
Normální	50	504	1400
Zesílení PK	90	631	1465
Zesílení N	70	380	1251

tohoto tak důležitého úkolu jako je stanovení dávek hnojiv pro plánované výnosy a všeobecně je odradila od použití údajů, týkajících se nároků rostlin na výživu. Zatím je tento úkol tak důležitý, že je třeba pracovat na jeho vyřešení.

Hodně jasna se vnese do údajů o potřebách živin rostlinami, vezme-li se v úvahu struktura výnosu. V daném případě se strukturou výnosu rozumí poměr mezi tržní a netržní částí sklizně.

V mnohých pokusech bylo zjištěno, že při ochuzení struktury sklizně, tj. při zvýšení odpadu ve srovnání s produktivní částí, zvyšuje se potřeba všech prvků na jednotku produkce. V pokuse s bílým hlávkovým zelím při tom zvláště silně vzrostla potřeba dusíku (tab. II); úměrně k tomu se změnil i poměr živin. Při zvýšení obsahu hlávek ve sklizni se poměr živin změnil ve směru snížení obsahu dusíku a zvýšení obsahu draslíku.

II. Potřeba živin u bílého hlávkového zelí na 100 centů sklizně hlávek a změna poměru živin v závislosti na struktuře sklizně

Poměr ve sklizni v procentech		Potřeba kg na 100 q hlávek			Poměr		
hlávek	odpadu	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
70	30	31	12	40	37,1	13,8	49,1
60	40	39	14	42	42,5	14,6	43,0
50	50	65	18	46	51,1	14,0	34,9

Při stejné struktuře sklizně pro dané vnější podmínky nároky rostliny na výživu závisí hlavně na velikosti sklizně; proto je pro takové sklizně pozorován přibližně stejný poměr mezi živinami i přesnější přímá úměrnost mezi velikostí sklizně a množstvím rostlinami získaných živin, která je narušována, ve známé míře, různými meteorologickými a půdními podmínkami.

Uvedené příklady se zelím, bramborem a rajčaty ukazují na těsnou spojitost mezi velikostí a strukturou sklizně a potřebou živin pro rostliny. Čím je lepší struktura sklizně, tj. čím méně je odpadu na jednotku tržní části sklizně, tím menší se ukazuje potřeba živin rostlinami pro vytvoření sklizně potřebných rozměrů. V souvislosti s tím se na první pohled ukazuje obtížným výběr potřebných dávek pro získání plánovaných výnosů, protože není možno předpovědět, jaká bude struktura sklizně v budoucím roce, neboť tuto určují především meteorologické podmínky.

Vzniká otázka, jakou potřebu živin je třeba vypočítat. Přirozeně, že nejžádanější jsou sklizně s maximálním výnosem hlávek, plodů, okopanin, jinými slovy,

tržní částí sklizně, proto je potřeba se orientovat na údaje o potřebě živin pro rostliny, odpovídající takovému skliznímu.

Použití hnojiv v poměrech, vypočítaných na získání nejlepší struktury sklizně, bude přiměřeně usměrňovat vývoj rostlin a spolupůsobit na získání co nejlepší struktury sklizně i při nepříznivých vnějších podmínkách. Proto není nutno předpovídat strukturu budoucí sklizně. Poměr živin a jejich dávky se musí vypočítat na nejlepší ze známých struktur sklizně.

Když se objasní nebezpečí získání sklizně špatné struktury, pak jsou v systému hnojiv nutné změny, ne pro uspokojení nároků, takové sklizně, ale naopak pro zesílení vlivů, způsobujících zlepšení struktury sklizně.

Tak např. v podmínkách pošmourného a chladného počasí rajčata potřebují mnoho dusíku a vytvářejí bohatou nať; jestliže se uspokojí tato potřeba a dodá se doplňující množství dusíku, pak se struktura sklizně ještě zhorší: zesílí se růst natě na úkor plodů. Při použití hnojiv ve správných poměrech, odpovídajících potřebám rostlin s maximálním obsahem plodů ve sklizni, růst natě bude poněkud ohraničen. Prudké zesílení výživy rostlin draslem a fosforem pomůže dalšímu zlepšení struktury sklizně.

Analyzujeme-li podle vývojových fází ty či ony rostliny na obsah dusíku, fosforu, draslíku a jiných prvků, můžeme získat dobré údaje pro stanovení potřeby živin plánovaných výnosů a pro stanovení optimálních poměrů živin v různých obdobích růstu. Je jen nutno, aby měl analyzovaný výnos dobrý poměr mezi tržní a netržní částí sklizně.

Pro každou zónu, zjevně se odlišující především relativní vlhkostí vzduchu a teplotou, bude třeba mít vlastní analýzy rostlin, protože klimatické podmínky jasně mění složení rostlin.

Získané údaje o nárocích rostlin na živiny budou jedním z východisek pro vytvoření systému použití hnojiv.

Druhým východiskem musí být stanovení půdní úrodnosti nebo přesněji stanovení množství živin, které rostliny mohou a musí získat z půdy. Toto je otázka současně chemie a ekonomiky, ale může být i otázkou politiky. Je možno vytvořit takové podmínky, za kterých bude úrodnost půdy intenzivně využívána rostlinami. Toho je možno dosáhnout zesíleným obděláváním, zavlažováním, používáním malých dávek hnojiv pro zesílení počátečního růstu rostlin a jinými způsoby. Nakonec to povede k vysílení půdy. Takové případy se stávají všude tam, kde se nedostává dostatečné množství hnojiv. Jsou známy i opačné případy. V bavlňářských oblastech SSSR používali tak vysokých dávek hnojiv, že se půdy ukázaly přesyceny fosforem, což se začalo nepříznivě projevovat na výnosech. Na chráněných stanovištích se často používají tak velká množství hnojiv, že se půdy silně zasolují a stávají se málo vhodnými pro další pěstování zeleniny.

Otázky hodnocení půdní úrodnosti jdou za hranice tohoto článku; základní závěry ze studia složení rostlin jsou následující:

1. Pro stanovení správných dávek hnojiv je nutno zjistit strukturu sklizně a možnost její změny směrem k lepšímu odpovídajícím poměrem živin v používaných hnojivech.

2. Podle rozborů rostlin, které daly vysoké výnosy při výhodném poměru tržní a netržní části, je možno stanovit dávky hnojiv pro získání přírůstků sklizně žádaných velikostí.

3. V mezích přesnosti, dosažené v polních pokusech a nutné při hospodářských výpočtech, je možno se domnívat, že přírůstky sklizní se zvyšují přímo

úměrně používaným dávkám hnojiv za podmínky, že ostatní faktory růstové (kromě hnojiv) jsou dostatečné pro získání plánovaného výnosu.

Dávky hnojiv, založené na těchto základech, byly široce doporučovány pro zelinářství již v roce 1940 (Ž u r b i c k ý, 1940).

V poněkud přepracovaném vydání jsou tyto údaje uvedeny v tabulce III (Ž u r b i c k ý, 1958).

III. Nároky kultur zeleniny na živiny a odpovídající jim dávky minerálních hnojiv v rozpočtu na získání 100 q tržní produkce při dobré struktuře sklizně

Plodina	Potřeba			Dávky hnojiv		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bílé hlávkové zelí	31	12	40	50	40	50
Okurky	28	15	44	40	35	55
Rajčata	32	11	40	45	50	50
Řepa	27	15	43	40	40	55
Cibule sladká	30	11	29	45	45	40
Cibule ostrá (ne sazečka)	53	16	40	80	70	50

Nároky kultur zeleniny na výživu byly dány na základě rozborů rostlin z polních pokusů, provedených na lehkých a středních půdách hlinitopísčitých, v nečernozemním pásmu. Při stanovení dávek hnojiv se bral v úvahu koeficient využití hnojiv různými plodinami při doporučovaných způsobech použití hnojiv a do jisté míry úrodnost těchto půd.

Nesčíslné pokusy a praxe zelinářů potvrdily odůvodněnost doporučovaných dávek.

Citování těchto příkladů je zbytečné, protože dávky je možno prověřit pomocí výsledku libovolného pokusu se zeleninou, provedeného v příznivých podmínkách pro jejich růst, kde se srovná výnos z kontrolní a hnojené parcely.

Ze způsobu stanovení dávek hnojiv, předloženého v článku, vyplývá řada důležitých závěrů pro vědeckovýzkumnou práci a pro zemědělskou výrobu.

Často používaná schémata pokusů se zkoumáním všech možných kombinací živin N, P a K musí přejít do historie, protože na základě rozborů je známo, v jakém poměru jsou živiny získávány rostlinami.

Úkolem polního pokusu musí být stanovení dávek hnojiv, nutných pro uspokojení potřeby rostlin s připočítáním nacházející se úrodnosti půdy; to znamená, že je potřeba zkoumat jen několik blízkých poměrů, protože nejde okamžitě přesně stanovit množství živin, které bude využito rostlinou z půdy.

Otázka doby změn poměrů ve výživě rostlin a směru nutných změn se řeší pomocí diagramů, podobných obr. 4. Ve většině případů v době vegetace je pozorována jedna prudká změna poměru živin, pozorovatelná přibližně začátkem druhého měsíce rostlin na poli. Proto při prvním řešení této otázky může být správné použití hnojiv uskutečněno pomocí dvou způsobů.

Pro počáteční výživu rostlin na poli je možno dodat nutnou dávku hnojiv rozhozením s mělkým zapravením bránami nebo do důlků nebo do řádků při setí, v závislosti na způsobech setí nebo sázení té či oné plodiny.

Druhá dávka může být rozmetána na široko a zapravena do hloubky pluhem. Je stanovena na uspokojení potřeb výživy rostlin v období nejintenzivnějšího růstu a maximální potřeby živin.

První dávka může být stanovena pouze na základě výpočtů nároků rostlin na výživu, protože využívání půdní zásoby rostlinami v tomto období je velmi omezeno. Při stanovení druhé dávky je nutno v plné míře počítat i s úrodností půdy.

Tyto dva způsoby použití hnojiv pro normální provozní podmínky plně dostačují; doplňkové změny poměrů rostlinami získávaných živin se uskuteční zásluhou výběrové schopnosti rostlin. Využití údajů o změně poměrů živin růstem dává možnost s jistotou usměrňovat růst a vývoj rostlin, ale je při tom nutno daleko přísnějšího souhlasu minerální výživy rostlin s potřebou minerální výživy během celé vegetace a zvláště v prvních fázích vývoje.

Do současné doby, při hodnocení účinku hnojiv nejsou porovnávány fakticky získané přírůstky pomocí hnojiv s přírůstky, které je možno očekávat v případě získání plného účinku použitých hnojiv. A toto srovnání je velmi důležité, bez něj není možno udělat správné závěry z pokusů a správně řešit otázku dávek pro výrobu. Vždyť dala-li hnojiva plný účinek, který bylo možno očekávat, pak to znamená, že jsou příznivé podmínky pro působení hnojiv a v těchto podmínkách pro zvýšení úrodnosti je možno jít za dalším zvýšením dávek hnojiv. Jestliže nebyl získán plný účinek hnojivy, nejsou podklady pro zvýšení dávek hnojiv. V tom případě je třeba obrátit pozornost na jiné podmínky pěstování rostlin, které zabraňují dalšímu zvyšování úrodnosti.

Čísla, uvedená v tab. III ukazují, jaký musí být plný účinek hnojiv. Tak např. na každé použití 50 kg N, 40 kg P₂O₅ a 50 kg K₂O (v hnojivech) je třeba získat 100 q přírůstků hlávek zelí. V závislosti na tom, je-li nebo není-li získán přírůstek, je nutno vyvodit různé závěry z pokusu.

Uvedené vysvětlení působení dávek hnojiv je analogické se schématem Liebiga-Wagnera s tím rozdílem, že nemá na mysli účinnost jednoho izolovaného hnojiva, ale účinnost třech základních prvků výživy: dusíku, fosforu a draslíku, použitých současně ve správném poměru při plném zabezpečení rostlin všemi ostatními nutnými růstovými faktory.

Využití údajů o potřebě živin rostlinami v době vegetace znamená významný krok vpřed ve srovnání s jinými metodami, a možno doufat, že dá nový popud pro další výzkumy a pro zlepšení používaného systému hnojení v praxi.

Literatura

1. Žurbickij Z. I.: Potrebnost' v pitanii kak osnova primeneniya udobrenij. Izdaniye AN SSSR. 1958. — 2. Žurbickij Z. I.: Osnovnoje udobreniye i podkormka ovoščnych kultur v otkrytom i zaščiščenom grunte. Izd. Upravleniya ovoščevodstva NK-Zem. RSFSR. Moskva 1940. — 3. Žurbickij Z. I.: Trudy laboratorii agrochimii i biochimii ovoščej. Izd. VASCHNIL Moskva. 1936. — 4. Klečkovskij V. M.: Fosfornyje udobrenija t. IV. Trudy Vsesojuznogo n. issl. inst. udobrenij, agrotechniki i agropočvovedeniya im. K. K. Gedroja. Izd. VASCHNIL 1937. — 5. Klečkovskij V. M.: Iz rez. veg. op. Agrochim. op. st. T. s-ch A. t. XV, 1930. — 6. Kolářík J.: Meždunarodnaja sel-choz. žizň, No 2, 1958. — 7. Balmukand B. H.: J. Agr. Sc. 28, 602, 1928. — 8. Behrens W.: Z. Acker- und Pflanzenbau 98, N 2 1954. — 9. Boischot P.: Introduction, Travaux effectués par les stations agronomiques en 1954. Annales Institut national de recherche agronomiques, serie A., A 6, No 5, 1955. — 10. Homès V., Van

Schoor G., Ansiaux J. R.: Actes et comptes rendu 5-e Congr. internat. sc. sol. Leopoldville 1954, v 3, 1955. — 11. Köhnlein J., Knauer N.: Z. Acker- und Pflanzenbau 104 N 4, 1957. — 12. Mitscherlich E.: Angewandte Botanik B. 7, 1925. — 13. Pastak J. A.: Chimie et Industrie 71 N 6, 1954.

Установление требований растений к питательным веществам в качестве основы для разработки системы удобрения

В статье рассмотрен ряд имеющихся в литературе попыток установления правильных соотношений питательных веществ в применяемых удобрениях. В этих работах преобладает формальный подход к вопросу и основное внимание уделяется математической обработке результатов.

Ввиду сложности явлений, имеющих место при создании урожая, охват их какой-либо математической формулой представляется весьма затруднительным.

Особенно большие трудности для математической трактовки представляет тот факт, что взаимоотношения между разными факторами роста растений качественно отличны и то, что отношение растений к одному и тому же фактору меняется в зависимости от меняющихся условий среды и от возрастного состояния растений.

Предложено решение этого вопроса на основе изучения биологии растений и, в первую очередь, потребности растений в питании по периодам роста. Потребность растений в питании определяется двумя показателями: интенсивностью усвоения растениями питательных веществ в каждый данный период и изменениями соотношений усваиваемых питательных веществ, по мере развития растений.

Показано, что во всех случаях, при разработке системы применения удобрений необходимо ориентироваться на потребность в питании лучших урожаев, как по размерам, так и по качеству продукции.

При удовлетворении таких потребностей растений создается возможность управления, с помощью минерального питания, ростом и развитием растений в целях получения еще более ранних и более высоких урожаев и обеспечивается получение урожаев запланированных размеров.

Establishing of Plant Requirements for Nutrient Elements as a Base for Working out a System of Fertilizing

Some works pertaining to the establishing of most optimal proportions of nutrient elements in applied fertilizers have been reviewed in the literature.

The methods applied by the majority of the authors in their works suffer from a certain degree of limitations, the mathematical approach being prevalent.

In view of the complexity of the interrelation between the mineral nutrition and the plant growth it is hardly possible to suggest any single formula.

The main difficulties inherent in the mathematical methods arise from the fact that the interrelation between some factors participating in the plant growth vary and that the plant response to any of these factors depends on changing environmental conditions and the development phase of the plant.

A new approach resulting from the study of plant biology and, primarily, plant requirements for nutrient elements at different stages is offered.

It has been established that when assessing requirements of plants for nutrition the following should be taken into consideration: 1) The intensity with which the plants assimilate mineral nutrition at a definite period of its growth, and 2) The changes in the ratios of assimilated nutrient elements in the course of vegetation.

The knowledge of these factors would allow, using mineral nutrition as a tool, to control the growth and development of the plants, to receive earlier and more abundant yields, and to achieve planned crop production.

Stanovení minerálního hnojení na bázi fyziologické

К вопросу минерального удобрения на физиологической основе

Feststellung der mineralischen Düngung auf der physiologischen Grundlage

Profesor Marcel V. HOMÈS

Nezávislá universita, Brusel

I. Úvod

Problém minerálního hnojení je příliš široký, aby o něm mohlo být pojednáno v tomto sdělení. Naším cílem je uvést osobní názor na tento problém a dále pojednat o původní metodě, jejíž princip byl již dříve vyložen a jež se dnes již v praxi zkouší.

Je to metoda odvozená od fyziologických principů. Výklad jejích principů a její realizace vyžadují, aby se pojednalo o teoretických etapách jejího zdůvodnění. Je důležité nepustit se zřetele, že tato metoda má skutečně praktický ráz. Z toho důvodu bude o ní stručně pojednáno v rámci popisu jiných metod, jejichž cílem je také stanovení dávky minerálního hnojení.

Tyto metody je možno rozdělit do dvou skupin:

1. do první skupiny patří metody spočívající na předchozí znalosti požadavků rostliny a směřující k přizpůsobení hnojení těmto požadavkům (metody přizpůsobivé);

2. do druhé skupiny patří metody směřující přímo ke stanovení požadavků rostliny na živiny v daných podmínkách (přímé experimentální metody).

A. Metody přizpůsobivé

1. Chemický rozbor půdy

Tímto postupem je teoreticky možno, známe-li teoretické požadavky rostliny na živiny, vypočítat z rozdílu toho co nám rozbor půdy „prozrazuje“ doplněk, který je třeba dát do půdy ve formě hnojiva. Je nutno poznamenat, že interpretace analytických údajů o půdě se neobejde bez nesnází, avšak naším cílem není o těchto nesnázích diskutovat.

2. Chemický rozbor rostliny

Tato metoda zahrnuje četné varianty označované společným názvem listová diagnóza. Tato metoda předpokládá, že je znám vztah mezi složením rostliny a složením půdy. Slušelo by se však mimo jiné znát, jaké složení odpovídá nejpriznivějšímu výnosu. Jsou-li známa tato předchozí dvě fakta, je v principu možné řídit se rozbořem rostliny za účelem stanovení výše hnojení, schopné zlepšit místní podmínky.

3. Nahrazení prvků odčerpáných sklizní

Tato metoda je také založena na analytické bázi, avšak nesměruje ke zlepšení výživných podmínek půdy, nýbrž je zaměřena na jejich uvedení do počátečního stavu. Zanedbává však při tom ztráty způsobené perkolací, splavením, retrogradací a lixiviací.

4. Viditelné symptomy nedostatku

Znalost těchto symptomů předběžně stanovených zkoumáním může sloužit jako vodítko pro „prozrazení“ nedostatků živin, které jsou výsledkem nerovnováhy živin v půdě. Hlavní nesnáz spočívá v tom, že ačkoli lze snadno experimentálně dokázat objevení se charakteristických symptomů, v přírodě se naproti tomu setkáváme s málo výraznými, spíše však komplexními nedostatky. Objevení symptomů ukazuje na vážnou situaci. Dříve než by k tomu došlo, je nutno se pokusit půdu zlepšit hnojením.

B. Experimentální přímé metody

1. Působení přítomnosti izolovaného prvku

V reakci rostliny na izolovaný prvek se obráží nedostatek tohoto prvku v půdě. Tím je opodstatněno přidání tohoto prvku ve formě hnojiva (prvek v minimu).

2. Kvantitativní reakce rostliny na izolovaný prvek

Tento typ zkoumání je zvláště proslaven metodou Mitscherlichovou. Z této metody je možno vyvodit rentabilitu použití hnojiva.

3. Metoda faktorielní

Tato metoda zahrnující v sobě jak působení izolovaného prvku, tak i vzájemné interakce je přesná zvláště co se týče vzájemných interakcí. Je to metoda průzkumná, neboť nezahrnuje připuštění předběžných principů. Její hlavní zaměření spočívá v možnostech statistického zpracování výsledků. Nicméně se však zdá, že se vždy nevěnuje dosti velká pozornost dávkám hnojiv a zvláště pak, že se nebere v úvahu interakce ve statistickém plánu. Výsledkem toho pak je, že mohou vyplynout stejně vysoké dávky bez skutečného opodstatnění.

4. Metoda konstantního součtu

V tomto pracovním postupu se mění v rámci konstantního součtu, který se nejčastěji týká N , P_2O_5 , K_2O , poměry těchto živin. Tím se také rozumí, že základní jev interakce je vázán na tyto poměry, aniž by byl skutečně vyjádřen či studován.

5. Metoda systematických variant

O této metodě bude pojednáno v následující části.

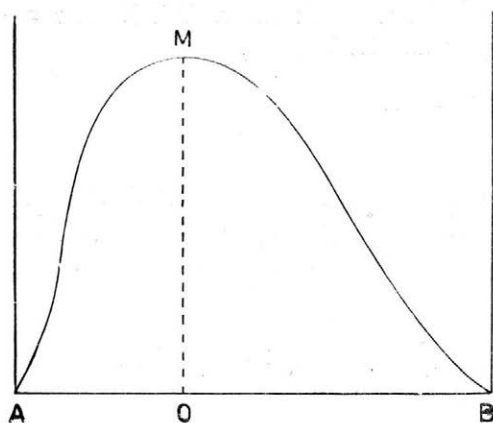
Je třeba poznamenat, že každá z těchto metod, uvažovaná samostatně, vykazuje nedostatky. Jejich kombinované použití však dává všeobecně lepší záruku právoplatnosti výsledků, neboť příčiny nespolehlivosti jsou pak rozličné,

II. Principy na bázi metody systematických variant

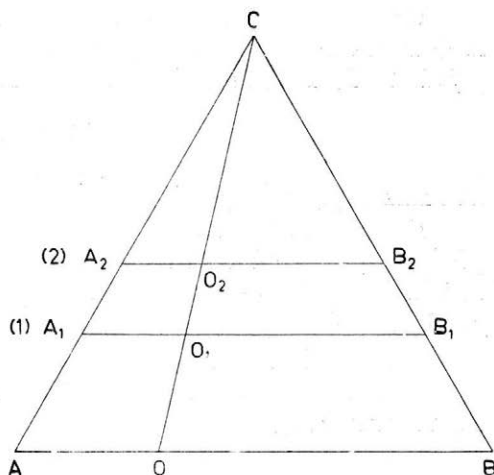
Tento výklad bude velmi stručný.

První princip. Podvojně interakce v živném prostředí.

Variance relativních hodnot dvou biogenních prvků v živném prostředí, jehož ostatní prvky se nemění a jehož celková dávka je konstantní, se projevuje variacemi výnosu, vyjádřenými graficky na obr. 1.



Obr. 1.



Obr. 2.

Na tomto grafu uvedené body mají obecnou platnost, tj. jsou platné pro všechny podvojně interakce makroelementů:

a) hlavní průběh křivky je vždy stejný: křivka procházející nulovým bodem směřuje ke dvěma nejzazším bodům, přitom dosahuje jednoho maxima. Je v platné statistické shodě s funkcí: $y = k x^a (1 - x)^b$, kde x a $1 - x$ jsou frakce dvou biogenních prvků z jejich celkového množství a kde pod označením k se rozumí všechny neměnné faktory, pod označením y se rozumí celkové množství živin;

b) umístění (úsečka O) hodnot určujících maximální výnos M je nezávislé na celkovém množství živin a je výhradně určováno jen hodnotou parametrů a a b , jež jsou specifické pro biogenní prvky brané v úvahu (odvozenina funkce se anuluje pro $\frac{AO}{OB} = \frac{a}{b}$). Tato fakta jsou bohatě potvrzena, a to jak našimi pozorováními, tak i údaji v literatuře.

Druhý princip. Podvojně interakce v živné směsi, obsahující tři prvky měnící se v rámci konstantního součtu.

Složení směsi tří prvků, jejich součet je konstantní, se může vyjádřit trojúhelníkem, kde každý bod trojúhelníku představuje jednotlivé hodnoty tří biogenních prvků uvnitř jejich celkového množství. Potrojná interakce spočívá ve variaci relativních hodnot tří prvků v živném prostředí, jehož ostatní prvky jsou v neměnné hodnotě a jehož celkové množství živin je konstantní. Obr. 2 představuje tyto variace v potrojně interakci. Tři měnící se prvky jsou označeny A, B a C.

Zjišťujeme, že každá zakreslená rovnoběžka, která je souběžná s jednou ze stran trojúhelníku, představuje celý souhrn [„ensemble“] živných prostředí, jejichž složení odpovídá podvojně interakci [na rovnoběžce (1)], dále konstatujeme, že živná prostředí jsou charakterizována variací od nuly prvky A a maxima prvku B až k nule prvku B a maximu prvku A. Součet $A + B$ se měří délkou rovnoběžky (1).

Z prvního principu (podvojná interakce) víme, že na této rovnoběžce figuruje bod O_1 , kde hodnoty prvků A a B jsou optimální a zajišťují maximální výnos mezi výnosy získanými působením zásahů figurujících na rovnoběžce (1).

Rovněž na druhé čáře (2), rovnoběžné s první (1), figuruje optimum O_2 , odpovídající maximálnímu výnosu mezi všemi výnosy získanými zásahy představovanými rovnoběžkou (2).

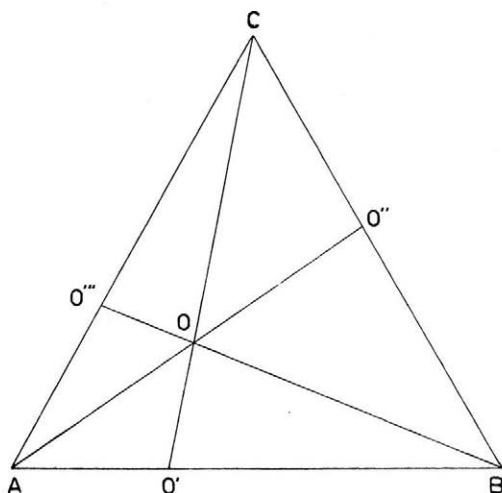
O_1 a O_2 zaujímají tedy místo nezávislé na celkovém množství dvojice $A + B$, na množství, které je měřeno délkami rovnoběžek (1) a (2). Z toho vyplývá, že O_1 a O_2 se nacházejí na přímce procházející C , protože

$$\frac{A_1 O_1}{O_1 B_1} = \frac{A_2 O_2}{O_2 B_2} = \frac{a}{b}$$

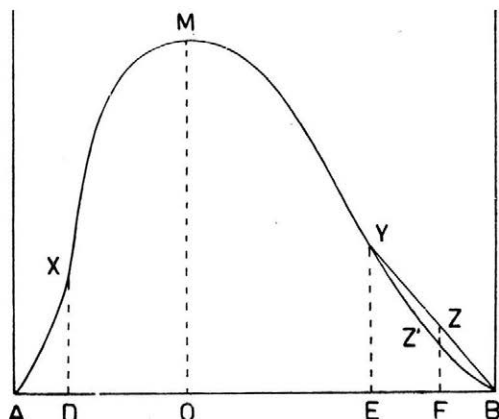
na základě prvního principu.

Dochází se tak ke konstatování, že čára $C O_1 O_2 O$ je geometrické místo, představující živná prostředí, kde interakce AB je vždy v optimu, ať již je jakákoli hodnota třetího prvku C , který prochází od hodnoty nulové až k bodu O — maximu u C .

Na základě tohoto zjištění jsme došli k tomu, že můžeme ukázat, že podvojná interakce si uchovává svůj „směr“ i při variaci komplexnější — třetího řádu (potrojná interakce).



Obr. 3.



Obr. 4.

Třetí princip. Spojení podvojných interakcí v interakci potrojnou.

Jestliže zdůvodňujeme stejným způsobem jako předešle podle tří stran trojúhelníku, tu zjistíme existenci (obr. 3) tří přímek CO' , AO'' , BO''' , které odpovídají optimálním podmínkám interakcí AB , BC , AC .

Tyto přímky mají průsečík O , kde jsou v optimu jak tři podvojně interakce, tak i potrojná interakce.

Tím se dochází k závěru, že podmínky, v nichž je interakce řádu n v optimu, jsou ty, v nichž všechny podvojně interakce jsou zároveň v optimu.

Čtvrtý princip. Fyziologický význam interakce živin. Resumé týkající se souboru interakcí v živném režimu.

Interakce mají z hlediska fyziologického dva hlavní „směry“: s m ě r c h e m i c k ý, jestliže se interakce týkají biogenních prvků, jež jsou ANIONTY; s m ě r f y z i k á l n í, jestliže se interakce týkají biogenních prvků, jež jsou KATIONTY.

Celková rovnováha živin tedy sestává u makroelementů ze dvou interakcí nebo z potrojných rovnováh, z rovnováhy aniontové a z rovnováhy kationtové.

V tomto případě celková interakce vyžaduje pro své optimum „respekt“ doplňkové interakce, která může být buď

a) interakce mezi celkovým množstvím biogenních prvků skupiny aniontové a mezi celkovým množstvím biogenních prvků skupiny kationtové. Tento poměr, který označujeme A/C , má být respektován v rámci celkového množství biogenních prvků v živném prostředí. Vytváří „meziskupinovou“ interakci.

b) podvojná interakce mezi dvěma prvky patřícími do dvou skupin hlavních interakcí (např. N a K , P a K nebo P a Mg). Tato interakce určuje optimální poměr, který je třeba respektovat mezi dvěma určitými prvky v rámci jejich celkového společného množství. Tuto interakci nazýváme smíšenou. Zahrnuje v sobě též interakci meziskupinovou.

Závěrem je možno říci, že celková interakce mezi 6 makroelementy N , S , P , K , Ca , Mg — vyžaduje pro své optimum, aby se jí podřídilo 5 nezávislých interakcí, které jsou:

1. dvě nezávislé aniontové interakce, jež podmiňují třetí aniontovou interakci (např. $N - P$ a $N - S$, jež určují interakci $P - S$ a následkem toho také určují potrojnou interakci $N - S - P$);

2. dvě nezávislé kationtové interakce, jež podmiňují třetí kationtovou interakci (např. $K - Ca$ a $K - Mg$, jež určují interakci $Ca - Mg$ a následkem toho také určují potrojnou interakci $K - Ca - Mg$);

3. „meziskupinová“ interakce určující poměr A/C , který byl již dříve definován.

„Živný režim“ takto definovaný má být ještě charakterizován celkovým množstvím živin.

Zdůvodnění týkající se prvků fakultativních tu nerozvádíme, neboť jdou po těžších liniích.

III. Metoda fyziologického zkoumání, odvozená od těchto principů

A. První typ metodologické dedukce je následující: křivky podvojně interakce jsou ve statistickém plánu právoplatně představovány funkcí

$$y = kx^a (1 - x)^b.$$

Stačí z hlediska matematického znát z těchto členů jen tři, abychom mohli znát zcela tuto funkci a v důsledku toho i znát umístění maxima, to znamená optimální podmínku interakce (tato je vyjádřena vzorcem $\frac{x}{1-x} = \frac{a}{b}$).

První metoda spočívá tedy v aplikaci tří zásahů lišících se hodnotou x (to je to, co nazýváme systematické zásahy) a aniž bychom empiricky musili zkoumat celý rozsah variace, zjistíme optimum.

Jestliže známe všechna podvojná optima, budeme znát také komplexní optimum, optimální živné prostředí, což je cílem našeho zkoumání.

Můžeme vypočítat, že pro prostředí obsahující 6 makroelementů je nezbytně nutných 12 zásahů experimentálních, abychom mohli stanovit optimální složení tohoto prostředí. Kromě toho je nutno stanovit poměr A/C .

Na základě toho je vypracována metoda systematických integračních variant.

B. Přibližná metoda je velmi jednoduchá. Stupeň přibližnosti, který tato metoda udává, je téhož řádu jako normální variabilita, jak se experimentálně ukazuje. Můžeme tedy použít toto zjednodušení u většiny praktických problémů.

Dále uvádíme, z čeho zjednodušení pozůstává.

Můžeme dokázat, že na křivce podvojně interakce (obr. 4) existují vždy dva body po obou stranách maxima (X a Y) a které odpovídají podmínkám: MXA a MYB jsou části přímek.

Na základě toho, že se část křivky podobá přímce, můžeme připustit, že bod Z , nacházející se na přímce MYB a odpovídající úsečce F symetrické s D , se shoduje také s bodem Z' , nacházejícím se na křivce (podobnost dovoluje nám zanedbat $Z - Z'$). V tomto případě dostaneme:

$$\frac{ZF}{XD} \approx \frac{Z'F}{XD} = \frac{AO}{OB}$$

Stačí znát poměr dvou výnosů získaných při aplikaci systematických symetrických zásahů, abychom znali také optimum interakce AB . Je třeba, aby symetrické body se nacházely po obou stranách optima, což pokus odhalí, jestliže $x \leq 15\%$ z AB ($AD = BF$). V interakci potrojně ABC stačí aplikovat 3 systematické, symetrické zásahy odpovídající těmto podmínkám, abychom dostali při seskupení jich dvou proti dvěma potrojně optimum. Získáme tak přímo optimální hodnoty v potrojně rovnováze pomocí hodnot výnosů dosažených systematickými zásahy. Tyto výnosy nazýváme klíčové. V tomto případě stačí 6 systematických zásahů pro stanovení optima v prostředí obsahujícím 6 makroelementů.

Na základě toho je vypracována zjednodušená metoda systematických variant (či běžně metoda systematických variant). Závěrem je možno říci: jestliže při studiu podvojně interakce označíme 2 klíčové výnosy získané při aplikaci „systematických symetrických variant“ jako y_1 a y_2 , tu optimální poměr mezi hodnotami dvou podstatných složek interakce A a B je dán:

$$\frac{\text{hodnota } A}{\text{hodnota } B} = \frac{AO}{BO} = \frac{a}{b} = \frac{y_1}{y_2}$$

s přibližností upřesněnou dříve.

$$\text{Rovněž } \frac{\text{hodnota } A}{A + B} = \frac{y_1}{y_1 + y_2} \text{ a } \frac{B}{A + B} = \frac{y_2}{y_1 + y_2}$$

V těchto vzorcích jsou a a b exponenti funkce citované již dříve.

IV. Agronomická metoda, odvozená z těchto principů

Před tím uvedeně metodologické dedukce se aplikují v případě, že substrát je chemicky inertní. Takový inertní substrát se používá ve fyziologii.

Agronomický problém se však týká skutečných půd nezravených úrodnosti, půd, kde zkoumané hnojení tvoří doplněk k přirozené výživnosti, kterou půda skýtá.

Pro vyložení základního zdůvodnění, které umožňuje „přestavit“ metodu na substráty nikoli chemicky inertní, jsme vybrali případ podvojně rovnováhy (nebo interakce). Je snadné pochopit, že zdůvodnění se týká jako v předcházejícím případě komplexnějších rovnováh. Považujeme hodnoty dvou podstatných složek za optimální, když veškerá výživa je zkoumána, to znamená ať již v prostředí čistém či v prostředí přirozeném, do něhož byly přidány živiny. Tyto hodnoty pro dva činitele A a B označujeme jako a a b , jejichž význam byl již uveden. Toto říká, že

$\frac{a}{a+b}$ představuje hodnotu A z celkového množství $A+B$ v kompletním prostředí.

V přirozené půdě se a sestává z a_S , což je část, kterou půda sama přináší, a z a_F , což je část přinášena hnojivem. Dostaneme tedy, že

$$\text{a stejně} \quad \begin{aligned} a &= a_S + a_F \\ b &= b_S + b_F \end{aligned}$$

Když chceme ohodnotit složení optimálního hnojení, jsou to hodnoty a_F a b_F které musíme znát.

