

# ROSTLINNÁ VÝROBA

6

ROČNÍK 13 (XL)  
PRAHA,  
ČERVEN 1967  
CENA 18 Kčs

ÚSTAV  
VĚDECKOTECHNICKÝCH  
INFORMACÍ MZVŽ

**Řídí redakční rada**

Člen korespondent ČSAV prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc. (předseda), doc. ing. Jozef Belej, CSc., akademik Ctibor Blatný, doc. ing. Karel Červenka, CSc., ing. Jiljí Fiedler, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, prof. dr. Jan Hruza, ing. Ján Jasič, prof. dr. ing. Vladimír Kosil, DrSc., doc. dr. ing. František Landovský, ing. Jozef Lopatník, CSc., člen korespondent ČSAV ing. František Mareček, ing. Vladimír Martinek, CSc., ing. František Mráz, ing. Jaroslav Neuberg, CSc., ing. Ctirad Patejdl, ing. Jaroslav Prugar, CSc., doc. ing. Václav Rybáček, doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., ing. Miloslav Schmied, doc. ing. Vladimír Skládal, ing. Josef Slepíčka, doc. ing. Antonín Straňák, CSc., ing. Juraj Uhliár, RNDr. ing. Jaroslav Zakopal.

Vedoucí redaktorka Milena Sovová

© Ústav vědeckotechnických informací MZVŽ, Praha 1967

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství a výživy. Vychází měsíčně. Redakce: Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 216,—.

Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научнотехнической информации Министерства сельского хозяйства и питания. Выход в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information of the Ministry of Agriculture and Food. Issued monthly. Editorial office Prague 2, Slezská 7.

Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlichtechnische Informationen des Ministeriums für Landwirtschaft und Ernährung. Erscheint monatlich. Redaktion Praha 2, Slezská 7.

Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Publié chaque mois. Rédaction Prague 2, Slezská 7.

## *Památce prof. ing. dr. dr. h. c. Václava Nováka, DrSc.*

(14. února 1888 — 31. března 1967)

Ve středu dne 5. dubna 1967 se rozloučili čs. pedologové a bioklimatologové a četní spolupracovníci, žáci a přátelé v brněnském krematoriu se svým nestorem Václavem Novákem, profesorem Vysoké školy zemědělské v Brně. V prof. Novákovi odešla osobnost, která se svým významem a vážností ve vědních oborech půdoznalství a bioklimatologie u nás i v zahraničí staví důstojně po bok reprezentantu naší zemědělské vědy starší generace prof. Juliu Stoklasovi, z jehož školy v počátcích své vědecké činnosti prof. Novák vyšel.

V posmrtné vzpomínce nelze zhodnotit v celé šíři a hloubce vědeckou a organizační činnost prof. Nováka, velikost jeho životního díla. Již sám fakt, že prof. Novák badatelsky a průkopnický suverénně zvládl a vedl dva vědní obory — půdoznalství a bioklimatologii s agrometeorologií — vzbuzuje obdiv a úctu k mohutnosti jeho ducha, k jeho vědecké erudici a k nesmírné pracovní energii.

V půdoznalství, které již samo o sobě se rozrostlo během posledních 40 let ve velmi obsáhlý vědní obor, není úseku, do něhož by prof. Novák nebyl zasáhl a nepřispěl k jeho rozvoji. K mnohým z úseků půdoznalství položil prof. Novák u nás základy, vykonal v něm skutečně průkopnickou práci a pozdvihl je na světovou úroveň.

Jedna z největších zásluh prof. Nováka spočívá v tom, že již téměř před půlstoletím narouboval na naši, do té doby statickou pedologii neobyčejně úspěšně a cílevědomě principy novodobé genetické a dynamické školy V. V. Dokučajeva. Tato zásluha by stačila sama o sobě, aby jméno prof. Nováka stálo v čele tvůrců našeho novodobého půdoznalství. Genetické principy nacházely ve dvacátých letech odezvu ve světové pedologii a tím, že je prof. Novák zavedl do našeho půdoznalství, začlenil je jako rovnocenného příslušníka do světové obce badatelů v nauce o půdě.



Novákův habilitační spis „Vztahy mezi podnebím a půdou se zřetel k půdám Čech“ (1922), vnášející do našeho půdoznalství genetické principy, byl pro nás, tehdy mladé adepty pedologie, pramenem zcela nových poznatků a nového nazírání na půdu. Prof. Novák se pro nás stal již před 45 lety autorem a učitelem, zakladatelem naší novodobé školy pedologické. Zavedení genetických principů se stalo zvlášť významným i pro naše půdoznalecké mapování tím, že dosavadní mapy agrogeologické nabyly charakteru map geneticky-typologických a že prof. Novák sestavil genetické klasifikace půd, používané u nás téměř 35 let.

Nemenší zásluhy si získal prof. Novák dále tím, že rovněž již ve dvacátých letech položil u nás základy k úseku pedologie, který je dnes jedním z nejrozvinutějších — k nauce o půdních koloidech. Jeho spis „Základy nauky o koloidech s aplikacemi na půdu“ (1920) se stal pro nás první a klasickou učebnicí, psanou nejen zasvěceným odborníkem, ale prokazující i mimořádné pedagogické schopnosti prof. Nováka, vzácný dar podávat i složitou problematiku metodicky a srozumitelně. Prof. Novák v koloidice experimentálně pracoval svými, na tehdejší dobu progresivními výzkumy o hygroskopicitě zemin. Na těchto základech pak dále rozvíjel koloidní a fyzikálně chemický výzkum půdy zesnulý prof. Smolík.

Hlavním úsekem vlastní experimentální práce prof. Nováka byla pedofyzika a disperzní skladba půdy. Jeho četné práce o těchto otázkách, publikované ponejvíce ve „Sborníku ČAZ“, řeší problémy dodnes aktuální a jsou východiskem dalších výzkumů. Širokému rozhledu a badatelským výsledkům prof. Nováka v tomto oboru se dostalo mezinárodního uznání již před 45 lety zvolením prof. Nováka za předsedu komise pro fyziku a mechaniku půdy při Mezinárodní společnosti půdoznalecké.

Dalším polem průkopnické činnosti prof. Nováka byla aplikace pedologie v oboru zpracování půdy. Prof. Novákem v život uvedená komise pro zpracování půdy při býv. Svazu výzkumných ústavů zemědělských rozvíjela za jeho předsednictví plodnou činnost v metodice půdně technologického pokusnictví. Účelnost a potřeba založení tohoto úseku půdoznalství se ukazuje i v současné době v naléhavých požadavcích, aby badatelský výzkum, k němuž prof. Novák položil základy, byl dále rozvíjen a prohlubován.

Sepětí vědeckého půdoznalství s praktickou aplikací dokazuje v tomto i v mnoha jiných případech vzácné pochopení prof. Nováka pro využívání vědeckých poznatků pro potřeby zemědělské praxe. Prof. Novák, vědec nejvyšší úrovně, se nikdy neuzavíral do izolované věže vědátora, přehlízejícího potřeby života, nýbrž spatřoval nejvyšší poslání vědy ve vytváření objektivních podkladů pro řešení naléhavých úkolů zemědělské výroby. Měl k tomu i dar mimořádné schopnosti podávat i složitou vědeckou problematiku formou přístupnou a srozumitelnou i okruhu odborně méně zasvěcených zájemců.

Tento dar se projevoval i ve vynikajícím nadání prof. Nováka pro pedagogickou činnost, které se jako vysokoškolský učitel věnoval se zánícením po celý život. Nepřehledné řady žáků několika generací vzpomínají s největší úctou a láskou na prof. Nováka jako na svého učitele. Literárním dokladem této činnosti jsou čtyřdílná skripta „Půdoznalství“ pro studenty vysokých škol zemědělských. Jako jediný z našich půdoznalců doplnil tato skripta speciálním dílem o zahradních půdách a zeminách.



V posledním desetiletí zaměřoval prof. Novák pozornost — a to rovněž průkopnickým způsobem — k aktuální otázce stupně zkulturnění našich půd a k principům klasifikace půd podle tohoto kritéria. Jsou to práce první toho druhu nejen v naší pedologii, ale vzbuzující zaslouženou pozornost i v mezinárodních kruzích půdoznaleckých.

I z letmého nástinu vědecké činnosti prof. Nováka v půdoznalství jasně vyplývá jeho tvůrčí postavení v této nauce u nás i oprávněnost úcty a vážnosti, které požíval v celé naší pedologické obci bezmála 50 let. Nemenšího uznání se dostávalo prof. Novákovi i v mezinárodních kruzích půdoznaleckých. Za to, že po řadu let zaujímal naše pedologie význačné postavení v Mezinárodní půdoznalecké společnosti, vděčíme především důstojné reprezentaci prof. Novákem. Zúčastnil se téměř všech světových kongresů této společnosti od jejího založení v roce 1924 a aktivně se podílel na četných konferencích pedologických komisí, z nichž komisi pro fyziku a mechaniku půdy vedl řadu let jako předseda.

Projevem vysokého uznání zásluh prof. Nováka o rozvoj nauky o půdě bylo jeho jmenování čestným předsedou komise pro fyziku a mechaniku půdy MSP a čestným členem Svazu půdoznalců SSSR.

Popularita a vážnost, které se prof. Novák těšil v mezinárodních kruzích pedologických, nepramenila jen z uznávané vědecké autority, ale v nemenší míře i z jeho vzácných povahových rysů, z nichž ohleduplnost a vybroušený společenský takt byly vlastnostmi nejvýznačnějšími.

Je obdivuhodné, že prof. Novák současně s půdoznalstvím obsáhl neméně hluboce druhý vědní obor, obor pro zemědělství a lesnictví velmi významný, bioklimatologii. I v tomto oboru vykonal u nás práce průkopnické a vybudoval na základech položených před 60 lety prof. Kopeckým úctyhodné dílo ve výzkumnictví i na vysokých školách zemědělských. Zvláštní pozornost věnoval mikroklimatologii přízemních vrstev vzdušných a fenologickým pozorováním, pro která vypracoval speciální návody. Tato pozorování celostátně organizoval v rámci výzkumných ústavů zemědělských a z jejich výsledků sestavil první československé fenologické mapy pro zemědělské účely. Z jeho iniciativy byly vydávány (v letech 1927—1938) „Fenologické ročenky“, jediné svého druhu v Evropě, jejichž byl hlavním redaktorem. V posledních letech dal popud k výzkumu stávajícího klimatu a klimatu uzavřených prostorů a publikoval i spis první toho druhu v naší bioklimatologické literatuře.

Veliké zkušenosti a rozhled prof. Nováka v bioklimatologii a agrometeorologii byly oceněny tím, že v r. 1953 byl jmenován předsedou bioklimatologické komise biologické sekce ČSAV, čestným členem Čs. společnosti meteorologické při ČSAV a posléze předsedou Čs. společnosti bioklimatologické při ČSAV, ustavené z jeho iniciativy. O vážnosti, které požíval prof. Novák v mezinárodních kruzích bioklimatologických, svědčí jeho jmenování členem rady Mezinárodní společnosti bioklimatologické.

Badatelskou a učitelskou práci v půdoznalství a bioklimatologii nebyla však činnost prof. Nováka zdaleka vyčerpána. Jeho široký rozhled v oblasti zemědělských věd, jeho organizační schopnosti a v nemenší míře i jeho reprezentační vystupování spojené se vzácným taktem a přátelským přístupem k lidem přivedly prof. Nováka na vedoucí místa našich nejvyšších vědeckých institucí, zejména jako dlouholetého předsedu býv. ČAZ, předsedu býv. Svazu výzkumných ústavů zemědělských a jako dvojnásobného rektora Vysoké školy zemědělské v Brně.

Z publikační činnosti prof. Nováka, která si vyžádá podrobné bibliografické zpracování, lze uvést jen jako ukázky její obsáhlosti, že zahrnuje 15 knižních publikací, 5 učebních textů vysokoškolských, přes 100 vědeckých a odborných sdělení, asi stejný počet různých pojednání a populárně odborných článků, kolem 100 organizačních a souborných referátů a životopisů, přes 600 příspěvků půdoznaleckých a bioklimatologických do různých naučných slovníků, velký počet posudků a recenzí doktorských, kandidátských a habilitačních prací a závěrečných zpráv o výzkumných úkolech a mn. j.

Před rakví prof. Nováka, jednoho z nejvýznačnějších představitelů naší zemědělské vědy, se skláněl v hlubokém zármutku zástup jeho žáků, spolupracovníků a přátel. Zvláště těžce se s prof. Novákem loučí obec čs. půdoznalců, kteří si stěží dovedou představit další rozvoj této vědy bez jeho vedení a účasti. Loučí se s ním bolestně generace pedologů, která již překročila zenit života, jako se svým drahým a nezapomenutelným učitelem a spolupracovníkem; těžké je loučení i pro mladší generaci, která bude dále rozvíjet jeho gigantické životní dílo.

Prof. Novák byl pro nás po dlouhá léta jasným vzorem jako vědec i jako člověk obdivuhodného pracovního elánu a ryziho charakteru. Odlesk záře pohaslé hvězdy života prof. Nováka nás povede dále v práci jím započaté a obdiv jeho díla bude nám posilou a zmírněním našeho velikého zármutku.

Čest práci, nehynoucí památce a nesmírným zásluhám prof. Nováka, jež doprovodila na poslední cestě upřímná láska našich srdcí.

Prof. dr. ing. Vladimír Kosil, DrSc.

■ Výsledky víceletého pokusu s pěstováním letních mezipločin na zelené hnojení v řepařské výrobní oblasti (Strnad 1965) přinesly řadu nových poznatků. K ucelenému pohledu však dosud chybělo podrobné zhodnocení vlivu jednotlivých pěstovaných mezipločin na výnos následných plodin, což je náplní této další práce.

Sklizňové výsledky, které jsou konečným výsledkem působnosti zeleného hnojení na půdní úrodnost, jsou ovlivňovány celým komplexem podmínek, které se utvářejí během období růstu zeleného hnojení a následných plodin. Působení zeleného hnojení na první následnou plodinu se projevuje nejvýrazněji především v podmínkách s nižší přirozenou i celkovou úrodností. V příznivějších podmínkách, jak zdůrazňuje např. Pitra (1932), se účinnost zeleného hnojení na první následnou plodinu snižuje. Podle zjištění Schneidewinda (1922) činilo využití dusíku zeleného hnojení (jetel červený nebo žlutý) u dvou následných plodin — brambor a žita — na lehkých půdách 18,9 %, z toho se hlavní část využila v prvním roce. Na lepších půdách ve sledu brambory — ozimá pšenice činilo využití dusíku 29 % právě v důsledku delšího následného působení.

Zelené hnojení se používá v našich podmínkách hlavně pro okopaniny, kukurici, popř. i zeleniny, méně již pro obiloviny. Mnoho autorů sledovalo vliv zeleného hnojení na výnos následných brambor. Tak např. Suckow, Sahl, Spiegelberg (1954) uvádějí zvýšení výnosu brambor po dobrém zeleném hnojení o 25 až 50 q/ha. Rovněž Eich (1960) zaznamenal podstatné zvýšení výnosů brambor po zeleném hnojení. Zvláště zdůrazňuje význam podsevů, u kterých se sice dosahuje nízkého výnosu zelené hmoty, avšak jejich vliv na následné plodiny je vysoký.

V domácích pokusech, které publikoval Duchoň (1948), zelené hnojení zvýšilo výnosy brambor o 38,2 q/ha; po přihnojení fosforečnými a draselnými hnojivy výnos stoupl o 52,8 q/ha. Při současném použití hnoje, zeleného a minerálního hnojení stoupl výnos brambor o 60,4 q/ha.

Úspěch a účinek zeleného hnojení ovlivňuje nejen druh pěstovaných plodin, ale i klimatické podmínky. Ve výsledcích ze 14 pokusů uvádí Němec (1932) vliv stříšního zeleného hnojení (směs luskovin) na výnos brambor na lehkých půdách a na výnos cukrovky na těžších půdách. Z údajů jasně vyplývá, že při dostatečném srážkovém množství (nad 165 mm) ve vegetační době mezipločin docházelo i k podstatnému zvyšování výnosu následné plodiny, zatímco při srážkách pod 165 mm bylo zvýšení jen velmi malé. Rovněž v pokusech, které publikovali Hromádka, Fořt (1926), bylo dosaženo na hlinitopísčité půdě v Roudnici zvýšení výnosu brambor po zaorání směsky luskovin o 41,1 q/ha; při současném přihnojení fosforem a draslem zvýšení výnosu dosáhlo 78,4 q/ha. Dobrých výsledků u brambor po zaorání komonice dosáhl Růther (1954), po zaorání lupiny Paškovskaja (1954); Růther (1954) uvádí ještě také výsledky 25letého pokusu, kde zelené hnojení ve směsi hrachu,

vikve a bobu zvýšilo výnosy cukrovky o 50 q/ha. V případě, že nadzemní hmota byla zkrmena, činilo zvýšení výnosu 25–30 q/ha, účinek byl tedy poloviční.

Působení zeleného hnojení a průmyslových hnojiv srovnával Rauhe (1959) a zjistil, že 60 kg N, 54 kg  $P_2O_5$  a 80 kg  $K_2O$  mělo na výnosy brambor stejný vliv jako zelené hnojení. Spojením zeleného hnojení s průmyslovými hnojivy se výnos zvýšil o dalších 25 %. Tentýž autor uvádí, že zelené hnojení na jílovitém písku působilo na výnos řepy dokonce lépe než hnůj; v následném působení se však hnoji nevyrovnalo. Příznivý vliv jetele červeného, vojtěšky, komonice + vojtěšky na zvýšení výnosu bulev cukrovky i chrástu uvádí Miczynski a Siwicki (1960). Jeteloviny však v tomto pokuse nepředčily kombinaci s chlévskou mrvou. Z prací, které publikovali Rütther (1955) a Lüddecke (1957), vyplývá, že výnosy první následné plodiny se zvyšují podle zastoupení leguminóz ve směsi. Podle Mortensena a Younga (1960) byl po leguminózách patrný vliv zeleného hnojení i na druhou následnou plodinu, zatímco po travách byl zjištěn nedostatek dusíku. Mann (1959), který k zelenému hnojení přidával mrvu, slámu a dusíkatá hnojiva, zjistil, že přídavek mrvy výnos následné plodiny neovlivnil a sláma působila na výnos depresivně. Pouze dusíkatá průmyslová hnojiva výnosy následné plodiny zvyšovala, a proto z tohoto zjištění dedukuje poznatek, že účinek zeleného hnojení závisí na obsahu dusíku.

Zelené hnojení však nepůsobí vždy příznivě, jak je např. dokumentováno prací Antala (1962), který zjistil na písčitých půdách u první následné plodiny téměř výnosové deprese, což přičítá nedostatku vláhy. Obdobně i Batalin (1962) v PLR uvádí, že účinek na jaře zaorané ozimé vikve na písčitých půdách pro brambory je značně závislý na průběhu teplot. V případě chladného jara roste směska pomalu a odčerpává mnoho vláhy, což vede ke snížení výnosu brambor. V takových případech doporučuje zaorávat dříve a doplnit menší dávkou mrvy a průmyslovými hnojivy. Podobného názoru je i Borná (1960), který zdůrazňuje, že zelené hnojení může na výnosy zelenin v důsledku nedostatku vody působit i nepříznivě, a dodává, že nejlépe působí v zelinářství druhým a třetím následným rokem.

Depresivní vliv hořčice na výnos následných brambor zjistil i Schneidewind (1922) a proto ji jako plodinu na zelené hnojení zavrhuje. Rovněž Krüger, kterého cituje Prjanišnikov (1962), v pokusech provedených v Bernburgu pozoroval záporný vliv hořčice zaorané na jaře na výnos jarních obilovin ve srovnání s kontrolním dílcem. Negativní výsledky se zaoráním řepky pro jarní pšenici v podmínkách Maďarska získal rovněž Pusztai (1958), obdobně i Batalin (1954) při zaorávce lupiny pro ozimé žito v Polsku.

## METODIKA

Pokusy se zeleným hnojením byly zakládány blokovým způsobem v běžném provozním osevním postupu ve čtyřech opakováních na pracovišti ÚVÚRV v Čáslavi na pozemcích střední zemědělské technické školy v letech 1958–1961 (Strnad 1965); sledování následných plodin potrvало až do roku 1964.

Pro následné plodiny byl čtyři roky zaoráván na podzim z podsevu jetel bílý (*Trifolium repens* L.), jetel švédský (*Trifolium hybridum* L.), komonice bílá (*Melilotus albus* Desr.), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* M. K.); ze strniskových meziplodin hrách setý (*Pisum sativum* L.), peluška jarní (*Pisum arvense* L.), vikev jarní (*Vicia sativa* L.), bob koňský (*Faba vulgaris* Moench), hořčice bílá (*Sinapsis alba* L.), řepka ozimá (*Brassica napus* var. *arvensis* [Lam.] Thell), svazanka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth), inkarnát (*Trifolium incarnatum* L.), kolenec rolní (*Spergula arvensis* L.). Dva roky byla též jako podsev zaorávána směska jílku italského (*Lolium italicum* L.) se řepkou ozimou (*Brassica napus* var. *arvensis* [Lam.] Thell). Jako kontrola pro srovnávání vlivu zeleného hnojení na následné plodiny byla zařazena varianta bez strniskového zeleného hnojení s podmínkou hnojená hnojem v dávce 200 q/ha ( $K_1$ ), varianta bez strniskového zeleného hnojení s podmínkou hnojená pouze průmyslovými hnojivy ( $K_2$ ), varianta bez podsevu a podmínky hnojená hnojem v dávce 200 q/ha ( $K_3$ ) a varianta bez podsevu a podmínky hnojená pouze průmyslovými hnojivy ( $K_4$ ).

První následnou plodinou sledovanou na všech variantách pokusu byly ve všech čtyřech letech brambory. Po bílém jeteli, ovsíku vyvýšeném, hořčici, svazence, peluše jarní, řepce ozimé a kontrolách  $K_1$  a  $K_2$  byla sledována dva roky i druhá ná-



sledná plodina; v roce 1962 to byla cukrovka a v roce 1963 jarní ječmen. Na stejných variantách byla sledována ještě třetí následná plodina, v roce 1963 jarní ječmen a v roce 1964 cukrovka.

Sled plodin po zeleném hnojení

| Výsev<br>meziplodin              |      | I. následná<br>plodina | II. následná<br>plodina | III. následná<br>plodina |
|----------------------------------|------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ječmen jarní<br>+ zelené hnojení | 1958 | 1959<br>brambory       | 1960<br>nesledováno     | 1961<br>nesledováno      |
|                                  | 1959 | 1960<br>brambory       | 1961<br>nesledováno     | 1962<br>nesledováno      |
|                                  | 1960 | 1961<br>brambory       | 1962<br>cukrovka        | 1963<br>jarní ječmen     |
|                                  | 1961 | 1962<br>brambory       | 1963<br>jarní ječmen    | 1964<br>cukrovka         |

Cukrovka jako druhá a třetí následná plodina po zeleném hnojení nebyla hnojena chlévským hnojem.

Odrůdová skladba následných plodin a jejich hnojení průmyslovými hnojivy je uvedeno v tabulce I.

## PODMÍNKY POKUSU

Pokusné pozemky leží v černozemní oblasti ve výrobním typu řepařském, subtyp ječný. Půdy jsou silně degradované, obsah humusu se pohybuje od 2 do 3 %, pH 6,5—7. V ornici jsou stopy  $\text{CaCO}_3$ , střední zásoba fosforu a nedostatek draslíka.

Přehled povětrnostních podmínek je uveden v tabulce II.

## VÝSLEDKY

### VEGETAČNÍ POZOROVÁNÍ

U první následné plodiny, brambor, bylo vzcházení u všech sledovaných variant jednotné bez zřetelných rozdílů. U varianty s komoníci byla pozorována značná regenerace kořenových zbytků, některé rostliny dospěly až do květu a musely být ručně odstraňovány. Rovněž u varianty s kolencem bylo zjištěno v důsledku jeho vysemenění v roce výsevu silné zaplevelení brambor. Tyto poměrně útlé rostlinky kolence byly při kultivaci snadno zničeny. Po zapojení porostu byla u variant s jetelem bílým, švédským, komoníci, bobem, peluškou, hrachem a kontrolou s hnojem pozorována tmavší barva natě než u ostatních variant. Velmi zřetelně se světlejším zbarvením natě lišila varianta s ovsíkem vyvýšeným. Počátek a plný květ brambor byl opět u všech variant jednotný bez zřetelných rozdílů.

U druhé následné plodiny, cukrovky a jarního ječmene, nebyly ve vzcházení a dalším růstu pozorovány jasné rozdíly. Pouze u cukrovky až ke konci vegetačního období byla patrná tmavší barva chrástu u varianty s bílým jetelem. Jarní ječmen brzy polehl na všech variantách. I ve druhém roce po vý-

## I. Odrůdová skladba a hnojení následných plodin průmyslovými hnojivy

| Následná plodina |              | Rok          | Odrůda       | Průmyslová hnojiva   |      |
|------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|------|
|                  |              |              |              | druh                 | q/ha |
| I.               | Brambory     | 1959         | Kotnov       | síran amonný         | 1,5  |
|                  |              |              |              | superfosfát          | 1,5  |
|                  |              |              |              | draselná sůl         | 2,0  |
|                  |              | 1960         | Krasava      | síran amonný         | 1,5  |
|                  |              |              |              | superfosfát          | 1,5  |
|                  |              |              |              | draselná sůl         | 2,0  |
|                  |              | 1961         | Krasava      | síran amonný         | 1,5  |
|                  |              |              |              | superfosfát          | 1,5  |
| draselná sůl     | 2,0          |              |              |                      |      |
| 1962             | Krasava      | síran amonný | 1,0          |                      |      |
|                  |              | superfosfát  | 1,8          |                      |      |
|                  |              | draselná sůl | 2,0          |                      |      |
| II.              | Cukrovka     | 1962         | Dobrovická A | síran amonný         | 1,0  |
|                  |              |              |              | superfosfát          | 1,8  |
|                  |              |              |              | draselná sůl         | 1,4  |
| III.             | Ječmen jarní | 1963         | Dunajský trh | ledek amonnovápenatý | 1,0  |
|                  |              |              |              | —                    | —    |
|                  |              |              |              | —                    | —    |
| III.             | Cukrovka     | 1964         | Dobrovická N | —                    | —    |
|                  |              |              |              | síran amonný         | 3,0  |
|                  |              |              |              | superfosfát          | 3,0  |
|                  |              |              |              | draselná sůl         | 2,0  |
|                  |              |              |              | ledek amonnovápenatý | 1,0  |

sevu kolence na zelené hnojení, který se vysemenil, bylo patrné silné zaplevelení této varianty.

U třetí následné plodiny, opět cukrovky a jarního ječmene, nebyly v počátečním růstu pozorovány rozdíly. Velmi zřetelně však byly opět ohraničeny varianty s kolencem, který zapleveloval pozemek. Ke konci vegetace byla opět patrná po bílém jeteli tmavší barva chrástu cukrovky. U jarního ječmene došlo u této varianty i k mírnému polehnutí porostu, které však neovlivnilo jeho sklizeň.

## SKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY PRVNÍ NÁSLEDNÉ PLODINY

Výnosy brambor byly ve čtyřletém průměru u jednotlivých variant velmi rozdílné (tabulka III). Přírůstky hlíz oproti kontrole s podmínkou hnojené pouze průmyslovými hnojivy ( $K_2$ ) dosáhly maxima u luskovin v pořadí bob

## II. Přehled povětrnostních podmínek

| Měsíc       | 1959   | 1960   | 1961   | 1962   | 1963   | 1964   | 40letý $\bar{x}$ |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| Teplota °C  |        |        |        |        |        |        |                  |
| Leden       | -0,40  | -1,78  | -2,21  | 0,20   | -8,15  | -5,82  | -1,05            |
| Únor        | -2,61  | -1,91  | 3,06   | -0,60  | -6,87  | -1,17  | 0,14             |
| Březen      | 5,45   | 3,49   | 6,32   | 0,27   | 1,72   | 0,00   | 3,85             |
| Duben       | 9,62   | 7,87   | 12,06  | 9,81   | 9,26   | 9,88   | 8,45             |
| Květen      | 13,16  | 10,40  | 11,35  | 11,29  | 13,23  | 14,11  | 13,90            |
| Červen      | 16,50  | 16,70  | 17,50  | 15,46  | 17,40  | 18,41  | 16,53            |
| Červenec    | 18,90  | 16,39  | 16,45  | 16,26  | 19,10  | 18,65  | 18,35            |
| Srpen       | 17,42  | 17,26  | 16,47  | 17,48  | 17,52  | 15,90  | 17,54            |
| Září        | 11,13  | 12,43  | 15,33  | 13,13  | 14,56  | 13,48  | 14,10            |
| Říjen       | 7,22   | 9,63   | 10,26  | 7,27   | 7,90   | 7,06   | 9,07             |
| Listopad    | 4,38   | 5,66   | 3,55   | 3,64   | 7,32   | 4,71   | 3,61             |
| Prosinec    | 2,13   | 2,32   | -1,99  | -4,27  | -5,06  | -0,18  | 0,41             |
| Průměr      | 8,57   | 8,20   | 9,01   | 7,49   | 7,32   | 7,91   | 8,74             |
| Srážky v mm |        |        |        |        |        |        |                  |
| Leden       | 14,10  | 44,10  | 9,80   | 17,70  | 11,50  | 9,10   | 33,00            |
| Únor        | 10,00  | 35,00  | 25,10  | 30,20  | 21,00  | 16,70  | 25,00            |
| Březen      | 10,80  | 71,70  | 40,40  | 33,60  | 32,20  | 38,30  | 37,00            |
| Duben       | 29,80  | 25,30  | 31,60  | 25,40  | 14,90  | 32,60  | 52,00            |
| Květen      | 37,90  | 62,00  | 67,80  | 116,40 | 83,30  | 50,00  | 63,00            |
| Červen      | 69,70  | 71,00  | 67,90  | 26,10  | 86,10  | 110,40 | 69,00            |
| Červenec    | 121,10 | 89,30  | 63,20  | 48,70  | 46,50  | 22,10  | 80,00            |
| Srpen       | 30,90  | 137,70 | 62,70  | 35,40  | 65,80  | 143,70 | 70,00            |
| Září        | 0,00   | 35,70  | 44,90  | 30,40  | 79,40  | 19,90  | 52,00            |
| Říjen       | 3,90   | 107,80 | 42,70  | 33,40  | 23,40  | 119,10 | 43,00            |
| Listopad    | 12,00  | 20,70  | 29,40  | 55,20  | 30,40  | 24,70  | 37,00            |
| Prosinec    | 54,90  | 22,70  | 27,20  | 15,40  | 6,30   | 24,90  | 40,00            |
| Celkem      | 395,10 | 723,00 | 512,70 | 467,90 | 500,80 | 611,50 | 601,00           |

(19,15 q/ha), peluška (16,90 q/ha), hrách (14,36 q/ha), vikev (15,11 q/ha). Přírůstky výnosů u bobu a pelušky jsou průkazně zajištěny. Bob na zelené hnojení se vyrovnal dávce 200 q/ha hnoje a i ostatní luskoviny se jí přiblížily. Z nemotýlokvetých plodin bylo dosaženo dobrého přírůstku výnosu brambor po hořčici (12,09 q/ha).