Výnosy získané v těchto půdách po aplikaci „systematických symetrických variant“, v nichž A a B postupně převládají, označujeme jako y_A a y_B .

$$\text{Víme již, že } \frac{a}{b} = \frac{y_A}{y_B}$$

$$\text{Z toho } a = b \frac{y_A}{y_B} \text{ a } b = a \frac{y_B}{y_A}$$

$$\text{dále dostaneme, že } a_F = a - a_S = b \frac{y_A}{y_B} - a_S = \frac{b y_A y_A - a_S y_A y_B}{y_A y_B}$$

$$\text{a stejně } b_F = b - b_S = \frac{a y_B y_B - b_S y_A y_B}{y_A y_B}$$

$$\text{z toho dále dostaneme, že } \frac{a_F}{b_F} = \frac{b (y_A)^2 - a_S y_A y_B}{a (y_B)^2 - b_S y_A y_B}$$

$$\text{a když } a y_B = b y_A, \text{ dostaneme, že } \frac{a_F}{b_F} = \frac{a y_A - a_S y_A}{a y_B - b_S y_A}$$

$$\text{z toho } \frac{a_F}{b_F} = \frac{y_A - \frac{a_S}{a} y_A}{y_B - \frac{b_S}{a} y_A}$$

Došli jsme tak ke znalosti optimálních hodnot při hnojení, to znamená k poměru $\frac{a_F}{b_F}$, k poměru dvou příslušných výnosů, z nichž každý je snížen pro tento případ korekčním výrazem, který je

$$\text{pro } y_A, \frac{a_S}{a} y_A$$

$$\text{pro } y_B, \frac{b_S}{a} y_A$$

Z hlediska agronomického, kde z důvodu mnohonásobných nevídaných interferencí se vždy získá menší přesnost, je možno všeobecnou formuli zjednodušit,

a to tím, že namísto dvou specifických korekčních výrazů se použije průměrný korekční výraz.

$$\text{Tak dostaneme, že } \frac{y_A}{a} = \frac{y_B}{b} = \frac{y_A + y_B}{a + b} = \frac{2 y_m}{a + b}$$

jestliže označíme průměr dvou výnosů $y_A + y_B$ písmeny y_m .

$$\text{Z toho } \frac{a_S}{a} y_A = \frac{2 a_S}{a + b} y_m$$

$$\text{a } \frac{b_S}{a} y_A = \frac{2 b_S}{a + b} y_m$$

$$\text{Průměrný korekční výraz bude: } \frac{2 a_S + 2 b_S}{2(a + b)} y_m = \frac{a_S + b_S}{a + b} y_m$$

a když $a + b = a_S + b_S + a_F + b_F$, z toho a_F a b_F jsou složky „hnojení“, tu dostaneme úhrn, když $a_F + b_F$ násobíme F a když $a_S + b_S$ násobíme S .

$$\text{Korekční výraz pak bude: } \frac{S}{S + F} \cdot y_m$$

Na druhé straně jiné práce nám ukazují s největší přibližností a v dostatečném množství, že výnos je úměrný kořenu umocněnému množství živin.

$$\text{Dostaneme tedy, že } y_m = k (S + F)^{0,5} \quad (1)$$

$$\text{když kontrola dává výnos } y^o = k S^{0,5} \quad (2)$$

V tomto vzorci S' představuje živiny, které půda skýtá v případě kontroly.

Je možno dokázat, že $s' = \frac{y_o}{y_m} (3)$, neboť množství živin odebrané z půdy kontrolními rostlinami nebo rostlinami pokusnými je přibližně úměrné vývoji dosaženému těmito rostlinami.

Dostaneme tak při kombinování rovnic (1), (2) a (3), že

$$\frac{S'}{S + F} = \frac{y_o^2}{y_m} = \frac{\frac{y_o}{y_m} S}{S + F}$$

$$\text{Z toho } \frac{S}{S + F} = \frac{y_o}{y_m}$$

a korekční průměrný výraz $\frac{S}{S + F} y_m$ se rovná y_o .

Jestliže máme k dispozici kontrolní výnos získaný bez hnojení, odpočítáme tento výnos od všech klíčových výnosů a dostaneme tak korigované výnosy (které nejsou ničím jiným, než absolutními přírůstky výnosů při různých zásazích na základě systematických variant získanými na identických půdách).

$$\text{Závěrem — zkoumaná hodnota je: } \frac{a_F}{b_F} = \frac{y_A - y_o}{y_B - y_o}$$

V. Experimentální realizace metody

V této práci neuvažujeme stanovení „meziskupinové“ interakce. Omezíme se na stanovení hodnot aniontů a kationtů při výživě či hnojení.

Fyziologické zkoumání v čistém substrátu

Připraví se 6 živných prostředí odpovídajících následujícím podmínkám:

1. 6 zásahů má tentýž poměr A/C .

2. Ve skupině tří prvních zásahů kationtové složení je jednotné, zatímco aniontové složení se mění. Říkáme, že jsou to „varianty aniontové“ a že mají kontaktní „kationtový doplněk“. Rovněž zásahy 4. až 6. jsou nazvány „kationtové varianty“ a mají tentýž „aniontový doplněk“.

3. Iontové doplňky mají být vybrány na základě dřívějších obecných znalostí nebo mají mít složení „rovnovážné“, to znamená, že procenta tří iontů jsou stejná.

4. „Varianty“ se vyberou tím způsobem, že v každé skupině iontů má mít každý ion dominantní (převládající) hodnotu, ostatní dva ionty mají mít hodnotu stejnou či převládanou. Toto pravidlo podmiňuje symetrii, o níž byla již řeč. Dominantní hodnota je stejná pro všechny tři zásahy téže iontové skupiny.

Vybereme si složení zásahů v rámci těchto podmínek. Na základě jednotlivých nutností existují pak velmi četné možnosti, jak realizovat „systematické varianty“.

a) Nádobový pokus

Pokus se prováděl na bavlníku pěstovaném ve vegetačních nádobách v křemičitém písku.

Výběr „systematických“ jednotlivých podmínek:

Poměr $A/C = 1,10$

Aniontový doplněk: $NO_3 = 69\%$ — z veškerého množství aniontů
 $SO_4 = 21\%$ — z veškerého množství aniontů
 $PO_4 = 10\%$ — z veškerého množství aniontů
 Kationtový doplněk: $K = 25\%$ — z veškerého množství kationtů
 $Ca = 50\%$ — z veškerého množství kationtů
 $Mg = 25\%$ — z veškerého množství kationtů

Dominantní hodnota ve variantách: $62,5\%$ z celkového množství iontů téhož označení.

Převládaná hodnota ve variantách: $18,75\%$ z celkového množství iontů téhož označení.

V tomto případě připravíme následující směsi odpovídající obecným podmínkám a jednotlivému výběru.

I.

Zásahy		Procenta — v ekvivalentech — v součtu chemických ekvivalentů živin						Sušina na rostlinu v g
čís.	symbol	NO_3	SO_2	PO_2	K	Ca	Mg	
1	N	32,8	9,8	9,8	11,9	23,8	11,9	$y_4 = 241$ $y_5 = 114$ $y_6 = 114$
2	S	9,8	32,8	9,8				
3	P	9,8	9,8	32,8				
4	K	36,2	11,0	5,2	29,8	8,9	8,9	$y_4 = 188$ $y_5 = 215$ $y_6 = 166$
5	Ca				8,9	29,8	8,9	
6	Mg				8,9	8,9	29,8	

Výpočty, které je třeba provést, jsou následující:

Optimální hodnoty aniontů v procentech (z celkového množství aniontů),

$$NO_3 = \frac{y_1}{y_1 + y_2 + y_3} = \frac{241}{469} = 51,4 \%$$

$$SO_4 = \frac{y_2}{y_1 + y_2 + y_3} = \frac{114}{469} = 24,3 \%$$

$$PO_4 = \frac{y_3}{y_1 + y_2 + y_3} = \frac{114}{469} = 24,3 \%$$

Optimální hodnoty kationtů v procentech (z celkového množství kationtů)

$$K = \frac{y_4}{y_4 + y_5 + y_6} = \frac{188}{569} = 33 \%$$

$$Ca = \frac{y_5}{y_4 + y_5 + y_6} = \frac{215}{569} = 38 \%$$

$$Mg = \frac{y_6}{y_4 + y_5 + y_6} = \frac{166}{569} = 29 \%$$

b) Polní pokus

Polní pokus byl prováděn na bramborech v Carlsbourg (Belgie). Výběr „systematických“ jednotlivých podmínek.

$$A/C = 1,5$$

Aniontový doplněk	38,4 % NO_3	Kationtový doplněk	25 % K
	45 % SO_4		50 % Ca
	16,6 % PO_4		25 % Mg

Dominantní hodnota 66,7 %

Převládaná hodnota 16,7 %

„Systematické“ zásahy jsou následující. Na jeden hektar bylo použito celkem 25 000 chemických ekvivalentů (odpovídá přibližně 1 000 kg technického hnoiva).

II.

Zásahy		Procenta — v ekvivalentech — v součtu chemických ekvivalentů živin						Výnos	
čís.	symbol	NO_3	SO_2	PO_2	K	Ca	Mg	v tunách na ha	kontroly v %
1	N	40	10	10	10	20	10	$y_1 = 40,5$	115
2	S	10	40	10				$y_2 = 36,3$	103
3	P	10	10	40				$y_3 = 36,8$	105
4	K	23	27	10	{ 27 6,5 6,5	6,5	6,5	$y_4 = 40,7$	116
5	Ca					27	6,5	$y_5 = 40,8$	116
6	Mg					6,5	27	$y_6 = 39,7$	113
7	kontrola	0	0	0	0	0	0	$y_0 = 35,2$	100

Výpočty jsou následující:

Korigované výnosy: $y - y_0$

$y_1 - y_0$	$y_2 - y_0$	$y_3 - y_0$	$y_4 - y_0$	$y_5 - y_0$	$y_6 - y_0$
5,3	1,1	1,6	5,5	5,6	4,5

Optimální hodnoty aniontů v procentech (z celkového množství aniontů).

$$NO_3 = \frac{5,3}{5,3 + 1,1 + 1,6} = \frac{5,3}{8,0} = 66 \%$$

$$SO_4 = \frac{1,1}{8,0} = 14 \%$$

$$PO_4 = \frac{1,6}{8,0} = 20 \%$$

Optimální hodnoty kationtů (z celkového množství kationtů).

$$K = \frac{5,5}{5,5 + 5,6 + 4,5} = \frac{5,5}{15,6} = 35 \%$$

$$Ca = \frac{5,6}{15,6} = 36 \%$$

$$Mg = \frac{4,5}{15,6} = 29 \%$$

Je nutno poznamenat, že výsledky u této odrůdy pěstované v jiném kraji (Strée, Belgie) byly:

58 % NO_3 ; 28 % SO_4 ; 14 % PO_4 z celkového množství aniontů,

33 % K ; 28 % Ca ; 39 % Mg z celkového množství kationtů,

což nám říká, že v druhém místě vyžaduje půda méně fosforu, méně dusíku, naproti tomu více hořčíku, síry a vápníku.

VI. Právoplatnost metody

O tomto bodě se tu nemůžeme šířit. Jistě by však bylo vhodné uvést příklad kontroly.

Pokus na bavlníku: Empirickým zkoumáním optimálních hodnot při 21 zákrocích v každé iontové skupině jsme po statistickém zásahu došli k těmto optimálním hodnotám (tento pokus není totožný s pokusem dříve uvedeným):

Optimální hodnoty aniontů ($NO_3 - SO_4 - PO_4$): 69 - 21 - 10

Optimální hodnoty kationtů ($K - Ca - Mg$): 18 - 55 - 27

Výsledky získané metodou systematických variant jsou:

Optimální hodnoty aniontů: 70 - 17 - 13

Optimální hodnoty kationtů: 17 - 61 - 21

Je možno konstatovat, že shoda je velmi uspokojivá. Odchytky, které tato metoda zapříčiňuje vzhledem ke skutečným hodnotám odhaleným empirickým zkoumáním za pomoci čistých látek (nezapříčiňuje samy chyby), nejsou vskutku větší než nepřesnost ve složení technických hnojiv, ani nejsou větší než variabilita agronomických podmínek, pro něž je tato metoda určena.

Souhrn

Je vyložena metoda minerálního hnojení rostlin odvozená od fyziologických principů. Tato metoda je nejprve srovnávána s jinými metodami používanými v zemědělství, např. s metodou chemického rozboru půdy, s metodou chemického rozboru rostliny, s metodou nahrazení prvků odčerpaných sklizní aj., jejichž společným cílem je také stanovit dávky minerálního hnojení. Avšak každá ze srovnávaných metod — uvažovaná samostatně — vykazuje nedostatky. Principy této metody zvané též metody systematických variant jsou založeny na interakci jednotlivých makroelementů mezi sebou a na celkové interakci mezi šesti makroelementy (N, P, S, K, Ca, Mg), jež vyžaduje pro své optimum, aby se jí podřídilo pět nezávislých interakcí. Při tom důležitou roli hraje interakce mezi celkovým množstvím biogenních prvků skupiny aniontové a mezi celkovým množstvím biogenních prvků skupiny kationtové. Tato interakce se označuje jako poměr A/C a tento poměr má být respektován v rámci celkového množství biogenních prvků v živém prostředí. Z těchto principů je pak na základě matematických výpočtů tato metoda propracována tak, aby byla použitelná v zemědělství. Její zaměření je především soustředěno na praxi. Jsou uvedeny příklady její experimentální realizace, spočívající v nádobovém i polním pokusu a omezující se na stanovení optimálních hodnot aniontových a kationtových při výživě či hnojení. Na základě empirického zkoumání výnosů plodin, získaných při systematických zásazích, týkajících se množství jednotlivých živin, jež jsou vyjádřena v procentech ekvivalentů, a na základě korigování těchto výnosů výnosem, získaným bez použití jakéhokoliv hnojení, byly vypočítány optimální hodnoty aniontů a kationtů. Vypočítané optimální hodnoty aniontů a kationtů se jen velmi málo liší od výsledků, získaných metodou systematických variant. Tyto odchylky, způsobené metodou systematických variant, vzhledem ke skutečným hodnotám, odhaleným empirickým zkoumáním za pomoci čistých látek, nejsou větší, jak bylo zjištěno, než nepřesnost ve složení technických hnojiv. Rovněž nejsou větší než variabilita agronomických podmínek.

К вопросу минерального удобрения на физиологической основе

Изложен метод минерального удобрения растений, основанный на физиологических принципах. Этот метод в первую очередь сравнивается с другими в сельском хозяйстве применяемыми методами, например с методом химического анализа почв, с методом химического анализа растений, с методом возмещения элементов, израсходованных убранным урожаем и т. д., общей целью которых также является определение доз минерального удобрения. Однако каждый из сравниваемых методов в отдельности имеет недостатки. Принципы этого метода, называемого также методом систематических вариантов, основаны на интеракции отдельных макроэлементов друг с другом и на общей интеракции между шестью макроэлементами (N, P, S, K, Ca, Mg), которая для своего оптимума требует, чтобы ей подчинилось

пять независимых интеракций. Важную роль при этом играет интеракция между общим количеством биогенных элементов группы анионов и между общим количеством биогенных элементов группы катионов. Эта интеракция обозначается как отношение A/C и это отношение должно быть учтено в пределах общего количества биогенных элементов в питательной среде. Согласно указанным принципам на основании математических расчетов этот метод разрабатывается далее так, чтобы он был применимым для сельского хозяйства. Его направление, прежде всего, предназначено для практического применения. Приводятся примеры его экспериментальной реализации, заключающейся в лабораторном и в полевом опыте и ограничивающейся определением оптимальных анионовых и катионовых величин в питании растений или в удобрении. На основании эмпирического исследования урожаев культур, полученных в результате систематических мероприятий, касающихся количества отдельных питательных веществ, выраженных в процентах эквивалентов, и на основании коррекции этих урожаев урожаем, полученным без применения какого-либо удобрения, были исчислены оптимальные значения анионов и катионов. Исчисленные оптимальные значения анионов и катионов лишь весьма незначительно отличаются от результатов, полученных по методу систематических вариантов. Эти отклонения, возникшие при применении метода систематических вариантов, в отношении к действительным значениям, определенным путем эмпирического исследования с помощью чистых веществ, как было установлено, не больше, чем неточность в составе искусственных удобрений. Эти отклонения также не больше, чем вариабильность агрономических условий.

Feststellung der mineralischen Düngung auf der physiologischen Grundlage

Es wurde die Methode der mineralischen Pflanzendüngung erklärt, die von den physiologischen Prinzipien abgeleitet wurde. Zuerst wurde sie mit anderen Methoden, die in der Landwirtschaft benützt sind, verglichen, wie zum Beispiel mit der Methode der chemischen Bodenanalysen, der chemischen Pflanzenanalysen, ferner mit der Methode des Ersätzens der Nährstoffentziehung durch die Ernte u. a., die auch den gemeinsamen Zielpunkte haben die Düngergaben festzustellen. Jede von diesen verglichenen Methoden einzeln angesehen führt jedoch zu ungenügenden Schlüssen. Die Prinzipie dieser Methode, welche auch die Methode der systematischen Varianten genannt wird, sind auf die Beziehung zwischen einzelnen Hauptelementen gegründet. Sie sind auch auf die gesamte Beziehung zwischen 6 Haptelementen (N, P, S, K, Ca, Mg) gegründet. Diese gesamte Beziehung fördert für sein Optimum, daß ihr 5 unabhängige Interaktionen untergeordnet werden. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Beziehung zwischen der gesamten Menge der biogenischen Elemente der Aniongruppe und der gesamten Menge der biogenischen Elemente der Kationgruppe. Diese Interaktion wird als Verhältnis A/C bezeichnet und dieses Verhältnis soll im Rahmen der gesamten Menge der biogenischen Elemente im Nährmilieu respektiert werden. Aus diesen Prinzipien wird auf Grunde der mathematischen Berechnungen diese Methode weiter ausgearbeitet um in der Landwirtschaft brauchbar zu werden. Sie ist vor allem für die Praxis bestimmt. Es werden Beispiele ihrer experimentellen Durchführung, die im Gefäß- und Feldversuche liegt und sich auf die Feststellung der optimalen Anion- und Kationwerte bei der Ernährung oder Düngung beschränkt, gezeigt. Auf der Grundlage der empirischen Forschung der Kulturpflanzenerträge, die bei den systematischen Maßnahmen die der Menge einzelner Nährstoffe (geäußert in % der Equivalente) betreffen, gewonnen wurden und auf der Grundlage der Korrigierung dieser Erträge durch den Ertrag ohne Anwendung kei-

nerlei Düngung gewonnenen, wurden optimale Anion- und Kationwerte ausgerechnet. Die ausgerechneten optimalen Anion- und Kationwerte unterscheiden sich nur sehr wenig von den Ergebnissen die durch die Methode der systematischen Varianten gewonnen wurden. Die Abweichungen, die die Methode der systematischen Varianten verursacht, sind im Bezug zu den wirklichen Werten, welche durch die empirische Forschung mit der Anwendung reiner Nährstoffe entdeckt wurden, nicht größer, wie man feststellte, als die Ungenauigkeit in der Zusammensetzung der technischen Düngermitteln. Ebenfalls sind sie nicht größer der Variabilität der agronomischen Bedingungen.

Charakteristika agrochemických vlastností půdy v Československu

Характеристика агрохимических свойств почвы в Чехословакии

Die Charakteristik der agrochemischen Bodeneigenschaften in der Tschechoslowakischen Republik

The Characteristics of agrochemical Soil Qualities in Czechoslovakia

Inž. Adolf NĚMEC

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha

Úvod

Agrochemické zkoušení půdy v Československu se provádí ve větším měřítku asi od roku 1942. Zkoušení půdy bylo však nesystematické. Nebyla soustava, podle které by se tento půdní průzkum prováděl. Plány odběru vzorků se sestavovaly většinou na základě požadavků jednotlivých zájemců, kteří si zkoušení půdy vyžádali. Výsledkem toho byla nerovnoměrnost v průzkumu půdy v Československu. Některé oblasti z intenzivním zemědělstvím byly prozkoušeny daleko podrobněji než oblasti, kde byl o rozbory půdy menší zájem. V posledních letech se tato situace změnila a zkoušení půdy se provádí systematicky, takže se postupně prozkoumá veškerá zemědělská půda. Byly tedy vytvořeny předpoklady k tomu, aby na základě několikaletých výsledků byla zpracována agrochemická charakteristika půd jednotlivých okresů, krajů i celé Československé republiky. Získáme tak konkrétní údaje o tom, jak v těchto oblastech vypadají ty agrochemické vlastnosti půdy, které jsou v nejužším vztahu k výživě rostlin a lze jich použít jako základních údajů pro zpracování soustavy hnojení, pro plánování distribuce strojených hnojiv, plánování vápnění, pro rajónizaci apod.

Organizace zkoušení půdy v ČSR

Zkoušení půdy v Československu provádí v českých krajích Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, odbor agrochemie a výživy rostlin, na Slovensku Slovenský kontrolní a skúšobný ústav poľnohospodársky. České kraje byly rozděleny do oblastí po 2 až 3 krajích, pro které byly vybudovány půdní zkušebny, jež zpracovávají vzorky odebrané v dané oblasti. Půdní zkušebna v Tupadlech u Mělníka pracuje pro kraje Praha a České Budějovice, zkušebna v Plzni pro Plzeň a Karlovy Vary, zkušebna v Liberci pro Ústí, Liberec a Hradec Králové, zkušebna v Havlíčkově Brodě pro kraje Jihlava a Pardubice, zkušebna v Brně pro Brno a Gottwaldov a zkušebna v Opavě pro Olomouc a Ostravu. Každá zkušebna

je schopna ročně vykonat 30 000 kompletních agrochemických rozborů půdy, tzn. že celková roční kapacita půdních zkušeben pro české kraje činí v současné době 180 000 kompletních agrochemických rozborů ročně. Odběr půdních vzorků na zkoumaných objektech zajišťuje agronomická služba STS, ČSSS nebo přímo pracovníci zemědělských závodů, kteří též vzorky předběžně upravují a odesílají do zkušeben k rozborům. Styk mezi orgány ÚKZÚZ a zemědělskými závody zastávají krajští výživáři ÚKZÚZ, jejichž úkolem v tomto oboru je koordinace při sestavování plánu průzkumu a odběru vzorků půdy, instruktáže o způsobech odběru vzorků, dohled nad kvalitou odběru a předávání výsledků rozborů zemědělským závodům, instruktáže zemědělských pracovníků o způsobech využití výsledků rozborů apod. Jeden vzorek půdy se odebírá průměrně s plochy 3 ha.

Při rozbořech půdy v agrochemickém zkoušení se používá těchto metod:

1. Druh půdy se stanoví makroskopicky.
2. Reakce půdy se stanoví jako výměnná reakce půdy v půdní suspenzi v chloridu draselném potenciometricky na přístroji Laník-Janíčkové.
3. Potřeba vápnění se stanoví při jedné operaci se stanovením půdní reakce potenciometrickou titrací půdní suspenze louhem sodným podle Goy-Rosse.
4. Obsah uhličitanu vápenatého v půdě se stanoví Jankovým vápnoměrem.
5. Obsah přijatelné kyseliny fosforečné v půdě se stanoví kolorimetricky ve výluhu laktátem vápenatým podle Egnera.
6. Obsah přijatelného drasla v půdě se stanoví plamenometricky ve výluhu šťovánem a octanem amonným metodou Schachtschabelovou.

V poslední době se upustilo od stanovení obsahu humusu v půdě metodou Tjurinovou pro malou vhodnost využití této metody pro praktické potřeby zemědělství a pro poměrně malou expeditivnost při sériových stanoveních.

Metodika charakteristiky agrochemických vlastností půd

Pro sestavení přehledů agrochemických vlastností půd v Československu byl použit materiál Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského a Slovenského kontrolního a zkušebního ústavu poľnohospodárského, získaný za posledních pět let, tj. použilo se výsledků rozborů půd za leta 1954 až 1958. Do přehledu nebyly zahrnuty výsledky rozborů vzorků půdy, které nesouvisí se soustavným agrochemickým zkoušením půdy socialistického sektoru. Charakteristika pro jednotlivé kraje byla zpracována podle 30 až 70 tisíc vzorků, charakteristika pro Československo z 930 tisíc vzorků půdy. Počet rozborů je tedy dostatečně velký, aby byla zajištěna přesnost charakteristiky jednotlivých oblastí.

Agrochemická charakteristika je dána procentickým zastoupením vzorků půdy určité hodnoty v celkovém množství odebraných vzorků.

U půdní reakce bylo zastoupení vzorků vyjádřeno ve čtyřech skupinách:

1. skupina: pH půdy nižší než 5,5
2. skupina: pH půdy v rozsahu 5,5–6,5
3. skupina: pH půdy v rozsahu 6,5–7,5
4. skupina: pH půdy vyšší než 7,5

Skupiny tedy odpovídají půdám kyselým + silně kyselým, půdám slabě kyselým, neutrálním a alkalickým.

Obsah uhličitánů v půdě (uhličitán vápenatý a uhličitán hořečnatý) se hodnotí od minimálního obsahu 0,3 %, zahrnuje tedy všechny hodnoty vyšší.

Potřeba vápnění se hodnotí rovněž ve čtyřech skupinách:

1. skupina: potřeba CaO v $q/\text{ha} = 0$
2. skupina: potřeba CaO v q/ha v rozsahu 0—5
3. skupina: potřeba CaO v q/ha v rozsahu 5—20
4. skupina: potřeba CaO v q/ha vyšší než 20

Zásoba přijatelné kyseliny fosforečné v půdě se hodnotí ve třech kategoriích jako malá, střední a dobrá. Zařazení do jednotlivých kategorií přísluší podle obsahu přijatelné kyseliny fosforečné v půdě podle Egnera, podle půdní reakce a podle druhu půdy (tab. I).

I. Hodnocení výsledků zjištěných metodou Egnerovou

Zásoba P_2O_5 v půdě	Zjištěný obsah P_2O_5 v půdě — $\text{mg}/100 \text{ g}$								
	lehká půda v rozsahu pH			střední půda v rozsahu pH			těžká půda v rozsahu pH		
	do 5,5	5,5—6,5	nad 6,5	do 5,5	5,5—6,5	nad 6,5	do 5,5	5,5—6,5	nad 6,5
malá	do 7,0	do 8,5	do 10,0	do 5,0	do 6,0	do 7,5	do 4,0	do 5,0	do 6,0
střední	7,1—14,0	8,6—17,0	10,1—20,0	5,1—10,0	6,1—12,0	7,6—15,0	4,1—8,0	5,1—10,0	6,1—12,0
dobrá	nad 14,0	nad 17,0	nad 20,0	nad 10,0	nad 12,0	nad 15,0	nad 8,0	nad 10,0	nad 12,0

Zásoba přijatelného drasla v půdě se hodnotí rovněž ve třech kategoriích jako malá, střední a dobrá. Zařazení do kategorií se řídí obhosem přijatelného drasla v půdě zjištěným metodou Schachtschabelovou:

1. kategorie: obsah K_2O v půdě do 12 $\text{mg}/100 \text{ g}$ půdy
2. kategorie: obsah K_2O v rozsahu 12—20 $\text{mg}/100 \text{ g}$ půdy
3. kategorie: obsah K_2O v půdě nad 20 $\text{mg}/100 \text{ g}$ půdy

Výsledky rozborů pro kraje a pro celou republiku jsou uvedeny podle krajů v tab. II.

Rozbor výsledků a diskuse

Z přehledu agrochemických vlastností půd v Československu vyplývá značná rozmanitost u některých půdních vlastností, jiné jsou naopak typické pro celý stát.

Podle jednotlivých krajů jsou podstatné výkyvy v obsahu uhličitánů v půdě, který je hrubým měřítkem zásoby vápna v půdě. Je to dáno geologickou povahou

II. Charakteristika agrochemických vlastností půd Československa podle krajů

Kraj	Počet vzorků v tisí- cích	Podíly v % z celkové výměry půdy														
		obsah CaCO_3 nad 0,3 %	reakce půdy (pH/KCl)				potřeba vápnění q/ha CaO				zásoba P_2O_5 v půdě			zásoba K_2O v půdě		
			do 5,5	5,5 – 6,5	6,5 – 7,5	nad 7,5	0	0–5	5–20	nad 20	malá	střední	dobrá	malá	střední	dobrá
Praha	52	24,3	10,1	22,9	59,2	7,8	52,0	32,1	15,0	9,9	58,8	22,8	18,4	22,3	50,6	27,1
Budějovice	40	0,05	59,8	35,2	4,9	0,1	2,0	33,8	57,5	6,7	83,5	12,7	3,8	35,8	34,0	30,2
Plzeň	64	0,0	53,5	36,8	9,7	0,0	6,3	31,1	59,9	2,7	85,0	11,0	4,0	23,4	41,2	35,4
Karlovy Vary	17	4,2	29,4	36,5	26,7	7,4	26,3	36,3	32,7	4,7	73,9	15,1	11,0	21,5	30,9	47,6
Ústí	44	45,6	9,3	14,6	41,7	34,4	71,2	18,3	9,3	1,2	56,7	25,0	18,3	19,3	25,9	54,8
Liberec	30	3,6	36,2	37,2	26,3	0,3	19,0	39,5	35,9	5,6	89,0	8,3	2,7	71,1	20,0	8,9
Hradec Králové	38	9,7	24,0	35,0	40,2	0,8	30,5	38,7	28,6	2,2	80,4	12,3	7,3	65,5	23,7	10,8
Pardubice	34	7,6	24,8	36,7	34,4	4,1	29,6	37,4	30,8	2,2	65,8	21,4	12,8	51,3	29,9	18,8
Jihlava	58	0,1	66,4	28,2	5,4	0,0	5,3	57,9	35,7	1,1	90,1	6,9	3,0	32,2	43,3	24,5
Brno	61	27,4	17,2	27,1	27,4	28,3	55,7	40,3	4,0	0,0	46,2	31,2	22,6	33,1	30,3	36,6
Olomouc	55	8,7	23,3	29,1	42,4	5,2	33,8	28,8	29,4	8,0	66,2	21,1	12,6	46,3	31,7	22,0
Gottwaldov	45	14,3	15,6	36,7	30,8	16,9	38,1	42,7	18,8	0,4	64,0	19,7	16,3	34,1	34,5	31,4
Ostrava	48	1,5	26,2	48,6	25,0	0,3	12,0	46,0	40,0	2,0	71,5	18,5	10,0	53,1	29,1	17,8
Bratislava	79	43,3	9,1	17,9	23,6	49,4	72,6	23,8	3,6	0,0	72,9	12,2	14,9	42,8	36,0	21,2
Nitra	92	38,4	10,5	18,2	17,2	54,1	66,3	24,4	9,0	0,1	76,2	14,6	9,2	41,2	44,2	14,6
Banská Bystrica	45	5,2	63,7	22,1	8,4	5,8	12,9	37,8	48,1	1,2	93,0	3,9	3,1	57,4	24,5	18,1
Žilina	32	27,7	21,0	25,0	19,4	34,6	50,0	27,2	17,2	5,6	87,8	5,6	6,6	45,5	32,3	22,2
Košice	42	7,0	31,0	40,0	20,0	9,0	26,0	46,0	27,0	1,0	87,0	8,0	5,0	61,0	28,0	11,0
Prešov	55	7,0	33,0	39,0	20,0	8,0	25,0	44,0	30,0	1,0	90,0	7,0	3,0	68,0	23,0	9,0
České kraje	583	11,9	31,1	32,1	28,2	8,6	29,6	37,4	30,3	2,7	70,8	17,9	11,3	37,8	33,9	28,3
Slovensko	344	25,6	24,6	24,8	18,3	32,3	47,8	31,5	19,5	1,2	82,5	9,5	8,0	50,0	33,3	16,7
ČSR	928	17,0	28,7	29,4	24,5	17,4	36,4	35,2	26,3	2,1	75,2	14,8	10,0	42,4	33,7	23,9

III. Pořadí krajů v Československu podle reakce půdy

pH do 5,5			pH 5,5–6,5			pH 6,5–7,5			pH nad 7,5		
Po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %
1	Bratislava	9,1	1	Ústí	14,6	1	Budějovice	4,9	1	Budějovice	0,0
2	Ústí	9,3	2	Bratislava	17,9	2	Jihlava	5,4	2	Plzeň	0,0
3	Praha	10,1	3	Nitra	18,2	3	Bystrica	8,4	3	Jihlava	0,0
4	Nitra	10,5	4	Bystrica	22,1	4	Plzeň	9,7	4	Liberec	0,3
5	Gottwaldov	15,6	5	Praha	22,9	5	Nitra	17,2	5	Ostrava	0,3
6	Brno	17,2	6	Žilina	25,0	6	Žilina	19,4	6	Hradec	0,8
7	Žilina	21,0	7	Brno	27,1	7	Košice	20,0	7	Pardubice	4,1
8	Olomouc	23,3	8	Jihlava	28,2	8	Prešov	20,0	8	Olomouc	5,2
9	Hradec	24,0	9	Olomouc	29,1	9	Bratislava	23,6	9	Bystrica	5,8
10	Pardubice	24,8	10	Hradec	35,0	10	Ostrava	25,0	10	Karlovy Vary	7,4
11	Ostrava	26,2	11	Budějovice	35,2	11	Liberec	26,3	11	Praha	7,8
12	Karlovy Vary	29,4	12	Karlovy Vary	36,5	12	Karlovy Vary	26,7	12	Prešov	8,0
13	Košice	31,0	13	Pardubice	36,7	13	Brno	27,4	13	Košice	9,0
14	Prešov	33,0	14	Gottwaldov	36,7	14	Gottwaldov	30,8	14	Gottwaldov	16,9
15	Liberec	36,2	15	Plzeň	36,8	15	Pardubice	34,4	15	Brno	28,3
16	Plzeň	53,5	16	Liberec	37,2	16	Hradec	40,2	16	Ústí	34,4
17	Budějovice	59,8	17	Prešov	39,0	17	Ústí	41,4	17	Žilina	34,6
18	Bystrica	63,7	18	Košice	40,0	18	Olomouc	42,4	18	Bratislava	49,4
19	Jihlava	66,4	19	Ostrava	48,5	19	Praha	59,2	19	Nitra	54,1
České kraje		31,1	České kraje		32,1	České kraje		28,2	České kraje		8,6
Slovensko		24,6	Slovensko		24,8	Slovensko		18,3	Slovensko		32,3
ČSR		28,7	ČSR		29,4	ČSR		24,5	ČSR		17,4

matečných substrátů i podmínkami klimatickými. Sestavíme-li jednotlivé kraje ČSR podle velikosti podílů půd s obsahem nad 0,3 % CO_3 , dostáváme toto pořadí:

1. České Budějovice	0,0 %	13. Gottwaldov	14,3 %
2. Plzeň	0,0 %	14. Praha	24,3 %
3. Jihlava	0,1 %	15. Brno	27,4 %
4. Ostrava	1,5 %	16. Žilina	27,7 %
5. Liberec	3,6 %	17. Nitra	38,4 %
6. Karlovy Vary	4,2 %	18. Bratislava	43,3 %
7. Bystrica	5,2 %	19. Ústí nad Labem	45,6 %
8. Prešov	7,0 %	České kraje	11,9 %
9. Košice	7,0 %	Slovensko	25,6 %
10. Pardubice	7,6 %		
11. Olomouc	8,7 %		
12. Hradec Králové	9,7 %	Č S R	17,0 %

Nejhorší situace je tedy v krajích České Budějovice, Plzeň, Jihlava a Ostrava, avšak celá řada dalších krajů má velmi nízký podíl půd, obsahujících uhličitán vápenatý. Ve slovenských krajích je situace obecně lepší než z krajích českých, výjimku u českých krajů tvoří Ústí nad Labem, které má vůbec nejvyšší podíl půd s obsahem uhličitánu vápenatého. Celostátní průměr 17,0 % půd s obsahem CaCO_3 nad 0,3 % v půdě je nutno považovat za malý.

S obsahem uhličitánu vápenatého úzce souvisí reakce půdy a potřeba vápnění.