Depresivní neprůkazný vliv se projevil u řepky ozimé, jetele švédského a komonice. Snížení výnosu oproti K<sub>2</sub> bylo patrné i u varianty jilku italského s řepkou ozimou. U této varianty je však možné výsledky hodnotit pouze

### III. Výnos první následné plodiny v q/ha (brambory)

| Varianta              | 1959   | 1960   | 1961   | 1962   | 1959—62 | Rel. % |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Jetel bílý            | 232,90 | 277,60 | 330,70 | 124,80 | 241,50  | 103,92 |
| Jetel švédský         | 205,70 | 261,90 | 302,20 | 136,20 | 226,50  | 97,47  |
| Komonice              | 200,50 | 265,50 | 286,50 | 149,50 | 225,50  | 97,04  |
| Ovsík vyvýšený        | 212,40 | 287,40 | 308,00 | 152,00 | 239,95  | 103,26 |
| Řepka + jilek         | —      | —      | 276,50 | 126,10 | 201,30  | 86,62  |
| Bob                   | 200,20 | 330,98 | 316,00 | 158,90 | 251,52  | 108,24 |
| Hrách                 | 195,00 | 329,45 | 306,00 | 160,50 | 247,73  | 106,61 |
| Pelůška               | 195,80 | 311,30 | 330,40 | 159,60 | 249,27  | 107,27 |
| Vikev                 | 199,20 | 310,05 | 328,00 | 152,70 | 247,48  | 106,50 |
| Inkarnát              | 193,80 | 293,90 | 319,05 | 142,90 | 237,43  | 102,17 |
| Hořčice               | 202,90 | 305,65 | 324,00 | 146,10 | 244,66  | 105,28 |
| Řepka                 | 199,60 | 275,50 | 287,30 | 140,80 | 225,80  | 97,17  |
| Svazenka              | 202,80 | 314,50 | 287,30 | 142,10 | 236,67  | 101,85 |
| Kolenec               | 192,40 | 296,06 | 329,20 | 134,20 | 237,96  | 102,40 |
| K <sub>1</sub>        | 197,60 | 308,10 | 350,10 | 150,20 | 251,50  | 108,23 |
| K <sub>2</sub>        | 185,20 | 288,60 | 310,70 | 145,00 | 232,37  | 100,00 |
| K <sub>3</sub>        | 192,80 | 302,10 | 352,10 | 149,80 | 249,20  | 107,24 |
| K <sub>4</sub>        | 177,30 | 259,40 | 285,20 | 110,30 | 208,05  | 89,53  |
| Průkaznost v q/ha při |        |        |        |        |         |        |
| P = 0,10              | 10,47  | 15,29  | 20,66  | 16,40  | 15,90   |        |
| P = 0,05              | 12,74  | 18,60  | 25,12  | 19,94  | 19,14   |        |
| P = 0,01              | 16,94  | 24,55  | 33,15  | 26,52  | 25,23   |        |

v jednotlivých letech, neboť srovnání se čtyřletým průměrem by nebylo objektivní.

Z podsevů bylo dosaženo dobrých výsledků u bílého jetele jen v letech s dobrým vývinem nadzemní zelené hmoty.

V průměru bylo dosaženo po strniskových mezplodinách lepšího působení na první následnou plodinu než po podsevech.

U kontroly K<sub>4</sub>, kde nebyla prováděna podmítka a brambory byly hnojeny jenom průmyslovými hnojivy, se výnos hlíz průkazně snížil oproti kontrole K<sub>2</sub> při stejném hnojení a podmítce o 24,32 q/ha, tj. o 11,5 %.

### SKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY DRUHÉ NÁSLEDNÉ PLODINY

Na zelené hnojení příznivě reagovala i druhá následná plodina, cukrovka a jarní ječmen (tab. IV).

Svazenka a hořčice zaorané na zelené hnojení působily ve druhém roce po zaorávce na výnos bulev cukrovky dokonce lépe než hnůj (K<sub>1</sub>). Depresivní

## IV. Výnos druhé následné plodiny

| Varianta                    | Cukrovka      |                | Ječmen jarní |               |
|-----------------------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
|                             | 1962          |                | 1963         |               |
|                             | bulvy<br>q/ha | chrást<br>q/ha | zrno<br>q/ha | sláma<br>q/ha |
| Jetel bílý                  | 312,17        | 236,59         | 31,94        | 51,94         |
| Ovsík vyvýšený              | 281,49        | 188,60         | 29,44        | 47,22         |
| Peluška                     | 329,46        | 232,99         | 31,10        | 50,27         |
| Hořčice                     | 342,58        | 231,40         | 34,99        | 54,72         |
| Řepka                       | 316,31        | 229,41         | 30,83        | 49,99         |
| Svazenka                    | 348,10        | 230,25         | 33,33        | 46,38         |
| K <sub>1</sub>              | 331,83        | 205,93         | 34,71        | 51,11         |
| K <sub>2</sub>              | 288,97        | 172,63         | 32,22        | 46,11         |
| Průkaznost rozdílu q/ha při |               |                |              |               |
| P = 0,10                    | 27,43         | 37,25          | 3,25         | 5,62          |
| 0,05                        | 33,15         | 45,03          | 3,93         | 6,80          |
| 0,01                        | 45,11         | 61,26          | 5,34         | 9,25          |

vliv zeleného hnojení se na výnos bulev cukrovky u sledovaných plodin projevily pouze u ovsíku vyvýšeného. Ve výnosu chrástu bylo s výjimkou ovsíku vyvýšeného dosaženo u všech variant vyšší sklizně než u kontroly hnojené hnojem (K<sub>1</sub>). Maximální výnos chrástu byl dosažen u varianty s bílým jetelem, kde přebytek dusíku působil jednostranně na tvorbu zelené hmoty. Výnosové rozdíly jsou u cukrovky většinou průkazně zajištěny.

Obdobné výsledky byly zjištěny u jarního ječmene, kde se výnos zrna po hořčici vyrovnal výnosu kontroly hnojené hnojem. Oproti kontrole hnojené pouze průmyslovými hnojivy (K<sub>2</sub>) bylo u jarního ječmene dosaženo ve výnosu zrna nebo slámy vyšších sklizní po variantách se zeleným hnojením. Dosažené výsledky u jarního ječmene byly ovlivněny silným polehnutím.

## SKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY TŘETÍ NÁSLEDNÉ PLODINY

Jako třetí následná plodina po zaoraném zeleném hnojení byl opět sledován jarní ječmen a cukrovka (tab. V).

U jarního ječmene se projevily ještě ve třetím roce vysoký vliv zaoraného bílého jetele na výnos zrna i slámy. Výnosový rozdíl oproti kontrole K<sub>2</sub> dosáhl 5,9 q zrna a 4,9 q slámy z hektaru. Dosažený přírůstek výnosu byl v tomto případě podstatně vyšší než u kontroly hnojené hnojem (K<sub>1</sub>).

Rovněž u cukrovky bylo dosaženo ve třetím sledu plodin po zeleném hnojení podstatného zvýšení výnosu bulev a chrástu po bílém jetele oproti kontrole K<sub>2</sub>. Varianta s bílým jetelem byla ve výnosu bulev na stejné úrovni jako kontrola K<sub>1</sub>, ve výnosu chrástu byla však varianta s bílým jetelem lepší o 41,28 q/ha. Příznivý účinek na přírůstek výnosu bulev i chrástu byl pozorován i u varianty s řepkou ozimou a ovsíkem vyvýšeným.



| Varianta                      | Ječmen jarní |               | Cukrovka      |                |
|-------------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
|                               | 1963         |               | 1964          |                |
|                               | zrno<br>q/ha | sláma<br>q/ha | bulvy<br>q/ha | chrást<br>q/ha |
| Jetel bílý                    | 38,80        | 43,20         | 460,95        | 279,86         |
| Ovsík vyvýšený                | 33,50        | 39,90         | 448,14        | 234,27         |
| Peluška                       | 33,00        | 36,80         | 399,77        | 240,19         |
| Hořčice                       | 30,30        | 38,00         | 425,66        | 220,39         |
| Řepka                         | 32,40        | 39,80         | 444,27        | 213,12         |
| Svazenka                      | 33,00        | 38,00         | 412,55        | 215,73         |
| K <sub>1</sub>                | 33,75        | 38,10         | 459,43        | 238,58         |
| K <sub>2</sub>                | 32,90        | 38,30         | 414,29        | 225,28         |
| Průkaznost rozdílů v q/ha při |              |               |               |                |
| P = 0,10                      | 4,39         | 6,01          | 45,84         | 51,34          |
| 0,05                          | 5,28         | 7,23          | 55,18         | 61,80          |
| 0,01                          | 7,14         | 9,77          | 74,56         | 83,51          |

CELKOVÉ HODNOCENÍ ÚČINKU ZELENÉHO HNOJENÍ NA VÝNOS  
NÁSLEDNÝCH PLODIN

Z přehledu výnosu obilních jednotek u tří následných plodin v jednotlivých letech i v celkové sumě je zřejmý podstatný vliv zaoraného zeleného hnojení na výnos následných plodin (tab. VI).

Tak např. peluška ovlivňovala výnosy první následné plodiny více než hořčice, naopak u druhé následné plodiny se projevil větší vliv hořčice. U třetí následné plodiny se působení zeleného hnojení hořčice a pelušky oproti kontrole K<sub>2</sub> prakticky neprojevilo. Naproti tomu hnůj (K<sub>1</sub>) ovlivňoval výnos následných plodin v průběhu tří let mnohem stejnoměrněji. Dlouhé následné působení ještě u třetí následné plodiny bylo zřetelné u ovsíku vyvýšeného, řepky ozimé a zejména u bílého jetele.

Účinnost následného působení ovsíku vyvýšeného a řepky ozimé byla u třetí následné plodiny vyšší než u druhé následné plodiny. Na základě dosažených výnosů obilních jednotek v sumě první, druhé a třetí následné plodiny je možno sestavit jednotlivé varianty do tohoto konečného sestupného pořadí:

1. jetel bílý
2. kontrola K<sub>1</sub> (hnůj)
3. hořčice bílá
4. peluška jarní
5. svazenka vratičolistá
6. řepka ozimá
7. ovsík vyvýšený
8. kontrola K<sub>2</sub> (pouze průmyslová hnojiva).

## VI. Výnos obilních jednotek na 1 ha

| Varianty       | I. následná<br>plodina | Rel. % | II. následná<br>plodina | Rel. % | III. následná<br>plodina | Rel. % | Celkem | Rel. % |
|----------------|------------------------|--------|-------------------------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|
| Jetel bílý     | 60,37                  | 103,92 | 70,71                   | 109,95 | 94,24                    | 114,42 | 225,32 | 110,04 |
| Ovsík vyvýšený | 59,98                  | 103,25 | 62,87                   | 97,76  | 87,46                    | 106,19 | 210,31 | 102,71 |
| Pelůška        | 62,31                  | 107,26 | 72,14                   | 112,17 | 81,23                    | 98,62  | 215,68 | 105,33 |
| Hořčice        | 61,16                  | 105,28 | 75,96                   | 118,11 | 82,22                    | 99,83  | 219,34 | 107,12 |
| Řepka          | 56,45                  | 97,17  | 70,16                   | 109,09 | 85,39                    | 103,67 | 212,00 | 103,53 |
| Svazanka       | 59,16                  | 101,84 | 75,16                   | 116,87 | 81,70                    | 99,19  | 216,02 | 105,49 |
| K <sub>1</sub> | 62,87                  | 108,22 | 72,95                   | 113,43 | 89,08                    | 108,15 | 224,90 | 109,83 |
| K <sub>2</sub> | 58,09                  | 100,00 | 64,31                   | 100,00 | 82,36                    | 100,00 | 204,76 | 100,00 |

## VII. Ekonomické hodnocení

| Varianta       | Náklady<br>celkem<br>na 1 ha<br>v Kčs | Hodnota přírůstku v Kčs |                         |                          |         | Důchod  |        | Efektivnost |        |
|----------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|---------|--------|-------------|--------|
|                |                                       | I. následná<br>plodina  | II. následná<br>plodina | III. následná<br>plodina | celkem  | Kčs/ha  | pořadí | %           | pořadí |
| Jetel bílý     | 761,39                                | 356,07                  | 389,93                  | 990,51                   | 1736,51 | 975,12  | 2      | 228,07      | 1      |
| Ovsík vyvýšený | 1133,59                               | 295,62                  | 156,68                  | 387,54                   | 526,48  | -607,11 | 7      | 46,44       | 7      |
| Pelůška        | 1209,88                               | 659,10                  | 493,23                  | -86,71                   | 1065,62 | -144,26 | 5      | 88,07       | 5      |
| Hořčice        | 632,69                                | 479,31                  | 926,13                  | -75,65                   | 1329,79 | 697,10  | 3      | 210,18      | 3      |
| Řepka ozimá    | 464,39                                | -256,23                 | 339,72                  | 217,73                   | 301,22  | -163,17 | 6      | 64,86       | 6      |
| Svazanka       | 678,48                                | 167,70                  | 756,74                  | -38,68                   | 885,76  | 207,28  | 4      | 130,55      | 4      |
| K <sub>1</sub> | 875,51                                | 746,07                  | 668,92                  | 523,98                   | 1938,97 | 1063,46 | 1      | 221,46      | 2      |
| K <sub>2</sub> |                                       |                         |                         |                          |         |         |        |             |        |

V ekonomickém hodnocení následných plodin (tab. VII) byl sledován rozdíl nákladů spojených s pěstováním zeleného hnojení a hrubé produkce přírůstků v Kčs, označený jako „důchod“ a efektivnost v procentech, kterou je vyjádřen podíl celkových nákladů na zelené hnojení na zvýšení výnosu. Aby použití zeleného hnojení bylo efektivní, musí překročit 100 %. V tomto hodnocení nebyly uvažovány vedlejší produkty: sláma obilovin a zpětná dodávka řízků při zvýšené sklizni cukrovky. Lze předpokládat, že hodnota těchto produktů se vyrovná spotřebovaným vícenákladům při zvýšené sklizni. Hodnota zvýšeného výnosu chrástu byla započítávána.

Podklady pro ekonomické hodnocení byly použity z těchto pramenů:

1. Sborník norem času (Rostlinná výroba, 1963 — MZLVH) Mechanizační práce polní
2. Koeficienty a pomocné tabulky výpočtové pro provádění strojových prací na průměrný hektar, MZLVH — 1958
3. Výkupní ceny tržních produktů podle ministerstva potravinářského průmyslu a Sdružení výkupních podniků v Praze 1960 a Sbírky zákonů č. 85 z 31. XII. 1960.

U první následné plodiny, brambor, byl dosažený důchod u všech variant včetně kontroly hnojené hnojem ( $K_1$ ) nižší než u kontroly hnojené pouze průmyslovými hnojivy ( $K_2$ ). Rovněž efektivnost nepřesáhla ani u jedné varianty 100 %. Náklady spojené s pěstováním zeleného hnojení přesáhly u všech variant peněžní hodnotu přírůstků brambor. Z jednotlivých plodin bylo dosaženo nejpriznivějších výsledků zejména u hořčice.

Ekonomické hodnocení druhé následné plodiny vyznělo již mnohem příznivěji. Nejvyšší peněžní hodnota přírůstků byla dosažena u hořčice a svazenky. Poněkud nižších peněžních přírůstků bylo dosaženo u jetele bílého a řepky ozimé; ztrátový byl pouze ovsík vyvýšený částkou 156,68 Kčs/ha.

V celkovém ekonomickém hodnocení první i druhé následné plodiny bylo dosaženo nejvyššího důchodu u varianty s hořčicí, a to 772,75 Kčs/ha. Teprve za ní se zařadila kontrola hnojená hnojem částkou 539,48 Kčs/ha. Příznivého výsledku bylo dosaženo i u svazenky, a to 245,96 Kčs/ha. U ostatních variant náklady na zelené hnojení přesáhly hodnotu přírůstků výnosu první i druhé následné plodiny.

Obdobné výsledky byly získány i při hodnocení efektivnosti, kde se také na první místo zařadila hořčice, za ní varianta hnojená hnojem a svazenka.

V ekonomickém hodnocení třetí následné plodiny bylo nejvyšší peněžní hodnoty přírůstků dosaženo u bílého jetele v celkové částce 990,51 Kčs/ha. Příznivých, ale podstatně nižších výsledků bylo dosaženo i u ovsíku vyvýšeného a řepky ozimé. U hořčice, pelušky a svazenky došlo již k depresi oproti  $K_2$ .

V celkovém konečném hodnocení všech tří následných plodin byl dosažen nejvyšší důchod 975,12 Kčs/ha u bílého jetele, u hořčice bílé 697,10 Kčs/ha a u svazenky 207,28 Kčs/ha. Důchod u kontroly hnojené hnojem dosáhl 1063,46 Kčs/ha. Ztrátovými plodinami byl zejména ovsík vyvýšený (−607,11 Kčs/ha), dále řepka ozimá (−163,17 Kčs/ha) a peluška (−144,26 Kčs/ha).

Nejefektivnějšími plodinami byly v pořadí tyto varianty: 1. jetel bílý, 2. hořčice bílá, 3. svazenka. Jetel bílý v efektivnosti předčil i hnůj (228,07 % jetel, 221,46 % hnůj), který měl vyšší podíl nákladů na vyhnojení 1 ha.

## DISKUSE

Dosažené přírůstky výnosu brambor po zeleném hnojení odpovídají asi dolní hranici výsledků, které udává Suckow, Sahl, Spiegelberg (1954). Nutno souhlasit, pokud jde o jeteloviny, s výsledky Eicha (1960), který zdůrazňuje význam podsevů přesto, že u nich nebylo dosaženo ve všech letech vysokého výnosu zelené hmoty, obdobně jako s pracemi publikovanými Hromádkou a Fořtem (1926), které podtrhují zejména význam luskovin.

Zelené hnojení se velmi dobře uplatnilo i u druhé následné plodiny, což odpovídá i výsledkům celé řady autorů (Schneidewind 1922, Mortensen a Young 1960, Borna 1960 aj.). Zatímco peluška ovlivnila především výnos první následné plodiny, u hořčice a svazanky, které mají širší poměr C:N, a jejichž rozklad byl pomalejší, se účinek prodlužoval více na druhou následnou plodinu.

U třetí následné plodiny se projevilo vysoké následné působení zejména po bílém jeteli, kde docházelo ještě k uvolňování biologického dusíku, bylo však patrné i po řepce ozimé a ovsíku vyvýšeném. Příznivý vliv zeleného hnojení ještě ve třetím roce v zelinářství zjistil i Borna (1960).

Schneidewind (1922) a Krüger, kterého cituje Prjanišnikov (1962), považují hořčici za plodinu nevhodnou na zelené hnojení a přičítají výnosové deprese zejména nedostatku vláhy, zvláště při jarní zaorávce. V našich pokusech při podzimní zaorávce a dostatečném hnojení průmyslovými hnojivy včetně dusíku byla hořčice jednou z nejefektivnějších plodin.

Celkový ekonomický efekt zeleného hnojení byl příznivě ovlivněn následným působením ve druhém a popřípadě ještě ve třetím roce, což jsou shodné závěry zdůrazňované i Duchoněm (1948). Pro efektivnost zeleného hnojení při dobrých přírůstcích výnosů následných plodin měla rozhodující význam zejména cena používaného osiva, což se zřetelně projevilo u pelušky. Naproti tomu u řepky byly při nízké ceně osiva příčinou malé efektivnosti nízké přírůstky výnosů následných plodin.

## ZÁVĚRY

1. Zelené hnojení zvýšilo průkazně výnos první následné plodiny, brambor, maximálně po bobu o 8 %, což je shodný výnos jako při použití 200 q/ha hnoje. Příznivého působení bylo dosaženo i po ostatních luskovinách, z nemotýlokvtých potom zejména po hořčici.

2. Zelené hnojení podstatně ovlivnilo výnosy i druhé následné plodiny. Vysoce průkazné zvýšení bylo dosaženo u cukrovky. Maximální 18 % přírůstek byl dosažen po hořčici, po svazence přírůstek dosáhl 16 %, po pelušce 12 %.

3. Příznivé následné působení zeleného hnojení se projevilo ještě u třetí následné plodiny, kde přírůstek výnosu dosáhl po bílém jeteli 14 %, po ovsíku vyvýšeném 6 % a po řepce ozimé 3 %.

4. V celkovém ekonomickém hodnocení zeleného hnojení včetně tří následných plodin bylo dosaženo příznivých výsledků u bílého jetele, hořčice a svazanky. Naopak ztrátovými plodinami byly ovsík vyvýšený, řepka ozimá a peluška.

Došlo dne 27. 4. 1966

## Literatura

1. ANTAL, J.: Einige Fragen der Gründüngung auf niederschlagsarmen Sandböden. = „Berlin. Tagungsber. DAL“, 1962, č. 44, s. 135-141. — 2. BATALIN, M.: Działanie nawozów zielonych w plonach głównych. I. Nawozowe działania pastewnego lubinu żółtego i jego resztek poźniwnych pod żyto. = „Rocz. Nauk. Pol.“, 1954, sv. 69, ř. A, s. 593-612. — 3. BATALIN, M.: Die Winterwicke als Gründünger auf Sandböden. = „Tagungsber. DAL“, 1962, č. 44, s. 73-77. — 4. BORNA, Z.: Die Gründüngungspflanzen als Zwischenfrucht im Gemüsebau. = „Dtsch. Gartenbau“, r. 7, 1960, č. 4, s. 96-98. — 5. DUCHOŇ, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin. ČAZ, Praha, 1948, 780 pp. — 6. EICH, D.: Pěstování meziplodin v NDR. = „Mezinár. zeměd. časopis“, r. 4, 1960, č. 3, s. 58-70. — 7. HROMÁDKO, J. - FORT, J.: Bakteriální hnojiva a očkování neleguminos. Zelené hnojení v exaktních pokusech. Roudnice n. L., 1926, 8 pp. — 8. LÜDDECKE, F.: Ergebnisse aus den Feldversuchen des Institutes f. landw. Versuchs- u. Untersuchungswesen, Rostock. Berlin, DAL, 1957, s. 65-91. — 9. MANN, H. H.: Field studies in green manuring. Part 2. = „Emp. J. Exp. Agric.“, r. 27, 1959, č. 107, s. 243-251. — 10. MICZYNSKI, J. - SIWICKI, S.: Miedziplody nawozowe w uprawie buraków cukrowych. II. = „Roczn. nauk roln.“, sv. 83, 1960, ser. A, č. 2, s. 311-348. — 11. MORTENSEN, J. J. - YOUNG, J. L.: Effect of summer-seed green manures on soil structure and availability of nitrogen. = „Ohio Agric. Experim. Stat. Res. Bull.“, 1960, č. 865, s. 1-31. — 12. NĚMEC, A.: Výsledky polních pokusů se strništním zeleným hnojením. = „Sbor. SVŮZ“, 1932, sv. 93, Praha, 109 pp. — 13. PAŠKOVSKAJA, A. J.: Ljupin na zelenoje udobrenie. Selchoziz. 1954, Moskva, 48 pp. — 14. PITRA, J.: Zelené hnojení. Časové spisky min. zeměděl., 1932, č. 56, Praha, 25 pp. — 15. PRJANIŠNIKOV, D. N.: Výživa rostlin v soustavách zemědělství, vybrané stati. SZN, Praha, 1962, 254 pp. — 16. PUSZTAI, A.: A repce zöldtragya hatása a talai nedvességtartalmára és az őszi búza kelésére. = „Magyar Mezőgazdaság“, r. 13, 1958, č. 15-16, s. 10-11. — 17. RAUHE, K.: Gründüngung - Ersatz für Stallmist. = „Der freie Bauer“, r. 36, 1959, č. 9, s. 5. — 18. RÜTHER, H.: Pflanzenbauliche Möglichkeiten zur Steigerung der Fett- und Eiweißerträge. Dtsch. Bauernverlag, Berlin, 1954, 112 pp. — 19. RÜTHER, H.: Der Zwischenfruchtbau im mitteldeutschen Trockengebiet. = „Die deutsche Landwirtschaft“, r. 6, 1955, č. 2, s. 64-67, č. 3, s. 125-129. — 20. SCHNEIDEWIND, W. D.: Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. P. Parey, Berlin, 1922, 543 pp. — 21. STRNAD, P.: Pěstování meziplodin na zelené hnojení v řepářské výrobní oblasti. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965, č. 5, s. 497-508. — 22. SUCKOW, W. - SAHL, E. - SPIEGELBERG, E.: Warum Gründüngung zu Kartoffeln? Landw. Verlag T. Mann A. G., Hildesheim, 1954, 41 pp.

### Влияние зеленого удобрения на урожай последующих культур в свекловодческой производственной области

1. Зеленое удобрение достоверно повысило урожай первой последующей культуры — картофеля, максимально после бобов на 8 %, что соответствует внесению 200 ц навоза/га. Благоприятного действия было достигнуто и после остальных бобовых, а из небобовых особенно после горчицы.

2. Зеленое удобрение существенно влияло на урожай и второй последующей культуры. Высокодостоверное повышение урожая было получено у сахарной свеклы. Максимальный 18 % увеличение было получено после горчицы, после фацелии прирост достигал 16 %, после пелюшки — 12 %.

3. Благоприятное последующее действие зеленого удобрения проявилось еще у третьей последующей культуры, когда увеличение урожая достигло после клевера белого 14 %, после овса высокого — 6 % и после рапса озимого — 3 %.

4. В общей экономической оценке зеленого удобрения, включая три последующие культуры, были достигнуты благоприятные результаты у белого клевера, горчицы и фацелии. Наоборот низкие урожаи дали овес высокий, рапс озимый и пелюшка.

#### Текст к таблицам

- I. Сортовой состав и удобрение последующих культур минеральными удобрениями
- II. Обзор погодных условий
- III. Урожай первой последующей культуры в ц/га (картофель)



- IV. Урожай второй последующей культуры
- V. Урожай третьей последующей культуры
- VI. Выход зерновых единиц на 1 га
- VII. Экономическая оценка

### **The Influence of Green Manuring on the Yields of Following Crops in the Beet Production Region**

1. Green manuring significantly increased the yield of the first following crop — potatoes — to a maximum degree after horse beans by 8 per cent, which corresponds to a yield obtained with an application of 20 metric tons of manure per hectare. Favourable results were obtained also after the other pulse crops, and after non-papilionaceous plants, particularly after mustard.

2. Green manuring substantially influenced also the yields of the second following crop. A highly significant increasing of yields was obtained also with sugar-beet. A maximum increase of 18 per cent was obtained after mustard, after phacelia the increase amounted to 16 per cent, and after field pea to 12 per cent.

3. The favourable consequential effect of green manuring appeared also in the third following crop, where the increase of yields amounted to 14 per cent after Dutch clover, to 6 per cent after tall oat-grass, and to 3 per cent after winter rape.

4. In a total economic evaluation of green manuring including the three following crops favourable results were obtained with white clover, mustard, and phacelia. On the other hand losses were recorded in the case of tall oat-grass, winter rape, and field pea.

#### **Text to the tables**

- I. The varietal structure and fertilizing of following crops with industrial fertilizers
- II. Survey of weather conditions
- III. Yields of the first following crop in 100 kg per hectare (potatoes)
- IV. Yields of the second following crop
- V. Yields of the third following crop
- VI. Per hectare yields of cereal units
- VII. Economic evaluation

### **Einfluß von Gründüngung auf die Erträge von Nachfrüchten im Rübenanbaugebiet**

1. Die Gründüngung hat signifikant den Ertrag der ersten Nachfrucht — der Kartoffel — maximal nach Ackerbohnen um 8 % erhöht, was dieselbe Ertragserhöhung wie bei Benützung von 200 q/ha Stallmist darstellt. Eine günstige Wirkung wurde auch nach anderen Leguminosen erzielt, von stickstoffnichtsammelnden dann namentlich nach Senf.

2. Die Gründüngung hat auch die Erträge der zweiten Nachfrucht beträchtlich erhöht. Eine hoch signifikante Erhöhung der Erträge wurde bei Zuckerrübe erzielt. Die maximale Ertragserhöhung von 18 % wurde nach Senf erzielt, nach der Phazelle wurde eine Erhöhung von 16 %, nach der Peluschke von 12 % erzielt.

3. Die günstige Nachwirkung von Gründüngung kam noch bei der dritten Nachfrucht zum Vorschein, wo die Ertragserhöhung nach Weißklee 14 %, nach Glatthafer 6 % und nach Winterraps 3 % erreichte.

4. In der gesamten ökonomischen Bewertung der Gründüngung einschließlich dreier Nachfrüchte wurden günstige Ergebnisse beim Weißklee, Senf und der Phazelle erzielt. Dagegen waren Verlustfrüchte: Glatthafer, Winterraps und Peluschke.

#### **Text zu den Tabellen**

- I. Sortenzusammensetzung und Düngung von Nachfrüchten mittels Handelsdünger
- II. Übersicht der klimatischen Bedingungen
- III. Ertrag der ersten Nachfrucht in dt/ha (Kartoffeln)

- IV. Ertrag der zweiten Nachfrucht
- V. Ertrag der dritten Nachfrucht
- VI. Ertrag von Getreideeinheiten auf 1 ha
- VII. Ökonomische Bewertung

---

*Adresa autora:*

Ing. Přemysl Strnad, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby  
Praha-Ruzyně, pracoviště Čáslav

---

■ Správné zpracování půdy má zvlášť rozhodující význam při pěstování strniskových meziplodin, neboť jejich výsev se provádí v letním údobí a chybný zákrok může způsobit nedostatečné zásobení rostlin vodou a tím i špatné vzcházení a pomalý růst. Pro úspěch strniskových meziplodin je nutné provést přípravu půdy ihned po sklizni hlavní plodiny, neboť půda nekrytá rostlinným porostem ztrácí ca 1–2 % vlhkosti denně (Šimon 1950). Již známý propagátor a průkopník zeleného hnojení Schulz - Lupitz (1895) zdůrazňoval důležitost rychlé, ale přitom pečlivé přípravy půdy, tak jako k hlavní plodině. Nutnost rychlé přípravy půdy vyplývá i ze zjištění Sommerfelda (1952):

Datum výsevu luskovinoobilní směsky

Výnosy zelené hmoty q/ha

|        |     |
|--------|-----|
| 6. 7.  | 349 |
| 9. 7.  | 319 |
| 11. 7. | 283 |

Zmíněný autor upozorňuje, že rychlost nesmí ovlivnit kvalitu práce.

Z našich autorů, kteří se problematikou správného zpracování půdy pro strniskové meziplodiny zabývali, doporučuje např. Šimon (1950) hloubku orby 12–15 cm; stejně tak Hroššo (1961), Navrátil (1960) aj. Strída (1960) považuje za dostačující hlubší podmítku podle výrobních oblastí — pro kukuřičnou oblast uvádí 12 cm, pro řepařskou 10 cm a pro bramborářskou 8 cm. V pracích publikovaných zejména německými výzkumníky je zdůrazňován význam hlubšího zpracování půdy (10–25 cm) před mělkým kypřením, po kterém dochází ke snižování výnosů nejen nadzemní, ale zejména kořenové hmoty. Tiemann (1940) doporučuje hlubší přípravu půdy hlavně pro lupiny, bob, kukuřici a slunečnici. Týž autor prováděl i kultivaci strniskových plodin, která příznivě ovlivnila výnosy nadzemní hmoty zejména u řepky, slézu a vodnice; méně již na tento agrotechnický zákrok reagovala hořčice. Zvýšení množství kořenové hmoty souvisí s hloubkou prokořenění, jak dokazuje celá řada autorů. Tak Tiemann (1938) doporučuje hluboké prokypření podrývákem ve spojení s mělkou orbou, Rauhe (1961) uvádí zvýšení kořenové hmoty u lupiny o 30–40 % na lehké půdě po meliorační orbě do hloubky 40–50 cm v porovnání s orbou na 20 cm. Prohlubování ornice při orbě k lupině doporučuje též Strelkov a Romaněnkovová (1959). Používání diskového nářadí je německými autory většinou odmítáno. Jejich použití doporučuje např. Tiemann a Kraftborn (1942) pouze za vlhka. Ermich (1957) doporučuje mělké zadiskování jen tam, kde není možno půdu připravit, tj. za trvalejšího mokra a v těžké půdě. Konečně Barteles (1957) uvádí ještě další možnost použití diskového nářadí, a to na lehkých půdách, kde není možno provést ihned orbu. V suchých oblastech, jak podtrhuje Rütther (1954), je orba na 25 cm vhodnější než kypření diskovým nářadím, neboť rostliny mohou lépe zakořenit a čerpat vláhu z hlubších vrstev. Shodně s Tiemannem (1938) je toho názoru, že je lépe zpracovat půdu hluboko a pečlivě než velkou plochu jen mělce zkyprřit.