Reakce půdy v celostátním průměru není příliš příznivá pro zemědělskou výrobu (tab. III). 28,7 % půd v Československu má silně kyselou a kyselou reakci, 29,4 % půd reakci slabě kyselou, 24,5 % je reakce neutrální a 17,4 % půd je reakce alkalické. Převažují tedy půdy kyselé, které tvoří 58,1 % půd v Československu, půd alkalických je menší podíl. Nejhorší reakci vykazují kraje Jihlava, Bystrica, České Budějovice, Plzeň a Liberec, které mají značný podíl půd silně kyselých s pH nižším než 5,5. Největší podíly půd neutrálních jsou v kraji Praha, Olomouc, Ústí n. L. a Hradec Králové, alkalická reakce půd se vyskytuje hlavně ve slovenských krajích Nitra, Bratislava a Žilina a v kraji Ústí u. L. Reakci slabě kyselou (pH 5,5–6,5) nelze považovat za vysloveně nepříznivou pro kulturní plodiny, rovněž ani slabě alkalickou na těch půdách, které nejsou vysloveně zasolené, neboť velmi záleží na vhodné struktuře osevních ploch, podle níž se řídí podle plodin i nároky na půdní reakci. Za hlavní problém úpravy reakce půdy v Československu je nutno považovat úpravu 28,7 % půd kyselých a silně kyselých, jejichž reakce je pro růst plodin vysloveně nepříznivá, a odstranění alkalické reakce na půdách zasolených.

Potřeba vápnění (tab. IV) vykazuje rovněž poměrně vysoké hodnoty, které potvrzují nepříznivý stav reakce půdy. V celostátním měřítku pouze 36,4 % půd vykazuje nulovou potřebu vápnění, slabou potřebu vápnění 35,2 %, střední potřebu vápnění má 26,3 % a silnou potřebu vápnění 2,1 %. Celkem vykazuje potřebu vápnění 63,6 % půd, slovenské kraje vykazují potřebu vápnění obecně menší než kraje české. Vápnění je nejnutnější v krajích Plzeň, České Budějovice, Banská Bystrica, Liberec, Jihlava a Karlovy Vary, nejmenší potřeba se jeví u krajů Bratislava, Ústí nad Labem, Nitra, Brno, Praha a Žilina.

IV. Pořadí krajů v Československu podle potřeby vápnění

0 q/ha CaO			0–5 q/ha CaO			5–20 q/ha CaO			Více než 20 q/ha CaO		
po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %
1	Budějovice	2,0	1	Ústí	18,3	1	Bratislava	3,6	1	Brno	0,0
2	Jihlava	5,3	2	Bratislava	23,8	2	Brno	4,0	2	Bratislava	0,0
3	Plzeň	6,3	3	Nitra	24,4	3	Nitra	9,0	3	Nitra	0,1
4	Ostrava	12,0	4	Žilina	27,2	4	Ústí	9,3	4	Gottwaldov	0,4
5	Bystrica	12,9	5	Olomouc	28,8	5	Praha	15,0	5	Košice	1,0
6	Liberec	19,0	6	Plzeň	31,1	6	Žilina	17,2	6	Prešov	1,0
7	Prešov	25,0	7	Praha	32,1	7	Gottwaldov	18,8	7	Jihlava	1,1
8	Košice	26,0	8	Budějovice	33,8	8	Košice	27,0	8	Bystrica	1,2
9	K. Vary	26,3	9	K. Vary	36,3	9	Hradec	28,6	9	Ústí	1,2
10	Pardubice	29,6	10	Pardubice	37,4	10	Olomouc	29,4	10	Ostrava	2,0
11	Hradec	30,5	11	Bystrica	37,8	11	Prešov	30,0	11	Hradec	2,2
12	Olomouc	33,8	12	Hradec	38,7	12	Pardubice	30,8	12	Pardubice	2,2
13	Gottwaldov	38,1	13	Liberec	39,5	13	K. Vary	32,7	13	Plzeň	2,7
14	Žilina	50,0	14	Brno	40,3	14	Jihlava	35,7	14	K. Vary	4,7
15	Praha	52,0	15	Gottwaldov	42,7	15	Liberec	35,9	15	Liberec	5,6
16	Brno	55,7	16	Prešov	44,0	16	Ostrava	40,0	16	Žilina	5,6
17	Nitra	66,3	17	Ostrava	46,0	17	Bystrica	48,1	17	Budějovice	6,7
18	Ústí	71,2	18	Košice	46,0	18	Budějovice	57,5	18	Olomouc	8,0
19	Bratislava	72,6	19	Jihlava	57,9	19	Plzeň	59,9	19	Praha	9,9
České kraje		29,6	České kraje		37,4	České kraje		30,3	České kraje		2,7
Slovensko		47,8	Slovensko		31,5	Slovensko		19,5	Slovensko		1,2
ČSR		36,4	ČSR		35,2	ČSR		26,3	ČSR		2,1

V. Pořadí krajů v Československu podle zásoby kyseliny fosforečné v půdě

Zásoba přijatelné P_2O_5 v půdě								
malá			střední			dobrá		
po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %	po- řadí	kraje	podíl půdy %
1	Brno	46,2	1	Bystrica	3,9	1	Liberec	2,7
2	Ústí	56,7	2	Žilina	5,6	2	Jihlava	3,0
3	Praha	58,8	3	Jihlava	6,9	3	Prešov	3,0
4	Gottwaldov	64,0	4	Prešov	7,0	4	Bystrica	3,1
5	Pardubice	65,8	5	Košice	8,0	5	Budějovice	3,8
6	Olomouc	66,2	6	Liberec	8,3	6	Plzeň	4,0
7	Ostrava	71,5	7	Plzeň	11,0	7	Košice	5,0
8	Bratislava	72,9	8	Bratislava	12,2	8	Žilina	6,6
9	K. Vary	73,9	9	Hradec	12,3	9	Hradec	7,3
10	Nitra	76,2	10	Budějovice	12,7	10	Nitra	9,2
11	Hradec	80,4	11	Nitra	14,6	11	Ostrava	10,0
12	Budějovice	83,5	12	K. Vary	15,1	12	K. Vary	11,0
13	Plzeň	85,0	13	Ostrava	18,5	13	Olomouc	12,6
14	Košice	87,0	14	Gottwaldov	19,7	14	Pardubice	12,8
15	Žilina	87,8	15	Olomouc	21,2	15	Bratislava	14,9
16	Liberec	89,0	16	Pardubice	21,4	16	Gottwaldov	16,3
17	Prešov	90,0	17	Praha	22,8	17	Ústí	18,3
18	Jihlava	90,1	18	Ústí	25,0	18	Praha	18,4
19	Bystrica	90,1	19	Brno	31,2	19	Brno	22,6
České kraje		70,8	České kraje		17,9	České kraje		11,3
Slovensko		82,5	Slovensko		9,5	Slovensko		8,0
ČSR		75,2	ČSR		14,8	ČSR		10,0

Charakteristika zásoby dvou hlavních živin a kyseliny fosforečné a drasla v půdě — se od sebe zásadně liší.

Kyselina fosforečná (tab. V) je v celostátním měřítku obsažena v půdě v nedostatečném množství. Celé tři čtvrtiny půd v Československu mají malý obsah přijatelné kyseliny fosforečné, 14,8 % má střední obsah a pouhých 10,0 % půd je kyselinou fosforečnou dobře zásobeno. České kraje jsou kyselinou fosforečnou zásobeny o něco lépe než kraje slovenské, rozdíl není však velký. Nejhorší zásoba kyseliny fosforečné je v krajích Banská Bystrica, Jihlava, Prešov, Liberec, Žilina, Košice, Plzeň a České Budějovice, lepší situace je v krajích Brno, Praha, Ústí nad Labem a Gottwaldov. Avšak i tyto kraje mají velmi daleko do toho, aby v nich bylo možno označit stav kyseliny fosforečné v půdě za uspokojivý.

Draslo (tab. VI) obsahují československé půdy v lepších poměrech než kyselinu fosforečnou. V celostátním měřítku je 42,4 % půd málo zásobeno draslem, 33,7 % je draslem zásobeno středně a 23,9 % půd je dobře zásobeno draslem. Kraje české jsou draslem zásobeny o něco lépe než kraje slovenské. Poměrně nejlépe jsou draslem zásobeny kraje Ústí nad Labem, Karlovy Vary, Brno a Plzeň, nejhůře kraje Liberec, Prešov, Hradec Králové a Košice. Ačkoliv je zásoba drasla v československých půdách lepší než zásoby kyseliny fosforečné, nelze ji označit za uspokojivou, neboť poměrně velký podíl 42,4 % půd draslem slabě zásobených značně převažuje podíl půd zásobených dobře — o 18,5 %.

VI. Pořadí krajů v Československu podle zásoby drasla v půdě

Zásoba přijatelného K_2O v půdě								
m a l á			s t ř e d n í			d o b r á		
po- radí	kraje	podíl půdy %	po- radí	kraje	podíl půdy %	po- radí	kraje	podíl půdy %
1	Ústí	19,3	1	Liberec	20,0	1	Liberec	8,9
2	K. Vary	21,5	2	Prešov	23,0	2	Prešov	9,0
3	Praha	22,3	3	Hradec	23,7	3	Hradec	10,8
4	Plzeň	23,4	4	Bystrica	24,5	4	Košice	11,0
5	Jihlava	32,2	5	Ústí	25,9	5	Nitra	14,6
6	Brno	33,1	6	Košice	28,0	6	Ostrava	17,8
7	Gottwaldov	34,1	7	Ostrava	29,1	7	Bystrica	18,1
8	Budějovice	35,8	8	Pardubice	29,9	8	Pardubice	18,8
9	Nitra	41,2	9	Brno	30,3	9	Bratislava	21,2
10	Bratislava	42,8	10	K. Vary	30,9	10	Olomouc	22,0
11	Žilina	45,5	11	Olomouc	31,7	11	Žilina	22,2
12	Olomouc	46,3	12	Žilina	32,3	12	Jihlava	24,5
13	Pardubice	51,3	13	Budějovice	34,0	13	Praha	27,1
14	Ostrava	53,1	14	Gottwaldov	34,5	14	Budějovice	30,2
15	Bystrica	57,4	15	Bratislava	36,0	15	Gottwaldov	31,4
16	Košice	61,0	16	Plzeň	41,2	16	Plzeň	35,4
17	Hradec	65,5	17	Jihlava	43,3	17	Brno	36,6
18	Prešov	68,0	18	Nitra	44,2	18	K. Vary	47,6
19	Liberec	71,7	19	Praha	50,6	19	Ústí	54,8
České kraje		37,8	České kraje		33,9	České kraje		28,3
Slovensko		50,0	Slovensko		33,3	Slovensko		16,7
ČSR		42,4	ČSR		33,7	ČSR		23,9

Z á v ě r y

Charakteristiky agrochemických vlastností půd poskytují dostatečně přesné podklady o tom, jak v jednotlivých oblastech vypadá půdní reakce, potřeba vápnění, obsah uhličitanu vápenatého a zásoba přijatelné kyseliny fosforečné a drasla v půdě, tedy jaký je stav základních agrochemických vlastností půdy, podle nichž se řídí výživa rostlin. Umožňuje se tak vytvoření správného názoru na agrochemický stav půd v celém Československu. Takto podrobné podklady odstraní doposud nepřesné názory na stav agrochemických vlastností a poskytují konkrétní údaje, ze kterých je možno vyvozovat další závěry pro řízení výživy rostlin.

Z agrochemických charakteristik vyplývají tyto hlavní závěry:

1. V Československu převažují kyselé půdy, jejichž reakci je bezpodmínečně nutno upravit na reakci příznivou pro růst plodin.

2. Zintenzívnění vápnění za účelem úpravy půdní reakce je nezbytně nutné jako základní předpoklad zvýšení úrodnosti půdy a pro vytvoření předpokladů k efektivnímu využití živin dodávaných ve strojových hnojivech.

3. Kyselina fosforečná je živina, již se v československých půdách nejvíce nedostává. V soustavě hnojení je proto nutné zvlášť zdůrazňovat hnojení fosfo-

rečnými hnojivy, neboť nedostatek fosforu ohrožuje možnost využívání ostatních živin.

4. Ve značném podílu československých půd je malá zásoba přijatelného drasla. Na těchto půdách je třeba vydatného hnojení draselnými hnojivy, které lze omezit na půdách dobře zásobených.

5. Agrochemické charakteristiky pro jednotlivé oblasti Československa jsou velmi rozdílné. Řízení výživy rostlin nelze tedy provádět týmiž způsoby pro celé Československo, ale je třeba přihlížet k specifickým agrochemickým vlastnostem půd v jednotlivých oblastech. Rovněž soustavy hnojení se nutně musí lišit vzhledem k rozdílům v agrochemických vlastnostech půd.

6. Výrobu strojených hnojiv je třeba usměrňovat podle agrochemických vlastností půd. Podle reakce půdy je nutno s přihlédnutím ke struktuře osevních ploch a přídatným účinkům hnojiv plánovat druhové složení sortimentu hnojiv a podle obsahu živin v půdě stanovit správný poměr výroby dusíkatých hnojiv k hnojivům fosforečným a draselným.

7. Podle agrochemických vlastností půdy a podle zaměření výroby je třeba řídit distribuci strojených hnojiv do jednotlivých oblastí, aby se dosáhlo správného poměru dodávaných živin a vhodného druhového zastoupení hnojiv.

8. Podle rozsahu potřeby vápnění v jednotlivých oblastech se má řídit výroba vápenatých hnojiv a usměrnit jejich distribuce, aby se do půd v těchto oblastech dostala taková množství vápna, která jsou třeba k dosažení příznivé půdní reakce a aby zastoupení druhů vápenatých hnojiv odpovídalo půdním podmínkám.

Souhrn

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský zpracoval charakteristiky agrochemických vlastností půdy v Československu. Tyto charakteristiky byly sestaveny na základě 930 tisíc kompletních rozborů provedených za pět let v rámci zkoušení půdy a jsou děleny na okresy, kraje, české a slovenské kraje a na ČSR. Charakteristiky se skládají z hodnocení obsahu CaCO_3 v půdě, reakce půdy, potřeby vápnění, obsahu přijatelné kyseliny fosforečné a drasla v půdě. Nejzávažnějšími zjištěnými problémy je zastoupení 58 % kyselých půd a 75 % půd s nedostatečnou zásobou přijatelné kyseliny fosforečné. Ze zjištěných agrochemických vlastností půdy se vyvozují závěry pro výživu rostlin.

Literatura

1. Laník - Halada: Rozbory půd. SZN Praha, 1956. — 2. Duchon F.: Agrochemie. SZN Praha, 1959. — 3. Kolařík J.: Posuvné tabulky hnojení plodin v travoplní soustavě. SZN Praha, 1956. — 4. Kolařík J.: Výživa rostlin. SPN Praha, 1954. — 5. Škopík P.: Strojená hnojiva a jejich použití v rostlinné výrobě. SZN Praha, 1957. — 6. Baier J.: Malá abeceda výživy rostlin. SZN Praha, 1957. — 7. Петербургский А.В.: Практикум по агрохимии. Selchozgiz Moskva, 1952. — 8. Себьяков А. Д.: Из опыта работы Jefremovskoj agrochimičeskoj laboratoriji. Udobrenije i urožaj, 1956, 1 (5), 51-59. — 9. Kertcher F.: Soustavné vyšetřování půd v NDR. Mezinárodní zemědělský časopis, 1 (4/5), 207-214, 1957. — 10. Handels-

dünger und Bodenkotrolle. Bergbau-Handel, Berlin. — 11. Schachtschabel P.: Der Nährstoffgehalt des idealen Bodens, 1955, Landwirtschaftliche Forschung, 6. Sonderheft. — 12. Finck A.: Möglichkeiten und Grenzen der chemischen Bodenuntersuchung zur Ermittlung des Düngerbedarfes, 1955, Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 99 (3) : 267-273. — 13. Pfulb K.: Feldversuche und Bodenuntersuchungen, 1958, Landwirtschaftliche Forschung, 11. Sonderheft, 44-53. — 14. Riehm H.: Phosphatuntersuchungen der Böden des Bundesgebietes in den Jahren 1936-1957, 1958, Phosphorsäure, 18 (2) : 65-73. — 15. Hannemann W.: 8 Jahre Bodenuntersuchung, Düngerbedarf und Düngerverbrauch in Rheinland-Pfalz, 1958, Phosphorsäure, 18 (4/5) : 185-207. — 16. Schlager J.: Bodenuntersuchung in Österreich, 1958, Phosphorsäure, 18 (4/5) : 207-214. — 17. Bentz F. L.: Write your own soil fertility prescription, 1958, Crops and Soils, 10 (6) : 15-16. — 18. Barclay G. A.: Single-package soil testing, 1958, Plant food review, 4 (2/3) : 19-22.

Характеристика агрохимических свойств почвы в Чехословакии

Центральный сельскохозяйственный контрольно-испытательный институт разработал характеристике агрохимических свойств почвы в Чехословакии. Эти характеристики были составлены на основе 930.000 комплектных анализов, проведенных в течение 5 лет в рамках испытания почвы и были разделены на районы, области, чешские и словацкие области и на ЧСР в целом. Характеристики состоят из оценки содержания CaCO_3 в почве, реакции почвы, необходимости известкования, содержания усвояемой фосфорной кислоты и калия в почве. Важнейшими выявленными проблемами является наличие 58% кислых почв и 75% почв с недостаточным запасом усвояемой фосфорной кислоты. По установленным агрохимическим свойствам почвы делаются соответствующие заключения для питания растений.

Die Charakteristik der agrochemischen Bodeneigenschaften in der Tschechoslowakischen Republik

Die Zentrale landwirtschaftliche Kontroll- und Untersuchungsanstalt hat die Charakteristiken der agrochemischen Bodeneigenschaften in der Tschechoslowakischen Republik bearbeitet. Diese Charakteristiken wurden auf Grund der 930 000 Bodenanalysen zusammengestellt, in die fünf Jahren im Rahmen der Bodenuntersuchung durchgeführt wurden und auf Kreise, Bezirke tschechische und slowakische Bezirke und die ganze Tschechoslowakei gegliedert sind. Die Charakteristiken bestehen aus der Bewertung des Kalkzustandes, der Bodenreaktion, des Kalkbedarfs, aus dem Gehalt an assimilierbarer Phosphorsäure und Kali im Boden. Das wichtigste festgestellte Problem ist das Vorhandensein von 58 % saueren Böden und 75 % Böden mit ungenügenden Vorrat an assimilierbarer Phosphorsäure. Aus den festgestellten agrochemischen Bodeneigenschaften werden Richtlinien für die Pflanzenernährung gezogen.

The Characteristics of agrochemical Soil Qualities in Czechoslovakia

The Central Control and Testing Institute of Agriculture worked out the characteristics of agrochemical soil qualities in Czechoslovakia. These characteristics were compiled on the basis of 930 000 complete analyses made within 5 years on the occasion of soil testing, and they are divided according to the districts, regions, Czech and Slovak regions, and the whole territory of Czechoslovakia. The characteristics contain the valuation of CaCO_3 content in the soil, the soil reactions, the lime requirements, and the content of available phosphoric acid and potash in the soil. The most important problem consists in founding out that there are 58 % of acid soils, and 75 % of soils with insufficient supply of available phosphoric acid. From the agrochemical soil characteristics are deduced conclusions relating to plant nutrition.

Výsledky pokusů s hnojením podle rozborů půdy

Результаты опытов с удобрением согласно анализам почвы

Ergebnisse der Feldversuche mit Düngung auf Grund der agrochemischen Bodenuntersuchung

Inž. Jaromír DAMAŠKA, inž. Adolf NĚMEC

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha

Úvod a metodika

Jedním ze základních prostředků zvyšování hektarových výnosů zemědělských plodin je hnojení strojenými hnojivy. Prvořadým národohospodářským úkolem je zajistit v zemědělské praxi co nejefektivnější využití těch množství hnojiv, která do zemědělského provozu přicházejí, aby dosažená zvýšení výnosů byla co nejvyšší. Rozsáhlé združení zemědělské výroby vytváří předpoklady pro zavádění pokrokových metod a využívání výsledků vědy v zemědělské výrobě. Do popředí zájmu zemědělské veřejnosti se dnes dostává otázka správné výživy rostlin, založená na podkladě nejnovějších výsledků výzkumu o použití minerálních i organickominerálních hnojiv (1, 2, 3, 4). K tomu, aby se hnojilo účelně a efektivně, aby každý kilogram čistých živin v strojených hnojivech zajišťoval maximální přírůstky na výnosech, provádí se v Československu v širokém měřítku systematický agrochemický průzkum půdy, kterým se stanoví některé vlastnosti půd, jež je nutno znát pro správnou aplikaci hnojiv. Je to stanovení reakce půdy a potřeby vápnění, stanovení obsahu rostlinami přijatelné kyseliny fosforečné a drasla, dále určení zrnitosti půdy, případně i stanovení humusu. Tyto hodnoty jsou podkladem pro správné rozplánování hnojiv k jednotlivým plodinám, čímž se vytvářejí i předpoklady pro jejich maximální využití (6).

Roku 1957 jsme provedli řadu hnojařských pokusů, jejichž účelem bylo dokázat zemědělské praxi přednosti hnojení na vyrovnaný poměr živin (podle půdních podmínek a předplodin), který nejlépe vyhovuje požadavkům rostlin na živiny a zajišťuje také jejich nejvyšší využití (5, 7, 8). Srovnávala se proto parcela strojeným hnojivem nehnojená s parcelou hnojenou podle rozboru půdy (výpočet dávek podle „Posuvných tabulek hnojení“ 2. vydání — 11) a s parcelou hnojenou podle místních zvyklostí. Někde se dávky hnojiv lišily velmi značně, jinde mezi nimi nebylo velkých rozdílů. Dávky živin na parcele hnojené podle rozboru půdy byly vypočteny s přihlédnutím k obsahu přijatelných živin v půdě na plánované výnosy obvyklé v daném místě. Pokusy byly založeny v nejrůznějších podmínkách klimaticko-půdních i výrobních.

Pokusy byly zakládány jako poloprovozní hnojařské pokusy (parcely o výměře 0,50 ha). Spolehlivost dosažených výsledků zaručuje velký počet provedených po-

I. Výsledky pokusů s hnojením

Plodina (počet pokusů)	Způsob hnojení	Průměrné dávky živin ve strojených	
		N kg (%)	P ₂ O ₅ kg (%)
ječmen jarní (16)	nehnojeno podle místních zvyklostí podle rozboru půd	—	—
		17,1 (100 %) 17,6 (103 %)	22,1 (100 %) 34,3 (154 %)
oves (14)	nehnojeno podle místních zvyklostí podle rozboru půd	—	—
		24,8 (100 %) 25,1 (101 %)	26,1 (100 %) 39,3 (151 %)
pšenice jarní (2)	nehnojeno podle místních zvyklostí podle rozboru půd	—	—
		21,5 (100 %) 25,5 (119 %)	36,0 (100 %) 44,5 (124 %)

kusů, jichž bylo hodnoceno celkem 32. Většina pokusů byla založena k jařinám, pro něž nebyl průběh povětrnosti zvláště příznivý, takže se nedosahovalo takových výnosů, jak by bylo možno. Rozdíly v účinku různých druhů hnojení se proto rovněž nemohly projevit tak zřetelně, neboť živiny nemohly být pro suché období plně využity.

Výsledky pokusů jsou uvedeny v tabulce I. Hodnotí se průměrné výsledky pro jednotlivé plodiny, výsledky jednotlivých pokusů se neuvádějí pro značnou obšírnost materiálu. Z hodnocení bylo vyloučeno několik pokusů, které byly buď nesprávně založeny nebo byly během vegetace znehodnoceny. V průměrných hodnotách nejsou tedy pouze vybrané případy, ale všechny výsledky bez výjimky.

Hodnocení výsledků

Běžným použitím strojených hnojiv k jarním obilovinám se dosáhlo zvýšení výnosů zrna. Nejmenší zvýšení nastalo u ječmene jarního o 12 % (je zvláště citlivý na suché období), nejvyšší zvýšení u jarní pšenice o 33 %. U ovsa bylo zjištěno zvýšení výnosu o 19 %. Když byla strojená hnojiva použita s přihlédnutím k výsledkům agrochemického zkoušení půdy, byla dosažena zvýšení výnosů ještě větší. Nejmenší zvýšení nastalo opět u ječmene — o 19 %, u ovsa o 35 % a největší zvýšení nastalo u jarní pšenice — o 50 %. Zvýšení výnosů v důsledku použití strojených hnojiv bylo tedy vyšší při hnojení „podle rozboru“ půdy, což nejlépe

II. Srovnání přírůstků výnosu zrna při hnojení „podle rozboru“ proti hnojení místnímu

Druh hnojení	Přírůstky výnosu zrna proti parcele nehnojené		
	ječmen jarní kg	oves kg	pšenice jarní kg
podle místních zvyklostí	290 (100 %)	350 (100 %)	400 (100 %)
„podle rozboru“ půdy	490 (169 %)	650 (186 %)	600 (150 %)

podle rozboru půdy

hnojivech na ha		Průměrné výnosy		Průměrné přírůstky výnosů na 1 ha	
K_2O kg (%)	celkem NPK kg (%)	q/ha	%	absolutně kg (%)	na 1 kg NPK kg (%)
— 55,7 (100 %) 62,3 (112 %)	— 95,1 (100 %) 114,1 (120 %)	25,2 28,1 30,1	100 112 119	— 290 (100 %) 490 (169 %)	— 3,0 (100 %) 4,3 (143 %)
— 64,2 (100 %) 70,1 (109 %)	— 107,4 (100 %) 134,6 (125 %)	18,4 21,9 24,9	100 119 135	— 350 (100 %) 650 (186 %)	— 3,3 (100 %) 4,8 (146 %)
— 63,5 (100 %) 76,0 (120 %)	— 121,0 (100 %) 146,0 (121 %)	12,0 16,0 18,0	100 133 150	— 400 (100 %) 600 (150 %)	— 3,3 (100 %) 4,1 (124 %)

vyplývá při srovnání dosažených přírůstků výnosu zrna proti nehnojené parcele a při jejich procentickém vyjádření (tabulka II).

Hnojením podle rozboru půdy na vyrovnaný poměr živin se dosáhlo vyšší efektivity živin podaných ve strojených hnojivech. Jedním kilogramem živin, dodaných do půdy, se při hnojení podle rozboru dosáhlo vyššího přírůstku výnosu zrna obilovin proti plodině nehnojené, než při hnojení bez přihlédnutí k vlastnostem půdy.

III. Efektivnost 1 kg (NPK)

Druh hnojení	Přírůstky výnosů na 1 kg živin		
	ječmen jarní kg	oves kg	pšenice jarní kg
podle místních zvyklostí	3,0 (100 %)	3,3 (100 %)	3,3 (100 %)
„podle rozboru“ půdy	4,3 (143 %)	4,8 (146 %)	4,1 (124 %)

Znamená to, že stejné množství živin, použité ve správném poměru, dává vyšší výnosy, že při hnojení ve vyrovnaném poměru se živiny z hnojiv daleko lépe využijí a jejich hospodářský efekt se zvyšuje (5).

Při hodnocení ekonomického efektu hnojení podle rozboru ve srovnání s hnojením podle místních zvyklostí zjišťujeme, že zvýšení přírůstku výnosu zrna daleko překračuje zvýšený dávek čistých živin (tabulka IV).

IV. Ekonomický efekt hnojení „podle rozboru“

Plodina	Zvýšení spotřeby živin v % při hnojení „podle rozboru“	Zvýšení přírůstku výnosů v % při hnojení „podle rozboru“
ječmen jarní	32	69
oves	25	86
pšenice jarní	21	50

Rozdíly mezi spotřebou živin při hnojení podle rozboru a spotřebou živin při hnojení podle místních zvyklostí jsou daleko menší než rozdíly v hodnotách přírůstků výnosů, jakých bylo při pokusech dosaženo. Ekonomický efekt hnojení podle rozboru je tedy podstatný.

Z výsledků pokusů s hnojením podle rozboru půdy vyplývá, že využití výsledků systematického agrochemického zkoušení půdy v plné míře by znamenalo pro národní hospodářství velké přínosy. Je třeba vytvořit předpoklady, aby se v zemědělské praxi mohlo hnojit podle výsledků rozborů a aby se plně mohly realizovat hnojařské plány. Znamená to zajistit příslušné množství hnojiv a účelnou distribuci, aby byly k dispozici vhodné druhy hnojiv v potřebných množstvích a ve vhodných termínech. Agrochemický průzkum půdy je v podmínkách socialistického zemědělství vysoce účinným prostředkem pro efektivní využití základního výrobního prostředku — strojených hnojiv k zvyšování úrodnosti půdy, přičemž lze bez zvláštního zvýšení nákladů bezpečně dosahovat vyšších výnosů. Je proto třeba urychleně dobudovat organizaci systematického agrochemického zkoušení půdy a zajistit plné využití výsledku v zemědělské praxi (9, 10).

Z á v ě r y

1. Použitím strojených hnojiv je možno dosáhnout podstatného zvýšení výnosu plodin (u obilovin o 12 až 33 %).

2. Použitím strojených hnojiv s přihlédnutím k výsledkům agrochemického zkoušení půd je možno dosáhnout vyššího zvýšení výnosu (u obilovin o 19 až 50 %).

3. Přírůstky výnosů plodin, dosažené hnojením „podle rozboru“ půdy, jsou značně vyšší než přírůstky dosažené hnojením bez rozboru podle místních zvyklostí (u obilovin o 50 až 86 %).

4. Při hnojení podle agrochemického rozboru půdy zvyšuje se podstatně efektivnost využití živin, dodaných ve strojených hnojivech, proti efektivnosti při hnojení bez rozboru (u obilovin o 24 až 46 %).

5. Zvýšení přírůstku výnosu (50 až 86 %) daleko převyšuje při hnojení podle rozboru větší spotřebu čistých živin ve strojených hnojivech (20 až 25 %).

6. Agrochemické rozborů půdy se ukázaly vhodným prostředkem k zvyšování výnosů plodin správným používáním hnojiv.

7. Ukázala se potřeba urychleného vytvoření předpokladů pro plné využití výsledků agrochemického zkoušení půd v zemědělské výrobě, tj. správnou distribucí hnojiv, dostatečným a včasným zásobením vhodnými formami hnojiv a zajištěním využití agrochemického zkoušení půd v zemědělské praxi.

S o u h r n

V poloprovozních polních pokusech se srovnávalo hnojení „podle rozboru půdy“ na vyrovnaný poměr s místním způsobem hnojení a s parcelou nehnojenou. Dávky hnojiv na základě rozboru půdy byly určeny podle „Posuvných tabulek hnojení zemědělských plodin“ dr. Kolářika (2. vydání). Ve 32 pokusech s obilovinami se ukázalo, že použitím strojených hnojiv „podle rozboru půdy“ se proti

místním způsobům dosahuje většího zvýšení výnosů (o 19 až 50 %), větší efektivnosti 1 kg živin ve strojních hnojivech (o 24 až 46 %) a že zvýšení přírůstků výnosu (50 až 86 %) daleko převyšuje větší spotřebu čistých živin (o 20 až 25 %). Agrochemické zkoušení půd se ukázalo jako vhodný prostředek k zvyšování výnosů plodin správným používáním hnojiv.

Literatura

1. Duchoň F.: Studie o úměrnosti cen koncentrovaných hnojiv. Věstník ČAZ, XX, 3-4, 1946. — 2. Duchoň F.: Úvaha o zhospodárnění přídělu živin porostům. Věstník ČAZ, XXII, 1-2, 1948. — 3. Duchoň F.: Výživa rostlin. Státní nakladatelství učebnic, Praha, 1951. — 4. Gericke S.: Düngungsversuch und Nährstoffbilanz des Bodens. Z. Pfl. Düng. Bodenk., B. 51, H 3, 1950. — 5. Kolářík J.: Všeobecné pěstování rostlin - výživa rostlin. Stát. pedagogické nakladatelství, Praha, 1954. — 6. Laník J., Halada J.: Rozbory půd. SZN, Praha, 1956. — 7. Mitscherlich E. A.: Ertragssteigerung durch richtige Düngung. Aufbauverlag, Berlin, 1952. — 8. Prjašnikov D. N.: Výnos pitatelných vešcstv iz počvy s urožajem i vozmeščeniye jeho pri pomošči udobrenij. Izbrannyje soc. T. III, AN SSSR, Moskva, 1952. — 9. Sokolov A. V.: Voprosy teorii pitaniya rastenij i primeneniya udobrenij. GISCHL, Moskva, 1957. — 10. Selke W.: Racionalnoje ispolzovaniye mineralnych udobrenij v GDR. Konference o výživě rostlin, Moskva, 1957. — 11. Kolářík J.: Posuvné tabulky hnojení plodin v travoplní soustavě. 2. vydání, SZN, Praha, 1956.

Результаты опытов с удобрением согласно анализам почвы

V poluproduktivních polevých opytech srovnávalo se uobrenie sroсно анализам почвы до выравнинного соотношения с местным способом uobrenия и с делянкой неуобренной. Дозы uобрений на основе анализа почвы устанавливались при помощи таблиц с передвижным указателем для установления uобрения сельскохозяйственных культур, составленных д-р Коларжи́ком (2-ое издание). В 32 опытах с зерновыми культурами оказалось, что путем применения минеральных uобрений сroсно анализу почвы по сравнению с местным способом достигается более высокое повышение урожая (на 19—50 %), большая эффективность одного кг питательных веществ в минеральных uобрениях (на 24—46 %) и что повышение прироста урожая (50—86 %) значительно превышает большее потребление действующего вещества (на 20—25 %). Агрохимическое испытание почв оказалось эффективным средством для повышения урожая культур путем правильного применения uобрений.

Ergebnisse der Feldversuche mit Düngung auf Grund der agrochemischen Bodenuntersuchung

In Halbbetriebsfeldversuchen verglich man die Düngung nach der Bodenanalyse an ausgeglichenes Verhältnis der Nährstoffe mit örtlicher Art der Düngung und mit der nichtgedüngten Parzelle. Die auf Grund der chemischen Bodenanalyse nötigen Gaben der Düngemittel wurden mit Hilfe der „Verschiebbaren Düngungsmittelbedarfstabellen für landwirtschaftliche Nutzpflanzen“ nach Dr. Kolářík (2. Aufgabe)

bestimmt. In 32 Versuchen mit verschiedenen Getreidearten wurde festgestellt, daß durch Applikation der auf Grund der Bodenanalyse ermittelten Gaben der Düngemittel gegenüber der gewöhnlichen örtlichen Düngungsweise ein größerer Mehrertrag (um 19—50 %) und eine höhere Effektivität (um 24—46 %) von 1 kg der in den Düngemitteln enthaltenen Nährstoffe zu erzielen ist, und weiter auch, daß die Erhöhung des Mehrertrages (um 50—86 %) den größeren Bedarf an reinen Nährstoffen (um 20—25 %) weit übertrifft. Die agrochemische Bodenuntersuchung erwies sich somit als geeigneter Weg zur Steigerung der Erträge von Pflanzen durch richtige Benutzung der Düngemittel.

Vyšetření podmínek vhodného používání granulovaného superfosfátu v soustavě hnojení zemědělských plodin

IV. Současné používání práškovitého superfosfátu na široko a granulovaného superfosfátu do řádků

Изучение условий целесообразного применения гранулированного суперфосфата в системе удобрений сельскохозяйственных культур

IV. Одновременное удобрение суперфосфатом в порошке вразброс и гранулированным суперфосфатом в рядки

Ermittlung der Bedingungen einer zweckmäßigen Verwendung des granulierten Superphosphates im Düngungssystem der Landwirtschaftsfrüchte

IV. Gleichzeitige Verwendung des breitgestreuten pulverigen Superphosphates und des granullierten Superphosphates reihenweise

Research of Conditions for an advantageous Use of granulated Superphosphate in the Fertilization System for agricultural Crops

IV. Simultaneous Application of powdered Superphosphate broadcast over the Field and granulated Superphosphate in Rows

Dr. Pavel ŠKOPÍK

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Ruzyně)*

Vladimír BEZDĚK

Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

Úvod

V předcházejících pokusech bylo prokázáno, že podstata působení gran. spf. spočívá ve vytvoření příznivého poměru $N : P$ na počátku vegetace. O výnosu pak ještě rozhoduje poměr $N : P : K$ v době květu a hladina dusíku od odnožování až do doby květu.

Poněvadž při seti osiva s granulemi do řádků je nejvýhodnější vysévat pouze dávku 40 kg hnojiva na hektar, tj. 8 kg P_2O_5 na ha, objevila se otázka, zda při takovém způsobu hnojení nebudou v našich půdních, klimatických a výrobních podmínkách ochuzeny půdy o fosfor a zda by nebylo vhodné používat současně s gran. spf. i práškový superfosfát ve spotřební dávce na široko.