Všichni autoři, kteří se uvedenou problematikou zabývali, zdůrazňují nutnost okamžitého drobení a drcení hrud hned při orbě, aby půda byla co nejkvalitněji připravena při nejmenších nákladech. Za tím účelem se používá agregátování nářadí. Např. G ä t k e (1954) na lehkých až středně těžkých půdách použil spojení podmítačů pluhu s tzv. „Bergerovým nářadím“ (tj. secí stroj + pěch + Notzonovy válce + brány).

Kombinaci diskových bran s výsevní skříní nedoporučuje D i e t z (1936) proto, že umožňuje rozmnožení víceletých plevelů a osivo se dostává příliš hluboko.

## METODIKA

Pokusy byly zakládány v letech 1962—1964 v běžném provozním devítihodinném osevním postupu na pozemcích střední zemědělské technické školy v Čáslavi ihned po sklizni jarního ječmene metodou dlouhých parcel s vloženými kontrolami.

Na polovině každé parcely velikosti 50×16 m byla vysévána peluška jarní (*Pisum arvense* L.) a na druhé polovině hořčice bílá (*Sinapis alba* L.).

Byly sledovány tyto varianty:

K (kontrola) orba 15—18 cm, výsev strojem do řádků

- 1 — podmítka jednostranným diskovým podmítačem do hloubky 6—8 cm se současným výsevem na široko
- 2 — podmítka 8—10 cm, výsev strojem do řádků
- 3 — podmítka 8—10 cm, výsev strojem na široko, zapravení diskovými branami
- 4 — orba 15—18 cm + 10 cm podrývání, výsev strojem do řádků
- 5 — zpracování půdy rotačním kypřičem do hloubky 6—8 cm se současným zapravením osiva (bylo sledováno pouze v roce 1962).

Hnojení průmyslovými hnojivy v předseťové přípravě bylo u obou plodin jednotné — 200 kg superfosfátu a 200 kg draselné soli na hektar. U varianty 1 a 5 bylo provedeno hnojení průmyslovými hnojivy na strniště. Hořčice byla přihnojována po vzejití ještě dávkou 100 kg ledku amonnovápennatého na hektar.

U každé varianty a plodiny byly sklizeny 4 parcelky velikosti 5×5 m, současně byly odebrány 2 kg vzorky zelené hmoty pro zjišťování suché hmoty.

Během růstu bylo prováděno běžné vegetační a fenologické pozorování, byla sledována dynamika růstu a vlhkostní poměry.

Před zaorávkou zeleného hnojení byly odebrány z každé varianty a plodiny 3 monolity velikosti 30×30×40 cm, rozděleny horizontálně na dvě poloviny a odděleně vyplavovány na aparatuře podle T j a g l a.

## VÝSEV A POUŽITÉ ODRŮDY

| Plodina       | Výsev klíčivých<br>zrn ks/ha | Výsev v kg/ha při 80%<br>užitné hodnotě | Odrůda      |
|---------------|------------------------------|-----------------------------------------|-------------|
| Peluška jarní | 1 400 000                    | 240                                     | 'Klatovská' |
| Hořčice bílá  | 4 000 000                    | 25                                      | 'Přerovská' |

Poněkud vyšší norma výsevu byla stanovena s ohledem na různou techniku setby tak, aby byla zajištěna dostatečná hustota porostu i za méně příznivých podmínek.

## PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

Pokusy byly zakládány na pozemcích v černozemní oblasti s půdami silně degradovanými, ve výrobním typu řepařském, subtypu ječném. Ornice je hlinitá s obsahem 40—45 % jílnatých částic a 2—3 % humusu.

Agrochemická charakteristika pokusných míst podle rozborů z roku 1961:

| rok  | hon    | CaCO <sub>3</sub> | pH  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(Egnér) | K <sub>2</sub> O<br>(Schachtschabel) |
|------|--------|-------------------|-----|------------------------------------------|--------------------------------------|
|      |        |                   |     | v mg/100 g                               |                                      |
| 1962 | VII. C | stopy             | 6,3 | 12,2                                     | 22,7                                 |
| 1963 | IV.    | —                 | 6,7 | 8,1                                      | 12,1                                 |
| 1964 | I.     | —                 | 6,7 | 9,4                                      | 12,0                                 |

Povětrnostní podmínky v pokusných letech jsou uvedeny v tabulce I.

# I. Přehled povětrnostních podmínek

| Měsíc         | Teplota °C |       |       |          | Srážky v mm |        |        |          |
|---------------|------------|-------|-------|----------|-------------|--------|--------|----------|
|               | 1962       | 1963  | 1964  | 40letý Ø | 1962        | 1963   | 1964   | 40letý Ø |
| Leden         | 0,20       | -8,15 | -5,82 | -1,05    | 17,70       | 11,50  | 9,10   | 33       |
| Únor          | -0,60      | -6,87 | -1,17 | 0,14     | 30,20       | 21,00  | 16,70  | 25       |
| Březen        | 0,27       | 1,72  | 0,00  | 3,85     | 33,60       | 32,20  | 38,30  | 37       |
| Duben         | 9,81       | 9,26  | 9,88  | 8,45     | 25,40       | 14,90  | 32,60  | 52       |
| Květen        | 11,29      | 13,23 | 14,11 | 13,90    | 116,40      | 83,30  | 50,00  | 63       |
| Červen        | 15,46      | 17,40 | 18,41 | 16,53    | 26,10       | 86,10  | 110,40 | 69       |
| Červenec      | 16,26      | 19,10 | 18,65 | 18,35    | 48,70       | 46,50  | 22,10  | 80       |
| Srpen         | 17,48      | 17,52 | 15,90 | 17,54    | 35,40       | 65,80  | 143,70 | 70       |
| Září          | 131,3      | 14,56 | 13,48 | 14,10    | 30,40       | 79,40  | 19,90  | 52       |
| Říjen         | 7,27       | 7,90  | 7,06  | 9,07     | 33,40       | 23,40  | 119,10 | 43       |
| Listopad      | 3,64       | 7,32  | 4,71  | 3,61     | 55,20       | 30,40  | 24,70  | 37       |
| Prosinec      | -4,27      | -5,06 | -0,18 | 0,41     | 15,40       | 6,30   | 24,90  | 40       |
| Průměr celkem | 7,49       | 7,32  | 7,91  | 8,74     | 467,90      | 500,80 | 611,50 | 601      |

## VÝSLEDKY

### PŘÍPRAVA PŮDY A VÝSEV

Orba do hloubky 15–18 cm byla prováděna u kontroly klínovým čtyřradličným podmítacím pluhem a kolovým traktorem Z 25 a stejně tak u variant 2 a 3, u kterých se hloubka podmítky pohybovala od 8 do 10 cm. Hloubka byla u všech variant během orby stále sledována a kontrolována.

U varianty 4 byla provedena orba do hloubky 15 až 18 cm s podrytím do další hloubky 10 cm speciálním pluhem s podrýváký taženým traktorem DT 54.

Diskování jednostranným diskovým podmítačem s výsevní skříní (varianta 1) bylo rovněž provedeno pásovým traktorem DT 54. Aby byla zajištěna stejnoměrnost výsevu shodná pro všechny varianty, byla hořčice i peluška vyseta nejprve na široko secím strojem do strniště a potom následovalo za-diskování.

Zpracování osiva rotavátorem (varianta 5) bylo provedeno pouze v jednom roce (1962), poněvadž pro ostatní leta se nepodařilo rotavátor zajistit. Osivo bylo po strojovém vysetí na široko do strniště zapraveno rotavátorem.

Orba, resp. podmítka klínovým pluhem probíhala ve všech pokusných letech velmi dobře, neboť v podpovrchové půdní vrstvě bylo ještě dostatečné množství půdní vláhy. Rovněž příprava půdy nedělala potíže, protože byla provedena ihned po orbě, dokud povrch nepřeschl. Zapravení osiva jednostranným diskovým podmítačem bylo obtížné pouze v roce 1962, kdy půdní vlhkost ve hloubce 10 cm dosahovala 9,38 % váh.; při této půdní vlhkosti se částečného zahloubení dosáhlo jen při větším zatížení. V ostatních letech diskování

do hloubky 6–8 cm probíhalo bez závad, povrch zůstával bez hrud, část strniště zůstávala nezaklopena.

Zpracování půdy rotačním kypřičem do hloubky 6–8 cm probíhalo velmi příznivě, osivo se do půdy dobře zapravilo, povrch byl kyprý, zcela bez hrud, strniště však ze značné části zůstávalo na povrchu.

U variant 2, 3, 4 a kontroly příprava půdy spočívala v opakovaném smykování a vláčení, mezi kterým byla rozmetána průmyslová hnojiva. U varianty 1 a 5 byla průmyslová hnojiva rozmetána na strniště a zapravena současně s osivem. Po přípravě ihned následoval výsev strojem do řádků a zalváčení osiva. U varianty 3 po běžné seťové přípravě bylo osivo vyseto na povrch seřizujícím secím strojem na široko a potom zadiskováno diskovými bránami. Celý pokus byl po výsevu uvalen těžším válcem.

V roce 1962 byla zjišťována po uvedených orbách hrudovitost (tabulka II). Hlubší orba klínovými pluhy měla příznivý vliv na nižší hrudovitost. Naproti tomu při mělké orbě se hrudovitost zvyšovala. Zpracování půdy rotavátorem hrudovitost podstatně snižovalo. Po výsevu byla prováděna i kontrola osiva, které zůstalo u jednotlivých variant na povrchu. Nejvyšší procento zrn na povrchu bylo zjištěno u varianty 3, kde bylo osivo zadiskováno po předchozí orbě a předseťové přípravě.

## II. Hrudovitost v ‰ (1962)

| Varianta | Velikost hrud po orbě |        |          |
|----------|-----------------------|--------|----------|
|          | 5–3 cm                | 2–1 cm | pod 1 cm |
| K        | 21,05                 | 32,19  | 46,76    |
| 1        | 32,92                 | 26,74  | 40,34    |
| 2        | 35,11                 | 28,56  | 36,33    |
| 4        | 6,74                  | 38,18  | 55,08    |
| 5        | 16,05                 | 32,72  | 51,23    |

## VEGETAČNÍ POZOROVÁNÍ

Začátek a rychlost vzcházení byly u jednotlivých variant v pokusných letech značně rozdílné. Tak v roce 1962 rychleji vzcházely obě plodiny, hořčice i peluška, na kontrolní variantě, zatímco po diskování (var. 1) bylo vzcházení poněkud opožděno. Naproti tomu však v roce 1964 bylo zjištěno nejrychlejší vzcházení hořčice i pelušky u varianty 1.

U jednotlivých variant byla kontrolována při vzcházení i hloubka uložení semene (tabulka III). Z průměrných hodnot vyplynulo, že nejhluběji byla vysévána hořčice u kontroly a varianty s podrýváním (2,63 a 2,55 cm), peluška potom u stejných variant do hloubky 2,94 a 2,80 cm. Peluška byla hluběji zapravena rotavátorem v roce 1962, a to do hloubky 4,54 cm. Naproti tomu při zadiskování bylo osivo zapraveno nejmělkěji. Průměrná hloubka zapravení byla u pelušky 2,56 cm, u hořčice 2,08 cm.

V počtu vzešlých rostlin zjišťovaných odpočtem na 1 m<sup>2</sup> nebyl v tříletém průměru mezi jednotlivými variantami podstatný rozdíl. Větší rozdíl byl zjištěn pouze u varianty 3, čemuž odpovídá zhoršené zapravení osiva do půdy při



### III. Hloubka uložení semene v cm

| Varianta | 1962    |         | 1963    |         | 1964    |         | Průměr  |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | peluška | hořčice | peluška | hořčice | peluška | hořčice | peluška | hořčice |
| K        | 3,14    | 2,88    | 3,37    | 2,74    | 2,33    | 2,28    | 2,94    | 2,63    |
| 1        | 2,90    | 2,47    | 3,25    | 1,93    | 1,53    | 1,84    | 2,56    | 2,08    |
| 2        | 3,27    | 2,48    | 3,36    | 2,60    | 1,82    | 1,59    | 2,81    | 2,22    |
| 3        | 3,67    | 2,48    | 2,40    | 2,66    | 2,05    | 1,36    | 2,70    | 2,16    |
| 4        | 3,19    | 3,13    | 2,63    | 2,65    | 2,60    | 1,97    | 2,80    | 2,55    |
| 5        | 4,54    | 2,83    |         |         |         |         |         |         |

### IV. Počet vzešlých rostlin na 1 m<sup>2</sup>

| Varianta | 1962    |         | 1963    |         | 1964    |         | Průměr  |         | Rel. %  |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | peluška | hořčice | peluška | hořčice | peluška | hořčice | peluška | hořčice | peluška | hořčice |
| K        | 40,33   | 136,33  | 127,99  | 376,66  | 139,55  | 333,23  | 102,62  | 282,07  | 100,00  | 100,00  |
| 1        | 70,66   | 115,66  | 132,66  | 342,66  | 131,23  | 407,00  | 111,51  | 288,44  | 108,66  | 102,25  |
| 2        | 75,33   | 129,33  | 120,33  | 331,66  | 155,33  | 395,33  | 116,99  | 285,44  | 114,00  | 101,19  |
| 3        | 35,33   | 42,33   | 109,00  | 351,00  | 146,66  | 391,33  | 96,99   | 261,55  | 94,51   | 92,72   |
| 4        | 37,00   | 107,66  | 131,66  | 397,66  | 128,66  | 391,33  | 99,10   | 298,88  | 96,56   | 105,95  |
| 5        | 48,66   | 105,66  |         |         |         |         |         |         |         |         |

jeho zadiskování po předchozí orbě a předseťové přípravě. Relativně nízký počet vzešlých rostlin v roce 1962 odpovídá velmi nepříznivým povětrnostním podmínkám po výsevu i během vegetace (tabulka IV).

Ve zjištěných průměrných výškách rostlin nebyl v průběhu růstu v jednotlivých letech jednoznačný rozdíl, který by opravňoval k objektivním závěrům. Rovněž v dynamice narůstání zelené hmoty nebyly zjištěny větší rozdíly.

Také počátek květu hořčice nebyl u jednotlivých variant rozdílný.

### PŮDNÍ VLHKOST A TEPLOTA

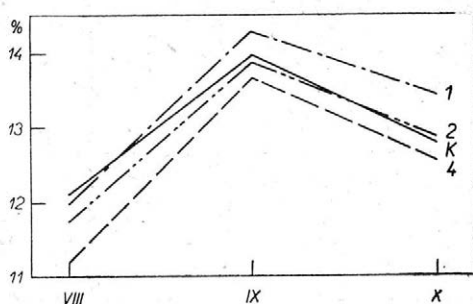
Nejpříznivější vláhové podmínky se u pelušky ve tříletém průměru udržovaly u varianty 1, naopak nejnižší vlhkost byla zjištěna u varianty s podrýváním. Varianta 2 a kontrola byly uprostřed mezi oběma variantami a krajními hodnotami (graf 1). Obdobné vláhové poměry, ale s větším kolísáním v měsíci září byly zjištěny i u hořčice (graf 2). V roce 1962 v extrémně suchých podmínkách, kdy byla sledována i varianta 5 s rotavátorem, byly nejpříznivější vláhové poměry zjištěny u této varianty, naopak nejhorší byla opět varianta s podrýváním.