Vycházeli jsme z předpokladu, že při současném používání práškovitého superfosfátu na široko a gran. spf. do řádků zajistíme jednak vhodný poměr $N : P$ na

*) dnešní pracoviště: Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž.

**) minerální granulovaný superfosfát tovární výroby v dalším označen: gran. spf.

počátku vegetace a jednak spotřební dávkou fosforu ve formě práškovitého superfosfátu na široko nahradíme odčerpané množství fosforu, a tak zabráníme snížení potenciální úrodnosti půdy. Otázka byla řešena polními pokusy.

Polní pokus 1

V roce 1953 byl pokus založen na pracovišti VÚZV v Uhřetěvsi s jarním ječmenem.

Uspořádání pokusu

Plodina: jarní ječmen.

Odrůda: Stupický hanácký.

Norma výsevu: 170 kg/ha.

Řádková vzdálenost: 10,5 cm.

Předplodina: luskovino-obilní směska na zeleno.

Agrochemická charakteristika půdy:

pH 7,3,

uhličitany: stopy,

dusík podle Pázlera: 18,5,

fosfor podle Egnéra: 14,8,

draslo podle Schachtschabela: 10,0.

Půdoznalecká charakteristika pozemku:

půda písčito-jílnatá, hnědá, slabě humózní, sahající až do 40 cm. V hloubce 60 až 80 cm přechází v hněděrezavou železito-jílnatou hlinitou zeminu. Spodina je těžší úlomkovitá půda.

Základní dávka živin v kg/ha:

dusík: 9,0,

fosfor: 17,0,

draslo: 70,0.

Forma použitých hnojiv a doba jejich zapravení:

dusík: síran amonný před setím,

fosfor: práškovitý superfosfát před setím, gran. spf., s osivem do řádků,

draslo: 40% draselná sůl před setím.

LX. Schéma pokusu

Označení kombinace	Dávka základního hnojení v kg živin/ha
N – 100	9,0
K – 100	70,0
P – 50 práškovitý spf.	8,5
150 práškovitý spf.	25,5
25 granulovaný spf.	8,0

Hrubá výměra pokusných dílců: 84 m².

Velikost sklizňových dílců: 40 m².

Počet opakování: 6.

LXI. Výsledky pokusu

Hladina NK hnojení v %	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos v q/ha		
	práškovitě	granulované	celkem	zrno	sláma
nehnojeno	nehnojeno	nehnojeno	51,45	22,30	29,15
100	nehnojeno	nehnojeno	47,03	21,38	25,65
100	50	nehnojeno	48,58	21,25	27,33
100	100	nehnojeno	52,58	22,90	29,68
nehnojeno	nehnojeno	25	52,00	23,38	28,62
100	nehnojeno	25	52,38	24,45	28,43
100	50	25	45,70	22,28	23,42
100	100	25	49,48	21,25	28,23
100	150	25	51,73	22,95	28,78

Základní hnojení dusíkem a draslem bez vyrovnání hladiny fosforu vedlo v daném pokuse ke snížení výnosu ve srovnání s kontrolní vůbec nehnojenou kombinací. Znamená to, že zvýšení hladiny dusíku porušilo poměr dusíku a drasla k fosforu, což se projevilo snížením sklizně. Při použití stupňovaných dávek práškovitého superfosfátu byl výnos ve srovnání s nehnojenou kombinací zvýšen jen při plném hnojení (100 %), ale ani zde zvýšení výnosu není nikterak přesvědčivé.

Při doplnění základního hnojení dusíkatého a draselného gran. spf. do řádků se zvýšil výnos asi o 3 q zrna z hektaru. Také v kombinaci hnojené pouze gran. spf. bylo dosaženo zvýšení sklizně asi o 1 q. Současné používání gran. spf. do řádků s práškovitým superfosfátem na široko nepřineslo další zvýšení výnosů. Výsledky svědčí o tom, že práškovitý superfosfát, rozhozený na široko, ovlivnil natolik příjem živin, že ani dostatek fosforu na počátku vegetace se neprojevil příznivě ve výnosech.

Srovnáme-li kombinace hnojené dusíkem a draslem a práškovitým superfosfátem s kombinacemi hnojenými gran. spf., dostáváme tyto výsledky:

LXII.

Hladina NK hnojení v %	Hladina prášk. superfosfátu v %	Výnos zrna v q/ha při dávce gran. spf.		Rozdíl v q/ha
		0	40 kg/ha	
nehnojeno	nehnojeno	22,30	23,38	1,08
100	nehnojeno	21,38	24,45	3,07
100	50	21,25	22,28	1,03
100	100	22,90	21,25	-1,65
100	150	21,33	22,95	1,62

Průměrné zvýšení výnosu při stejném základním hnojení bylo při použití gran. spf. 1,03 q/ha.

Dynamika postupného příjmu živin byla v pokusech s jarním ječmenem v Uhřetěvsi sledována na počátku vegetace v období 3–4 lístků, ukončeného odnožování, metání, květu a v mléčné zralosti.

Z výsledků rozboru rostlin na počátku vegetace po vytvoření 3 lístků vidíme, že rostliny hnojené práškovitým superfosfátem mají ve srovnání s rostlinami práš-

LXIII. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Uhříněves 1953 v době 3–4 listků

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin															
			v mg %								v relativních číslech							
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S
nehnojeno	0	0	4990	235	1535	1490	1229	283	780	840	100	4,7	22,7	29,8	24,6	5,6	15,6	9,6
100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	50	0	5310	227	1759	1573	1265	283	1470	490	100	4,2	33,1	29,6	23,8	5,3	27,6	7,7
100	100	0	5100	235	1909	1528	1122	241	1500	394	100	4,6	37,4	29,9	22,0	4,7	29,4	9,7
100	150	0	5200	218	1718	1848	1144	277	1580	524	100	4,1	33,0	35,5	22,0	5,3	30,3	10,0
nehnojeno	0	25	3200	236	1186	1840	1258	319	370	—	100	7,3	37,0	57,5	39,3	9,9	11,5	—
100	0	25	3630	249	1469	1313	1294	307	820	547	100	6,8	40,4	36,1	35,6	8,4	22,5	15,0
100	50	25	4510	227	1709	1506	993	247	1420	457	100	5,0	37,8	33,3	22,0	5,4	33,7	10,1
100	100	25	4700	240	2249	1387	1186	283	1410	457	100	5,1	44,9	29,5	25,2	6,0	30,0	9,7
100	150	25	4700	223	1593	1825	929	295	1280	440	100	4,7	33,8	38,8	19,7	6,2	27,2	27,2

LXV. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Uhříněves 1953 v době odnožování

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin															
			v mg %								v relativních číslech							
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S
nehnojeno	0	0	4240	568	2740	950	1187	326	780	323	100	13,3	64,6	22,4	27,9	7,6	18,4	7,6
100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	50	0	4330	542	2407	608	1151	271	1400	356	100	12,5	55,5	14,0	26,5	6,2	32,3	8,2
100	100	0	3970	616	2656	—	1008	332	1300	273	100	15,5	66,9	—	25,3	8,3	32,7	6,8
100	150	0	3550	555	1643	520	1087	314	1450	286	100	15,6	46,2	14,6	30,6	8,8	40,8	8,0
nehnojeno	0	25	4030	559	2740	445	1308	308	1270	280	100	13,8	67,9	11,0	32,4	7,6	31,5	6,9
100	0	25	4030	603	1784	408	1180	356	960	356	100	14,9	44,2	10,1	29,2	8,8	23,8	8,8
100	50	25	4830	568	4693	401	1251	344	1240	353	100	11,7	76,4	8,3	25,9	7,1	25,6	7,3
100	100	25	3830	594	2150	371	1158	326	1070	323	100	15,5	56,1	9,6	30,2	8,5	27,9	8,4
100	150	25	3830	572	1934	438	1280	386	—	323	100	14,9	50,5	11,4	33,4	10,0	6,5	8,4

kovitým superfosfátem nehnojenými, příp. hnojenými jen gran. spf., vyšší hladinu dusíku. Vliv stupňovaných dávek práškovitého superfosfátu se na hladině fosforu celkem neprojevil. Neprojevil se ani vliv gran. spf. V důsledku nižší hladiny dusíku mají kombinace hnojené pouze gran. spf. nebo kombinace hnojené granulovaným a práškovitým superfosfátem vhodnější poměr fosforu k dusíku. Z výsledku rozboru se zdá, že kombinace s vyšším výnosem mají i příznivější poměr $N : P$. Tato tendence však není jednoznačná.

Proto je třeba sledovat další příjem živin během vegetace, aby se zjistily ostatní vlivy, které mohly rozhodnout o výnosu. Nevhodná výživa v dalším období mohla zhoršit podmínky, vytvořené na počátku vegetace příznivým poměrem $N : P$.

Srovnáme-li výnos s poměrem $N : P$, dostaneme tuto tendenci:

LXIV.

Výnos	Práškovitý superfosfát		Granulovaný superfosfát	
	výnos zrna v q/ha	poměr $N:P$ v době 3–4 lístků	výnos zrna v q/ha	poměr $N:P$ v době 3–4 lístků
vyšší	22,90	100 : 4,61	24,45	100 : 6,86
střední	21,38	—	22,95	100 : 4,79
	21,33	100 : 4,19	22,28	100 : 5,03
nižší	21,25	100 : 4,27	21,95	100 : 5,11

Rostliny jarního ječmene z polního pokusu u Uhřetěvsi 1953 mají ve srovnání s ostatními pokusy poměrně velmi vysokou hladinu Na . V důsledku toho je snížena i hladina K .

Z výsledků rozborů rostlin v době ukončeného odnožování vidíme, že poměry živin i jejich hladiny se poněkud změnily. V hladině fosforu jsou rozdíly celkem nepatrné. Se stupňovanými dávkami práškovitého superfosfátu klesá hladina drasla v rostlině. Hladina dusíku je u kombinací hnojených gran. spf. poněkud vyšší než u práškovitého superfosfátu.

Také v tomto období se projevuje tendence závislosti výnosů na poměru $N : P$. Není však ještě dostatečně zřetelná.

LXVI.

Práškovitý superfosfát		Granulovaný superfosfát	
výnos zrna v q	poměr $N : P$	výnos zrna v q	poměr $N : P$
22,90	100 : 15,52	24,45	100 : 14,96
21,33	100 : 15,63	22,95	100 : 14,93
21,25	100 : 12,52	22,28	100 : 11,76
		21,95	100 : 15,51

Srovnáme-li poměr $N : P$ na počátku vegetace a v době odnožování, dostaneme výsledný pomocný poměr, ve kterém je jasná tendence, že čím je vyšší konečný

Práškovitý superfosfát				Granulovaný superfosfát			
výnos v q/ha	poměr N : P 3—4 listky	v době odnožo- vání	pomocný konečný poměr	výnos v q/ha	poměr N : P 3—4 listky	v době odnožo- vání	pomocný konečný poměr
22,90	4,60	15,50	0,29	24,45	6,86	14,96	0,45
21,38	—	—	—	22,95	4,79	14,93	0,31
21,33	4,19	15,63	0,26	22,28	5,00	11,76	0,42
21,25	4,27	12,52	0,34	21,95	5,11	15,5	0,42

podíl, tím více dusíku měla rostlina k dispozici z době odnožování a dostatek fosforu na počátku vegetace. Tendence je výraznější u gran. spf. než u práškovitého.

Z rozboru v době metání vidíme zcela jasně, že stupňované dávky práškovitého superfosfátu zvyšují hladinu dusíku v rostlinách. Se zvýšenou hladinou dusíku se pak projevuje shodná tendence i ve zvýšené hladině ostatních živin. Nejlepších výsledků bylo dosaženo v těch kombinacích, kde poměr N : P se v tomto období blíží harmonickému poměru. Hladina K je i v tomto období nízká. Současně je velmi vysoká hladina Na.

Sledujeme-li hladinu dusíku, vidíme, že kombinace s gran. spf. a nízkou hladinou práškovitého superfosfátu má nejnižší hladinu dusíku. Nízká hladina dusíku nám vysvětluje, proč vhodný poměr N : P na počátku vegetace v době 3 až 4 lístků a v době odnožování nesouhlasí s dosaženým výnosem. Rostliny při nízké hladině dusíku v době metání neměly dostatek živin (hlavně dusíku) pro využití příznivého poměru N : P na počátku vegetace. Provedeme-li srovnání poměru N : P v období 2 až 3 lístků s poměrem N : P v období metání, vidíme, že konečný výsledný pomocný poměr N : P má již tendenci více průkaznou než při srovnání poměru N : P v období na počátku vegetace a v období odnožování.

V době květu zůstává hladina drasla v rostlinách celkem nízká a hladina sodíku ve srovnání s ostatními pokusy vysoká. Vliv práškovitého superfosfátu se na zvýšení hladiny dusíku již neprojevil v té míře jako v předchozím období (v době metání). Znamená to, že zvýšená dávka práškovitého superfosfátu povzbudila mikrobiální činnost a uvolňování dusíku z půdních zásob jen na krátkou dobu. Ječmen následoval totiž po jarní směsce, která půdu o organickou hmotu neobohatila. V kombinaci s nízkou dávkou práškovitého superfosfátu (50 %) se teprve v období květu zvýšila hladina dusíku. Znamená to, že při nízké dávce práškovitého superfosfátu se uvolňování dusíku z půdních zásob podpoří jen nepatrně a probíhá opožděně ve srovnání s kombinacemi hnojenými vyšší dávkou práškovitého superfosfátu.

Výsledky rozborů rostlin v době květu i výsledky výnosu prokazují, že předpoklad při vyměřování dávky dusíkatých hnojiv, že se uvolní dostatečné množství dusíku, byl nesprávný a že byla vyměřena nízká dávka dusíku. Suchý rok omezil pak biologické uvolňování N.

Srovnáme-li nyní poměr N : P v době 3 až 4 lístků s poměrem N : P v době květu, vidíme, že tendence v zásadě zůstává zachována a výsledný poměr je správným ukazatelem správné výživy dusíkem a fosforem. Zlepšení poměru N : P v kombinaci 50 % spf. práškovitého se na výnosech již neprojevilo, neboť rostliny dostaly dusík příliš pozdě.

LXVIII. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Uhřetěves 1953 v době metání

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin															
			v mg %								v relativních číslech							
	práš.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S
nehnějeno	0	0	2520	546	1543	652	858	198	660	287	100	21,6	61,2	25,8	34,0	7,8	26,1	11,3
100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	50	0	1920	502	1419	541	736	156	1680	387	100	26,1	73,9	28,1	38,3	8,1	87,5	20,1
100	100	0	2210	498	1145	281	707	205	1740	283	100	22,5	51,8	12,7	31,9	9,2	78,7	12,8
100	150	0	2240	541	1593	637	722	168	1580	280	100	24,1	71,1	28,4	32,2	7,5	70,5	12,5
nehnějeno	0	25	1870	471	1062	244	872	162	1480	273	100	25,1	56,7	13,0	46,6	8,6	79,1	14,5
100	0	25	2130	428	1386	—	614	126	740	280	100	20,0	65,0	—	28,8	5,9	34,7	13,1
100	50	25	1160	458	1137	341	800	229	1610	280	100	39,4	98,0	29,3	68,9	19,7	138,7	24,1
100	100	25	3180	476	1153	267	872	229	1380	344	100	14,9	36,2	8,3	27,4	7,2	43,3	10,8
100	150	25	2390	520	1568	489	715	229	1780	323	100	21,7	65,6	20,4	29,9	9,5	74,0	13,5

LXIX. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Uhřetěves 1953 v době květu

nehnějeno	0	0	1460	415	954	408	336	223	590	656	100	28,4	65,3	27,9	23,0	15,2	40,4	44,9
100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	50	0	1460	441	886	364	386	271	770	569	100	30,2	60,8	24,9	26,4	18,5	52,7	38,9
100	100	0	1550	481	946	401	329	115	910	709	100	31,0	61,0	25,8	21,2	7,4	58,7	45,7
100	150	0	1370	468	1013	349	372	181	800	646	100	70,4	73,9	25,4	27,1	13,2	58,3	47,1
nehnějeno	0	25	1310	463	946	341	315	127	650	619	100	35,3	72,2	26,0	24,0	9,6	49,6	47,2
100	0	25	1430	367	830	326	315	181	490	619	100	25,6	58,0	22,8	22,0	12,6	34,2	43,2
100	50	25	1540	420	1004	341	315	139	870	639	100	27,2	65,1	22,1	20,4	9,0	56,4	41,4
100	100	25	1330	489	822	237	257	217	690	686	100	36,7	61,8	17,8	19,3	16,3	51,8	51,5
100	150	25	1540	529	946	267	279	121	820	639	100	34,3	61,4	17,3	18,1	7,8	53,2	41,4

LXXI. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Uhřetěves 1953 v době mléčné zralosti

nehnějeno	0	0	1445	428	581	289	182	115	380	649	100	29,6	40,2	20,0	12,5	7,9	26,3	44,9
100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	50	0	1230	345	697	260	193	96	510	713	100	28,0	56,6	21,1	15,6	7,8	41,4	57,9
100	100	0	1440	441	888	319	207	157	630	929	100	30,6	61,6	22,1	14,3	10,9	43,7	64,5
100	150	0	1350	481	747	297	179	115	730	759	100	35,6	55,3	22,0	13,2	8,5	54,0	56,2
nehnějeno	0	25	1240	402	705	267	229	157	510	519	100	32,4	56,8	21,5	18,4	12,6	41,1	41,8
100	0	25	1690	358	614	378	250	109	350	576	100	21,1	36,3	22,3	14,7	6,4	20,7	34,0
100	50	25	1250	380	705	260	279	145	610	470	100	30,4	56,4	20,8	22,3	11,6	48,8	37,6
100	100	25	1410	371	606	267	272	121	630	499	100	26,3	42,9	18,9	19,2	8,5	44,6	35,3
100	150	25	1270	389	888	297	357	151	740	466	100	30,6	69,2	23,3	28,1	11,8	58,2	36,6

Práškovitý superfosfát				Granulovaný superfosfát			
výnos v q/ha	poměr N:P 3—4 lístků	v době květu	pomocný konečný poměr	výnos v q/ha	poměr N:P 3—4 lístků	v době květu	pomocný konečný poměr
22,90	4,61	31,03	0,148	24,45	6,86	25,66	0,260
22,30	4,71	28,42	0,165	23,38	7,37	25,34	0,200
21,38	—	—	—	22,95	4,79	34,35	0,139
21,33	4,19	34,16	0,122	22,28	5,03	27,27	0,184
21,25	4,27	30,20	0,141	21,25	5,11	36,77	0,138

Z výsledku rozboru rostlin v době mléčné zralosti vidíme, že kombinace hnojené gran. spf. mají poněkud nižší hladinu živin. Tendence je celkem nepravidelná, ale svědčí o tom, že rostliny byly dále ve svém vývoji a tvořily více sušiny než rostliny nehnojené gran. spf. U jarního ječmene je dále pravděpodobné, že nastal již zvýšený pohyb nezpracovaných živin do kořenů. Gran. spf. urychlil tedy látkový metabolismus.

Srovnáme-li výsledky podle poměru živin a hladiny dusíku, prokazuje se správnost našich úvah. Výnos souhlasí v zásadě s hladinou dusíku v rostlině v době mléčné zralosti. Znamená to, že u rostlin, u nichž byla nejlépe zajištěna dusíkatá výživa ve vztahu k fosforu, byly nejlépe asimilovány i ostatní živiny a podmínky prostředí a byl zajištěn vyšší výnos.

LXXII.

Práškovitý superfosfát			Granulovaný superfosfát		
výnos v q/ha	poměr N:P:K v době mléčné zralosti	hladina N v době mléč- né zralosti	výnos v q/ha	poměr N:P:K v době mléčné zralosti	hladina N v době mléč- né zralosti
22,90	100:30,62 : 61,6	1440	24,45	100:21,18 : 36,3	1690
22,30	100:29,62 : 40,2	1445	23,38	100:32,42 : 56,8	1240
21,38	—	—	22,95	100:30,63 : 69,9	1270
21,33	100:35,63 : 55,3	1350	22,28	100:30,40 : 56,4	1250
21,25	100:28,05 : 56,6	1230	21,25	100:26,39 : 42,9	1410

Z polního pokusu s jarním ječmenem v roce 1953 v Uhříněvsi bylo prokázáno, že výnos závisí na zajištění výživy rostlin na počátku vegetace fosforem a v období od odnožování až do květu na dostatečné výživě dusíkem. Dostatek fosforu na počátku vegetace bez další výživy dusíkem nemůže příznivý výnos zajistit. Pozdní zajištění dusíku se ve zvýšeném výnosu neprojeví ani v případě, že rostlina měla po počátku vegetace příznivý poměr N : P.

Vyjádření dynamiky příjmu fosforu a dusíku během vegetace výsledným poměrem N : P v době na počátku růstu (3 až 4 lístků) a v době od ukončeného odnožování do květu se ukázalo v zásadě správné. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při srovnání poměru N : P na počátku růstu a v době metání.

Dostatek fosforu zajistíme používáním malých dávek superfosfátu ve formě granulované s osivem. Dostatek dusíku zajistíme správným dusíkatým hnojením

nebo na půdách bohatě zásobených organickou hmotou práškovitým superfosfátem, který zlepšil uvolňování dusíku biologickou činností.

V pokuse s ječmenem v Uhříněvsi nebyla správná výživa dusíkem v dalším období zajištěna. Dávka dusíkatých hnojiv byla vyměřena příliš nízká a práškovitý superfosfát na půdě chudé organickou hmotou se uplatnil jen částečně. V důsledku toho bylo dosaženo poměrně nízkého výnosu.

V roce 1953 byl výnos i příjem živin ovlivněn nedostatkem srážek. Nedostatek vláhy omezil činnost půdních mikroorganismů a na půdě chudé organickou hmotou se v důsledku sucha dusík neuvolnil. Nedostatek vláhy ovlivnil pravděpodobně nepříznivě i příjem *K* a zvýšil příjem *Na*.

Polní pokus 2

V roce 1954 byl sledován vliv současného používání práškovitého a granulovaného superfosfátu v polním pokuse s jarním ječmenem na pracovišti v Ružyni. Pokus byl založen na neutrální půdě, bohatě zásobené fosforem, se stopami uhličitů. Předplodinou byla, vzhledem ke změně osevního postupu, ozimá pšenice.

LXXIII. Výsledky pokusu

Hladina <i>NK</i> hnojení v %	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos v q/ha		
	práškovité	granulované	celkem	zrno	sláma
nehnojeno	nehnojeno	nehnojeno	69,00	36,70	32,3
100	nehnojeno	nehnojeno	72,10	34,80	37,2
100	100	0	74,20	39,50	34,7
100	100	25	80,86	40,46	40,4

Srovnáme-li výsledky pokusu, vidíme, že v kombinaci hnojené jen v dvojici živin dusíkem a draslem byl výnos snížen podobně jako v předchozím pokuse v roce 1953 v Uhříněvsi. Teprve vyrovnáním poměru *N : P : K* práškovitým superfosfátem, případně práškovitým a gran. spř., na vyrovnaný poměr živin bylo dosaženo zvýšení sklizně zrna o 2,8 q/ha a 3,7 a/ha.

Z pokusu byly odebrány vzorky rostlin v době těsně před začátkem květu.

Z výsledku rozboru vidíme, že kombinace hnojené základním hnojením dusíkatým a draselným mají vyšší hladinu dusíku než kombinace nehnojené. Ostatní rozdíly v hladinách živin mezi kombinacemi hnojenými práškovitým a práškovitým a granulovaným superfosfátem jsou malé a nemají výraznější tendenci. Kombinace hnojená práškovitým a granulovaným superfosfátem má poněkud vyšší hladinu dusíku než kombinace hnojená pouze práškovitým superfosfátem, ale i tento rozdíl je malý.

Srovnáme-li poměr živin v době těsně před květem s harmonickým poměrem a s hladinou dusíku podle K o l á ř í k a, vidíme, že shodná tendence se jeví pouze mezi výnosem a hladinou dusíku, ale můžeme si to vysvětlit zpomaleným metabolismem látkovým.

Z výsledků dále vidíme, že v těch kombinacích, kde byl na počátku vegetace zajištěn granulovaným superfosfátem vhodný poměr *N : P* a v dalším období měly rostliny zajištěnu výživu dusíkem, bylo dosaženo nejvyššího výnosu. V kombinaci se základním hnojením dusíkatým a draselným byla sice zajištěna výživa dusíkem, ale nedostatek pohotového fosforu na počátku vegetace zhoršil využití

Výnos v q/ha	Poměr N : P : K v době květu	Hladina N v době květu
40,46	100 : 33,75 : 175	1600
39,50	100 : 32,05 : 177	1560
36,70	100 : 35,80 : 178	1510
34,80	100 : 31,28 : 174	1630

všech živin. Ve srovnání s nehnobenou kombinací N : K byl výnos ještě nižší, protože dávka dusíkatých hnojiv před setím zhoršila ještě více poměr N : P na počátku vegetace.

Polní pokus 3

V roce 1954 byl vliv stupňovaných dávek práškovitého superfosfátu při současném používání gran. spf. do řádků sledován ve Výzkumném ústavu obilnářském ČSAZV v Kroměříži.

Uspořádání pokusu

Plodina: ozimá pšenice.

Odrůda: Židlochovická osinatá.

Předplodina: brambory, hnojené chlěvskou mrvou 300 q/ha.

Agrochemická charakteristika půdy:

pH 6,9,

dusík podle Pázlera: 30,0,

fosfor podle Egnéra: 5,8,

draslo podle Schachtschabela 20,5.

Základní dávka živin v kg/ha:

dusík: 30,

fosfor: 69,

draslo: 40.

Forma použitých hnojiv a doba jejich zapravení:

dusík: síran amonný před setím, ledek ostravský v době odnožování z jara;

fosfor: práškový spf. před setím, práškovitý spf. v době odnožování, gran. spf. s ovsem do řádků;

draslo: 40 % draselná sůl před setím.

LXXVI. Schéma pokusu

Označení kombinace	Dávka základního hnojení v kg živin/ha
N — 100	30,0
K — 100	40,0
P — 25 práškovitý spf.	17,25
50 práškovitý spf.	34,5
100 práškovitý spf.	69,0
150 práškovitý spf.	103,5
25 granulovaný spf.	10,0

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. ve formě		Hladina živin															
			v mg %								v relativních číslech							
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Cl	N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Cl
nehnojeno	0	0	1510	540	2700	270	560	170	650	1510	100	35,8	178,8	17,9	37,0	11,2	43,0	10
100	0	0	1630	510	2850	240	500	150	660	1520	100	31,2	174,8	14,7	30,6	9,2	40,4	93,2
100	100	0	1560	500	2270	260	510	160	590	1700	100	32,0	177,0	16,6	32,6	10,2	37,8	108
100	100	25	1600	540	2800	230	470	154	600	1470	100	33,7	175,0	14,3	29,3	9,6	37,5	91,8

LXXIX. Výsledky rozboru rostlin v době odnožování z polního pokusu s ozimou pšenicí 1954 v Kroměříži

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	4310	530	4030	160	640	190	1370	780	1420	100	12,2	93,5	3,7	14,8	4,4	31,7	9,0	32,9
nehnojeno	0	25	4120	510	3760	260	630	190	1250	780	1240	100	12,3	91,2	6,3	15,2	4,6	30,3	9,2	30,0
100	0	0	4520	530	4430	160	650	180	1610	840	1130	100	11,7	98,0	3,5	14,3	3,9	35,6	9,3	25,0
100	100	0	4270	520	4050	180	610	180	1550	860	1330	100	12,1	94,8	4,2	14,3	4,2	36,2	9,8	31,1
100	150	0	4330	530	3950	170	620	190	1400	820	1110	100	12,2	91,2	3,9	14,3	4,3	32,3	9,4	25,6
100	0	25	4560	530	4330	170	710	190	1800	830	1150	100	11,6	94,9	3,7	15,5	4,1	39,4	9,2	25,2
100	100	25	4510	540	4270	180	640	170	1650	870	1160	100	11,9	94,6	3,9	14,1	3,7	36,5	9,7	25,7
100	150	25	4500	530	4030	180	610	190	1550	790	1160	100	11,7	89,5	4,0	13,5	4,2	34,4	8,8	25,7

LXXX. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s ozimou pšenicí v roce 1954 v Kroměříži v době květu

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	3380	360	2140	90	250	170	1100	690	1260	100	10,6	63,3	2,6	7,3	4,7	32,5	10,0	37,2
nehnojeno	0	25	1920	350	2270	70	230	150	1030	660	1280	100	17,2	118,2	3,6	11,9	7,8	53,6	17,1	66,6
100	0	0	3460	330	2350	70	310	170	1230	720	1360	100	9,5	67,9	2,0	8,9	4,9	35,5	10,4	39,3
100	100	0	3670	320	2160	80	310	190	1320	690	1390	100	8,7	58,8	2,1	8,4	5,1	35,9	9,5	37,8
100	150	0	3450	320	2210	60	300	170	1730	710	1300	100	9,2	64,0	1,7	8,6	4,9	50,0	10,1	37,6
100	0	25	2010	290	2250	80	280	160	1320	680	1290	100	14,4	111,9	3,9	13,9	7,9	65,6	16,9	64,1
100	100	25	1950	270	2180	50	260	150	1320	730	1240	100	13,8	11,7	2,5	13,3	7,6	67,6	18,4	63,5
100	150	25	1980	320	2400	80	270	180	1240	680	1360	100	16,1	121,2	4,0	13,6	9,0	62,6	17,1	68,6

Velikost sklizňových dílců: 52,5 m².

Počet opakování: 4.

V kombinacích s práškovitým superfosfátem byl práškovitý superfosfát zapraven jednak při předsetové přípravě a jednak bylo práškovitým superfosfátem dohnojováno z jara na list. Výsledky kombinací hnojených práškovitým superfosfátem nemohou být proto srovnávány s ostatními kombinacemi, neboť dohnojením na list práškovitým superfosfátem se podstatně změnila dynamika uvolňování živin z půdního humusu.

LXXVII. Výsledky pokusu

Hladina NK hnojení v %	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos v q/ha		
	práškovité	granulované	celkem	zrno	sláma
nehnojeno	0	0	70,13	25,84	44,29
100	0	0	77,08	27,90	49,18
100	25	0	76,84	29,04	47,80
100	50	0	76,32	27,54	48,78
100	100	0	74,12	28,45	45,68
100	150	0	72,65	27,30	45,35
nehnojeno	0	25	72,52	27,37	45,15
100	0	25	78,61	29,34	49,27
100	25	25	82,18	30,71	51,47
100	50	25	82,13	29,87	52,26
100	100	25	79,94	29,40	50,54
100	150	25	76,75	28,19	48,56

Srovnáme-li výsledky pokusu, vidíme, že kombinace základního hnojení dusíkatého a draselného zvýšila výnos proti kombinaci vůbec nehnojené asi o 2 q/ha. Po doplnění základního hnojení dusíkatého a draselného práškovitým superfosfátem ve vyrovnaném poměru (100 %) bylo dosaženo dalšího zvýšení sklizně asi o 0,5 q zrna/ha. Při použití gran. spf. byl výnos zvýšen ještě o 1 q zrna/ha (29,34).

Z těchto výsledků vidíme, že u ozimé pšenice se neprojevovalo základní hnojení dusíkem a draslem depresí vzhledem k tomu, že její vegetační rytmus je zcela odlišný od jarního ječmene. Z jara probíhají v půdě biologické pochody, které jednostranný přebytek živin vyrovnají, a také během podzimu a zimy se živiny váží na sorpční komplex. Proto jejich účinek není tak výrazný jako u jarního ječmene.

LXXVIII.

Hladina NK hnojení v %	Hladina prášk. superfosfátu v %	Granulovaný superfosfát		Rozdíl v q/ha
		0	40 kg/ha	
nehnojeno	0	25,84	27,34	1,53
100	0	27,90	29,34	1,44
100	25	29,04	30,71	1,67
100	50	27,54	29,87	2,33
100	100	28,45	29,40	1,05
100	150	27,30	28,19	1,89

Z dalších výsledků vidíme, že se stupňovanými dávkami práškovitého superfosfátu se jeví klesající tendence výnosu. Srovnáme-li při stejném základním hnojení dusíkem a draslem a případně práškovitým superfosfátem kombinace hnojené a nehnojené gran. spf. do řádků, dostaneme tyto výsledky:

Použití gran. spf. při stejném základním hnojení zvýšilo výnos ozimé pšenice průměrně o 1,65 q/ha zrna.

Podstata příznivého působení gran. spf. byla sledována rozbořem rostlin v době odnožování a v době květu.

Z výsledků rozborů rostlin v době odnožování je jasné patrný zrychlující se vývoj se stoupající dávkou fosforu v jakékoliv formě, který se projevuje sníženou hladinou drasla. Hladina fosforu se celkem nemění. Kombinace hnojené gran. spf. mají poněkud relativně vyšší hladinu dusíku a příznivější poměr $N : P$ ve prospěch dusíku, což svědčí také o tom, že v kombinaci hnojené gran. spf. bylo lépe využito dusíku již v době odnožování. V kombinacích bez základního hnojení $N K$ je poměr $N : P$ vyrovnaný.

V době květu vidíme, že rostliny hnojené gran. spf. mají podstatně nižší hladinu dusíku. Svědčí to, podobně jako u předcházejících pokusů, o rychlejší vývoji rostlin. V důsledku toho se mění i poměr dusíku k ostatním živinám. V kombinacích, hnojených prášk. spf., případně prášk. a gran. spf., je hladina dusíku vyšší. Dohnojení práškovitým superfosfátem z jara před vláčením na list vyvolalo po oteplení intenzivní biologickou činnost v půdě. Tato se projevila zvýšeným uvolňováním dusíku a v důsledku toho i zvýšeným příjmem rostlinami. Zvýšená hladina dusíku se však nemůže již uplatnit, neboť na počátku vegetace měly kombinace hnojené gran. spf. příznivější poměr $N : P$.

Dostatek pohotového fosforu na počátku vegetace, zajištěný gran. spf., umožnil lépe využít dusíku. Vidíme to z výsledků rozboru rostlin v době odnožování. V době květu měly rostliny, hnojené gran. spf., poměr $N : P : K$ bližší harmonickému poměru podle K o l á ř í k a.

LXXXI.

Hladina NK hnojení v % v %	Hladina prášk. spf.	Dávka granulovaného superfosfátu			
		0		40 kg	
		výnos v q/ha	poměr $N:P:K$ v době květu	výnos v q/ha	poměr $N:P:K$ v době květu
100	0	27,90	100:9,5 : 67,9	29,34	100:14,4 : 111,9
100	100	28,45	100:8,7 : 58,8	29,40	100:13,8 : 111,7
100	150	27,30	100:9,2 : 64,0	28,19	100:16,1 : 121,2

Výsledky pokusu prokazují, že správný poměr $N : P$ na počátku vegetace, zajištěný gran. spf., vytváří příznivé podmínky pro vytvoření harmonického poměru živin v dalších obdobích.

Výživa rostlin dusíkem byla v pokuse s ozimou pšenicí dostatečně zajištěna jak ve strojených hnojivech (100 kg síranu amonného na podzim při předsetové přípravě a 50 kg ledku ostravského z jara), tak i z biologicky uvolňovaného dusíku z organické hmoty (předplodina hnojená hnojem).

Stupňované dávky práškovitého superfosfátu se projevily pravděpodobně dalším uvolňováním dusíku, který však nemohl být rostlinou využit, naopak se zdá, že působil depresivně.

Polní pokus 4

V roce 1955 bylo pokračováno ve sledování vlivu současného používání práškovitého a gran. spf. ve Výzkumném ústavu obilnářském ČSAZV v Kroměříži v polním pokuse s ozimou pšenicí.

Uspořádání pokusu

Plodina: ozimá pšenice.

Odrůda: Židlochovická osinatá.

Předplodina: brambory, hnojené chlěvskou mrvou 300 q/ha.

Agrochemická charakteristika půdy:

pH 7,1,

dusík podle Pázlera: 29,7,

fosfor podle Egnéra: 13,3,

draslo podle Schachtschabela: 10,7.

Forma použitých hnojiv a doba jejich zapravení:

dusík: síran amonný před setím, ledek ostravský v době odnožování z jara;

fosfor: prášk. superfosfát před setím, prášk. superfosfát v době odnožování,

gran. spf. s osivem do řádků;

draslo: 40% draselná sůl před setím.

Základní dávka živin v kg/ha:

dusík: 25,

fosfor: 51,

draslo: 188.

LXXXII. Schéma pokusu

Označení kombinace	Dávka zákl. hnojení v kg živin/ha
N – 100	25,0
K – 100	188,0
P – 25 práškovitého spf.	12,5
50 práškovitého spf.	25,0
100 práškovitého spf.	51,0
150 práškovitého spf.	76,0
25 granulovaného spf.	8,0

Velikost sklizňových dílců: 52,5 m².

Počet opakování: 4.

Půda byla bohatě zásobena fosforem neutrální reakce. Přeploidinou ozimé pšenice byly brambory, hnojené hnojem.

Z výsledků vidíme, že základní hnojení dvojicí živin (N K) zvýšilo výnos zrna ozimé pšenice asi o 1,5 q/ha. Podstatně však byl zvýšen výnos slámy. Znamená to, že dusíku, dodaného ve strojených hnojivech, nebylo v kombinaci nehnojené s granulovaným superfosfátem využito dostatečně na tvorbu zrna. Podobně jako v pokuse v roce 1954 bylo při hnojení na vyrovnaný poměr N P K práškovitým superfosfátem dosaženo zvýšení výnosu zrna. Další stupňování práškovitého superfosfátu nad vyrovnanou hladinu (150 %) se již ve výnose zrna neprojevilo. Vý-

LXXXIII. Výsledky pokusu

Hladina NK hnojení v %	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos v q/ha	
	práškovitě	granulované	zrno	sláma
nehnojeno	nehnojeno	nehnojeno	33,17	64,63
100	nehnojeno	nehnojeno	34,77	82,63
100	25	0	35,78	75,82
100	50	0	36,28	74,92
100	100	0	36,00	73,66
100	150	0	34,72	77,48
nehnojeno	0	25	34,73	74,60
100	nehnojeno	25	36,34	70,66
100	25	25	33,66	86,14
100	50	25	37,94	83,26
100	100	25	35,75	85,85
100	150	25	37,00	79,73

sledky sklizně slámy ukazují na to, že nejvyšší dávka práškovitého superfosfátu (150 %) působila nadměrné uvolňování dusíku, kterého již nemohlo být využito ke tvorbě zrna.

Granulovaný superfosfát, vysévaný s osivem do řádků, zlepšil poměr dusíku k fosforu na počátku vegetace. Projevilo se to ve zvýšeném výnosu jak v kombinaci nehnojené, tak i v kombinaci hnojené základním dusíkatým a draselným hnojením. Také v kombinacích hnojených práškovitým superfosfátem na široko se použití gran. spf. do řádků projevilo příznivě. Dá se přepokládat, že práškovitý superfosfát, použitý jak na široko před setím, tak i z jara na list, vyvolal změny uvolňování dusíku z půdy, podobně jako v předchozích pokusech.

Srovnáme-li při stejném základním hnojení dusíkatým a draselným, případně i práškovitým superfosfátě výsledky sklizně, dostaneme tyto výsledky:

LXXXIV.

Hladina NK hnojení v %	Hladina prášk. superfosfátu v %	Výnos zrna v q/ha při dávce gran. spf.		Rozdíl v q/ha
		0	40 kg/ha	
nehnojeno	nehnojeno	33,17	34,73	1,56
100	nehnojeno	34,77	36,34	1,57
100	25	35,78	36,66	0,88
100	50	36,28	37,94	1,66
100	100	36,00	35,75	0,25
100	150	34,72	37,00	2,28

Průměrný rozdíl ve výnosech mezi práškovitým a gran. spf. byl 1,28 q/ha zrna. Zvláště výrazné je zvýšení výnosu v kombinaci s nejvyšší dávkou práškovitého superfosfátu, která se podle výsledků předchozích pokusů projevila zvýšením uvolňování dusíku. Gran. spf. zlepšil poměr dusíku k fosforu na počátku vegetace a vytvořil tak příznivější podmínky pro využití dusíku.

Dynamika příjmu živin byla sledována v některých kombinacích rozbořem rostlin v době odnožování a v době květu.

LXXXV. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s ozimou pšenicí Kroměříž 1955 v době odnožování

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	3240	540	3680	120	460	160	1220	720	1850	100	16,7	113,6	4,0	14,2	4,9	37,7	22,2	57,1
100	100	0	3360	600	4120	100	480	150	2080	770	1670	100	17,9	122,6	3,0	14,3	4,5	61,9	22,9	49,7
nehnojeno	0	25	3110	520	3750	140	470	140	1250	760	1700	100	16,7	119,3	4,5	15,1	4,5	40,2	24,4	54,7
100	100	25	3360	580	4190	120	530	160	2250	790	1830	100	17,3	124,7	3,6	15,8	4,8	67,0	23,5	54,5

LXXXVI. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s ozimou pšenicí Kroměříž 1955 v době květu

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	1050	240	1360	30	150	70	680	520	1870	100	22,9	129,5	2,9	14,3	6,7	64,8	49,5	178
100	100	0	1030	250	1800	30	140	70	970	380	1930	100	24,3	174,7	2,9	13,6	6,8	94,2	46,6	187
nehnojeno	0	25	1100	260	1590	30	220	80	860	380	1830	100	23,6	144,5	2,7	20,0	7,3	78,2	43,6	166
100	100	25	980	250	1490	30	140	70	960	530	1860	100	25,5	152,0	3,1	14,3	7,1	97,9	54,1	189

LXXXXI. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Kroměříž 1954 v době odnožování

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	2630	450	3830	230	730	250	1810	770	1100	100	17,1	145,6	8,7	27,7	9,5	68,8	29,3	41,8
100	0	0	2890	400	3470	270	730	230	2470	730	1080	100	13,8	120,1	9,3	25,3	7,9	85,5	25,3	37,4
100	100	0	2610	370	3260	230	660	240	2140	610	1000	100	14,2	124,9	8,8	25,3	9,2	81,9	23,4	38,3
nehnojeno	0	25	4120	480	3590	300	950	260	2670	740	1130	100	11,7	87,1	7,3	23,1	6,3	64,8	17,9	27,4
100	0	25	3290	420	3480	340	710	220	2960	680	980	100	12,8	105,8	10,3	21,6	6,7	89,9	20,6	29,8

V době odnožování mají rostliny, hnojené práškovitým, příp. gran. spf., vyšší hladinu fosforu než kombinace vůbec nehnojená nebo hnojená pouze gran. spf. Znamená to, že dostatek fosforu na počátku vegetace se projevil ještě v době odnožování a současně umožnil lépe využít dusíku jak ze strojených hnojiv, tak i dusíku biologicky uvolňovaného z půdy. S vyšší hladinou fosforu se zvýšila i hladina dusíku. Zvýšená hladina dusíku se pak projevila zvýšeným příjmem všech ostatních živin.

V době květu mají kombinace hnojené práškovitým i gran. spf. hladinu fosforu celkem vyrovnanou. Obě kombinace hnojené práškovitým superfosfátem mají podobně jako v pokuse s ozimou pšenicí v roce 1954 nižší hladinu dusíku. Dá se předpokládat, že práškovitý superfosfát zvýšil uvolňování z půdních zásob v době odnožování a v době květu již bylo ukončeno. Kombinace bez práškovitého superfosfátu mají v době květu zvýšenou hladinu dusíku. Dá se předpokládat, že biologické uvolňování postupovalo v podmínkách nedostatečného hnojení pohotovým fosforem pozvolněji.

Sledujeme-li výsledky rozboru rostlin z hlediska poměru živin, pak vidíme, že i v tomto pokuse se dříve zjištěná zákonitost o úloze poměru fosforu k dusíku plně potvrdila.

LXXXVII.

Výnos zrna v q/ha	Poměr živin N : P : K v době		Hladina N v době květu
	odnožování	květu	
36,00	100:17,9 : 122,6	100:24,3 : 144,7	1030
35,75	100:17,3 : 124,7	100:25,5 : 152,0	980
34,73	100:16,7 : 119,3	100:23,6 : 144,5	1100
33,17	100:16,7 : 113,6	100:22,9 : 129,5	1050

Z výsledků vidíme, že harmonickému poměru nejbližší byla kombinace s práškovitým superfosfátem a gran. spf., vysévaným s osivem. Přesto však z rozebíraných rostlin bylo nejvyššího výnosu dosaženo u kombinace hnojené pouze práškovitým superfosfátem. V době květu byl sice poměr živin poněkud vzdálenější než u předchozí kombinace, ale hladina dusíku v té době byla příznivější (1030). Dá se předpokládat, že hnojení práškovitým superfosfátem do vyrovnaného poměru N K P bylo správně stanoveno a zajistilo správně výživu fosforem na počátku vegetace (projevuje se ještě zvýšenou hladinou v době odnožování) i další příjem živin. Obě další sledované kombinace mají nižší hladinu fosforu v době odnožování i horší poměr N : P v době květu.

Polní pokus 5

Vliv současného používání granulovaného a práškovitého superfosfátu byl sledován ve Výzkumném ústavu obilnářském ČSAZV v Kroměříži v roce 1954 v dalším pokuse s jarním ječmenem.

Uspořádání pokusu

Plodina: jarní ječmen.

Odrůda: Valtický.

Předplodina: krmná řepa, hnojená chlěvskou mrvou 300 q/ha.

Agrochemická charakteristika půdy:

pH 6,9,

dusík podle Pázlera: 30,0,

fosfor podle Egnéra: 5,8,

draslo: podle Schachtschabela: 20,5.

Základní dávka živin v kg/ha:

dusík: 20,0,

fosfor: 54,0,

draslo: 40,6.

Forma použitých hnojiv a doba jejich zapravení:

dusík: ledek ostravský před setím, ledek ostravský na list v době odnožování,

fosfor: práškovitý superfosfát před setím, gran. spf. s osivem do řádků,

draslo: 40% draselná sůl před setím.

LXXXVIII. Schéma pokusu

Označení kombinace	Dávka zákl. hnojení v kg živin/ha
N — 100	20,0
K — 100	40,0
P — 25 práškovitý spf.	13,0
50 práškovitý spf.	27,0
100 práškovitý spf.	54,0
150 práškovitý spf.	81,0
25 granulovaný spf.	10,0

Velikost sklizňových dílců: 52,5 m².

Počet opakování: 4.

Z výsledků vidíme, že stupňované dávky práškovitého superfosfátu zvyšují výnos ve srovnání s kombinací vůbec nehnojenou a případně i s kombinací hno-

LXXXIX. Výsledky pokusu

Hladina NK	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos v q/ha		
	práškovité	granulované	celkem	zrno	sláma
nehnojeno	nehnojeno	nehnojeno	61,72	29,92	31,80
100	nehnojeno	nehnojeno	67,97	32,29	35,68
100	25	0	72,00	33,20	36,80
100	50	0	71,97	35,62	36,35
100	100	0	69,72	34,30	35,42
nehnojeno	nehnojeno	25	67,47	33,45	34,02
100	0	25	75,08	36,97	38,11
100	25	25	76,77	38,66	38,11
100	50	25	80,22	38,82	41,40
100	100	25	76,37	39,17	37,20
100	150	25	79,14	38,62	40,52

jenou základním hnojením. Nejvyššího výnosu je dosaženo při hnojení práškovitým superfosfátem do vyrovnaného poměru (50 %), zatímco další zvyšování působí již depresivně. Vysvětlit si to můžeme dříve zjištěným vlivem práškovitého superfosfátu na uvolňování dusíku z půd, bohatých organickou hmotou. Zvýšený příjem dusíku zhoršil pak poměr $N : P$ na počátku vegetace.

Současné používání práškovitého a gran. spf. vyvolalo další zvýšení výnosů. Srovnáme-li výsledky dosažené při použití gran. spf. s kombinacemi hnojeními jen základním hnojením dusíkatým a draselným, příp. práškovitým superfosfátem, dostaneme tyto výsledky:

LXXXX.

Hladina NK hnojení v %	Hladina prášk. superfosfátu v %	Výnos zrna v q/ha při dávce gran. spf.		Rozdíl v q/ha
		0	40 kg/ha	
nehnojeno	nehnojeno	29,92	33,45	3,53
100	nehnojeno	32,29	36,97	4,66
100	25	33,20	38,66	5,46
100	50	35,62	38,82	3,20
100	100	34,30	39,17	4,87
100	150	—	38,62	—

Při použití gran. spf. bylo dosaženo průměrného zvýšení sklizně o 4,34 q/ha. Výsledky výnosu svědčí o tom, že podmínky pro vývoj ječmene byly velmi příznivé a že zlepšení výživy na počátku vegetace se projevilo podstatným zvýšením sklizně. Při dostatečné výživě minerálním dusíkem a draslem bylo zvýšení vyšší než v kombinaci bez dusíku a drasla. Dynamika příjmu živin byla sledována rozbořem rostlin z některých kombinací v době odnožování a v době květu.

Z výsledku rozboru rostlin v době odnožování vidíme, že kombinace hnojené gran. spf. mají vyšší hladinu fosforu, ale současně i podstatně vyšší hladinu dusíku. Dostatek dusíku v rostlině zajišťuje pak zvýšený příjem i ostatních živin.

V době květu mají kombinace hnojené gran. spf. ve srovnání s kombinací nehnojenou (nelze srovnávat s ostatními kombinacemi, neboť může nastat interference) opět vyšší hladinu dusíku a ostatních živin. Příznivý vliv zajištění výživy gran. spf. na počátku vegetace se projevil ve zvýšení výnosů. Podobná tendence se jeví i v kombinaci hnojené jen dusíkem a draslem a při plném hnojení (NPK), kde práškovitý superfosfát zajišťuje vyšší hladinu dusíku a tím i předpoklady pro vyšší výnos.

Z hlediska poměru dusíku k fosforu v době na počátku květu a v době odnožování ve srovnání s poměrem v době na počátku vegetace by byly výsledky velmi přesvědčivé. Nedostatek fosforu na počátku vegetace zhorší poměr $N : P$ a relativní nadbytek fosforu v dalších obdobích (nedostatek dusíku) zhorší poměr $N : P$.

Polní pokus 6

V roce 1955 bylo ve Výzkumném ústavu obilnářském ČSAZV v Kroměříži pokračováno ve sledování vlivu současného používání gran. spf. a práškovitého superfosfátu v pokuse s jarním ječmenem.

Uspořádání pokusu

Plodina: jarní ječmen.

Odrůda: Valtický.

Předplodina: krmná řepa, hnojená chlěvskou mrvou 250 q/ha.

Agronomická charakteristika půdy:

pH 7,0,

dusík podle Pázlera: 25,6,

fosfor podle Egnéra: 5,3,

draslo podle Schachtschabela: 17,3.

Základní dávka živin v kg/ha:

dusík: 18,

fosfor: 69,

draslo: 104.

Forma použitých hnojiv a doba jejich zapravení:

dusík: síran amonný před setím, ledek ostravský v době odnožování,

fosfor: prášk. spf., gran. spf. s osivem do řádků,

draslo: 40% draselná sůl před setím.

LXXXXIII. Schéma pokusu

Označení kombinace	Dávka zákl. hnojení v kg živin/ha
N — 100	18,0
K — 100	104,0
P — 25 práškovitý spf.	17,5
50 práškovitý spf.	35,0
100 práškovitý spf.	69,0
150 práškovitý spf.	104,0
25 granulovaný spf.	8,0

LXXXXIV. Výsledky pokusu

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v % ve formě		Výnos v q/ha		
	práškovité	granulované	celkem	zrno	sláma
nehnojeno	nehnojeno	nehnojeno	94,69	41,21	53,48
100	nehnojeno	nehnojeno	104,59	40,67	63,92
100	25	0	109,14	40,63	68,51
100	50	0	106,09	41,53	64,56
100	100	0	104,85	40,85	64,00
100	150	0	111,99	40,22	70,77
nehnojeno	0	25	92,99	39,42	53,57
100	0	25	102,74	41,08	61,67
100	25	25	101,39	38,85	62,54
100	50	25	92,75	41,98	50,77
100	100	25	100,34	43,38	56,96
100	150	25	104,30	42,05	62,25

LXXXXXII. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Kroměříž 1954 v době odnožování

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	1510	370	2510	210	520	200	1580	680	1160	100	24,5	166,2	13,9	34,4	13,2	104,6	45,0	76,8
100	0	0	1940	370	2460	220	480	190	1550	680	1060	100	19,1	126,8	11,3	24,7	9,8	79,9	19,6	54,6
100	100	0	1990	410	2640	230	500	200	1430	720	1080	100	20,6	132,7	11,6	25,1	10,1	71,9	20,1	54,3
nehnojeno	0	25	2260	490	3160	210	450	180	1550	750	1220	100	21,7	139,8	9,3	19,9	7,9	68,6	17,7	53,9

LXXXXXVI. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Kroměříž 1955 v době odnožování

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	4830	480	4450	320	910	340	1280	800	840	100	9,9	92,1	6,6	18,8	7,0	26,5	16,6	17,4
nehnojeno	0	25	4700	430	3840	390	960	310	1310	790	820	100	9,1	81,7	8,3	20,4	6,6	27,9	16,8	17,4
100	0	0	5680	520	4730	210	1050	300	3560	680	1320	100	9,2	83,3	3,7	18,5	5,3	62,7	12,0	23,2
100	100	0	4780	550	4710	280	1010	280	3820	670	760	100	11,5	98,5	5,9	21,1	5,9	79,9	14,0	15,9
100	0	25	4470	470	4500	320	980	280	3820	700	840	100	10,5	100,7	7,2	21,9	6,3	85,5	15,7	18,8

LXXXXXVII. Výsledky rozboru rostlin z polního pokusu s jarním ječmenem Kroměříž 1955 v době květu

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Hladina živin																	
			v mg %									v relativních číslech								
	prášk.	gran.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	S	Si
nehnojeno	0	0	1610	360	2540	110	430	210	1270	650	1050	100	22,4	157,8	6,8	26,7	13,0	78,9	40,4	65,2
nehnojeno	0	25	1530	330	2290	100	350	190	960	520	1090	100	21,6	149,7	6,5	22,9	12,4	62,7	34,0	71,2
100	0	0	1580	320	2660	100	400	180	1970	510	1340	100	20,3	168,4	6,3	25,3	11,4	124,7	32,3	84,8
100	100	0	1490	327	2570	100	380	180	1670	540	1120	100	21,5	172,5	6,7	25,5	12,1	112,1	36,2	75,2
100	0	25	1440	310	2320	120	350	180	1660	530	1930	100	20,8	155,7	8,0	23,5	12,1	111,4	35,6	129,5

Ve srovnání s rokem 1954 bylo v roce 1955 vlhčí počasí a ukázalo se, že základní hnojení dusíkaté a draselné se projevilo ve srovnání s nehnojenou kontrolou snížením sklizně. Také zvýšené dávky práškovitého superfosfátu se neprojevily zvýšeným výnosem. Přesto lze vidět při stejném základním hnojení a stupňovaných dávkách práškovitého superfosfátu tendenci klesajícího výnosu. Při použití gran. spf. se základní hnojení dusíkaté a draselné projevilo zvýšením výnosů a při zlepšeném poměru $N : P$ na počátku vegetace byly vytvořeny příznivější podmínky pro další využití dusíku, uvolněného pomocí práškovitého superfosfátu z půdních zásob.

Srovnáme-li výnosy, dosažené kombinací gran. spf., dostaneme tyto výsledky:

LXXXXV.

Hladina NK hnojení v %	Hladina prášk. spf. v %	Hladina gran. spf.		Rozdíl výnosů v q/ha
		0	40 kg/ha	
nehnojeno	nehnojeno	41,21	39,42	-1,79
100	0	40,67	41,07	0,40
100	25	40,63	38,85	-1,78
100	50	41,53	41,98	0,45
100	100	40,85	43,38	2,53
100	150	40,22	42,05	1,83

Zvýšení sklizně při použití gran. spf. do řádků se projevilo teprve v kombinacích hnojených vyšší dávkou práškovitého superfosfátu. Z tendence klesajících výnosů v kombinaci hnojené jen práškovitým superfosfátem (41,53 — 40,85 — 40,22) můžeme usuzovat, že rostliny měly na počátku vegetace nedostatek fosforu. V dalších obdobích práškovitý superfosfát zvyšoval uvolňování dusíku z půdních zásob a nadbytek dusíku vyvolal pak výnosovou depresi. U gran. spf. můžeme uvažovat podobně. Práškovitý superfosfát, zapravený před setím na široko, zvyšuje uvolňování dusíku. Dostatek fosforu, zajištěný na počátku vegetace gran. spf., vytvoří pak předpoklady pro využití dusíku. Proto se také výnosy zvyšují. V kombinaci s nízkými dávkami práškovitého superfosfátu není vliv fosforu na uvolňování dusíku tak výrazný, a proto se gran. spf. tak dobře neuplatňuje.

Dynamika příjmu živin byla v pokuse sledována rozbořem rostlin v době odnožování a v době květu.

Z uvedených výsledků vidíme, že v době odnožování v kombinacích nehnojených základním hnojením N a K gran. spf. snižuje hladinu fosforu a dusíku. Proto je i snížení výnosu z hlediska hladiny živin plně opodstatněné. Vzniká otázka, proč gran. spf. nezajistil příznivou hladinu fosforu a proč dusík biologicky uvolňovaný nebyl v této kombinaci využit. Z výsledků rozborů se zdá, že rostliny na počátku vegetace měly nedostatek drasla. V době odnožování zřetelně vidíme, jak zajištění výživy fosforem urychluje vývoj, o čemž svědčí klesající tendence drasla. V kombinaci při stejném základním hnojení dusíkatém a draselném je příjem živin poněkud odlišný.

V kombinaci s gran. spf. je hladina fosforu nižší než v kombinaci hnojené práškovitým superfosfátem resp. fosforem vůbec nehnojené. Hladina dusíku je v době květu u kombinace hnojené gran. spf. nižší než v kombinaci nehnojené a hnojené práškovitým superfosfátem, ale kombinace hnojená gran. spf. má příznivý poměr $N : P$ v době odnožování.

Hladina NK hnojení v %	Hladina spf. v %		Výnos v q/ha	Poměr živin N : P : K v době		Hladina N v době květu
	prášk.	gran.		odnožování	květu	
nehnojeno	0	0	41,21	100: 9,9:92,1	100:22,4:157,8	1610
0	0	25	39,42	100: 9,1:81,7	100:21,6:149,7	1530
100	0	0	40,67	100: 9,2:83,3	100:20,3:168,4	1580
100	100	0	40,85	100:11,5:98,5	100:21,5:172,0	1490
100	100	25	43,38	100:10,5:100,51	100:20,8:155,7	1440

Vliv gran. spf. na urychlení vývoje rostlin (snížení příjmu drasla) se projevuje ještě v období květu. Z výsledků rozboru rostlin vidíme, že rozdíly mezi jednotlivými kombinacemi jsou nepatrné a výnos se řídí poměrem živin a hladinou dusíku v době květu. Čím je poměr $N : P : K$ blíže harmonickému poměru, tím je i výnos vyšší.

V pokuse se projevila ještě zajímavá tendence, týkající se výnosu slámy. Základní hnojení dusíkem a draslem bez dohnojení fosforem zvyšuje podstatně výnos slámy, ale teprve dostatek fosforu zajišťuje využití živin ke tvorbě zrna.

Pokus potvrdil dřívější poznatek, že při používání gran. spf. je nutné velmi citlivě řídit výživu dusíkem. V pokuse byla výživa dusíkem řízena práškovitým superfosfátem na široko. Práškovitý superfosfát při dostatku vláhy v půdě zvýšil biologickou činnost, která se pravděpodobně projevila v prvním období poutání minerálního dusíku a teprve později se uvolnil jak minerální dusík, tak i dusík z organických látek a projevil se již jen ve zvýšeném výnosu slámy.

Polní pokus 7

Vliv současného používání práškovitého a gran. spf. na výnos jarního ječmene byl v roce 1953 sledován ve Výzkumném ústavu obilnářském v Kroměříži.

Uspořádání pokusu

Plodina: jarní ječmen:

Odrůda: Valtický.

Norma výsevu: 160 kg/ha.

Předplodina: brambory hnojené hnojem v dávce 300 q/ha.

Agrochemická charakteristika půdy:

pH 7,3,

uhličitany 1,4,

dusík podle Könighasenbäumera: 54,

fosfor podle Könighasenbäumera: 270,

draslo podle Könighasenbäumera: 140.

Základní dávka živin v kg/ha:

dusík: 31,0,

fosfor: 36,0,

draslo: 80,0.

Forma použitých hnojiv a doba jejich zapravení:

dusík: ledek ostravský před setím,

fosfor: prášk. spf. před setím, gran. spf. s osivem do řádků,

draslo: 40% draselná sůl před setím.

LXXXXIX. Schéma pokusu

Označení kombinace	Dávka zákl. hnojení v kg živin/ha
N – 100	31,0
K – 100	80,0
P – 25 práškovitý spf.	9,0
50 práškovitý spf.	18,0
100 práškovitý spf.	36,0
150 práškovitý spf.	54,0
25 granulovaný spf.	9,0

Velikost sklizňových dílců 42 m².

Počet opakování: 4.

C. Výsledky pokusu

Hladina NK hnojení v %	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos zrna v q/ha
	práškovité	granulované	
nehnojeno	0	0	25,81
100	0	0	29,43
100	25	0	30,76
100	50	0	31,24
100	100	0	32,37
100	150	0	32,67
100	0	25	32,19
100	50	25	32,62
100	100	25	32,33
100	150	25	32,81

Z uvedených výsledků vidíme, že na půdě dostatečně zásobené fosforem a dostatečně zásobené organickými látkami (po bramborách hnojených hnojem) stupňované dávky práškovitého superfosfátu zvyšují výnos. Z rozdílu mezi výnosem, dosaženým při základním hnojení dusíkatém a draselném, vidíme, že zvyšování výnosů nelze v daném pokuse přisuzovat jen zvýšené biologické činnosti a uvolňování dusíku. Při používání gran. spf. do řádků bylo dosaženo stejných výsledků i bez stupňování práškovitého superfosfátu. Mezi účinkem gran. spf., použitého s osivem do řádků při různých hladinách práškovitého superfosfátu, nejsou podstatné rozdíly. Vidíme tedy, že na půdě po bramborách s dostatečně vysokou dávkou dusíku hrálo zajištění výživy fosforem na počátku vegetace rozhodující úlohu.

Výnos zajistila buď malá dávka gran. spf., vysévaná s osivem, nebo vyšší dávka práškovitého superfosfátu, rozhozená před setím na široko. Fosfor vytvořil příznivý poměr N : P na počátku vegetace a v dalších obdobích mohla rostlina využít dostatek dusíku k vytvoření vhodného poměru N : P : K v době květu.

Srovnáme-li výnosy, dosažené při základním hnojení dusíkatém a draselném, příp. práškovitým superfosfátem s výnosy, dosaženými při použití gran. spf., dostaneme tyto výsledky:

CI.

Hladina NK hnojení v %	Hladina prášk. superfosfátu v %	Dávka gran. spf. v kg/ha		Rozdíl v q/ha
		0	40	
100	0	29,43	32,19	2,76
100	50	31,24	32,62	1,38
100	100	32,37	32,33	0,04
100	150	32,67	32,81	0,14

Ve srovnání s kombinací nehnojenou práškovitým superfosfátem zvyšují dávky práškovitého superfosfátu výnos až na vyrovnaný poměr živin (100 %). Další zvyšování práškovitého superfosfátu se již ve výnosu podstatně neprojeví. Podobně působí gran. spf. Základní dávka gran. spf. zvýší výnos natolik, že další zvyšování základního hnojení práškovitým superfosfátem se neprojeví.

Sledujeme-li rozdíl ve výnosech mezi kombinacemi, hnojenými gran. spf. a bez gran. spf. při stejné hladině práškovitého superfosfátu, vidíme jasnou tendenci. Čím je dávka práškovitého superfosfátu vyšší, tím je rozdíl, vyvolaný gran. spf. menší. Z toho vidíme, že v tom pokuse hrála rozhodující úlohu dostatečná výživa fosforem na počátku vegetace.

Vliv současného používání práškovitého a gran. spf. byl sledován v dalších pokusech na některých výzkumných a šlechtitelských stanicích.

CII. Výsledky pokusu s jarní pšenicí na šlechtitelské stanici Kralice na Hané 1953

Hladina NK hnojení v %	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos zrna v q/ha
	práškovité	granulované	
nehnojeno	0	0	24,72
100	0	0	29,50
100	25	0	26,04
100	50	0	26,20
100	100	0	22,75
100	150	0	21,41
100	0	25	22,84
100	50	25	23,59
100	100	25	26,55
100	150	25	24,49

V pokuse byl použit gran. spf. tovární výroby do řádků v dávce 40 kg/ha. Gran. spf. měl vysoký obsah volné kyseliny a projevil se poškozením klíčivosti.

Z výsledku pokusu vidíme, že po vyrovnání hladiny fosforu při základním hnojení dusíkatem a draselném bylo dosaženo podstatného zvýšení výnosu (29,50). Další zvyšování hladiny fosforu stupňováním dávek práškovitého superfosfátu se na půdě bohaté fosforem projevilo již výraznou represí. Příčinou mohl být vliv práškovitého superfosfátu na dynamiku biologického poutání a uvolňování dusíku z půdních zásob, který nepříznivě ovlivnil poměr $N : P$ na počátku vegetace. Nasvědčují tomu výnosy, dosažené v kombinaci s gran. spf., který, ačkoliv podstatně snížil výnos ve srovnání s kombinací $N K$ (kyselý gran. spf. poškodil klí-

čivost), v kombinacích se stupňovanými dávkami práškovitého superfosfátu zvyšoval výnos.

Dá se předpokládat, že porost hnojený gran. spf. do řádků byl v důsledku poškození klíčivosti řidký. Dostatek dusíku, uvolněného biologickou cestou, zajistil lepší odnožení a nasazení klasů. Čím bylo biologicky uvolněného dusíku více, tím lépe pšenice odnožila a bylo dosaženo vyššího výnosu.

Tendence výnosu zrna při použití práškovitého superfosfátu je při stupňovaných dávkách klesající. Lze si ji vysvětlit výše uvedeným opožděným uvolňováním dusíku a tím i vyvoláváním neproduktivního odnožování v důsledku nepříznivého poměru $N : P$ na počátku vegetace. V kombinacích s gran. spf. je tendence opačná. Nízké výnosy v kombinacích bez práškovitého superfosfátu byly způsobeny řidším porostem. U kombinací s vysokými dávkami práškovitého superfosfátu pak dostatek dusíku zajistil odnožení a příznivý poměr $N : P$ na počátku vegetace zajistil plné využití dusíku.

V roce 1953 byl vliv současného používání práškovitého a gran. spf. sledován v dalším pokuse ve Výzkumném ústavu řepářském ČSAZV v Semčicích. Pokus byl založen na neutrální půdě, slabě zásobené fosforem. Gran. spf. nebyl vyséván s osivem do řádků, nýbrž při ručním sázení byl zapraven ke každé špetce pod motýčku.

Z výsledku pokusu vidíme, že na půdě slabě zásobené fosforem se stupňované dávky práškovitého superfosfátu projevují ve srovnání s výnosem hnojené

CIIL. Výsledky pokusu

Hladina NK hnojení v %	Hladina superfosfátu ve formě		Výnos bulev v q/ha	Cukernatost v %	Výnos cukru v q/ha
	práškovité	granulované			
nehnojeno	0	0	319,40	18,79	60,07
100	0	0	333,69	19,23	64,13
100	25	0	354,97	19,34	68,71
100	50	0	338,89	19,21	65,16
100	100	0	363,70	19,31	70,22
100	150	0	382,50	19,35	73,99
100	0	25	361,81	19,21	69,54
100	50	25	384,06	19,45	74,70
100	100	25	387,05	19,31	74,75
100	150	25	379,05	19,86	75,42

kombinace pouze dusíkem a draslem podstatným zvýšením výnosu. Stejná tendence se jeví i v cukernatosti a ve výnosu cukru po hektaru. Současné používání práškovitého a gran. spf. se projevilo dalším zvýšením výnosu.

Z uvedených výsledků vidíme, že na půdě chudé fosforem u cukrovky, podobně jako v pokusech s obilovinami, zajišťuje gran. spf. vhodnější poměr $N : P$ na počátku vegetace a práškovitý superfosfát zvyšuje uvolňování dusíku z půdních zásob. V kombinaci při současném používání gran. spf. a práškovitého superfosfátu na široko je uvolněný dusík lépe rostlinou využit. Také vysoké dávky práškovitého superfosfátu mohou poměr $N : P$ na počátku vegetace u cukrovky zlepšit.

Sledujeme-li výnos při stupňovaných dávkách práškovitého superfosfátu při používání a bez použití gran. spf., dostaneme tyto výsledky:

CIV.

Hladina NK hnojení v %	Hladina prášk. spf. v %	Hladina granulovaného superfosfátu				Rozdíl	
		0		40 kg/ha		výnosu bulev v q/ha	výnosu cukru v q/ha
		výnos bulev v q/ha	výnos cukru v q/ha	výnos bulev v q/ha	výnos cukru v q/ha		
100	0	333,69	64,13	361,81	69,54	28,22	5,41
100	50	338,89	65,16	384,06	74,70	45,27	9,54
100	100	363,70	70,22	387,05	74,75	23,35	4,53
100	150	382,50	73,99	379,05	75,42	-2,85	1,44

Z výsledku vidíme, že použití gran. spf. zvýšilo průměrně výnos o 23,49 q/ha a výnos cukru z hektaru o 5,23 q.

Vliv současného používání práškovitého a gran. spf. byl sledován v roce 1953 v dalším pokuse ve Výzkumné a šlechtitelské stanici ČSAZV v Jičíně-Soudné v pokusech s cukrovkou a brambory. Pokusy byly založeny na neutrální půdě, bohatě zásobené fosforem. K oběma okopaninám byl zaoráván hnůj teprve z jara. V letním období a zvláště pak v září byly zcela podprůměrné srážky a v říjnu téměř vůbec nepršelo.

CV. Výsledky pokusu

Hladina NK hnojení v %	Hladina super- fosfátu ve formě		Cukrovka		Brambory
	práško- vitě	granulo- vané	výnos bulev v q/ha	výnos chrástu v q/ha	výnos v q/ha
nehnojeno	0	0	406,02	238,87	177,12
100	0	0	446,72	277,35	224,50
100	25	0	436,42	285,80	—
100	50	0	426,60	258,27	235,25
100	100	0	422,92	228,02	215,62
100	150	0	405,52	213,60	230,50
100	0	25	417,37	227,35	168,00
100	50	25	420,00	250,52	198,25
100	100	25	436,32	262,62	239,62
100	150	25	412,67	239,90	186,00

Z výsledku sklizně cukrovky vidíme, že základní hnojení dusíkem a draslem podstatně zvýšilo sklizeň. Stupňované dávky práškovitého superfosfátu se projevily výraznou depresí. Podobně působily i stupňované dávky práškovitého superfosfátu v kombinaci s gran. spf., vysévaným s osivem, i když výnosy s gran. spf. jsou nepatrně vyšší.

Z výsledku sklizně brambor vidíme, že také zde hnojení základní dávkou dusíku a drasla se projevilo zvýšením sklizně. Také nízká dávka práškovitého superfosfátu se projevila ještě zvýšením sklizně, ale další stupňování práškovitého superfosfátu se projevilo mírnou depresí. Přesto však ve srovnání s kombinací nehnojenou bylo dosaženo vyššího výnosu,

Z výsledků obou pokusů vidíme, že čím více pohotového fosforu bylo dodáno do půdy, tím nižšího výnosu bylo dosaženo. Vysvětlit si to můžeme při jarním zaorávání hnoje v roce 1942 takto:

Zvýšená dávka pohotového fosforu podpoří rozvoj půdních mikroorganismů, zvláště celulólytických a pektinolytických bakterií, které při rozkladu ústrojné hmoty, chudé dusíkem, ochudí rostlinu nejen o vláhu, ale i o hotový dusík. Rozvoj mikroorganismů byl v květnu a v červnu podporován nadprůměrnými srážkami. Poněvadž v pozdějších měsících byly srážky naopak minimální, dá se předpokládat, že dusík přechodně poutaný mikroorganismy nemohl být pro nedostatek vláhy dalšími skupinami půdní mikroflóry uvolněn a rostlinami využit.