V pohybu půdní teploty, která byla sledována v roce 1962–1964, nebyla nalezena závislost na způsobu zpracování půdy.

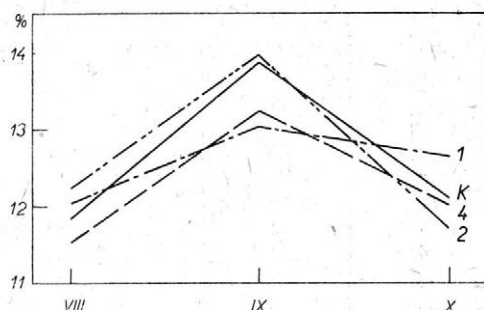
## V. Korigované výnosy zelené hmoty

| Varianta | Plodina | 1962  |         | 1963   |         | 1964   |        | Průměr 1962—64 |        |
|----------|---------|-------|---------|--------|---------|--------|--------|----------------|--------|
|          |         | q/ha  | rel. %  | q/ha   | rel. %  | q/ha   | rel. % | q/ha           | rel. % |
| K        | peluška | 15,64 | 100     | 164,36 | 100     | 142,26 | 100    | 107,42         | 100    |
|          | hořčice | 24,68 | 100     | 95,08  | 100     | 91,48  | 100    | 70,41          | 100    |
| 1        | peluška | 14,56 | 93,09   | 158,04 | 96,15   | 146,64 | 103,07 | 106,41         | 99,05  |
|          | hořčice | 20,68 | 83,79   | 95,96  | 100,92  | 85,96  | 93,96  | 67,53          | 95,90  |
| 2        | peluška | 10,28 | 65,72   | 149,84 | 91,16*  | 170,32 | 119,72 | 110,14         | 102,53 |
|          | hořčice | 29,08 | 117,82* | 103,80 | 109,17* | 85,40  | 93,35  | 72,76          | 103,33 |
| 3        | peluška | 7,40  | 47,31*  | 145,68 | 88,63   | 139,96 | 98,38  | 97,68          | 90,93  |
|          | hořčice | 12,56 | 50,89*  | 113,08 | 118,93  | 97,92  | 107,03 | 74,52          | 105,83 |
| 4        | peluška | 12,80 | 81,84*  | 176,60 | 106,23  | 132,28 | 92,98  | 106,56         | 99,19  |
|          | hořčice | 19,56 | 79,25*  | 91,92  | 96,67   | 87,84  | 96,02  | 66,44          | 94,36  |
| 5        | peluška | 12,08 | 77,23*  |        |         |        |        |                |        |
|          | hořčice | 29,86 | 120,90* |        |         |        |        |                |        |

\* Průkazné rozdíly



1. Průběh půdní vlhkosti ve váh. % do hloubky 40 cm u pelušky v průměru let 1962—1964



2. Průběh půdní vlhkosti ve váh. % do hloubky 40 cm u hořčice v průměru let 1962—1964

## SKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY

Dosažené výnosy zelené hmoty pelušky a hořčice se ve tříletém průměru u jednotlivých variant podstatně nelišily (tabulka V) a zjištěné rozdíly byly většinou statisticky neprůkazné. Obdobné malé výnosové rozdíly byly zjištěny i u suché hmoty a sušiny. Jestliže v zelené hmotě byly dosaženy podstatné výnosové rozdíly mezi peluškou a hořčicí ve prospěch pelušky, potom v suché hmotě a v sušině se výnosy obou plodin téměř vyrovnaly.

Množství suché kořenné hmoty bylo v jednotlivých letech značně variabilní. Přitom podstatná část suché kořenné hmoty z odebraných monolitů do hloubky 40 cm byla zjištěna především v hloubce do 20 cm (tabulka VI).

VI. Výnos suché kořenné hmoty v q/ha (průměr 1962—1964)

| Varianta | Do 20 cm | Rel. % | 20—40 cm | Rel. % | Celý profil | Rel. % |
|----------|----------|--------|----------|--------|-------------|--------|
| Peluška  |          |        |          |        |             |        |
| K        | 6,58     | 100    | 3,91     | 100    | 10,49       | 100    |
| 1        | 6,20     | 94,22  | 2,47     | 63,17  | 8,67        | 82,65  |
| 2        | 6,23     | 94,68  | 4,47     | 114,32 | 10,70       | 102,00 |
| 4        | 6,76     | 102,73 | 2,71     | 69,30  | 9,47        | 90,27  |
| Průměr   | 6,44     | 65,51  | 3,39     | 34,48  | 9,83        | 100    |
| Hořčice  |          |        |          |        |             |        |
| K        | 5,65     | 100    | 2,16     | 100    | 7,81        | 100    |
| 1        | 4,96     | 87,78  | 2,64     | 122,22 | 7,60        | 97,31  |
| 2        | 5,15     | 91,15  | 2,56     | 118,51 | 7,71        | 98,71  |
| 4        | 5,25     | 92,92  | 2,28     | 105,55 | 7,53        | 96,41  |
| Průměr   | 5,25     | 68,53  | 2,41     | 31,46  | 7,66        | 100    |

VII. Množství a poměr nadzemní a kořenové suché hmoty (do hloubky 40 cm) ve vztahu k povětrnostním podmínkám při hloubce orby 12–18 cm

| Plodina          | q/ha     | 1959     | 1960     | 1961     | 1962     | 1963     | 1964     | Průměr   |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Peluška          | nadzemní | 8,36     | 16,42    | 27,55    | 3,69     | 32,10    | 23,71    | 18,63    |
|                  | kořenová | 17,69    | 11,13    | 5,38     | 12,26    | 7,51     | 11,75    | 10,95    |
|                  | poměr    | 1 : 2,11 | 1 : 0,67 | 1 : 0,19 | 1 : 3,32 | 1 : 0,23 | 1 : 0,49 | 1 : 0,58 |
| Hořčice          | nadzemní | 17,20    | 20,28    | 27,61    | 5,59     | 25,62    | 21,27    | 19,59    |
|                  | kořenová | 19,67    | 12,35    | 8,13     | 8,45     | 6,70     | 8,31     | 10,60    |
|                  | poměr    | 1 : 1,14 | 1 : 0,60 | 1 : 0,29 | 1 : 1,51 | 1 : 0,26 | 1 : 0,39 | 1 : 0,54 |
| Srážky VII–IX    |          | 152,00   | 262,7    | 170,8    | 114,5    | 191,7    | 185,7    | 179,56   |
| Ø teplota VII–IX |          | 15,58    | 15,36    | 16,08    | 13,62    | 17,06    | 16,01    | 15,95    |

| Varianta | Druh prací                                                                                                                                            | Kčs/ha                                                                |        |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
|          |                                                                                                                                                       | jednotlivě                                                            | celkem |
| K        | 1. Střední orba<br>2. Smykování<br>3. Vláčení<br>4. Rozmetání průmyslových hnojiv<br>5. Vláčení<br>6. Seti<br>7. Zavlačování<br>8. Válení             | 145,00<br>34,00<br>25,10<br>23,40<br>25,10<br>39,40<br>25,10<br>25,10 | 342,20 |
| 1        | 1. Rozmetání průmyslových hnojiv<br>2. Diskování + seti<br>3. Válení                                                                                  | 23,40<br>66,90<br>25,10                                               | 115,40 |
| 2        | 1. Podmítka<br>2. Smykování<br>3. Vláčení<br>4. Rozmetání průmyslových hnojiv<br>5. Vláčení<br>6. Seti<br>7. Zavlačování<br>8. Válení                 | 66,90<br>34,00<br>25,10<br>23,40<br>25,10<br>39,40<br>25,10<br>25,10  | 264,10 |
| 3        | 1. Podmítka<br>2. Smykování<br>3. Vláčení<br>4. Rozmetání průmyslových hnojiv<br>5. Vláčení<br>6. Seti<br>7. Diskování diskovými branami<br>8. Válení | 66,90<br>34,00<br>25,10<br>23,40<br>25,10<br>39,40<br>25,10<br>25,10  | 264,10 |
| 4        | 1. Hluboká orba<br>2. Smykování<br>3. Vláčení<br>4. Rozmetání průmyslových hnojiv<br>5. Vláčení<br>6. Seti<br>7. Zavlačování<br>8. Válení             | 157,60<br>34,00<br>25,10<br>23,40<br>25,10<br>39,40<br>25,10<br>25,10 | 354,80 |
| 5        | 1. Rozmetání průmyslových hnojiv<br>2. Seti<br>3. Zapravení osiva rotavátorem<br>4. Válení                                                            | 23,40<br>39,40<br>145,00<br>25,10                                     | 232,90 |

U varianty 4, kde byla hloubka orby s podrýváním 25–28 cm, nebyla zjištěna vyšší tvorba kořenové hmoty. U pelušky byl nejnižší průměrný výnos suché kořenové hmoty dosažen u varianty 1. Tento rozdíl byl však jenom malý, činil 1,82 q/ha. U hořčice se průměrné výnosy suché kořenové hmoty u jednotlivých variant prakticky nelišily. V průměru všech variant byl výnos suché kořenové hmoty u pelušky vyšší oproti hořčici o 2,7 q/ha.

Při hodnocení celkového množství kořenové hmoty u pelušky a hořčice během šestiletého údobí (1959–1964), kdy byly vzaty v úvahu i tříleté výsledky jiných pokusů (Strnad 1965), nebyl zjištěn přímý vztah srážkového množství k rozvoji kořenové soustavy. Při dostatku srážek se kořenová hmota nerozvíjela ve stejném stupni jako nadzemní zelená hmota. Naopak byla pozorována tendence k vyššímu rozvoji kořenového systému oproti nadzemní hmotě při nedostatku vláhy (tabulka VII).

## EKONOMICKE HODNOCENÍ

Náklady na zpracování půdy a výsev byly hodnoceny podle počtu prováděných zákroků a příslušných sazeb uvedených MZLVH v r. 1957 (Koeficienty a pomocné tabulky vypočítané pro provádění strojových prací na průměrný hektar). Hodnocení jednotlivých variant je uvedeno v tabulce VIII.

Nejnižší náklady na zpracování půdy pro strniskové meziplodiny byly vynaloženy u varianty 1 (diskované) v částce 115,40 Kčs na 1 ha. Naopak nejvyšší náklady 354,80 Kčs/ha vyžadovala varianta 4, s podrýváním. U kontroly dosáhla částka nákladů 342 Kčs/ha a u varianty 2 264,10 Kčs/ha.

## DISKUSE

V provedeném pokusu byly potvrzeny údaje Strídy (1960), který pro řepářskou oblast považuje hlubší ca 10 cm podmítku za dostačující.

Rada německých výzkumníků dává přednost hlubšímu zpracování půdy před mělkým kypřením s tím, že hlubší zpracování zvyšuje výnosy zelené nadzemní i kořenové hmoty, zejména u hlubokokořenících plodin (Tiemann 1940, Rauhe 1961 aj.). V našich půdních a klimatických podmínkách mělká orba s podrýváním do celkové hloubky 25–28 cm výnos nadzemní i kořenové hmoty pelušky a hořčice neovlivňovala. Naopak hlubší prokypření se projevovalo větším kolísáním půdní vlhkosti v letech s nedostatkem srážek v důsledku vyšší provzdušenosti a vyššího výparu.

Použití jednostranného diskového podmiťáče se současným výsevem přineslo dobré výsledky, i když k tomuto nářadí musíme mít určité výhrady. Použití diskového nářadí uvádějí totiž němečtí autoři většinou v souvislosti s danými dobrými podmínkami (Tiemann, Kraftborn 1942, Ermich 1957).

V našich podmínkách se ukázalo použití jednostranného diskového podmiťáče při dobrém seřízení velmi výhodným, neboť při jedné pracovní operaci je provedena podmítka i výsev a přitom je zajištěn požadavek maximální rychlosti. Při tomto způsobu výsevu bylo pozorováno v r. 1964 i rychlejší vzcházení a počáteční růst v důsledku nižších vláhových ztrát při rychlém zapravení osiva. Diskování se současným výsevem nebylo příčinou hlubšího zapravení osiva, na což upozorňuje Dietz (1936). U varianty zadiskované bylo zjištěno oproti ostatním variantám poněkud nižší množství suché kořenové hmoty pelušky, avšak toto snížení nebylo podstatné. Je samozřejmé, že použití diskového podmi-



tače není vhodné při přeschlém povrchu, kdy disky nelze zahloubit, ani při zaplevelení pozemku vytrvalými plevely; tehdy je výhodnější použít klínových pluhů

Použití rotavátoru se současným zapravováním osiva je možno považovat za perspektivní, avšak vyžaduje ještě další propracování, neboť tento způsob byl zkoušen v podmínkách řepařské výrobní oblasti pouze jeden rok. Svými výsledky se vyrovnal ostatním variantám. Zejména výhodným se jeví opatření rotavátoru výsevní skříní. Výroba takového agregátu by bezesporu měla velký význam pro daleko větší rozšíření strniskových meziplodin.

Použití diskových bran k zapravení osiva vyšetého na široko má pouze omezený význam a přicházelo by v úvahu tam, kde prudké deště před výsevem by byly příčinou opakované přípravy půdy (vláčení). Výnosy tímto způsobem dosažené jsou však nižší vlivem nižšího počtu vzešlých rostlin.

Náklady vynaložené na různé způsoby zpracování půdy nejsou sice tím rozhodujícím činitelem, který podstatně ovlivňuje efektivnost použití strniskových meziplodin, ale i s nimi je nutno v celkovém hodnocení efektivnosti počítat.

## ZÁVĚRY

1. Pro strniskové meziploody při výsevu strojem do řádků zcela postačila podmítka na 8–10 cm.

2. Orba do hloubky 15–18 cm i s podrýváním o dalších 10 cm neovlivnila výnos zelené ani suché nadzemní i kořenové hmoty u pelušky a hořčice oproti podmítce na 8–10 cm.

3. Při použití jednostranného diskového podmítače se současným výsevem bylo ve vhodných podmínkách dosaženo stejných výsledků jako při zpracování půdy orbou a samostatným výsevu strojem do řádků.

4. Po diskování byly v průměru zjištěny příznivější vlhkostní poměry než u variant s orbou.

5. Nejnižší náklady na zpracování půdy a výsev strniskových meziplodin byly vynaloženy u varianty diskované.

Došlo dne 27. 4. 1966

## Literatura

1. BARTELES, A.: Der Einfluß der Bodenbearbeitung auf den Erfolg des Zwischenfruchtbaues. = „Mitschurinbewegung“, r. 6, 1957, č. 10, s. 446–451. — 2. DIETZ, M.: Der Zwischenfruchtbau. P. Parey, Berlin, 1936, 43 pp. — 3. ERMICH, D.: Richtige Bodenbearbeitung zu Sommerzwischenfrüchten. = „Mitschurin-Bewegung“ r. 6, 1957, č. 13, s. 577–580. — 4. GÄTKE, R.: Die Anwendung technischer Hilfsmittel bei der Stoppelzwischenfruchtanbestellung. = „Dtsch. Agrartechn.“, r. 4, 1954, s. 218–220. — 5. HROŠSO, F.: Úrodnost půdy a jej zvyšovanie. SVPL, Bratislava, 1961, 223 pp. — 6. NAVRÁTIL, J.: Nový způsob zeleného hnojení. = „Za soc. zemědělství“, r. 10, 1960, č. 3, s. 220–231. — 7. RAUHE, K.: Einfluß der Tiefkultur auf die Wurzelentwicklung einiger Kulturpflanzen der leichten Böden. = „Wissenschaftliche Abhandlungen“, 1961, č. 51, Beiträge z. Bewirtschaftung und Förderung leichter Böden, s. 42–60. — 8. RÜTHER, H.: Pflanzenbauliche Möglichkeiten zur Steigerung der Fett- und Eiweißträge. Deutscher Bauernverlag, Berlin, 1954, 112 pp. — 9. SCHULZ-LUPITZ: Zwischenfruchtbau auf leichten Böden. = „Arbeiten der Deutsch. landw. Ges.“, 1895, č. 7, 95 pp. — 10. SOMMERFELD, K.: Zeitgerechtes Schälen, Voraussetzung für erfolgreichen Zwischenfrüchtenbau. = „Dtsch. Landw.“, r. 3, 1952, č. 7, s. 339–341. — 11. STRELKOV, I. G. - ROMANENKOVA, M. M.: Priměnění kormovogo ljupina na legkich počvach kak kormovogo i udobritel'nogo sredstva. ASCHN, Minsk, 1959, 13 pp. — 12. STRÍDA, J.: Některé rezervy ve výrobě statkových krmiv. SZN, Praha, 1960, 117 pp. — 13. ŠIMON, J.: Podmítejme včas a pěstujme strniskové

směsky. MZLVH, Praha, 1950, 36 pp. — 14. TIEMANN, A.: Bodenvorbereitung und Düngung zu Zwischenfrüchten. Sonderabdruck aus Mitt. f. d. Landw., Berlin, 1938, 2 pp. — 15. TIEMANN, A.: Der Zwischenfruchtbau. - RN. Verlag, Berlin, 1940, 180 pp. — 16. TIEMANN, A. - KRAFTBORN: Bodenbearbeitung und Zwischenfruchtbau, Neudamm, 1942, 12 pp.

#### Подготовка почвы для пожнивной промежуточной культуры и способ ее высева в свекловодческой производственной области

1. Для пожнивных промежуточных культур при машинном высева в рядки вполне достаточно лушение на глубину 8—10 см.

2. Вспашка на глубину 15—18 см вместе с почвоуглублением еще на 10 см не влияла на урожай зеленой и сухой надземной и корневой массы у пелюшки и горчицы по сравнению с лушением на 8—10 см.

3. При применении одностороннего дискового лушителя с одновременным высева в пригодных условиях были получены такие же результаты, как и при обработке почвы пахотной и при отдельном машинном высева в рядки.

4. После дискования в среднем были установлены более благоприятные условия влажности, чем у вариантов со вспашкой.

5. Самые низкие расходы на обработку почвы и высева пожнивных промежуточных культур были у варианта с дискованием.

#### Текст к таблицам

I. Обзор климатических условий

II. Комковатость в % (1962)

III. Глубина заделки семян в см

IV. Число взшедших растений на 1 м<sup>2</sup>

V. Исправленные урожаи зеленой массы

VI. Урожай сухой корневой массы в ц/га (среднее за 1962—1964 гг.)

VII. Количество и отношение надземной и корневой сухой массы (до глубины 40 см) в зависимости от климатических условий при глубине вспашки 12—18 см

VIII. Экономическая оценка

#### Текст к графикам

1. Ход почвенной влажности в вес. % до глубины 40 см у пелюшки в среднем 1962—1964 гг.

2. Ход почвенной влажности в вес. % до глубины 40 см у горчицы в среднем 1962—1964 гг.

#### Soil Preparation for Stubble-Field Intercrops and the Method of their Sowing in the Beet Production Region

1. For stubble-field intercrops sown with machines in rows turning to a depth of 8—10 cm was quite sufficient.

2. Ploughing to a depth of 15—18 cm also with subsoiling to a depth of further 10 cm did not influence the yields of green and of dry overground and root substance in the case of field pea and mustard compared with a turning to a depth of 8—10 cm.

3. With the use of a one-way disc plough together with simultaneous sowing equal results were obtained under favourable conditions as in the case of ploughing and separate machine drilling in rows.

4. After disking more favourable moisture conditions were found on the average than in variants with ploughing.

5. The lowest costs for soil preparation and sowing of stubble-field intercrops were those laid out in the disked variants.

#### Text to tables

I. Survey of weather conditions

II. Percentage of cloddiness (1962)

III. Depth of sowing in cm

IV. Number of sprouting plants per 1 sq. m.

V. Corrected yields of green substance

- VI. Yields of dry root substance in 100 kg per hectare (average 1962—64)
- VII. Quantity and ratio of overground and dry root substance (to a depth of 40 cm) in relation to weather conditions in the case of ploughing to a depth of 12—18 cm
- VIII. Economic evaluation

#### Text to graphs

1. Course of soil moisture in weight percentage to a depth of 40 cm in the case of field pea in the average of the years 1962—1964
2. Course of soil moisture in weight percentage to a depth of 40 cm in the case of mustard in the average of the years 1962—1964

#### **Bodenvorbereitung für Stoppelzwischenfrüchte und die Art ihrer Aussaat im Rübenproduktionsgebiet**

1. Für Stoppelzwischenfrüchte war bei der Maschinenaussaat in Reihen eine Schälfrucht von 8—10 cm vollkommen genügend.
2. Das Pflügen bis in die Tiefe von 15—18 cm mit Untergrundlockerung in die Tiefe von weiteren 10 cm hat die Erträge sowie der Grün- als auch der Trockenmasse der oberirdischen Pflanzenteile und der Wurzelmasse bei Peluschke und Senf im Vergleich mit der Schälfrucht von 8—10 cm nicht beeinflusst.
3. Die Benützung eines einseitigen Scheibenschälpflugs mit gleichzeitiger Aussaat wurden in geeigneten Bedingungen dieselben Ergebnisse erreicht wie bei der Bodenbearbeitung durch Pflügen und einer selbständig durchgeführten maschinellen Aussaat in Reihen.
4. Nach dem Einsatz eines Scheibenschälpflugs wurden im Durchschnitt günstigere Feuchtigkeitsverhältnisse festgestellt als bei den Pflugvarianten.
5. Die niedrigsten Kosten der Bodenbearbeitung und die der Aussaat von Stoppelzwischenfrüchten wurden bei Benützung eines Scheibenschälpflugs erzielt.

#### Text zu den Tabellen

- I. Übersicht der Witterungsbedingungen
- II. Klumpigkeit in ‰ (1962)
- III. Saattiefe in cm
- IV. Zahl der aufgegangenen Pflanzen auf 1 m<sup>2</sup>
- V. Korrigierte Erträge von Grünmasse
- VI. Ertrag der Wurzeltrockenmasse in dt/ha (Durchschnitt 1962—1964)
- VII. Die Menge und das Verhältnis der oberirdischen Pflanzenteile und Wurzeltrockenmasse (in die Tiefe von 40 cm) in Beziehung zu Witterungsbedingungen bei einer Pflugtiefe von 12—18 cm
- VIII. Ökonomische Bewertung

#### Text zu den graphischen Darstellungen

1. Verlauf der Bodenfeuchtigkeit in Gewichtsprozent in die Tiefe von 40 cm bei der Peluschke im Durchschnitt der Jahre 1962—1964
2. Verlauf der Bodenfeuchtigkeit in Gewichtsprozent in die Tiefe von 40 cm bei Senf im Durchschnitt der Jahre 1962—1964

---

#### *Adresa autora:*

Ing. Přemysl Strnad, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby  
Praha-Ruzyně, pracoviště Čáslav

---

## GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ

Nabízíme Vám 3. číslo časopisu GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ, který informuje o nejnovějších výzkumech tohoto oboru a přináší řadu zajímavých článků s praktickým dosahem.

Našinec: Autogenní demisekteriální chiméra u složitého křížence  
*Brassica oleracea*, var. *acephala*

Vondráček: Příspěvek ke studiu možnosti zkrácení juvenilní fáze  
u jabloňových hybridů

Velikovský, Nátrová: Kombinované působení chemikálií a X-pa-  
prsků na zrno jarního ječmene

Piovarči: Výsledky skúšania kombinačnej schopnosti samoopo-  
vaných linií kukurice

Bartoš, Šebesta, Bareš: Polní odolnost světového sortimentu  
pšenic ke rzi travní, formě pšeničné

### Souborný referát

Souček: Využití metod kvantitativní genetiky v šlechtění. I. Zá-  
kladní genetické parametry

### Aktuality

Informativní metoda zjišťování kvality dužniny celeru

Časopis vychází 4krát ročně, cena výtisku je 10 Kčs a můžete  
si jej objednat v Ústavu vědeckotechnických informací, Pra-  
ha 2, Slezská 7, nebo u Poštovní novinové služby.

II. REAKCE OZIMÉ PŠENICE V ZÁVISLOSTI NA  
OBJEMOVÉ VÁZE PŮDY

■ Intenzivní kultivace, tj. orba a příprava půdy k setí ozimé pšenice je dosud považována za zcela samozřejmé opatření pro její pěstování. Nakolik jsou však tyto zásahy do půdy nezbytné, můžeme jen stěží odpovědět, jestliže jsou známy také poznatky o pěstování pšenice v podmínkách minimální kultivace nebo dokonce i bez orby. Z uvedeného tedy nutně vyplývá, že k vyřešení tohoto problému je třeba především poznat požadavky pšenice na fyzikální vlastnosti půdy, zejména na pórovitost nebo objemovou váhu půdy.

Poznatky na tomto úseku výzkumu jsou bohužel velmi skromné a pokud existují, lze jich pro podrobné studium těchto otázek využít jen v omezené míře. Dosažené údaje se omezují převážně na zjištění vlivu utužení či válení půdy na výnos jarní nebo ozimé pšenice, přičemž ulehlost půdy není většinou přesně definována. Efektivnost válení jarní pšenice po zasetí v Omské oblasti na černozemních půdách zjistil např. Sitnikov (1964). Rovněž Bajertujev a Bockijev (1965) uvádějí, že přiválení jarní pšenice po výsevu rýhovanými nebo hladkými válci zvýšilo v tříletém průměru její výnos o 1,8 q/ha. Išemjarov (1963) v pokusech s válením zjistil, že optimální ulehlost půdy pro jarní pšenici se pohybuje od 1,5–1,2 g/cm<sup>3</sup>. Přitom je pro optimální růst a výnos jarní pšenice nejlepší poměr kapilární pórovitosti k nekapilární 54 : 46. Snad jediné údaje, o které se lze opřít, uvádí Ševlja-gin (1966), který v přesně definovaných modelových pokusech na sibiřských černozemích zjistil nejprůzračnější podmínky pro růst a výnos jarní pšenice při objemové váze půdy 1,2–1,3 g/cm<sup>3</sup>. V polních podmínkách u těchto půd odpovídá ulehlost ornice po základním zpracování objemové váze půdy od 0,8–1,0 g/cm<sup>3</sup>.

U ozimé pšenice zjistil Sinělnikov (1954), že předosevní válení má příznivý vliv na vodní režim půdy a je zvláště efektivní při nedostatku kapilární vody v půdě. Utužení půdy se projevilo také ve zlepšení růstu a vývoje a výnos ozimu byl o 2,3 q/ha vyšší než při setí do zkyplené půdy. Také Izvěkov a Tarasenko (1963) považují utužení jílovitohlinitých černozemních půd před setím za výhodné opatření pro dosažení vyššího výnosu ozimé pšenice. Pokusy s utužením půdy kolovým traktorem podle Freseho (1959) ukazují na zlepšení růstu pšenice a rovněž Wehrli (1964) uvádí až dvojnásobné zvýšení výnosů ozimé pšenice v traktorových koleích ve srovnání s výnosy na neutužené půdě vedle traktorových kolejí. Wittsell a Hobbs (1965) zjistili, že utužení hlinité půdy z objemové váhy 1,2 na 1,6 g/cm<sup>3</sup> snížilo výnos ozimé pšenice jen v prvním roce. V dalších letech se stav půdy zlepšil natolik, že výnosy ozimé pšenice jako druhé a třetí plodiny nebyly původním utužením průkazně sníženy.

Jak je patrné z uvedeného přehledu, je ještě mnoho nejasností o vlivu utužení či ulehlosti půdy pro ozimou pšenici. Proto také hlavním cílem zkoumaného problému bylo objasnit vztahy mezi růstem, výnosem a ulehlostí půdy a současně stanovit optimální hodnoty objemové váhy půdy pro ozimou pšenici, o čemž také předložená práce pojednává.



## PRACOVNÍ POSTUP A METODIKA

Reakce ozimé pšenice na fyzikální vlastnosti půdy byla zkoušena ve Výzkumné stanici v Hrušovanech u Brna na pracovišti v Pohořelcích v letech 1960—1962. Tento výzkum byl zaměřen především na zjištění požadavků ozimé pšenice (odrůda 'Kaštická') na půdní ulehlost, která byla charakterizována redukovanou objemovou vahou půdy.

Pokusy se prováděly s černozemními hlinitými půdami a aby mohla být zajištěna přesná definovatelnost objemové váhy půdy v průběhu vegetace, zvolili jsme metodu modelových pokusů s použitím tzv. vegetačních bloků. Podrobněji je tato metoda včetně charakteristiky použitých zemin uvedena v dřívějších pracích Straňák, Řídký (1966) a Straňák (1966). Objemovou váhu půdy při založení modelových pokusů jsme určovali na základě její přirozené hodnoty, zjištěné v polních podmínkách, která na hlinitých půdách černozemního typu asi 2,5 měsíce po orbě se pohybuje okolo 1,2 g/cm<sup>3</sup>. V zásadě tedy byly uměle vytvořeny tři stupně objemové váhy půdy, od nakypřené do maximálně utužené, jejichž skutečné hodnoty jsou uvedeny v tabulce I.

### I. Redukovaná objemová váha půdy při založení pokusu v g/cm<sup>3</sup>

| Plodina       | Varianta pokusu | Stupeň ulehlosti půdy | Rok   |       |       |
|---------------|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|               |                 |                       | 1960  | 1961  | 1962* |
| Ozimá pšenice | A               | kyprá                 | 0,900 | 1,055 | 1,258 |
|               | B               | středně utužená       | 1,237 | 1,161 | 1,333 |
|               | C               | silně utužená         | 1,462 | 1,491 | 1,540 |

\* V roce 1962 se použilo vegetačních bloků založených v předchozím roce

Použitá zemina pro ozimou pšenici byla u všech stupňů ulehlosti stejná a rovněž výsev 100 zrn pro všechny varianty jednotný, takže z hlediska produkční plochy vegetačního bloku (0,25 m<sup>2</sup>) plně odpovídá polním podmínkám (asi 4 000 000 semen na ha).

Hnojení ozimé pšenice se provádělo u všech variant jednotně, vždy před výsevem v práškové formě nebo v roztoku. V roce 1960 se použilo na vegetační blok 1 g N, 1,1 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 2,2 g K<sub>2</sub>O, v roce 1961 se přihnojovalo jen na jaře 2,7 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 2,6 g K<sub>2</sub>O a v roce 1962 1,75 g N, 1,5 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 2,5 g K<sub>2</sub>O opět na podzim.

Reakce ozimé pšenice ve vztahu k různému stupni utužení půdy se sledovala prostřednictvím stanovení intenzity růstu, zvláště pak přírůstků sušiny v jednotlivých fázích růstu, výnosu a jeho technologické jakosti zrna. Kromě uvedeného byla věnována pozornost dynamice fyzikálních vlastností půdy, zejména objemové váze, pórovitosti a maximální vodní kapacitě při různé ulehlosti půdy, včetně stanovení přijatelných živin. U vodního režimu půdy se sledoval nejen obsah půdní vláhy, ale i relativní spotřeba vody rostlinami, tj. obsah vody v půdě se zjišťoval nejen pod porostem ozimé pšenice, ale i na čistých ploškách bez porostu. Všechna stanovení byla prováděna obvyklými metodami, které jsou běžné v polním nebo laboratorním výzkumu.

Klimatickou a povětrnostní charakteristiku pokusného místa a jednotlivých let v této práci neuvádíme, poněvadž je podrobně popsána v dřívější práci (Straňák, Řídký 1966). Stojí však za zmínku, že povětrnostní poměry, zejména nedostatek jarních srážek v roce 1961 způsobily podstatné snížení výnosů ozimé pšenice u všech variant pokusu. Vliv objemové váhy půdy se však projevil i v tomto roce, což dokazuje úplně shodná tendence výnosů ve všech letech.