Z pokusu vyplývá, že při jarním zaorávání hnoje je nutné zajistit dostatečnou výživu rostlin dusíkem, zvýšením dávky dusíkatých hnojiv a řídit výživu fosforem tak, aby ani v případě nepříznivého počasí nemohl být výnos přechodnou biologickou sorpcí dusíku snížen. V takovém případě je nutné zvýšit dávku dusíkatých hnojiv.

Na j d i n srovnává v dlouholetých pokusech účinek současného používání statkových hnojiv se superfosfátem. Výnos ozimých obilovin po úhoru na půdách kyselých a chudých humusem je vyšší při současném používání superfosfátu a statkových hnojiv. Na půdách černozemních, bohatých humusem, se naopak lépe uplatní samotné fosforečné hnojení a výnosy jsou vyšší než při současném zaorávání superfosfátu se statkovými hnojivy. Vysvětlení výsledků podle pokusu v Jičíně je jasné. Hnojením superfosfátem na černozemních půdách se jednak zlepši poměr $N : P$ na počátku vegetace a jednak fosfor podporuje uvolňování dusíku z půdního humusu. Při současném používání superfosfátu fosfor podpoří rozvoj mikroorganismů a v dalším období pro nedostatek vláhy rostlina trpí vlastně nedostatkem dusíku. Pokusy byly provedeny v oblasti Rostova a Krasnodaru.

Na půdách podzolovaných v oblastn s dostatkem srážek má použití fosforečných hnojiv současně se statkovými hnojivy zcela jinou úlohu. Samotný fosfor bez statkových hnojiv se na půdách poutá na méně rozpustné sloučeniny a rostlina trvá nedostatkem fosforu i nedostatkem dusíku. Při použití hnoje k úhoru a dostátku srážek (oblast podzolovaných půd) podpoří nejen fosfor uvolnění dusíku, ale také organické látky zabrání poutání fosforu na nerozpustné sloučeniny a zvýší tak příjem fosforu.

Souhrn

V polních pokusech, sledujících současné používání práškovitého a gran. spf., bylo prokázáno:

1. Stupňované dávky práškovitého superfosfátu zvyšují v půdě, dostatečně zásobené organickou hmotou, biologickou činnost půdních mikroorganismů a tím ovlivňují uvolňování dusíku. Při nedostátku pohotového fosforu a ostatních živin na počátku vegetace ovlivní biologicky uvolněný dusík poměr $N : P : K$. Ačkoliv rostliny mají na počátku vegetace i v dalších obdobích dostatek dusíku, nemůže být tento využit a v některých případech působí depresivně.

2. Při současném používání práškovitého spf. a malých dávek gran. spf. s osivem do řádků se zlepši i poměr $N : P$ na počátku vegetace a biologickou činností, podporovanou práškovitým superfosfátem, rozhozeným na široko, uvolněný dusík může být rostlinou využit k dalšímu zvyšování výnosů.

3. Na půdách, bohatých nerozloženými organickými látkami (jarní zaorání hnoje), mohou stupňované dávky práškovitého superfosfátu zvýšit činnost půdních

mikroorganismů (celulolytických a pektinolytických bakterií), která se může projevít dočasným poutáním živin, hlavně dusíku. Dusík se uvolní teprve později a rostliny trpí v tzv. kritickém období nedostatkem živin, který se nedá později již nahradit. Proto je důležité, aby při jarním zaorávání hnoje bylo hnojeno fosforem v souladu s koloběhem dusíku a jeho hladina aby byla správně doplňována ve strojených hnojivech.

Изучение условий целесообразного применения гранулированного суперфосфата в системе удобрений сельскохозяйственных культур

IV. Одновременное удобрение суперфосфатом в порошке взброс и гранулированным суперфосфатом в рядки

При полевых опытах, проведенных для изучения одновременного применения суперфосфата в порошке и гранулированного суперфосфата, было доказано следующее:

1. Дифференцированные дозы суперфосфата в порошке увеличивают в почве, достаточно богатой органической массой, биологическую деятельность микроорганизмов и тем самым оказывают влияние на освобождение азота. При недостатке доступного фосфора и остальных питательных веществ в начале вегетационного периода, биологически освобожденный азот оказывает влияние на соотношение $N : P : K$. Хотя в начале вегетации и в дальнейшие периоды растения имеют достаточно азота, этот азот не может быть использован и в некоторых случаях оказывает депрессивное действие.

2. При применении суперфосфата в порошке и одновременном внесении в рядки небольших доз гранулированного суперфосфата вместе с посевным материалом улучшается и соотношение $N : P$ в начале вегетации и азот, освобожденный биологической деятельностью, которую поддерживает суперфосфат в порошке, внесенный в почву взброс, может быть использован растением для дальнейшего повышения урожая.

3. На почвах, богатых неразложившимися органическими веществами (весенняя заплата навоза), дифференцированные дозы суперфосфата в порошке могут повысить деятельность почвенных микроорганизмов (целлюлитических и пектилитических бактерий), которая может проявиться временным связыванием питательных веществ, главным образом азота. Азот освобождается только позже и растения в течение так наз. критического периода страдают недостатком питательных веществ, который позже уже нельзя возместить. Поэтому важно при первой весенней заplatке навоза вносить фосфорное удобрение в соответствии с кругообращением азота и правильно пополнять его уровень минеральными удобрениями.

Ermittlung der Bedingungen einer zweckmäßigen Verwendung des granulierten Superphosphates im Düngungssystem der Landwirtschaftsfrüchte

IV. Gleichzeitige Verwendung des breitgestreuten pulverigen Superphosphates und des granullierten Superphosphates reihenweise

In den Feldversuchen, welche die gleichzeitige Verwendung des pulverigen und granulierten Superphosphates verfolgt haben, wurde bewiesen:

1. Die steigende Dosierung des pulverigen Superphosphates erhöht, in dem genügend mit organischen Stoffen versorgten Boden, die biologische Tätigkeit der Bodenmikroorganismen und beeinflusst damit die Freigabe des Stickstoffes. Bei einem Mangel des verfügbaren Phosphors und anderen Nährstoffen am Anfang der Vegetationszeit beeinflusst den biologisch freigegebenen Stickstoff das Verhältnis $N : P : K$. Obwohl die Pflanzen am Anfang der Vegetationszeit und in den weiteren Phasen ein genügendes Quantum an Stickstoff aufweisen, kann derselbe nicht ausgenützt werden und in einigen Fällen wirkt er depressiv.

2. Bei gleichzeitiger Verwendung des pulverigen Superphosphates und der kleinen Gaben des granulierten Superphosphates, reihenweise mit der Saat, verbessert sich das Verhältnis $N:P$ am Anfang der Vegetation und durch die biologische Tätigkeit, welche durch den pulverigen in die Breite zerstreuten Superphosphat unterstützt ist, kann die Pflanze den freigegebenen Stickstoff zur weiteren Erhöhung der Erträge ausnützen.

3. Auf den an unzersetzte organische Stoffe reichen Böden (das Frühjahrs-Einackern des Düngers) können die steigernden Gaben des pulverigen Superphosphates die Tätigkeit der Bodenmikroorganismen (der zellulolytischen und pektinolytischen Bakterien) erhöhen, welche Tätigkeit sich dann durch das einstweilige Binden der Nährstoffe, besonders des Stickstoffes, äußern kann. Die Freigabe des Stickstoffes erfolgt erst später und die Pflanzen leiden in der sogenannten kritischen Periode an Nährstoffmangel, welcher sich dann später nicht mehr ersetzen läßt. Deshalb ist es wichtig, bei dem Frühjahrs-Einackern des Düngers, die Düngung mit Phosphor harmonisch mit dem Kreislauf des Stickstoffes durchzuführen und sein Niveau mit dem Kunstdünger zu ergänzen.

Research of Conditions for an advantageous Use of granulated Superphosphate in the Fertilization System for agricultural Crops

IV. Simultaneous Application of powdered Superphosphate broadcast over the Field and granulated Superphosphate in Rows

Field experiments, following a simultaneous application of both powdered and granulated superphosphate, proved the following:

1. Increased doses of powdered superphosphate applied to soil sufficiently supplied with organic substances heighten the biological activity of soil microorganisms and thus influence the release of nitrogen. Where there is a lack of the available phosphorus and other nutrients at the beginning of vegetation, the biologically released nitrogen will influence the relation of $N:P:K$. Although the plants have enough nitrogen at the beginning of vegetation as well as in the following periods, they cannot make use of it and in some cases it acts depressively.

2. With a simultaneous use of powdered superphosphate and of small doses of granulated superphosphate together with the seed sown in rows, the relation of $N:P$ is also improved at the beginning of the vegetation period, and the biological action supported by powdered superphosphate broadcast on the field, releases nitrogen, which the plant can use toward a better crop.

3. In soils, which are rich in not decomposed organic substances (dung ploughed into the ground in spring), increased doses of powdered superphosphate can strengthen the action of soil microorganisms (cellulolytic and pectinolytic bacteria), which may be manifested by a temporary fixing of nutrients, especially of nitrogen. The nitrogen is released later and in the meantime the plants suffer during the so-called critical period from a lack of nutrients, which cannot be later compensated. It is therefore important when dung is ploughed-in in spring to fertilise with phosphorus in conformance with the circulation of nitrogen and to supplement its level in artificial fertilizers.

Vliv přímého postřiku odpadní čpavkovou vodou na výnos a obsah vitamínu C u červené ředkvičky a bílého zelí

Влияние непосредственного опрыскивания сточной аммиачной водой
на урожай и содержание витамина С в красной редиске и в белой капусте

Der Einfluß der direkten Bespritzung mit Abfallsammoniakwasser auf den Ertrag und
Gehalt an C-Vitamin bei Rotrettich und Weißkraut

Dr. Inž. Karel BARÁK

Vysoká škola zemědělská a lesnická, Brno

Předložil akademik Jaroslav ŠIMON

Úvod

Využíváním nejrůznějších odpadů průmyslové výroby ve výrobě zemědělské napomáháme nejen ke zvyšování hektarových výnosů, ale zbavujeme průmysl často bezcenného a obtížného balastu.

Pro plynárny je takovým balastem odpadní čpavková voda, obsahující pro zemědělství drahocennou živinu — dusík. O její využití se snažíme nejen u nás, ale podobné úsilí vidíme i v zahraničí, a to zejména v NDR, Polsku, Dánsku a Anglii. O specifických účincích odpadní čpavkové vody na rostliny, jejich růst a vývoj a na kvalitu jednotlivých produktů nebylo však v dřívějších dobách z domácí ani zahraniční literatury téměř nic známo. Teprve od roku 1956 jsou u nás postupně zveřejňovány poznatky získané na agrochemickém ústavě Vysoké školy zemědělské a lesnické v Brně (Barák a Havelka, 1956—58) a v roce 1957 byly publikovány výsledky pokusů Kunze a Sladovníka.

Z dosavadních pokusů je patrné, že se dá s dobrým výsledkem používat odpadní čpavkové vody ke všem plodinám před jejich vegetací a u širokořádkových kultur za použití močůvkovačů i během vegetace.

Doposud však nebyl zkoušen vliv přímého postřiku odpadní čpavkovou vodou na list, a to ani u zeleniny, kde by v některých případech, byla aplikace tohoto způsobu hnojení vhodná. Rovněž není známo, jak dalece by bylo nutno odpadní čpavkovou vodu k tomuto účelu používanou ředit vodou závlahovou. Poněvadž jsme na možnost použití ředěné čpavkové vody k postřiku nebo k závlaze byli již několikrát dotazováni, založil jsem v roce 1958 na agrochemickém ústavě VŠZL v Brně přesné nádobové vegetační pokusy, v nichž byl sledován vliv přímého postřiku různě ředěné odpadní čpavkové vody na výnos a zdravotní stav červené ředkvičky, bílého zelí, salátu, špenátu, rajčat a fazolí. U červené ředkvičky a bílého zelí byl pro posouzení jejich kvality stanoven také obsah vitamínu C a výsledky obou těchto pokusů v následujícím uvádím.

Vlastní práce

Pokus s přímým postřikem červené ředkvičky a bílého zelí různě ředěnou odpadní čpavkovou vodou byl založen ve vegetačních nádobách Mitscherlichových, které byly naplněny předepsaným množstvím sušiny hlinito-písčité zeminy, chudé na dusík (23,5 mg dusíku podle Pázlera v 1 kg na vzduchu suché zeminy). Pro každý způsob postřiku i pro kontrolu byly určeny rostliny vždy v sérii čtyř vegetačních nádob.

Metodika pokusů

K postřiku pokusných rostlin bylo pokaždé použito 200 ml různě ředěné odpadní čpavkové vody na jednu vegetační nádobu, takže rostliny různých sérií byly vlastně přihnojeny nestejným množstvím dusíku, které bylo odstupňováno podle poměru ředění odpadní čpavkové vody vodou závlahovou. Rostliny kontrolních sérií

I. Postřik pro jednu vegetační nádobu

Série	Ředění odpadní čpavkové vody	Dávka vody v ml		Dávka N v g postřikem	
		čpavkové	závlahové	jedním	třemi
1	—	—	200,00	—	—
2	1 : 2	66,66	133,34	0,5866	1,7598
3	1 : 5	33,33	166,67	0,2933	0,8799
4	1 : 10	18,18	181,82	0,1599	0,4797
5	1 : 20	9,52	190,48	0,0838	0,2514

byly postřikovány tímtež množstvím vody závlahové. Celkově byl postřik proveden třikrát, a to v týdenních intervalech. Schéma pokusů znázorňuje tabulka I.

Pokus s červenou ředkvičkou

Při zakládání pokusu bylo dne 28. května 1958 do každé nádoby vyseto po 10 semenech červené ředkvičky (*Raphanus sativus*, var. *radicula Pers.*, odrůda Saxa) a za týden po jejich vyklíčení bylo v každé nádobě ponecháno pět stejně vzrostlých rostlinek.

První postřik byl proveden dne 18. června v době, kdy docházelo již ke slabému zduřování hypokotylu. Již druhý den po provedení postřiku se na těch místech listů rostlin ředkvičky, na nichž ulpěly jednotlivé kapky odpadní čpavkové vody, ředěné v poměru 1 : 2 a 1 : 5, objevila nekrotická místa. Listová tkáň v příštích dnech zaschla a na některých místech i vypadla. Po odpadní čpavkové vodě, ředěné v poměru 1 : 10 a 1 : 20, k poškození listů nedošlo.

Za týden po provedení prvního postřiku byly rozdíly mezi jednotlivými sériemi již dosti značné. Nejrychlejší růst a nejzelenější zabarvení vykazovaly rostliny série stříkané čpavkovou vodou, ředěnou 1 : 5, i když listová plocha byla poškozena. Rostliny série stříkané čpavkovou vodou, ředěnou v poměru 1 : 2, byly vzrůstově asi stejné jako rostliny série stříkané čpavkovou vodou, ředěnou 1 : 10,

ale barva jejich listů byla ještě bledší než u rostlin po ředění 1 : 20. Nejnížší růst vykazovaly rostliny série kontrolní.

Druhý postřik, provedený dne 25. června, působil na ředkvičku stejně jako postřik první, takže popsané rozdíly se ještě zvětšily. K popálení listů došlo jen po ředění 1 : 2 a 1 : 5. Do týdne po provedení druhého postřiku nastal ještě mohutnější růst u série třetí (ředění 1 : 5), zatímco série druhá (ředění 1 : 2) zůstala vlivem nových depresivních účinků odpadní čpavkové vody ve vzrůstu za sérií čtvrtou (ředění 1 : 10).

Po třetím postřiku, který byl proveden dne 2. července, nedošlo opět k novým změnám, ale zesílily jen změny dosavadní. Po dobu dalších deseti dnů zůstala série druhá (ředění 1 : 2) asi na stejné úrovni série páté (ředění 1 : 20), avšak po této době nastal tak prudký růst rostlin série druhé, že do doby sklizně, která byla provedena až za měsíc po třetím postřiku, předstihla všechny ostatní série a dokonce i sérii třetí (ředění 1 : 5), která měla proti ní po celou dobu provádění postřiků neobyčejný náskok.

Sklizeň ředkvičky byla provedena tak, že všechny rostliny z jednotlivých nádob byly vytrhány, bulvy omyty a po oschnutí celá sklizeň zvážena. Po ukroucení listů byly pak zváženy bulvičky. Výsledky sklizně jsou zachyceny v tabulce II.

II. Výsledky sklizně

Série	Průměrná sklizeň z jedné nádoby v gramech	
	celková	bulvy
1	29,22 ± 3 . 0,65	9,11 ± 3 . 0,91
2	208,50 ± 3 . 0,72	55,26 ± 3 . 1,03
3	159,10 ± 3 . 0,82	39,85 ± 3 . 1,24
4	133,66 ± 3 . 0,75	37,86 ± 3 . 0,98
5	85,34 ± 3 . 0,88	25,32 ± 3 . 0,87

Ihned po zvážení sklizně byly odebrány průměrné vzorky listů i bulv ke stanovení sušiny, jejíž výsledky jsou zaznamenány v tabulce III.

III. Sušina sklizně

Série	Procento sušiny		Průměrná sklizeň sušiny v g	
	listů	bulev	listů	bulev
1	22,80	26,00	6,66	2,36
2	16,36	18,92	34,11	10,45
3	16,65	20,67	26,49	8,23
4	19,59	21,57	26,18	8,16
5	21,75	22,60	18,56	5,72

Z průměrných vzorků bulv byl titračně dichlorfenolindofenolem ihned stanoven obsah kyseliny askorbové (AS) podle Tillmanna a obsah dehydro-askorbové (DAS) podle Emmerie a Eekelena (P e a c h a T r a c e y, 1955) a výsledky analýzy jsou zaznamenány v tabulce IV.

IV. Stanovení AS a DAS v ředkvičce

Série	Obsah mg % v bulvách				Průměrný výtěžek mg z jedné nádoby	
	čerstvých		v sušině			
	AS	DAS	AS	DAS	AS	DAS
1	50,87	53,11	195,65	203,40	4,63	4,83
2	37,91	40,27	200,36	212,84	20,94	22,25
3	46,94	49,88	227,09	241,31	18,70	19,87
4	49,18	52,83	228,00	244,92	18,61	20,00
5	51,60	55,34	228,31	244,86	13,06	14,01

Diskuse

Výsledky sklizně zelené hmoty odpovídají pozorování provedenému před sklizní. V sérii kontrolní trpěly rostliny naprostoým nedostatkem dusíku, takže celkový růst listů byl slabý a určitou dobu před sklizní došlo ještě ke zmenšení asimilační plochy zaschnutím a odpadnutím nejstarších listů. Důsledkem nedostatku dusíku byla nepatrná i tvorba bulv. Rovněž v sérii postřikované odpadní čpavkovou vodou, ředěnou v poměru 1 : 20, se projevil na rostlinách nedostatek dusíku a listy před sklizní byly značně zažloutlé a nejstarší z nich počaly zasychat. Dostatek dusíku u série druhé a třetí se projevil prodloužením vegetační doby u ředkvičky a udržením značného množství vody jak v listech, tak v bulvách. Sušina listů i bulv stoupala téměř rovnoměrně s klesající dávkou dusíku, jen u listů třetí série (ředění 1 : 5) vidíme téměř stejnou sušinu jako u druhé série (ředění 1 : 2), zatímco sušina bulv se lišila podstatně.

Obsah vitamínu C je charakterizován obsahem kyseliny askorbové (AS) a dehydro-askorbové (DAS). Jak je patrné z tabulky IV, je zvýšení obsahu DAS proti AS jen nepatrné a obsah obou vykazuje vlivem postřiků téměř stejné změny. Nejvyšší obsah AS a DAS je v bulvách série páté po odpadní čpavkové vodě, ředěné 1 : 20, tedy v nádobách s rostlinami přihnojenými nejnižší dávkou dusíku. Po vyšších dávkách dusíku (nižší ředění) obsah AS i DAS v čerstvé hmotě klesá a jeho pokles je tím větší, čím více dusíku dostaly rostliny. Tyto výsledky souhlasí s výsledky prací A b e r g a a E h d a h l a (1949). Výsledky prací V a ň k a (1959) ukazují, že i vlivem vyšších dávek fenolu dochází ke snížení obsahu vitamínu C. Je tedy pravděpodobné, že u druhé série (ředění 1 : 2) se na snížení obsahu AS i DAS uplatnila nejen zvýšená dávka dusíku, ale také fenol a případně i ostatní škodlivé látky v odpadní čpavkové vodě obsažené, které zde působily po značnou část vegetační doby depresivně na vzrůst rostlin ředkvičky. Tuto domněnku opodstatňuje současně i ta skutečnost, že pouze po přihnojení odpadní čpavkovou vodou se snížil v tomto ředění obsah AS a DAS v sušině, kdežto po ostatních dávkách s vyšším ředěním zůstává jejich obsah v sušině bulv téměř stejný.

Celkový výtěžek vitamínu C z jednotlivých nádob je rovněž pozoruhodný. Kontrolní série při dobrém obsahu DAS dává z jedné nádoby pouze 4,83 mg, zatímco rostliny z nádob přihnojených postřikem s nejnižší dávkou dusíku dávají celkový výtěžek 2,9krát vyšší. Největšího výtěžku z jedné nádoby bylo dosaženo po odpadní čpavkové vodě, ředěné 1 : 2, poněvadž bylo sklizeno podstatně vyšší množství sušiny bulv, které nahradilo úbytek v obsahu DAS. Po odpadní čpavkové vodě, aplikované v ředění 1 : 5 a 1 : 10, jsou rozdíly ve výtěžku vitamínu C

jen nepatrné. Výtěžek DAS je dokonce po ředění 1 : 10 nepatrně vyšší než po ředění 1 : 5, takže se můžeme domnívat, že nepatrná deprese v tvorbě vitamínu C nastala již po odpadní čpavkové vodě, ředěné 1 : 5.

Pokus s bílým zelím

Tento pokus byl založen podle stejné metodiky jako pokus s ředkvičkou. Rozdíl byl pouze v tom, že byly nejprve v pařeništi vypěstovány sazenice bílého zelí (*Brassica oleracea*, var. *capitata*) polorané odrůdy Sláva Holandu a pro pokus byly pak vybrány vyrovnané, stejně vzrostlé sazenice, které byly dne 28. května přesazeny do příslušných nádob. Před prvním postřikem, který byl proveden rovněž 18. června, byly sazenice již dobře zakořeněné a jevily ve všech nádobách známky stejnoměrného růstu. Další dva postřiky byly provedeny opět v týdenních intervalech.

První postřik nevyvolal na vnějším vzhledu rostlin žádné změny. K popálení listů nedošlo v žádném případě.

Menší změny v růstu i v sytějším zabarvení listů byly patrné teprve před prováděním třetího postřiku, a to na rostlinách sérií stříkaných odpadní čpavkovou vodou, ředěnou v poměru 1 : 2 a 1 : 5.

Po třetím postřiku docházelo pozvolna až do doby sklizně stále k větší diferenciaci v růstu, odstupňované podle obsahu dusíku v jednotlivých dávkách odpadní čpavkové vody.

Sklizeň pokusu byla provedena 29. října 1958 tím způsobem, že celé rostliny byly uříznuty těsně nad zemí a celá hmota byla zvážena. Výsledky sklizně jsou shrnuty do tabulky V.

V. Výsledky sklizně

Série	Průměrná sklizeň čerstvé hmoty v g	Procento sušiny	Sklizeň sušiny v g
1	34,50 ± 3. 2,24	15,37	5,30
2	507,00 ± 3. 4,36	8,23	41,72
3	171,00 ± 3. 3,32	12,46	21,30
4	99,25 ± 3. 2,98	12,49	12,39
5	77,00 ± 3. 2,64	14,80	11,39

Ihned po zvážení sklizně byly těsně pod hlávkou uříznuty košťály a ze všech hlávek jednotlivých sérií byly odebrány průměrné vzorky ve formě kulových výsečí a z nich pak byla stanovena sušina a AS. Od stanovení DAS bylo upuštěno jednak pro pracnost metodiky a potom také z toho důvodu, že předcházející pokus ukázal její úměrné změny s AS. Výsledky analýzy jsou zaznamenány v tabulce VI.

VI. Stanovení AS v bílém zelí

Série	Obsah mg % v hlávkách		Výtěžek mg z nádoby
	čerstvých	v sušině	
1	64,77	421,40	22,34
2	32,03	389,18	162,39
3	49,70	398,87	84,98
4	52,43	419,77	52,03
5	66,80	451,35	51,43

Při sklizni bylo patrné, že přímý postřik odpadní čpavkovou vodou na list měl na vzrůst zelí nejlepší vliv při nejmenším ředění, tj. při nejvyšším obsahu dusíku. V průměrné sklizni čerstvé hmoty jednotlivých sérií jsou patrné mnohem větší rozdíly než ve sklizni sušiny, neboť po vyšších dávkách dusíku, zejména po dávce 1,7598 g na nádobu (trojnásobný postřik odpadní čpavkovou vodou, ředěnou 1 : 2) sušina podstatně poklesla. Dávky dusíku při ředění 1 : 10 a 1 : 20 byly pro zelí nízké, takže u rostlin v těchto sériích stejně jako v sérii kontrolní nedošlo k vytvoření normální zelné hlávky.

Obsah AS v čerstvé hmotě po nejnižší dávce dusíku (ředění 1 : 20) proti obsahu v rostlinách série kontrolní poněkud stoupl. Po vyšších dávkách dusíku pak obsah AS klesal a při ředění 1 : 2 je dokonce poloviční než u série kontrolní. Snížení obsahu AS je v tomto pokuse možno přičítat na vrub zvýšené dávky dusíku. Někteří autoři, jako např. B a l k s a P o m m e r (1939), neuvádějí sice po dusíkatém hnojení tak podstatné snížení obsahu vitamínu C v zelí, ale v tomto pokuse došlo u vyšších dávek dusíku proti kontrole k tak podstatnému snížení proto, že u druhých sérií nevytvořily rostliny po nízkých dávkách dusíku ještě dostatečně svinuté hlávky, ale nesly více zelených listů, které vykazaly vyšší obsah AS než bývá v hlávkách.

V sušině není obsah AS tak rozdílný jako ve hmotě čerstvé, ale přesto od nejnižší dávky dusíku k nejvyšší se projevuje jeho klesání.

Celkový průměrný výtěžek AS z jedné nádoby je nejvyšší po nejvyšší dávce dusíku (ředění 1 : 2), poněvadž zde bylo sklizeno několikanásobné množství sušiny hmoty proti rostlinám s vysokým obsahem AS. Po ředění 1 : 10 a 1 : 20 je rozdíl ve výtěžku AS jen nepatrný, poněvadž mírné snížení obsahu AS po odpadní čpavkové vodě, ředěné 1 : 10, bylo vyrovnáno zvýšenou sklizní hmoty.

Z á v ě r

Výsledky obou popsaných pokusů ukázaly, že v praxi je možno použít zředěné odpadní čpavkové vody k přímému postřiku zeleniny. Její ředění nemůže být u všech druhů zeleniny stejné. Pro praxi, kde musíme rychle vyprodukovat maximální množství konzumní hmoty, lze u choulostivé zeleniny (ředkvička, salát, špenát apod.) doporučit bez újmy na kvalitě postřik odpadní čpavkovou vodou, ředěnou v poměru 1 : 5 až 1 : 10, a tento postřik vícekrát po sobě v krátkodobých intervalech opakovat, aby bylo rostlinám přidáno dostatečné množství dusíku. U zelí a jemu podobných druhů zeleniny lze za postačující uzнат ředění 1 : 2.

Výsledky provedených pokusů nasvědčují tomu, že zhoršení kvality zeleniny se projeví po odpadní čpavkové vodě v těch případech, kde se během vegetace projevila růstová deprese. Proto u choulostivějších druhů zeleniny bude s ohledem na kvalitu produktů prospěšnější častější používání odpadní čpavkové vody, ředěné v poměru 1 : 10.

S o u h r n

V nádobovém vegetačním pokuse byl u červené ředkvičky a bílého zelí sledován vliv postřiku různě ředěnou odpadní čpavkovou vodou na jejich růst i kvalitu.

Postřik rostlin byl proveden třikrát po sobě v týdenních intervalech, vždy 200 ml zředěné vody na jednu vegetační nádobu. Ředění čpavkové vody bylo

provedeno v poměru 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10 a 1 : 20, takže každá série pokusných rostlin dostala jiné množství dusíku.

Na ředkvičku působila v době průběhu provádění postřiku nejlépe čpavková voda, ředěná v poměru 1 : 5, i když vyvolala mírnější popálení listů. Čpavková voda, ředěná v poměru 1 : 2, způsobila nejprve značnou depresi v růstu a silnější popálení listů, ale za 10 dní po třetím postřiku nastal rychlý růst rostlin této série, která nakonec dala také nejvyšší výnos.

U zelí působil na růst postřik čpavkovou vodou mnohem pomaleji a v žádném případě nebyla pozorována ani růstová deprese, ani popálení listů. Po celou vegetační dobu byly nejlepší rostliny v sérii stříkané odpadní čpavkovou vodou, ředěnou v poměru 1 : 2.

Sušina listů ředkvičky i bulev, stejně jako i sušina zelí, klesala se snižujícím se ředěním čpavkové vody, tj. se zvyšující se dávkou dusíku.

Obsah vitamínu C po nejmenším přihnojení dusíkem (ředění 1 : 20) nejprve stoupl, ale pak se stoupajícími dávkami dusíku klesal.

Celkový výtěžek vitamínu C byl nejvyšší po nejvyšších dávkách dusíku.

Literatura

1. Aberg B., Ehdahl J., 1949: Vliv dusíku na tvorbu askorbové kyseliny u zelených rostlin. Chemical Abstract 43, 1949. — 2. Balks R., Pommer E., 1939: Vliv hnojení na obsah vitamínu C v bílém zelí. Zeitschrift f. Pfl. u. Bodenkunde, 15, 222, 1939. — 3. Barák K., Havelka B., 1956: Vegetační pokusy s hnojením zemědělských plodin odpadními čpavkovými vodami. I. Sborník VŠZL v Brně, 1956 (2) : 21. — 4. Barák K., 1956: Vegetační pokusy s hnojením zemědělských plodin odpadními čpavkovými vodami. II. Sborník VŠZL v Brně 1956 (4) : 265. — 5. Barák K., 1956: Příspěvek k poznání vlivu plynárenské odpadní čpavkové vody na výnos a kvalitu bramborových hlíz. Sborník ČSAZV v Praze, Rostlinná výroba XXIX (8) : 729. — 6. Barák K., 1957: Vliv hnojení odpadní čpavkovou vodou na výnos a kvalitu jarní pšenice. Za social. zemědělství, Praha VII (15) : 907. — 7. Barák K., 1958: Srovnání vlivu odpadní čpavkové vody a dusičnanu amonného na výnos kukuřice a jejich následné působení na ječmen. Za social. zemědělství, Praha VIII (4) : 333. — 8. Havelka B., 1958: Výsledky vegetačních pokusů s hnojením průmyslovými odpady. Sborník VŠZL v Brně 1958 (2) : 155. — 9. Kunz E., Sladovník K., 1957: Možnosti použití plynárenské čpavkové vody k hnojení zemědělských plodin. Sborník ČSAZV v Praze, Rostlinná výroba XXX (4) : 353. — 10. Paech K., Tracey M. V., 1955: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, B. II., Berlin. — 11. Vaněk J., 1959: Vliv fenolu a fenolových vod na obsah vitamínu C v zelenině. Sborník VŠZL v Brně (v tisku).

Влияние непосредственного опрыскивания сточной аммиачной водой на урожай и содержание витамина С в красной редиске и в белой капусте

В опыте в вегетационных сосудах изучалось влияние опрыскивания в разной степени разбавленной сточной аммиачной водой на рост и качество красной редиски и белой капусты.

Опрыскивание растений проводилось три раза с недельными интервалами всегда 200 мл разбавленной воды на один вегетационный сосуд. Разбавление аммиачной воды проводилось в отношениях 1:2, 1:5, 1:10 и 1:20, так что каждая серия опытных растений получала иное количество азота.

На редиску действовала в период проведения опрыскивания лучше всего аммиачная вода, разбавленная в отношении 1:5, хотя она и вызывала некоторый ожог листьев. Аммиачная вода, разбавленная в отношении 1:2, вызывала вначале значительную депрессию в росте и более сильный ожог листьев, но через десять

дней после третьего опрыскивания наступил быстрый рост растений серии, давшей также в конечном итоге наибольший урожай.

У капусты опрыскивание аммиачной водой действовало на рост гораздо медленнее и ни в одном случае не наблюдались ни ростовая депрессия, ни ожог листьев. Во время всего вегетационного периода наилучшими были растения в серии, опрыскиваемой сточной аммиачной водой, разбавленной в отношении 1:2.

Сухое вещество листьев редиски и корней, одинаково как и сухое вещество капусты, уменьшалось со снижением разбавления аммиачной воды, т. е. с повышением дозы азота.

Содержание витамина С после минимального удобрения азотом (разбавление 1:20) вначале повышалось, но потом с возрастающими дозами азота понижалось.

Общий выход витамина С был наивысшим при самых больших дозах азота.

Der Einfluß der direkten Bespritzung mit Abfallsammoniakwasser auf den Ertrag und Gehalt an C-Vitamin bei Rotrettich und Weißkraut

Im Vegetationsversuch wurde beim Rotrettich und Weißkraut Einfluß der Bespritzung mit verschiedenen Konzentrationen Abfallsammoniakwasser auf deren Wachstum und Qualität untersucht. Die Bespritzung wurde dreimal nacheinander in einwöchentlichen Intervallen immer mit 200 ml verdünnten Ammoniakabfallwasser auf je ein Vegetationsgefäß durchgeführt. Die Verdünnung des Ammoniakabfallwassers wurde im Verhältnisse 1:2, 1:5, 1:10 und 1:20 durchgeführt, so daß jede Serie der Versuchspflanzen eine andere Stickstoffmenge erhielt.

In dem Versuche mit Rotrettich war während der Vegetation von bester Wirkung das Ammoniakabfallwasser verdünnt im Verhältnisse 1:5, wenn immer dasselbe eine mäßige Verbrennung der Blätter verursachte. Das Ammoniakabfallwasser verdünnt im Verhältnisse 1:2 verursachte anfangs eine starke Wachstumsdepression und eine stärkere Verbrennung der Blätter, aber zehn Tage nach der dritten Bespritzung stellte sich ein schneller Pflanzenwuchs in dieser Serie ein, die schließlich auch einen höchsten Ertrag leistete.

Beim Weißkraut war der Einfluß der Bespritzung mit Ammoniakabfallwasser viel langsamer und eine Wuchsdepression oder Verbrennung der Blätter wurde in keinem Fall beobachtet. Während der ganzen Vegetationszeit zeigten sich die Pflanzen der Serie, welche mit Ammoniakabfallwasser verdünnt im Verhältnisse 1:2 gespritzt wurden, als die Besten.

Die Trockensubstanzinhalt der Blätter und Bollen des Rotrettichs sowie auch die Trockensubstanzinhalt von Weißkraut sank mit der sinkenden Verdünnung des Ammoniakabfallwassers, das heißt, mit steigenden Stickstoffgaben.

Der Gehalt an Vitamin C stieg anfangs bei der niedrigsten Düngung mit Stickstoff (Verdünnung 1:20), sank jedoch nachher bei höheren Stickstoffgaben. Der Gesamtertrag von Vitamin C war der höchste nach den größten Stickstoffgaben.

Dlouhodobá půdně mikrobiologická pozorování na travoplném osevním postupu v Ivanovicích na Hané

Долговременные почвенно-микробиологические наблюдения в травопольном
севообороте в Ивановицах на Гане

Langwährende boden-mikrobiologische Beobachtungen auf der Trawopolnaya-
Fruchtfolge in Ivanovice auf Haná

RNDr. Blanka ÚLEHLOVÁ

Výzkumný ústav pro travoplní soustavu ČSAZV, Pohořelice

Řada autorů si všímá dynamiky zastoupení jednotlivých skupin mikroorganismů v půdě pod různými kulturními plodinami v osevních postupech (Berezová, Dorosinskij, Geller, Krasilnikov, Mišustin, Řídký a jiní). Většina prací je však jednoletá, případně dvouletá a hodnotí výsledky buď tak, že používá k vyhodnocování přímo počet mikroorganismů v 1 g suché půdy, nebo vyjadřuje počty organismů, úbytky či přírůstky v jejich počtu procenticky. V této práci jsme se pokusili svá tříletá pozorování z travoplního osevního postupu v Ivanovicích na Hané zhodnotit analýzou variance.

V roce 1940 začali James a Shuterland statisticky hodnotit půdní mikrobiální analýzy. Propracovávali hlavně metodické otázky, zabývali se vlivem různého ředění na přesnost mikrobiální analýzy, vlivem hustoty výsevu organismů na plně na přesnost stanovení, vlivem vlhkosti a teploty v krátkodobých pokusech (15 týdnů) a vlivem půdního prostředí na mikrobiální rozbor. Také sledovali odchylky v počtu bakterií v půdě na jednotlivých parcelách s odlišnou krycí plodinou. Všechna tato sledování však dělali jen v krátkodobých dvacetitýdenních pokusech. K statistickému hodnocení většinou používali analýzu variance, v některých případech pak pracovali metodou korelací.

Rovněž práce německého autora Müllera se zabývají statistickým vyhodnocováním krátkodobých výsledků půdních biologických analýz. Tento autor se však zabývá stanovením celkového počtu bakterií a podrobněji propracovává pouze edafonologickou stránku biologické půdní složky. Pracuje metodou korelační, jak nám sdělil při návštěvě v našem ústavu.

Z našich autorů se pokusili analyticky hodnotit výsledky půdně mikrobiálních analýz Macura analýzou variance na materiálu z nádobových pokusů. Konečně Ambrož metodou korelací hodnotil výsledky mikrobiálních analýz půd z Hád.

Materiál a metodika

Provedli jsme statistické zhodnocení výsledků půdně mikrobiální stanovení, získaných v letech 1954 až 1956 z černozemních půd honů travoplního osevního postupu v Ivanovicích na Hané u dvou plodin, následujících vždy po stejné předplodině, a to u ječmene jarního, následujícího po cukrovce, a u cukrovky, následující po ozimé pšenici.

Hodnocení jsme provedli pro šest různých fyziologických skupin mikroorganismů, a to pro bakterie, rozkládající bílkoviny, bakterie sporulující, bakterie na Thorntonově agaru, pro azotobaktera, pro skupinu bakterií rozkládajících pektin, a konečně pro specifickou skupinu organismů, rozkládajících celulózu. Po tři roky jsme prováděli vždy pět analýz během vegetační doby (asi pět neděl vzdálené), a to začátkem dubna, v květnu, v čemu, začátkem srpna a koncem září. Pro každou plodinu jsme měli výsledky ze dvou opakování terénních, které jsme analyzovali vždy pro každou skupinu na čtyřech Petriho miskách, takže údaj pro jednotlivý odběr v každém roku byl z osmi Petriho misek.

I. Cukrovka

Zdroj variability	N	Součet čtverců	Průměrný čtverec	F
Skupina mikroorganismů rozkládajících bílkoviny				
Roky	2	64,48	32,24	1,3
Odběry	4	426,66	106,66	4,3
Interakce	8	356,55	44,57	1,8
Chyba	15	370,55	24,70	
Skupina mikroorganismů sporulujících				
Roky	2	40,61	20,30	104
Odběry	4	20,02	5,05	25,8
Interakce	8	48,32	6,04	30,9
Chyba	15	2,93	0,19	
Celkový počet bakterií na Thorntonově agaru				
Roky	2	47095,06	23547,53	7,6
Odběry	4	30614,42	7631,10	2,4
Interakce	8	142543,34	17817,91	5,8
Chyba	15	46413,32	3094,22	
Azotobakter				
Roky	2	9748,80	4874,40	1,4
Odběry	4	18145,17	4536,29	1,3
Interakce	8	13390,56	1673,82	
Chyba	15	49457,71	3297,18	
Skupina mikroorganismů rozkládajících pektin				
Roky	2	2453,12	1226,56	1,7
Odběry	4	14133,85	3533,46	5,2
Interakce	8	9022,81	1127,85	1,6
Chyba	15	10089,61	672,64	
Skupina mikroorganismů rozkládajících celulózu				
Roky	2	930,46	465,23	1,05
Odběry	4	5302,78	1325,69	2,99
Interakce	8	12099,32	1501,16	3,3
Chyba	15	6638,98	442,59	

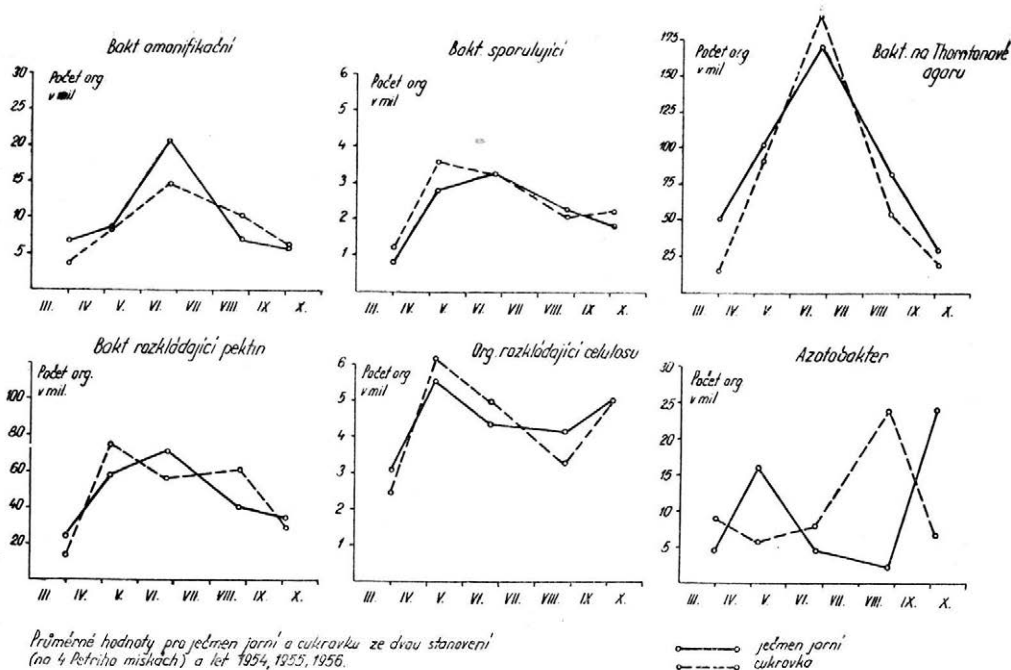
II. Ječmen jarní

Zdroj variability	N	Součet čtverců	Průměrný čtverec	F
Skupina mikroorganismů rozkládajících bílkoviny				
Roky	2	79,97	39,00	4,7
Odběry	4	1005,50	251,40	29,5
Interakce	8	620,92	77,61	9,1
Chyba	15	120,82	8,5	
Skupina mikroorganismů sporulujících				
Roky	2	31,01	15,50	21,8
Odběry	4	31,41	7,85	11,05
Interakce	8	26,38	3,30	4,6
Chyba	15	10,68	0,71	
Celkový počet bakterií na Thorntonově agaru				
Roky	2	44509,28	22254,64	28,4
Odběry	4	84102,63	21020,66	26,8
Interakce	8	56645,05	7080,63	9,02
Chyba	15	11763,31	784,22	
Azotobakter				
Roky	2	31448,06	15724,03	4,2
Odběry	4	21713,52	5428,38	1,4
Interakce	8	26792,88	3349,11	
Chyba	15	55920,64	3728,04	
Skupina mikroorganismů rozkládajících pektin				
Roky	2	1918,10	959,10	7,8
Odběry	4	8724,31	2181,08	17,9
Interakce	8	4848,75	606,09	4,9
Chyba	15	1821,63	121,44	
Skupina organismů rozkládajících celulózu				
Roky	2	1065,9	532,9	1,65
Odběry	4	2122,9	530,7	1,6
Interakce	8	5933,1	749,1	2,32
Chyba	15	4933,5	322,2	

Celý materiál jsme zpracovávali analýzou variance, a to tak, že jako sloupce jsme užili jednotlivé odběry, jako řady jsme měli jednotlivé roky. Výsledky udávají následující tabulky I a II. Průměrné hodnoty u jednotlivých odběrů pro stanovení určité fyziologické skupiny mikroorganismů pod sledovanými plodinami, které jsou průměrem ze dvou stanovení terénních a dvou laboratorních, opakovaných třikrát (během tří let), nám udávají pak obecnou tendenci rozvoje mikroorganismů té které skupiny během vegetačního období a jsou pro všechny sledované fyziologické skupiny charakteristické. Jsou znázorněny na grafu 1.

Rozbor výsledků

Statistickým zhodnocením půdně mikrobiálních analýz docházíme ke správným výsledkům, neboť určením příčin variability se nám objeví teprve správné vztahy mezi sledovanými vlastnostmi. Srovnáme-li pouze průměry jednotlivých odběrů, zdá se nám, že jsou mezi nimi jasné rozdíly, avšak teprve ve světle statis-



Graf 1. Obecná tendence průběhu jednotlivých skupin mikroorganismů

tického hodnocení se ukáže průkaznost jedné a neprůkaznost jiných faktorů, neboť zvláště u mikrobiální půdní populace je variabilita velmi vysoká.

Srovnáváme-li průkaznosti uvažovaných faktorů (roků, odběrů a jejich interakce) u všech fyziologických skupin mezi oběma sledovanými plodinami, jeví se nám určité rozdíly. Tak u ječmene jsou průkazné rozdíly mezi roky a odběry u všech skupin až na skupinu rozkladačů celulózy a azotobaktera. Naproti tomu u cukrovky jsou ve všech vlastnostech průkazné pouze skupina sporulujících bakterií a bakterií na Thorntonově agaru. U ostatních skupin jsou některé vlastnosti průkazné, jiné neprůkazné. Jenom rozkladači celulózy a azotobakter jsou ve všech vlastnostech neprůkazné, právě tak jako u ječmene. Tyto rozdíly mezi oběma plodinami si vysvětlujeme tak, že kultura ječmene probíhá od zasetí až do sklizně prakticky bez zásahu (až na srážky), takže půdní poměry pod takovou kulturou jsou vyrovnané. Naproti tomu při kultivaci cukrovky přijde do půdy chlévská mrva, která nikdy není ideálně v půdě rozptýlena, řepa se protrhává, okopává, během značné části vegetační doby se dělají nějaké zásahy do půdy, takže půdní podmínky jsou značně nevyrovnané. A právě mikroflóra, jakožto citlivá biologická složka, odrazí ihned tyto nerovnosti. To má ovšem metodologické důsledky pro mikrobiologické půdní rozbor. Tak pro obiloviny stačí pro mikrobiologický rozbor dvě opakování terénní a dvě opakování laboratorní, ovšem nestačí to pro okopaniny, kde je nutno zavést víc opakování terénních. Závažné jsou neprůkazné rozdíly u obou vysoce specifikovaných skupin, a to u azotobaktera a organismů rozkládajících celulózu. Jelikož se jedná o organismy pěstované na specifických živných půdách, vyvstává otázka, zda je neprůkaznost způsobena metodickými nedostatky, jsou-li obě tyto skupiny tak vysoce variabilní, či projevují-li tak málo periodicity. To by znamenalo, že jak rozklad celulózy, tak fixace dusíku azotobakterem nejsou ovlivňovány klimatickými změnami, což neodpovídá dosavadním zkušenostem. Ce-

lou problematiku těchto dvou skupin nutno prověřit na širším materiálu, případně jinými metodikami.

Připojili jsme graf 1, abychom názorně ukázali, jak specificky se rozvíjí ta která fyziologická skupina během vegetačního období. Z křivek obecných tendencí vyplývá, že jednotlivé fyziologické skupiny se liší nejenom co do počtu organismů na 1 kg vyschlé půdy, ale každá skupina má i svůj specifický průběh během roku pro každou krycí plodinu trochu málo odlišný. Tak skupina organismů amonifikačních a celkový počet bakterií na Thorntonově agaru mají výrazné maximum rychle opadávající ve třetím odběru, ovšem bakterie na Thorntonově agaru mají počty řadově o jedničku vyšší. Bakterie sporulující mají maximum ve druhém odběru u cukrovky, ve třetím u ječmene, avšak toto maximum pomalu opadáva až do podzimu; u řepy je v posledním odběru nepatrný vzestup. Bakterie rozkládající pektin mají na jaře a na podzim deprese, zatímco během roku se rozvíjejí dobře. Bakterie rozkládající celulózu vykazují dvě maxima během roku, na jaře ve druhém odběru a na podzim v posledním odběru. Konečně azotobakter má velmi odlišný průběh u obou sledovaných krycích plodin. Tak u ječmene je menší maximum u druhého odběru a vysoké maximum u posledního odběru, u cukrovky je jarní maximum již u prvního odběru, podzimní maximum u předposledního odběru, takže celý cyklus je posunut o jeden odběr k jaru.

Souhrn

Analýzou variance byly vyhodnoceny tříleté výsledky půdně mikrobiálních rozborů černozemních půd osevního postupu v Ivanovicích na Hané v letech 1954 až 1956. Byl hodnocen rozvoj bakterií rozkládajících bílkoviny, bakterií sporulujících, bakterií na Thorntonově agaru, bakterií rozkládajících pektin a celulózu a azotobaktera během vegetačního období pod jarním ječmenem po cukrovce a pod cukrovkou po ozimé pšenici.

V půdních vzorcích pod ječmenem byly průkazné rozdíly mezi roky a odběry u všech mikrobiálních skupin až na skupinu rozkladačů celulózy a azotobaktera. Naproti tomu u cukrovky vykazovala průkazné rozdíly pro uvažované faktory pouze skupina sporulujících bakterií a bakterií na Thorntonově agaru. U ostatních skupin mikroorganismů byl vliv některého faktoru průkazný, jiného neprůkazný. Křivky, znázorňující změny v obsahu jednotlivých fyziologických skupin mikroorganismů v půdě během vegetačního období ukazují, že jednotlivé fyziologické skupiny se liší nejenom počtem organismů na 1 g suché půdy, ale i tím, že celkový počet organismů každé skupiny vykazuje specifický průběh během vegetačního období pro obě krycí plodiny.

Literatura

1. Ambrož Z.: Sledování aktivity půdních enzymů v závislosti na činnosti mikroorganismů. Sborník ČSAZV 29:12 1956. — 2. Berezova E. F.: Rol mikroorganismov v pitanii rastenij. Moskva 1953. — 3. Dorosinskij L. M.: Korněvoje pitanie rastenij i mikroorganizmy. Agrobiologija 2: 1951. — 4. Eisenhart Ch., Wilson P. W.: Statistical methods and control in bacteriology. Bacteriological Review 4: 1943. — 5. Geller J. A.: O biologičeskich faktorach počvennogo plododija. Mikrobiologija 3:1955. — 6. James N., Schuterland M. L., Effect of numbers of colonies per plate on the estimate of the bacterial population in soil.

Canad. Journ. of Research 18 C : 8 1940. — 7. James N., Shuterland M. L.: Fluctuation in numbers of bacteria in soil. Canad. Journ. of Research 18 C : 8 1940. — 8. James N., Shuterland M. L.: Variation in numbers of bacteria in two plots. Canad. Journ. of Research 21 C : 4 1943. — 9. Macura J.: Rhizosféry mikroflore cukrovky. Československá mikrobiologie 3 : 1958. — 10. Mišustin J. N., Naumova A. N.: Vylučování toxických látek vojštěskou a její vliv na bavlík a mikrofloru půdy. Izv. A. N. SSSR ser. biol. 6 : 1955. — 11. Krasilnikov N. A.: Rol mikroorganizmov v doplniteľnom pitaní rasteníj. Uspechi sovr. biologii 3 : 1952. — 12. Rídký K.: Úloha mikrobů ve výživě rostlin. Sborník ČSAZV 29 : 1956.

Долговременные почвенно-микробиологические наблюдения в травопольном севообороте в Ивановицах на Гане

Полученные трехлетние материалы (1954—1956 гг.) по исследованию почвенно-микробиальной деятельности в полевом севообороте на черноземных почвах опытной станции в Ивановицах на Гане позволяют сделать некоторые выводы. Проводилась оценка развития бактерий, разлагающих белки, спорулентных бактерий, бактерий в агаре Торнтон, бактерий, разлагающих пектин и целлюлозу, и азотобактера на протяжении вегетационного периода под яровым ячменем после сахарной свеклы и под сахарной свеклой после озимой пшеницы.

В почвенных образцах под ячменем была установлена явная разница между годами и временем взятия образцов у всех микробиальных групп бактерий кроме группы бактерий разлагающих целлюлозу и азотобактера. В противоположность этому у сахарной свеклы наблюдаются явные различия по исследуемым факторам только у спорулентных бактерий и бактерий в агаре Торнтон. У остальных физиологических групп микроорганизмов влияние одного фактора было достоверным, а другого — недостоверным.

Кривые, изображающие изменения в содержании отдельных физиологических групп микроорганизмов в почве на протяжении вегетационного периода, показывают, что отдельные физиологические группы отличаются не только по количеству организмов на 1 г абс. сухой почвы, но и по динамике развития организмов отдельных физиологических групп на протяжении вегетационного периода в зависимости от покровной культуры.

Langwährende boden-mikrobiologische Beobachtungen auf der Trawopolnaya-Fruchtfolge in Ivanovice auf Haná

Dreijährige Ergebnisse der bakteriologischen Bodenanalysen der Fruchtfolge in Ivanovice auf Haná in Jahren 1954—1956 wurden durch die Analyse der Varianze ausgewertet. Die Entwicklung der proteolytischen Bakterien, der sporenbildenden Bakterien, Bakterien auf dem Thornton'schen Agar, der Zellulose- und Pektinzeretzenden Bakterien und des Azotobaktors wird während der Vegetationsperiode unter Frühlingsgerste nach Zuckerrübe und unter Zuckerrübe nach Winterweizen gewertet.

Die Unterschiede zwischen einzelnen Jahren und einzelnen Bodenproben sind für alle physiologischen Gruppen unter Frühlingsgerste statistisch nachweisbar. Die Unterschiede bei Zuckerrübe für alle Faktoren sind nur bei sporenbildenden Bakterien und bei Bakterien auf dem Thornton'schen Agar nachweisbar. Bei anderen Gruppen ist der Einfluß von einigen Faktoren nachweisbar, von anderen nicht. Es folgt aus den Kurven, die die Zahlenänderungen der untersuchten physiologischen Gruppen der Mikroorganismen während der Vegetationsperiode zeigen, daß die untersuchten physiologischen Gruppen sich nicht nur durch die Zahl der Organismen pro 1 g trockenen Boden unterscheiden, sondern auch durch einen spezifischen Verlauf der entsprechenden Kurven für beide Deckfrüchte.

Kolometrická stanovení obsahu celkového dusíku v půdním humusu

Колориметрическое определение содержания общего азота в почвенном гумусе

Die kolorimetrische Bestimmung des gesamten Stickstoffes im Bodenhumus

Dr. Adolf DOSTÁL a Lubomír MAŠTALÍŘ

Ústřední laboratoř půdoznalství a agrochemie ÚKZÚZ, Praha

Úvod

Dosavadní výsledky výzkumu humusu hovoří přesvědčivě o tom, že kvalita humusu v různých půdních typech je odlišná. To se potom pochopitelně odráží i na výši úrodnosti takové půdy.

Jednou z nejdůležitějších složek humusu je dusík, jehož vztah k uhlíku, obvykle vyjadřovaný poměrem $C : N$, je pro humus různých půdních typů charakteristický. Otázka dusíku je také posuzována i z hlediska výživy rostlin, pro které je humus považován za hlavní zásobárnu dusíku.

Stanovení celkového dusíku humusu má svůj význam teoretický i praktický a vzhledem k tomu, že metoda dosud neužívanější, kjeldahlizace ve své klasické podobě je metodou dosti pracnou a časově náročnou, snažili jsme se upravit tento způsob tak, aby při jednoduchosti zůstala zachována dostatečná přesnost metody.

Část všeobecná

Za vhodnou metodu jsme považovali kolorimetrické stanovení dusíku jako amonného iontu Nesslerovým činidlem po předběžné kjeldahlizaci vhodného množství humusového extraktu, jak je uvádí G. L. Miller a spoluautoři (1), resp. F. C. Koch a spoluautoři (2). Ukázalo se však, že tato úprava by nevyhovovala z několika důvodů (složitě a nákladně zařízení pro zahřívání při kjeldahlizaci, velmi přesné dodržování časů [na vteřiny] a peroxid vodíku prostý dusíku aj.). Proto jsme se zaměřili výhradně jen a úpravu klasického způsobu Kjeldahlova se samotnou kyselinou sírovou.

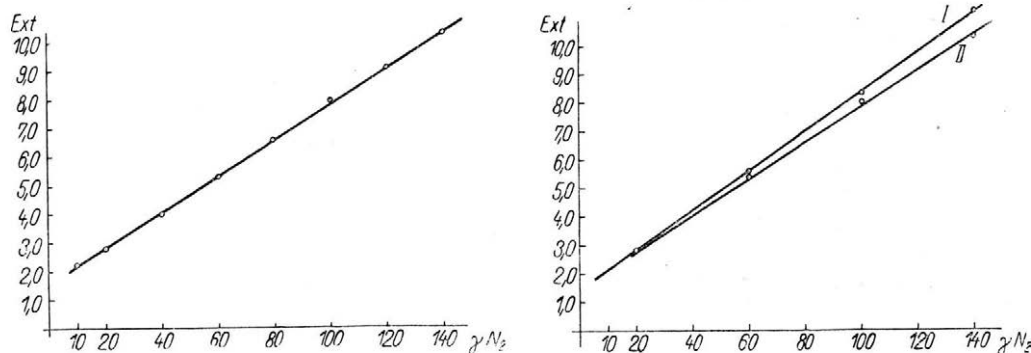
Pro kolorimetrické vyhodnocování spálených vzorků jsme se rozhodli proto, že je možno pracovat v mikrokvantech s dostatečnou přesností a že kolorimetrické stanovení je jednoduché a časově i pracovníě úsporné. Při celém postupu je ovšem třeba zachovávat přesně poměry a kvalitu činidel, ježto každá, i malá odchylka, která není ověřena, má za následek poměrně značné rozdíly ve výsledcích.

Část pokusná

1. Stanovení kalibrační křivky

Nejprve jsme si ověřili průběh extinkcí u roztoku sekundárního fosforečnanu amonného $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; jeho vhodný roztok, obsahující postupně 5, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100, 120 a 140 gamma dusíku ve 20 ml, jsme vybarvovali jednoduchým přidavkem 5 ml Nesslerova činidla zvláštního složení (3) řez jakékoliv jiné úpravy. Pokus potvrdil vhodné kvality Nesslerova činidla. Průběh extinkcí znázorňuje křivka I v obr. 1.

Dalšími pokusy jsme sledovali dvě otázky: možnost snížit množství Nesslerova činidla a vliv zvýšené koncentrace vodíkových iontů na intenzitu zabarvení, ježto produkt po kjeldahlizaci je rovněž kyselý. Přidáváním ke každému vzorku sek. fosforečnanu amonného 0,5 ml kyseliny sírové, ředěné vodou v poměru 1 : 1, a jenom 3 ml Nesslerova činidla byl při dvojím opakování získán průběh extinkcí, který znázorňuje přímka II v obr. 1. Z grafu je zřejmo, že při vybarvování neokyselených roztoků fosforečnanu, kdy se část Nesslerova činidla neotupuje kyselostí vzorků, tvořily extinkce přímku poněkud odchýlenou od přímky, získané vybarvováním vzorků původně kyselých. Obě tyto přímky však vyhovují dokonale Lambert-Beerovu zákonu a při nižším obsahu dusíku prakticky splývají. Jde-li tedy o stanovení absolutního obsahu dusíku asi do množství 50 gamma ve 20 ml, je možno v běžné praxi rozdíl mezi oběma přímkami zanedbat.



Obr. 1.

Po prověření vhodnosti činidla, stálosti zabarvení a vlivu kyselosti na čistém anorganickém preparátu byl celý postup ověřován na standardním organickém preparátu, obsahujícím dusík, který bylo třeba již kjeldahlizovat. Zkušební látkou byl pepton (*Bactopepton Spofa*), obsahující 13,02 % veškerého dusíku. Také zde byla prokázána velmi uspokojivá trvanlivost vzniklého zabarvení a dobrá reprodukovatelnost výsledků (ověřená trojím opakováním všech pokusů). Křivka sleduje velmi dobře Lambert-Beerův zákon a prakticky se zcela shoduje s křivkou II v obr. 1, takže lze kterékoli z nich použít jako křivky odečítací. K odečítání obsahu dusíku v humusových extraktech sloužila křivka získaná s peptonem (znázorněná na obr. 2).

Dalšími pokusy byly sledovány optimální podmínky pro předpokládaný pracovní postup, zejména tyto dílčí problémy:

1. vhodný objem půdního alkalického výluhu pro kjeldahlizaci;

2. vhodné množství kyseliny sírové;
3. vliv koncentrace vodíkových iontů na intenzitu zbarvení roztoků po přidání Nesslerova činidla;
4. nejmenší množství Nesslerova činidla, potřebné pro správné vybarvení vzorků.

Po četných pokusech jsme poznali, že je nejlépe zpracovávat 1 až 5 ml půdního výluhu a že kjeldahlizace uvedeného množství výluhu vyžaduje 5 ml kyseliny sírové (přičemž pracujeme s kyselinou sírovou, zředěnou destilovanou vodou v poměru 1 : 1 objemově). Vzorek je však po skončené kjeldahlizaci příliš kyselý a není možno ho přímo vybarvovat jak pro tuto vysokou kyselost, tak i pro značný obsah dusíku v něm. Ředíme ho proto na 200 ml vodou a z roztoku pak bereme na vybarvení 20 ml. Tím získáme vzorek o vhodné kyselosti i vhodném obsahu dusíku. Dokonalého vybarvení se dosáhne potom přidávkou 3 ml Nesslerova činidla.

Doporučujeme Nesslerovo činidlo si připravit vždy jen v takovém množství najednou, aby nám stačilo na proměření určité série vzorků v období několika málo dnů, a s novým činidlem zhotovit vždy i novou odčítací křivku.

Pokusy s humusem

a) Příprava půdního extraktu: 50 g půdy, usušené na vzduchu a prosáté sítím s otvory o průměru 2 mm, jsme zbavili nejprve mastných a bituminózních látek extrakcí chloroformem na Soxhletově extrakčním přístroji (po šest hodin).

Extrahovaný vzorek jsme vysušili na vzduchu od zbytků chloroformu a vysušený vzorek pak dále zpracovávali: do nádoby, např. skleněné kádinky, jsme odměřili 250 ml 2 N NaOH a tento roztok jsme uvedli k varu. Potom jsme do něho za stálého míchání pomalu vsypávali připravenou půdu a od skončení vsypávání ještě 10 minut zahřívali k varu. Potom jsme nechali zchladnout, doplnili objem na původní hodnotu a odstředili extrakt od půdy. S tímto extraktem jsme pak v dalším pracovali.

b) Určování obsahu dusíku v půdních extraktech. Způsobem právě popsaným jsme si připravili extrakty celkem ze šesti různých půd, mezi nimiž byly zastoupeny černozemě a podzolové půdy, vesměs odebrané v kraji Praha. Extrakty jsme pak pipetovali přímo ke stanovení, a to vždy 1 ml a 5 ml každého extraktu při dvojím opakováním u každého vzorku. Zjištěné absolutní množství dusíku v daném vzorku bylo přepočteno na procenta. Ukazuje se, že shoda mezi výsledky je tu velmi dobrá (tab. I).

Pro srovnání uvádíme v této tabulce ještě výsledky stanovení veškerého dusíku v týchž půdních extraktech obvyklou metodikou (12).

Pracovní postup kolorimetrického stanovení celkového dusíku v humusu, extrahovaném z půdy louhem

Činidla

1. Chloroform, stačí technická čistota.
2. Louh sodný, koncentrace asi 2 N: 80 g NaOH p. a. rozpustíme v destilované vodě a doplníme na objem 1 litr.
3. Kyselina sírová, ředěná dest. vodou 1 : 1 objemově. 50 ml H₂SO₄ p. a. (nejčistší, bezbarvé) přidáváme pomalu za míchání a intenzivního chlazení do 50 ml čisté, destilované vody, neobsahující dusík.
4. Kovový práškový selen.

I. Obsah dusíku v humusu různých půd

Půda	ml výluhu	Ext.	γN_2 ve 20 ml	% N_2 v půdě	Průměrné hodnoty norm. Kjeldahlem
11	1	2,95	22	0,110	0,115 %
	1	2,95	22	0,110	
	5	8,50	108	0,108	
	5	8,40	107	0,107	
12	1	2,9	21	0,105	0,102 %
	1	2,85	21	0,105	
	5	8,35	106	0,106	
	5	8,35	106	0,106	
13	1	2,0	7	0,035	0,037 %
	1	2,0	7	0,035	
	5	3,65	33	0,033	
	5	3,65	33	0,032	
14	1	2,95	22	0,110	0,127 %
	1	2,85	21	0,105	
	5	8,7	112	0,112	
	5	8,3	105	0,105	
15	1	3,05	24	0,120	0,134 %
	1	3,05	24	0,120	
	5	9,30	121	0,121	
	5	9,30	121	0,121	
16	1	2,45	15	0,075	0,094 %
	1	2,45	15	0,075	
	5	6,50	77	0,077	
	5	6,40	75	0,075	

5. Horká destilovaná voda, prostá dusíku.

6. Nesslerovo činidlo: 100 g červeného jodidu rtuťnatého a 80 g jodidu draselného se rozpustí ve 100 ml destilované vody. K tomuto roztoku se pomalu přilije roztok nejčistšího NaOH , 200 g v 900 ml vody, a nechá se ustát tak dlouho, dokud se činidlo zcela nevyjasní, což trvá obvykle několik dnů. Potom se slije nebo odcentrifuguje od sedimentu a je připraveno k použití.

b) Vlastní postup

Do kjeldahlizační baničky objemu 50 ml pipetujeme 1 až 5 ml půdního extraktu, přidáme k němu 5 ml kyseliny sírové 1 : 1 (činidlo 3), malé množství (asi 0,1 g) kovového práškového selenu a kjeladhlizujeme opatrně, pokud není produkt v baničce zcela čirý, a dále ještě asi 10 minut, aby kjeldahlizace proběhla zcela spolehlivě až do úplného konce.

Potom odstavíme, necháme zchladnout a přeneseme obsah baničky do 200ml odměrky, aniž filtrujeme. Baničku při tom vyplachujeme horkou destilovanou vodou: dbáme na to, aby byly touto vodou důkladně promyty hrudkovité klky kyseliny křemičité, ulpělé na skle baničky, avšak není nutné, aby všechna kyselina křemičitá přešla do odměrky.

Odměrku doplníme po značku studenou destilovanou vodou, obsah promícháme, necháme event. zchladnout a usadit se kyselinu křemičitou, která přešla do odměrky při vymývání baničky.

Ke 20 ml tohoto roztoku přidáme pak za míchání 3 ml Nesslerova činidla (činidlo 6) a po 20 minutách kolorimetrujeme při použití filtru 4200 Å. K nalezené extinkci vyhledáme pak příslušný obsah dusíku na odčítací křivce, zhotovené podle popisu v odstavci 1. pokusné části.

Souhrn

Popisuje se kolorimetrické stanovení celkového dusíku v humusu, extrahovaném z půdy horkým roztokem hydroxydu sodného. Rovněž příprava tohoto půdního extraktu je uvedena.

Stanovení samo spočívá v tom, že se opatrně kjeldahlizuje vhodné množství půdního extraktu s přesným množstvím kyseliny sírové za přítomnosti práškového selenu jako katalyzátoru, produkt se zředí vodou na vhodný objem, z něhož se pak přiměřená část vybarvuje Nesslerovým činidlem speciálně upraveným a kolorimetruje se.

Metoda je velmi úsporná, neboť odpadají četné pracovní úkony (např. destilace amoniaku do předlohy, titrace, příprava přesných roztoků atd.) a rovněž je rychlá. Znamená tedy značné zvýšení produktivity práce. Při tom je velmi citlivá a přesná. Stanoví se jí zcela spolehlivě množství 10 γ dusíku s přesností asi $\pm 4\%$. Výsledky jsou dobře reprodukovatelné.

Literatura

1. G. L. Miller a sp.: Anal. Chem., 20, 481-488, 1948. — 2. F. C. Koch a sp.: J. Am. Chem. Soc., 46, 2066, 1924. — 3. Arbeitsvorschriften für das PULFRICH-Photometer, Sammlung I, str. I/S 2. — 4. J. Laník - J. Halada: Rozbory půd, vyd. SZN, Praha 1956.

Колориметрическое определение содержания общего азота в почвенном гумусе

Предлагается удобный метод для колориметрического определения общего азота в гумусе, экстрагированном из почвы с помощью горячего раствора натриевой щелочи. Одновременно описывается и способ экстракции гумуса.

Предлагаемый здесь метод заключается в следующем: определенное количество почвенного экстракта (1—5 мл) осторожно кельдализируется с точно измеренным количеством серной кислоты (5 мл), разбавленной дистиллированной водой в соотношении 1:1 по объему, в присутствии небольшого количества (0,1 г) металлического селена в качестве катализатора. После окончания кельдализации остаток в колбе разбавляется водой до 200 мл и к соответствующей части этого раствора (20 мл) затем прибавляются 3 мл реактива Несслера, приготовленного по специальному способу. Через 20—30 минут производится само определение.

Наш метод является очень экономичным, так как ограничивается меньшим числом рабочих операций, например, не требуется перегонка аммиака в серную кислоту, титрование, приготовление точных растворов и т. п. Кроме того сам метод является очень быстрым и удобным. Поэтому он имеет большое значение для повышения производительности труда в агрохимических лабораториях. Метод является одновременно очень точным и чувствительным: можно вполне надежно определить 10 γ азота в 20 мл раствора с точностью приблизительно $\pm 4\%$ при хорошей воспроизводимости результатов.

Die kolorimetrische Bestimmung des gesamten Stickstoffes im Bodenhumus

Man beschreibt eine kolorimetrische Methode zur kvantitativen Ermittlung des gesamten Stickstoffes im Bodenhumus; zugleich beschreibt man auch die Extraktion des Humus mit Hilfe von siedender Lösung des Natriumhydroxyds.

Man kjeldahlisiert zuerst eine geeignete Menge (1—5 ml) des Bodenextraktes unter Zugabe von genau 5 ml Schwefelsäure 1:1 und in Anwesenheit einer kleinen Menge (0,1 g) metallischen, pulverisierten Selen als Katalysator. Nach Beendigung der Verbrennung verdünnt man die Probe mit Wasser zu 200 ml, und zu 20 ml dieser Lösung fügt man vorsichtig und langsam unter gutem Schütteln 3 ml des speziellen Nessler-Reagenz zu. Nach etwa 20—30 Minuten kann man kolorimetrieren.

Die Methode ist sehr vorteilhaft, denn es ist möglich, verschiedene Operationen auszulassen (z. B. das Abdestillieren des Ammoniaks in die Vorlage, die Titration, die Zubereitung massanalytischer Lösungen usw.); die Bestimmung kann man auch verhältnismäßig sehr schnell durchführen, sodaß diese modifizierte Methode eine bedeutende Steigerung der Arbeitsproduktivität im Betrieb der agrochemischen Laboratorien mit sich bringt. Sie ist auch genügend präzise, denn sie gestattet eine Menge von 10 γ N mit Genauigkeit von etwa $\pm 4\%$ ganz zuverlässig zu bestimmen; die Resultate sind gut reproduzierbar.

Příspěvek k metodikám získávání kořenových sekretů sterilně pěstovaných rostlin

К методикам получения корневых выделений у стерильно выращиваемых растений

Beitrag zu den Methodiken der Gewinnung von Wurzelsekreten steril angebauter
Pflanzen

Inž. dr. Jaroslav ŽÁK

Vysoká škola zemědělská, katedra botaniky a mikrobiologie, Brno

C. Sc. Inž. Jaroslav KOLOUŠEK,

Fyzikální ústav lékařské fakulty Karlovy university, Praha

Předložil dopisující člen ČSAZV prof. dr. Václav Káš

Úvod

V rámci studia vzájemných vztahů rostliny s mikroorganismy stává se stále aktuálnější problém kořenové sekrece. Jeho řešení se opírá o výsledky, získané při modelových pokusech s rostlinami ve sterilních podmínkách.

Kromě anorganických solí byly z organických látek zatím nejčastěji sledovány aminokyseliny, cukry a organické kyseliny. V posledních letech bylo zjištěno, že vedle těchto základních plastických látek jsou v kořenových sekretech obsaženy mimo jiné i látky povahy stimulátorů, tj. vitaminy hlavně ze skupiny bios — Meškov (1), puriny a pyrimidiny — Rovira, 1956 (2), auxiny, ale i látky toxické*), jimž někteří autoři přikládají význam rozhodujícího faktoru na rozvoj a činnost rhizosféry mikroflóry. Jejich názor nás vedl k založení vegetačních pokusů s ječmenem — Šikula, Žák, 1956 (3) a kukuřicí (nepublikováno), kde jsme sledovali možnost ovlivnění rhizosféry mikroflóry aplikací β -indolyloctové kyseliny v pastě na nadzemní části rostlin.

Mikrobiologickými rozbory bylo zjištěno, že dlouhodobá aplikace heteroauxinu měla velmi příznivý vliv na pomnožení mikroorganismů, zejména bakterií a z nich zvláště pak skupiny *Azotobacter* a bakterií rozkládajících celulózu.

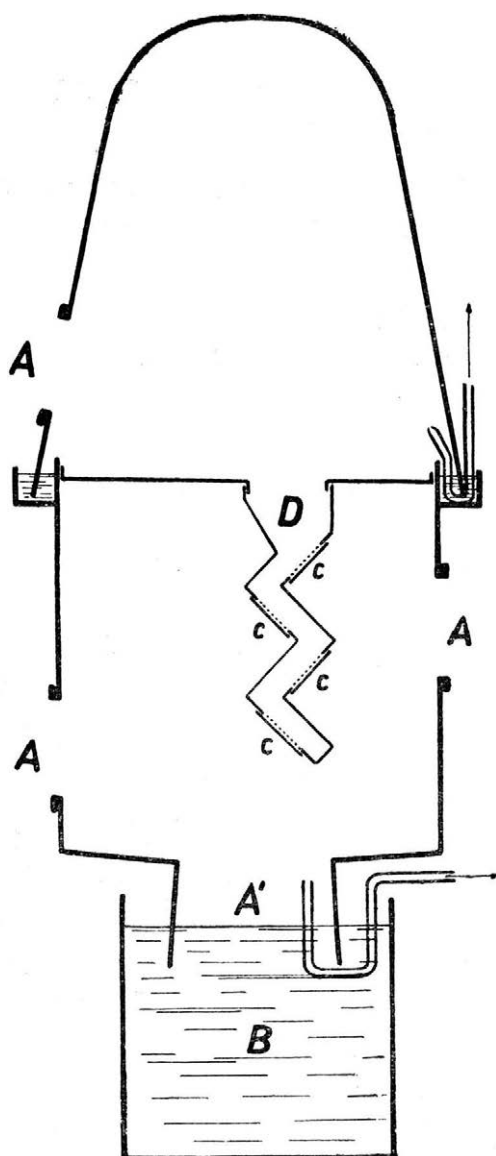
Na základě těchto výsledků vyslovili jsme domněnku, že aplikace stimulatoru vyvolává pravděpodobně kvalitativní, případně i kvantitativní změny kořenových výměšků, na něž pak různě reaguje rhizosféry mikroflóra.

Potvrzení tohoto závěru si ovšem vyžádalo přesnějšího pozorování na modelových vegetačních pokusech za sterilních podmínek, jež jsme prováděli v roce 1957—1958. Výsledky těchto pokusů předkládáme.

*) Vzhledem ke krátkosti tohoto sdělení uvádíme v úvodní části jen stručný přehled prostudované literatury.

Pracovní postup a metodika

Pro vegetační pokusy se sterilními rostlinami hrachu (*Pisum sativum*) byla zhotovena skříň z bezbarvého akrylového skla, odolného vůči slabým zásadám a kyselinám. Skříň (viz obr. 1.) je složena ze dvou samostatných částí, oddělených



Obr. 1. Schéma vegetační skříně

3% roztokem H_2O_2 (Perhydrol Merck) po dobu 30 minut a potom jeho 10% roztokem po dobu 10 minut.

Část pokusných rostlin byla stimulována β -indolyloctovou kyselinou (0,2 % v lanolinové pastě), nátěrem pod terminálním pupenem.

příčnou přepážkou, na níž je zavěšena vegetační nádoba *D*. Její horní část volně dosedá do obvodového žlábků spodní části, naplněného aseptickým roztokem ($HgCl_2$). Spodní část je zakončena manipulačním otvorem *A'*, ponořeným do aseptického roztoku v nádobě *B*. Kromě tohoto hlavního manipulačního otvoru jsou na bočních stěnách horní i spodní části skříně pomocné manipulační otvory *A* s připevněnými chirurgickými rukavicemi. Ve stěnách zvláště upravené vegetační nádoby *D* (viz také obr. 3) jsou čtyři řady komůrkových otvorů *C*, jejichž prostor je od vlastního prostoru nádoby oddělen mřížkou z PVC. Otvory těchto komůrek jsou uzavřeny snímatelnými víčky.

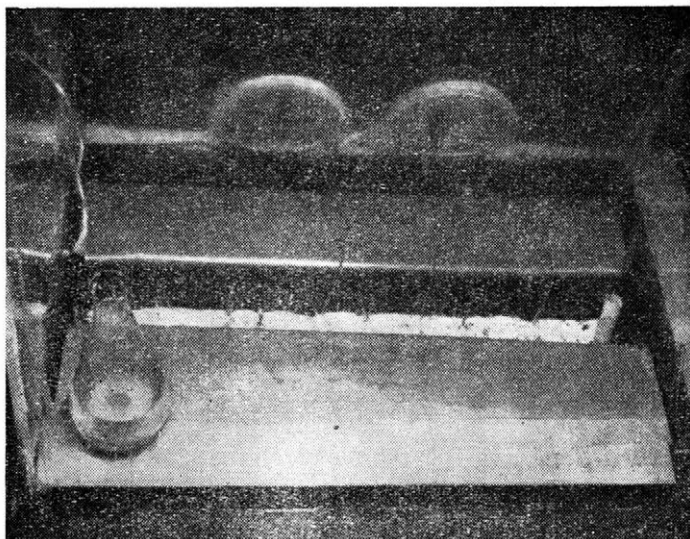
Sterilizace vnitřních ploch a prostoru skříně byla provedena jednak přípravkem Famosept (sol. Phenylhydrargyri borici), jednak parami H_2O_2 (Perhydrol Merck).

V prvním pokusu byla semena seta do tlučené cihly (velikosti zrna 2 až 3 mm), napojené živným roztokem podle Prjanišnikova (4) s přidavkem mikroelementů, ve druhém do směsi křemičitého písku (zrno 1 mm až 2 mm) s přesátou zeminou v poměru 1 : 1.

Veškerý potřebný materiál byl sterilizován v uzavřených nádobách v autoklávu a potom asepticky přenesen hlavním manipulačním otvorem do prostoru vegetační skříně.

K pokusům jsme použili semen hrachu — *Pisum sativum*, odrůda Dětenický žlutý. Jejich sterilizace byla provedena ve dvou etapách, nejdříve

Obr. 2. Pohled do horní části vegetační skříně



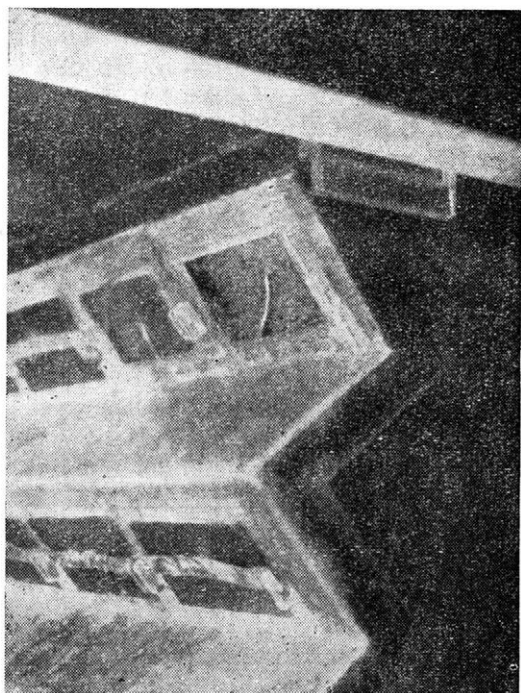
Kořenové sekrety byly zachycovány do navlhčených chromatografických papírů, přikládáných ke kořenům prorostlým do prostoru komůrkových otvorů vegetační nádoby.

Kvalitativní stanovení volných aminokyselin a β -indolyloctové kyseliny v kořenových sekretech bylo provedeno chromatograficky — H a i s (5).

Větrání vegetační skříně bylo zajištěno vháněním sterilního vzduchu přes sérii vatových filtrů a Drexlerových promývaček s H_2SO_4 a $HgCl_2$ a jeho odčerpáváním pomocí vodní vývěvy.

Rostliny byly osvětlovány sérií zářivkových těles a žárovek s intenzitou $15-20,000 \text{ luxů/m}^2$ 12–14 hodin denně.

Jak jsme již uvedli, sterilizace skříně byla provedena dvojím způsobem. Před jejím konečným sestavením jsme sterilizovali vnitřní plochy jednotlivých částí slabým nátěrem emulze 10% aseptika Famosept (sol. Phenylhydrargyri borici) v glycerin-želatině, která kromě aseptického účinku současně zamezila i nežádoucímu orosení stěn kondenzovanými vodními parami. Tato emulze byla ponechána po celou dobu pokusu na všech plochách, nepřicházejících do přímého styku s rostlinami. K hermetickému uzavření skříně jsme po-



Obr. 3. Detail vegetační nádoby. Kořeny rostlin prorůstají do prostoru komůrek

užili 0,02 % roztoku $HgCl_2$, kterým jsme naplnili obvodový žlábek horní části skříně i spodní nádobu. Celý vnitřní prostor byl vystaven ještě dlouhodobému účinku par H_2O_2 , vyvíjených opatrným zahříváním 500 ml 30 % roztoku v připojené destilační aparatuře.

Aseptickému převádění nádob s vysterilizovaným materiálem do prostoru skříně předcházela jejich povrchová sterilizace ve 0,02 % $HgCl_2$. Za tím účelem byly baňky uzavírány vatovými zátkami, zalitými ještě nepropustnou vrstvou sterilní sádry a sterilního parafinu a ponořovány do aseptika na 24 hodiny. Odtud byly přeneseny do aseptika ve spodní nádobě vegetační skříně a po dalších 30 minutách vpraveny manipulačním otvorem do vnitřního prostoru.

K pokusům byla vybírána zdravá, váhově stejná semena s hladkým, neporušeným povrchem a velkou klíčivou energií. Sterilizována byla 3 % a 10 % H_2O_2 po dobu 30 a 10 minut v reagenčních baňkách se zábrusem, které byly předem sterilizovány v autoklávu a po naplnění příslušnými roztoky peroxydu sterilizovány ještě povrchově v $HgCl_2$. Po vpravení semen do nižší koncentrace peroxydu byly obě baňky přeneseny manipulačním otvorem do spodní části skříně. Zde jsme přenesli semena do 10 % H_2O_2 . Sterilizovaná semena byla pomocí pinzet jednotlivě přenesena do malých zkumavek, kde bylo sledováno jejich klíčení po 4 dny. V této době byl současně pozorován i výsledek sterilizace tak, že jsme jednotlivá semena přenesli do paralelních zkumavek, uvolněné zkumavky jsme zazátkovali a převedli přes aseptický roztok spodní nádoby mimo vegetační skříň. Jejich obsah byl podroben mikroskopickému pozorování ve fázovém kontrastu. Vyhovující semena, v uvedeném případě vlastně již mladé rostlinky s kořínky asi 2 cm a s epikotylu asi 1,5 cm dlouhými, jsme vysazovali pomocí pinzety pátý den po jejich sterilizaci. Při prvním pokusu naplnili jsme vegetační nádobu mletou cihlou, ve druhém pak směsí zeminy s pískem, kterou jsme před vysazením rostlin několikrát prolili destilovanou vodou. Druhý den bylo již pozorováno prorůstání kořínků rostlin do prostoru, případně i jejich rozrůstání po plochách snímatelných víček otvorů vegetační nádoby. Na tyto plochy, jež byly v přímém styku s kořeny, jsme kladli chromatografické papíry (velikost 10 × 5 cm), navlhčené živným roztokem. Jejich výměnu jsme prováděli po 24 hodinách, vyměněné papíry jsme dopravili v uzavřených ampulích obvyklou cestou mimo vegetační skříň a podrobili dalšímu zpracování. Kořenné sekrety byly z papírů eluovány 70 % ethanolem a získaný extrakt zahuštěn odpařováním nad $CaCl_2$ při 40° C.

Glycidy byly eliminovány promytím přes katex F4E, při průtokové rychlosti 1 kapka/30 sec. Kvalitativní stanovení volných aminokyselin jsme provedli dvojrozměrnou papírovou chromatografií na papíře Whatman č. 1. V prvním směru jsme použili směsi fenol-ethanol-voda (2 : 1 : 1), ve druhém směru směsi n-butanol-kyselina octová-voda (4 : 1 : 5) na přetečení. Detekci jsme provedli ninhydrinem. Přítomnost auxinu byla zjišťována jednorozměrnou chromatografií v rozpouštěcím systému iso-propylalkohol-amoniak-voda (10 : 1 : 1), H a i s (6) a detekci p-dimethylaminobenzaldehydem (2 % roztok ve 20 % HCl).

Kontrola sterility rostlin a tím i vnitřního prostoru vegetační skříně byla v průběhu pokusu prováděna alespoň jedenkrát za týden. Mikroskopický rozbor vodného eluátu z chromatografických papírů, obsahujících kořenné sekrety, nedával spolehlivé výsledky. Proto jsme použili metody otiskových preparátů pomocí krycích mikroskopických skel, která jsme přenesli obvyklým způsobem do prostoru skříně a jejich přitisknutím na kořínky jsme získali otisk, který jsme dále zpracovali jako normální mikroskopický preparát.

Lanolinovou pastu s β -indolyloctovou kyselinou jsme připravili uvnitř skříně. Odvážené množství lanolinu bylo sterilizováno v malé kyvetě v autoklávu a vpra-

veno obvyklým způsobem do vegetační skříně. Stejným způsobem bylo přeneseno i příslušné množství heteroauxinu, které jsme rozpustili v malém množství 70% ethylalkoholu. Oba podíly byly smíchány a dobře rozetřeny. Nátěrem pasty bylo stimulováno celkem 5 rostlin devátý den po jejich vysazení, kdy délka epikotylu dosahovala asi 5 cm.

Dostatečnou areaci skříně jsme zajistili každodenním dvouhodinovým čerpáním vzduchu při průtokové rychlosti 1000 ml/1 min.

Výsledky pokusů

Cílem obou vegetačních pokusů bylo získání dostatečného množství kořenových sekretů z naprosto sterilních a pokud možno normálně rostoucích rostlin. To především vyžadovalo použití takového způsobu sterilizace, jímž by bylo dosaženo plné sterility většího počtu semen bez současného poškození jejich klíčivosti i případného ovlivnění dalšího vývoje rostlin prostředkem. Můžeme říci, že sterilizace semen pomocí H_2O_2 dávala v tomto směru uspokojivé výsledky. V obou případech bylo vždy sterilizováno 20 semen, z nichž po mikrobiologickém a botanickém vyšetření bylo k zasetí vybráno jednou 11 a v druhém případě 7 sterilních semen s normálně vyvinutými kořínky a epikotylu. Ve zbývajících případech šlo buď o nesterilní semena nebo o taková, u nichž se projevil inhibiční účinek H_2O_2 háčkováním nebo zduřením a částečnou nekrózou kořínků. Tato semena byla z vegetační skříně odstraněna, vyhovující byla pak zaseta do vegetační nádoby.

I. pokus

a) Botanické hodnocení kontrolních rostlin

Po 15. dni pozorování měřily rostliny 13–14 cm. U všech rostlin bylo zjištěno postupující zasychání terminálního pupenu a pod ním nejbližší stojících listů. V důsledku toho ve dvou následujících dnech vyrazily u většiny rostlin axiláry s jedním nebo dvěma lupenitými listy. U dvou rostlin bylo pozorováno silné rozvětvení v úžlabí první primární šupiny epikotylu. Růst axilárů pokračoval až do 30. dne pokusu, kdy sterilní rostliny dosáhly 17–19 cm výšky. V dalších dnech se projevilo rychlé zasychání axilárů a proto byl pokus ukončen. Po celou dobu pokusu si dělohy rostlin zachovaly životnost a jen v povrchových vrstvách došlo k nepatrným nekrotickým změnám.

Rovněž na kořenech nebyly pozorovány příznaky odumírání. Teprve 30. den pokusu se projevíly první známky jejich postupného odumírání, při čemž nekróza ve většině případů zachvátila i cévní svazky.

b) Stimulované rostliny

Šestý den po aplikaci stimulatoru bylo zjištěno mírné ztloustnutí epikotylu a úplné zastavení jeho prodlužovacího růstu. U jedné z rostlin došlo vlivem silnějšího nátěru pasty na jedné straně k ohybu epikotylu téměř o 180 stupňů. Vyvinul se tak jen první lupenitý list. Zadržení dalšího vývinu terminálního pupenu, jakož i zmíněné ztloustnutí svědčí o tom, že použitá koncentrace stimulatoru byla již inhibiční. Po 28 dnech rostliny dosáhly výšky 6–10 cm. Pasta ve všech při-

padech zadržela růst terminálního pupenu, ale nezabránila růstu axilárních pupenů, takže došlo nad nátěrem k silnému rozvětvení rostlin. Dělohy si zachovaly po celou dobu pokusu plnou životnost. I v tomto případě bylo ke konci pokusu pozorováno rychlé odumírání kořenů.

II. pokus

Botanické hodnocení

Šestnáctý den pokusu měřily epikotily rostlin průměrně 22 cm. Rostliny měly přitom vyvinuto 5 lupenitých listů. Obě primární šupiny a první spodní list počínaly podléhat displacementu, projevujícím se zasycháním částí čepelí i palistů. U jedné z rostlin byla zjištěna slabá nekróza jednoho z cévních svazků epikotylu. Ve 23. dni pokusu rostliny dosáhly výšky 26 cm a počet listů se zvýšil na šest. Přitom však zasychání spodních listů dále pokročilo a rozšířilo se i na 3—4 spodní lupenité listy. Toto usychání nebylo možno již považovat za normální displacement, ale spíše za zjev patologický. Nekróza, pozorovaná 16. den pouze u jedné rostliny, rozšířila se v dalším týdnu i na další pokusné rostliny.

Mikrobiologické zhodnocení pokusů

Mikroskopické vyšetřování kořenových otisků a rovněž i živného roztoku, odkapávajícího ze spodní části vegetační nádoby, jsme prováděli průběžně po celou dobu pokusu. Podle tohoto vyšetření můžeme říci, že se nám podařilo udržet sterilitu prvního pokusu po 31 dnů. Pozorování druhého pokusu jsme ukončili podstatně dříve, a to již v 18. dni, kdy byla v živném roztoku zjištěna přítomnost krátkých tyčinek.

Výsledky chromatografického vyšetření kořenových sekretů

V průběhu prvního vegetačního pokusu byl odběr kořenových sekretů všech rostlin, a to jak kontrolních, tak i stimulovaných, prováděn současně. Celkem bylo ke kořenům přiloženo 77 chromatografických papírů. Vzhledem k tomu, že kořenový systém pokusných rostlin byl poměrně stejnoměrně vyvinut a odběr sekretů prováděn u stejného počtu kořenů, bylo možno kromě kvalitativního rozboru provést i hrubé semikvantitativní zastoupení látek podle velikosti skvrn na papíře.

Jednorozměrnou chromatografií byly v sekretech zjištěny tyto látky:

Vzorky rostlin kontrolních: 1. kyselina močová ve značném množství, 2. močovina ve stopách, 3. β -indolyloctová kyselina ve stopách, 4. látka, dávající stejnou barevnou reakci jako β -indolyloctová kyselina, tekoucí však pomaleji.

Vzorky rostlin stimulovaných: 1. kyselina močová ve značném množství, 2. močovina ve stopách, 3. β -indolyloctová kyselina ve značném množství.

R_f těchto látek odpovídalo R_f čistých látek, dělených současně. Barvy skvrn: 1. kyselina močová — zelenožlutá, 2. močovina — žlutá, 3. indolyloctová kyselina — fialová.

Dvourozměrná chromatografie dávala v obou případech stejný obraz, takže bylo možno soudit na kvantitativně stejné zastoupení látek kořenových sekretů rostlin kontrolních i stimulovaných.

Byly zjištěny tyto ninhydrinpozitivní látky: 1. asparagová kyselina, 2. glutamová kyselina, 3. serin, 4. glycin, 5. glutamin, 6. threonin, 7. α -alanin, 8. histidin, 9. tyrosin, 10. valin + methionin (?), 11. leucin + iso-leucin, 12. arginin.

Diskuse a rozbor výsledků

Výsledky, které předkládáme, jsou jen dílčí částí úkolu řešícího problém kultivace rostlin ve sterilních podmínkách. Potíže, se kterými se setkáváme při jeho řešení, vyplývají ze skutečnosti, že rostlina je vystavena vlivu podmínek zcela odlišných od podmínek přirozených.

Nepřirozenost sterilního prostředí je vyvolána vytvořením umělého živného substrátu a mikroklima, současně však i zásahem do přirozené asociace rostliny s mikroorganismy dezinfekcí semen. K tomu se přidružuje i vliv dalších faktorů, zejména pak světla, teploty a vlhkosti. Je samozřejmé, že za takových okolností rostlina reaguje většími či menšími abnormalitami v růstu, zejména v pozdějších vývojových fázích, takže výsledky nelze pokládat za dostatečně přesné a objektivní. To potvrdily i výsledky našich pozorování. Proto v literatuře nacházíme většinou výsledky kultivace mladých rostlin v počátečních vývojových fázích, kdy se vliv daného prostředí nemohl podstatně projevit — Grafe, Mollard, Hutchinsón aj. (7). Většinou se pracuje s kulturami v živném roztoku nebo křemičitým pískem v miniaturních a značně kombinovaných aparaturách — Petri, Smirnov, Šulov aj. (7), které jsou málo vhodné jak z hlediska požadavků rostliny, tak i udržení sterility po delší dobu. Složitost těchto aparatur podle našeho názoru zvyšuje možnost kontaminace, současně však znesnadňuje i kontrolu sterility natolik, že může být většinou prováděna jen makroskopicky, posuzováním podle zákalu živného substrátu. Domníváme se, že v takových případech jde spíše o kultury sterilní jen při startu a nikoliv v průběhu celého pokusu.

Vycházejíce z této skutečnosti, snažili jsme se vhodnou úpravou vegetační skříně, volbou materiálu, zdroje světla aj. upravit podmínky vývoje rostliny tak, aby se co nejvíce přibližovaly poměrům ve skleníku. Relativní vlhkost prostoru skříně se pohybovala mezi 70—90 procenty, teplota nepřesáhla 25°C a intenzita osvětlení odpovídala přibližně střední hodnotě intenzity slunečního záření za 16 hodin. Dostatečné rozměry skříně (obsah $0,25\text{ m}^3$) a poměrně značná průtoková rychlost sterilního vzduchu (1000 ml/min.) zajišťovaly dobrou výměnu vzduchu.

Vegetační nádobu jsme upravili pro kultivaci rostlin v sytkém materiálu. Příčinou apikální dominance u rostlin prvního pokusu byl pravděpodobně nedostatečný přísun vody ke kořenům, způsobený příliš hrubým zrnem cihly, čímž terminální pupen zaschl a byl nahrazen některými axilárními pupeny. To se opakovalo dokonce i na některých postranních výhonech, na nichž pak došlo k dalšímu větvení. Mletou cihlu jsme v druhém pokusu nahradili směsí zeminy s křemičitým pískem, která svými fyzikálními vlastnostmi a chemickým složením lépe vyhovovala přirozeným vlastnostem půdy. Toxické látky, s jejichž přítomností lze po sterilizaci půdy počítat, snažili jsme se odstranit několikerým prolitím směsí destilovanou vodou.

Abnormální displacement a nekróza pokusných rostlin byly proto vyvolány spíše nepříznivým vlivem nahromaděných metabolitů bakteriální infekce. Není ovšem vyloučeno, že rostliny trpěly také nepříznivým poměrem $\text{O}_2 : \text{CO}_2$, ke kterému mohlo dojít zejména v kořenové oblasti.

Značného pracovního úsilí si vyžádalo nalezení vhodného prostředku k dezinfekci vegetační skříně a semen pokusných rostlin. V předběžných pokusech jsme ověřovali účinek různých dezinfekčních prostředků metodami, uváděnými v literatuře (8).

Nejllepších výsledků jsme dosáhli při dezinfekci peroxydem vodíku. Ostatní zkoušené prostředky, jako formaldehyd, chlor, brom, sublimát, koloidní stříbro, kyselina sírová a jiné, i když vykazovaly dobré dezinfekční účinky, jsme nepokládali za vhodné. Jejich působením byla nejen silně snížena klíčivost semen, ale také vyvolány patologické změny v dalším vývoji rostlin (háčkování kořenů, zduření epikotylu, nekrózy apod.), indikující přítomnost těchto látek v prostředí. Naproti tomu peroxyd vodíku klíčivost semen nijak nepoškozoval, spíše naopak, působil do jisté míry stimulačně. Kromě toho jeho aplikace dávala spolehlivější výsledky v dosažení plné sterility semen dokonalejším zničením nejen povrchové, ale i subepidermální mikroflory.

V růstu pokusných rostlin byly pozorovány určité abnormality, které však nelze pokládat za vysloveně patologické, ale spíše za výsledek normální reakce rostliny na nepřírozené podmínky. Velmi nápadné bylo zmenšení listových čepelí a jejich intenzivní zeleň, vyvolaná pravděpodobně vyšší dávkou ultrafialových paprsků ze zářivkových těles. Zároveň bylo pozorováno i slabé prodlužování os.

Metodou přikládání filtračních papírů přímo ke kořenům bylo získáno dostatečné množství kořenových sekretů z relativně malého počtu rostlin. V prvním pokusu byly odebírány kořenové sekrety u sedmi, ve druhém pak u jedenácti rostlin. V tom spatřujeme výhodu proti jiným metodám, které pracují s větším množstvím rostlin.

Touto metodou nelze však provádět přesnější kvantitativní vyhodnocení, a to proto, že filtrační papíry mohly být přikládány jen ke kořenům prorostlým do prostoru komůrek. Tento nedostatek lze však odstranit vhodnou úpravou vegetační nádoby.

Naše zjištění, pokud se týká kvalitativního zastoupení aminokyselin v sekretech, odpovídá v celku nálezům jiných autorů.

Kromě toho byla zjištěna sekrece močové kyseliny, a to v přibližně stejném množství jak u rostlin kontrolních, tak i u rostlin stimulovaných. Podobné zjištění nebylo dosud v literatuře nám dostupné uvedeno. Rovněž β -indolyloctová kyselina byla zjištěna v sekretech obou typů rostlin, u stimulovaných však v mnohem vyšší koncentraci.

Závěrem je nutno konstatovat, že daný úkol byl vyřešen jen částečně. I když jsme se snažili vytvořit v rámci daných možností co nejpřírozenější podmínky pro růst rostlin, nedosáhli jsme zatím uspokojivé výsledky při jejich kultivaci.

Souhrn

Byl sledován vliv aplikace β -indolyloctové kyseliny na kořenovou sekreci.

Pro pěstování rostlin byla zkonstruována kultivační skříň se speciální vegetační nádobou.

Dezinfekce skříně a semen pokusných rostlin byla prováděna peroxydem vodíku.

Jako živného prostředí bylo použito jednak tlučené cihly, napojené živným roztokem, jednak směsi zeminy s křemičitým pískem.

Kořenová sekrece byla sledována na rostlinách hrachu. Část pokusných rostlin byla stimulována heteroauxinem.

Sekrety byly získávány nasáváním do filtračních papírů, přikládaných ke kořenům rostlin.

Сložení kořenových sekretů bylo zjištěno pomocí jedno- a dvourozměrné papírové chromatografie.

Dvourozměrná papírová chromatografie ukázala sekreci dvanácti aminokyselin. U kontrolních i stimulovaných rostlin byl stejný obraz, hodnocení bylo pouze kvalitativní. Je pravděpodobné, že budou nalezeny další ninhydrinpozitivní látky.

Jednorozměrnou papírovou chromatografií byla zjištěna sekrece kyseliny močové, močoviny a β -indolyloctové kyseliny. U kontrolních i stimulovaných rostlin byl stejný obraz, hodnocení semikvantitativní.

Byla zjištěna zvýšená sekrece stimulátoru při jeho aplikaci na nadzemní části rostlin.

Literatura

1. Meškov N. V.: Veščestva, aktivirujuščije rost mikroorganizmov v korněvych vydělenijach rastěnij. Žurnal obščej biologiji 13, 1:76-81, 1952. — 2. Rovira A. D.: Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. I. Plant a. Soil, 7,2:178-194, 1956. — 3. Šikula J., Žák J.: Vliv β -indolyloctové kyseliny na ječmen a jeho přikořenovou mikrofloru. Sborník ČSAZV, rostl. výr., XXIX, 8, 747-754, 1956. — 4. Prjanišnikov: Z metodik uvedených v Methodenbuch VIII, Die Methodik d. Wasserkultur höherer Pflanzen, W. Schropp, 1951. — 5. Hais I., Macek K.: Papírová chromatografie, 479-482, 1954. — 6. Hais I., Macek K.: Papírová chromatografie 404, 1954. — 7. Klein G., Kisser J.: Die sterile Kultur d. höheren Pflanzen, Botanische Abhandlungen 2, 27-42, 1924. — 8. Klein G., Kisser J.: Die sterile Kultur d. höheren Pflanzen, Botanische Abhandlungen 2, 8-20, 1924.

К методикам получения корневых выделений у стерильно выращиваемых растений

Изучалось влияние применения β -индолилуксусной кислоты на корневые выделения.

Для выращивания растений был сконструирован культивационный шкаф со специальным вегетационным сосудом.

Дезинфекция шкафа и семян опытных растений проводилась пероксидом водорода.

В качестве питательной среды применялись как толченый кирпич, насыщенный питательным раствором, так и смесь земли с кремневым песком.

Корневые выделения изучались на растениях гороха. Часть подопытных растений была стимулирована гетероаоксином.

Полученные выделения всасывались в фильтровальную бумагу путем ее приложения к корням растений.

Состав корневых выделений был установлен при помощи одно- и двухмерной хроматографий на бумаге.

Двухмерная хроматография на бумаге обнаружила в составе выделений 12 аминокислот. У контрольных и стимулированных растений картина была одинаковая, причем оценка проводилась только качественная. Вероятно, что при дальнейших исследованиях могут быть обнаружены нингидрипрозигитивные вещества.

Путем одномерной хроматографии на бумаге было установлено выделение мочево́й кислоты, мочевины и β -индолилуксусной кислоты. У контрольных и стимулированных растений картина была одинаковая при семиквантитативной оценке.

Было установлено повышенное выделение стимулятора при его применении на наземных частях растений.

Beitrag zu den Methodiken der Gewinnung von Wurzelsekreten steril angebauter Pflanzen

Es wurde der Einfluß der Anwendung von β -Indolylessigsäure auf die Wurzelsekretion beobachtet.

Zum Anbau der Pflanzen wurde ein Kultivationssschrank mit einem speziellen Vegetationsgefäß konstruiert.

Die Desinfektion des Schrankes und der Versuchspflanzensamen erfolgte mittels Wasserstoffperoxyd.

Als Nährmedium wurden einmal zerstoßene, mit Nährlösung getränkte Ziegeln, zum andern Mal eine Mischung aus Erde und Kieselsand verwendet.

Die Wurzelsekretion wurde an Erbsenpflanzen beobachtet. Ein Teil der Versuchspflanzen wurde mit Heteroauxin stimuliert.

Die Sekrete wurden durch Aufsaugen in Filterpapiere erworben, die an die Pflanzenwurzeln angelegt wurden.

Die Zusammensetzung der Wurzelsekrete wurde mit Hilfe einer ein- und zweidimensionalen Papierchromatographie ermittelt.

Die zweidimensionale Papierchromatographie ergab die Sekretion von zwölf Aminosäuren. Die Kontroll- und die stimulierten Pflanzen boten das gleiche Bild; die Bewertung war nur quantitativ. Es ist wahrscheinlich, daß noch weitere ninhydrinpositive Stoffe gefunden werden.

Mittels der eindimensionalen Chromatographie wurde die Sekretion von Harnsäure, Harnstoff und von β -Indolylessigsäure festgestellt. Bei den Kontroll- und den stimulierten Pflanzen ergab sich dasselbe Bild; die Bewertung war halbquantitativ.

Es wurde eine erhöhte Sekretion des Stimulators bei dessen Applikation auf die oberirdischen Pflanzenteile festgestellt.

Изучение условий целесообразного применения гранулированного суперфосфата в системе удобрений сельскохозяйственных культур

IV. Одновременное удобрение суперфосфатом в порошке взброс и гранулированным суперфосфатом в рядки

Ermittlung der Bedingungen einer zweckmäßigen Verwendung des granulierten Superphosphates im Düngungssystem der Landwirtschaftsfrüchte

IV. Gleichzeitige Verwendung des breitgestreuten pulverigen Superphosphates und des granulierten Superphosphates reihenweise

Research of Conditions for an advantageous Use of granulated Superphosphate in the Fertilization System for agricultural Crops

IV. Simultaneous Application of powdered Superphosphate broadcast over all the Field and granulated Superphosphate in Rows 1287

Barák K.: Vliv přímého postřiku odpadní čpavkovou vodou na výnos a obsah vitamínu C u červené ředkvičky a bílého zelí

Влияние непосредственного опрыскивания сточной аммиачной водой на урожай и содержание витамина C в красной редиске и в белой капусте

Der Einfluß der direkten Bespritzung mit Abfallsammoniakwasser auf den Ertrag und Gehalt an C-Vitamin bei Rotrettich und Weißkraut 1317

Olehlavá B.: Dlouhodobá půdně mikrobiologická pozorování na travoplném osevním postupu v Ivanovicích na Hané

Долговременные почвенно-микробиологические наблюдения в травопольном севообороте в Ивановицах на Гане

Landwährende boden-mikrobiologische Beobachtungen auf der Trawopolnaya-Fruchtfolge in Ivanovice auf Haná 1325

Dostál A., Maštalíř L.: Kolometrická stanovení obsahu celkového dusíku v půdním humusu

Колориметрическое определение содержания общего азота в почвенном гумусе

Die kolorimetrische Bestimmung des gesamten Stickstoffes im Bodenhumus 1331

Žák J.: Příspěvek k metodikám získávání kořenových sekretů sterilně pěstovaných rostlin

К методикам получения корневых выделений у стерильно выращиваемых растений

Beitrag zu den Methodiken der Gewinnung von Wurzelsekreten steril angebauter Pflanzen 1337



Nezapomeňte si zajistit novou publikaci ČSAZV:

Akademik Rudolf DOSTÁL

O CELISTVOSTI ROSTLIN

stran 165, cena výtisku Kčs 9,60

Dílko obsahuje faktory, které podmiňují v rostlinném organismu harmonii vývoje jak v ontogenesi, tak — pokud jsou pro to faktické předpoklady — i ve fylogenesi, což je cenným podkladem pro ovládání růstu, vývoje a utváření rostliny. Uvádíme tituly hlavních kapitol: Totalita v embryonálním vývoji — Jednota ontogenese a fylogenese — Vzájemné vztahy mezi částmi rostliny — Totalita při polaritě — Totalita při transplantaci — Stadijní vývoj z hlediska totality — Jednota rostlin a prostředí.

Objednávky zasílejte na adresu

**ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH
VĚD**

propagace - vydavatelství

Praha 12, Slezská 7