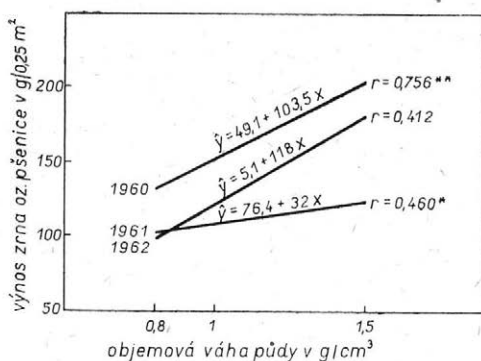


## PŘEHLED DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

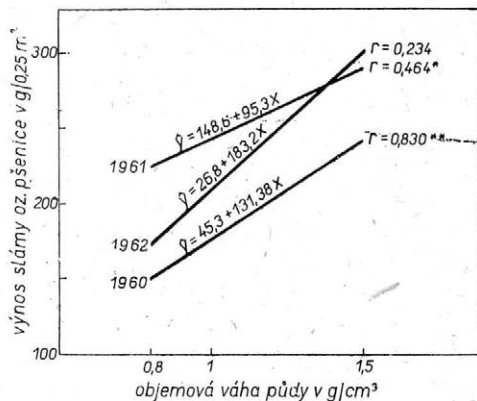
Se změnou půdně ekologických podmínek v souvislosti s různými hodnotami objemové váhy půdy vytvářejí se i jiné růstové podmínky pro ozimou pšenici. Podle její reakce můžeme usuzovat, do jaké míry se tyto faktory, ovlivněné změnou půdních podmínek, podílejí na tvorbě výnosů.

Nejlepších výnosů v modelových pokusech ve všech letech bylo dosaženo vždy u variant s vyšší ulehlostí půdy ve srovnání s variantami pokusu s kyprým uložením zeminy. Ozimá pšenice dosáhla nejvyššího průkazného výnosu v těch podmínkách, kde se objemová váha půdy při založení pokusu pohybovala v hodnotách mezi 1,46–1,54 g/cm<sup>3</sup>. Výnosové údaje v závislosti na půdní ulehlosti a jejich proměnlivost byly hodnoceny metodou analýzy rozptylu (tabulka II). Z uvedeného rozboru je patrné, že hlavním zdrojem proměnlivosti ve všech letech je redukováná objemová váha půdy. Přesto, že výnosy zrna jsou významné jen ve dvou letech, jejich výnosová tendence v závislosti na objemové váze půdy je ve všech případech shodná a rozdíly dosahují poměrně vysokých hodnot (tab. III). Rovněž regresní přímky vyjadřující lineární závislost výnosů ozimé pšenice na objemové váze půdy a jejich poměrně vysoké hodnoty korelačních koeficientů svědčí o těsné závislosti (graf 1).

Také výnosy slámy ukazují na obdobnou tendenci i těsnou závislost mezi výnosem a objemovou vahou půdy, což je patrné z údajů o proměnlivosti (tabulky IV, V) a příslušných korelačních koeficientů, převážně statisticky významných (graf 2). Souhrnně lze tedy konstatovat, že jsme stanovili závislost výnosů ozimé pšenice na objemové váze půdy, přičemž z hlediska výnosů v našich pokusných poměrech můžeme považovat její hodnotu za optimální v rozmezí 1,46–1,54 g/cm<sup>3</sup>.



1. Závislost výnosů zrna ozimé pšenice na stupni ulehlosti půdy



2. Závislost výnosů slámy ozimé pšenice na stupni ulehlosti půdy

Přesto, že ozimá pšenice 'Kaštická osinatka' po stránce jakosti nepatří k nejlepšímu sortimentu pšenic (Prugar 1964), obrátili jsme pozornost na sledování její technologické jakosti zrna ve vztahu k půdní ulehlosti (tabulka VI).

V této souvislosti jsme zjistili, že celkový vliv ročníku na jednotlivé hodnoty jakosti je větší než vliv fyzikálních vlastností půdy. Přesto však můžeme pozorovat, že obsah lepku a veškerých dusíkatých látek se do jisté míry mění se stupněm utužení půdy. Nejvyššího množství lepku v zrně bylo v obou letech dosaženo u kyprého uložení zeminy (var. A), zatímco u středního a vyššího

## II. Rozbor proměnlivosti výnosů zrna ozimé pšenice v závislosti na objemové váze půdy

### Analýza rozptylu

| Zdroj proměnlivosti | Průměrná čtvercová odchylka v roce |          |                 |          |                 |      |
|---------------------|------------------------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|------|
|                     | stupeň volnosti                    | 1960     | stupeň volnosti | 1961     | stupeň volnosti | 1962 |
| Objemová váha       | 2                                  | 6096,7** | 2               | 703,81** | 2               | 1795 |
| Technická chyba     | 19                                 | 474,9    | 24              | 126,15   | 12              | 487  |

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$

## III. Přehled výnosových rozdílů dosažených u zrna ozimé pšenice v závislosti na objemové váze půdy

| Rok  | Objemová váha | Výnos zrna              |       | Rozdíl               |           |
|------|---------------|-------------------------|-------|----------------------|-----------|
|      |               | v g/0,25 m <sup>2</sup> | %     | absolutní            | relativní |
| 1960 | 0,900         | 140,6                   | 100   | } +40,9**<br>+55,8** | +29,0     |
|      | 1,237         | 181,5                   | 129   |                      | +39,6     |
|      | 1,462         | 196,4                   | 139,6 |                      |           |
| 1961 | 1,055         | 106,1                   | 100   | } +12,2*<br>+17,1**  | +11,4     |
|      | 1,161         | 118,3                   | 111,4 |                      | +16,1     |
|      | 1,491         | 123,2                   | 116,1 |                      |           |
| 1962 | 1,258         | M 147,8                 | 100   | } +21,2<br>+37,8     | +14,3     |
|      | 1,333         | 169,0                   | 114,3 |                      | +25,5     |
|      | 1,540         | 185,6                   | 125,5 |                      |           |

## IV. Rozbor proměnlivosti výnosů slámy ozimé pšenice v závislosti na objemové váze půdy

### Analýza rozptylu

| Zdroj proměnlivosti | Průměrná čtvercová odchylka v roce |          |                 |         |                 |      |
|---------------------|------------------------------------|----------|-----------------|---------|-----------------|------|
|                     | stupeň volnosti                    | 1960     | stupeň volnosti | 1961    | stupeň volnosti | 1962 |
| Objemová váha       | 2                                  | 9552,2** | 2               | 5421,9* | 2               | 6525 |
| Technická chyba     | 19                                 | 463,2    | 24              | 1167,3  | 12              | 1771 |

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$

V. Přehled výnosových rozdílů dosažených u slámy pšenice ozimé v závislosti na objemové váze půdy

| Rok  | Objemová váha | Výnos — sláma           |       | Rozdíl               |           |
|------|---------------|-------------------------|-------|----------------------|-----------|
|      |               | v g/0,25 m <sup>2</sup> | %     | absolutní            | relativní |
| 1960 | 0,900         | 163,6                   | 100   | } +44,5**<br>+72,9** | 27,2      |
|      | 1,237         | 208,1                   | 127,2 |                      | 44,5      |
|      | 1,462         | 236,5                   | 144,5 |                      |           |
| 1961 | 1,055         | 239,1                   | 100   | } +33,7*<br>+47,7**  | 14,0      |
|      | 1,161         | 272,8                   | 114,0 |                      | 19,9      |
|      | 1,491         | 286,8                   | 119,9 |                      |           |
| 1962 | 1,258         | 237,2                   | 100   | } +60,8<br>+64,2     | 25,6      |
|      | 1,333         | 298,0                   | 125,6 |                      | 27,0      |
|      | 1,540         | 301,4                   | 127,0 |                      |           |

stupně utužení půdy (var. B a C) se jeho obsah snižoval. Nepatrně nižší obsah veškerých dusíkatých látek v zrně pšenice byl zjištěn pouze v jednom roce (1962) opět u varianty B a C.

I když celkové rozdíly v obsahu lepku a veškerých dusíkatých látkách v zrně jsou nepatrné, projevuje se přece jenom určitá tendence ovlivnění snížení technologické jakosti ozimé pšenice při vyšší objemové váze půdy. Celkově však hodnoty rozdílů nedosahují tak značných rozměrů, že by zásadně mohly jakost pšenice ovlivnit.

Dynamika růstu ozimé pšenice je nejlepším obrazem tvorby výnosů a velmi citlivým ukazatelem růstových podmínek v jednotlivých fázích vývoje. Její reakce na půdní podmínky umožňuje poznat význam některých sledovaných vlastností půdy a dává nám představu o účinnosti těchto faktorů, zejména v rozhodujícím období růstu. Při jejím sledování jsme obrátili pozornost hlavně na

#### VI. Vliv objemové váhy půdy na technologickou jakost zrna

| Rok  | Stupeň<br>utužení | Voda<br>v % | Množství<br>mokrého<br>lepku<br>% v su-<br>šině | Bobtnavost |        | Veškerý<br>dusík<br>N v % | Veškeré<br>dusíkaté<br>látky<br>N × 6,25 | Bonitační<br>ohodno-<br>cení |
|------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------|------------|--------|---------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
|      |                   |             |                                                 | po 0'      | po 30' |                           |                                          |                              |
|      |                   |             |                                                 | jednotek   |        |                           |                                          |                              |
| 1961 | A                 | 11,20       | 21,60                                           | 1,0        | 1,0    | 1,98                      | 12,40                                    | 6,75                         |
|      | B                 | 11,35       | 19,07                                           | 1,0        | 1,0    | 2,06                      | 12,85                                    | 4,87                         |
|      | C                 | 11,20       | 19,80                                           | 1,0        | 1,0    | 2,00                      | 12,50                                    | 5,62                         |
| 1962 | A                 | 12,40       | 44,1                                            | 1,1        | 0,4    | 1,87                      | 11,70                                    | 36,1                         |
|      | B                 | 12,47       | 38,6                                            | 1,4        | 1,1    | 1,74                      | 10,91                                    | 35,5                         |
|      | C                 | 11,67       | 38,4                                            | 1,7        | 0,5    | 1,64                      | 10,26                                    | 30,7                         |

VII. Vliv objemové váhy půdy na počet vzešlých rostlin a přezimování ozimé pšenice v ‰

| Rok  | Objemová<br>váha půdy<br>při založení<br>pokusu<br>g/cm <sup>3</sup> | 4. den od<br>počátku<br>vzcházení | 10. den od<br>počátku<br>vzcházení | 21. — 22. den<br>od počátku<br>vzcházení | Na jaře po<br>přezimování |
|------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| 1960 | 0,900                                                                | 7,0                               | 70,5                               | 84,0                                     | 78,0                      |
|      | 1,237                                                                | 17,7                              | 60,4                               | 86,2                                     | 84,1                      |
|      | 1,462                                                                | 23,6                              | 80,2                               | 84,2                                     | 83,0                      |
| 1961 | 1,055                                                                | 56,3                              | 69,0                               | 64,2*                                    | 63,1                      |
|      | 1,161                                                                | 59,7                              | 69,6                               | 59,9*                                    | 61,7                      |
|      | 1,491                                                                | 65,0                              | 75,9                               | 66,7*                                    | 63,0                      |

\*) Porost ozimé pšenice rovnoměrně poškozen náletem bažantů

vzcházení a přezimování, odnožování a přírůstek sušiny ve vztahu k půdní ulehlosti.

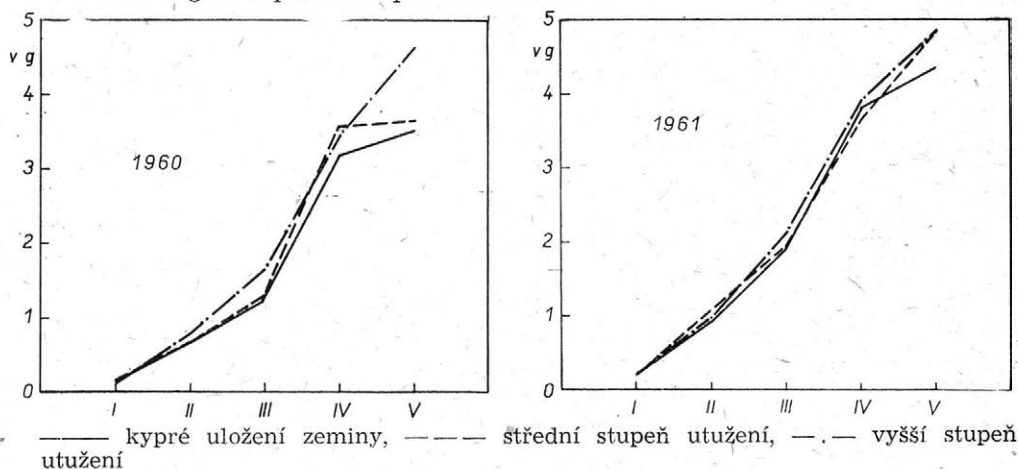
Vzcházení ozimé pšenice (tabulka VII) bylo ve všech letech o něco časnější a vyrovnanější vždy u vyššího stupně utužení půdy (var. C). U středního stupně utužení (var. B) a kypřejího uložení zeminy (var. A) začaly rostliny vzcházet vždy o něco později a celkový jejich stav nebyl tak vyrovnaný jako v prvním případě. Teprve od 10. dne po vzejití se stav rostlin začíná vyrovnávat a v 21. dnu nejsou již rozdíly v počtu rostlin patrné. Přesto, že stav vzešlých rostlin se po 20 dnech vyrovnal, předstih v růstu zůstal u nejvyšší objemové váhy půdy patrný i nadále. Počet rostlin na jaře po přezimování ozimé pšenice byl již vyrovnaný a rozdíly z hlediska ulehlosti půdy nebyly zjištěny.

VIII. Energie odnožování ozimé pšenice v závislosti na objemové váze půdy (počet odnoží na 1 rostlinu)

| Rok  | Fáze růstu                                             | Plné<br>odnožování | Metání | Kvetení | Počet pro-<br>duktivních<br>odnoží ke<br>konci<br>vegetace |
|------|--------------------------------------------------------|--------------------|--------|---------|------------------------------------------------------------|
|      | Obj. váha<br>při založ.<br>pokusu<br>g/cm <sup>3</sup> |                    |        |         |                                                            |
| 1960 | 0,900                                                  | 2,2                | 2,3    | 1,5     | 1,4                                                        |
|      | 1,237                                                  | 3,4                | 2,8    | 1,8     | 1,6                                                        |
|      | 1,462                                                  | 3,6                | 3,8    | 2,3     | 1,9                                                        |
| 1961 | 1,055                                                  | 5,0                | 2,1    | 1,7     | 1,6                                                        |
|      | 1,161                                                  | 5,0                | 2,2    | 1,8     | 1,5                                                        |
|      | 1,491                                                  | 6,1                | 2,6    | 1,7     | 1,5                                                        |

Předstih v růstu ozimé pšenice potvrzuje i energie odnožování, zejména v časnějších obdobích jejího růstu (tabulka VIII). Uvedené údaje svědčí o intenzivnější tvorbě odnoží u variant s vyšší objemovou vahou půdy, i když v počtu produktivních odnoží v roce 1961 není mezi sledovanými variantami podstatného rozdílu.

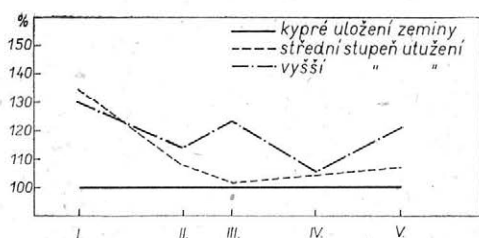
Dynamika přírůstků sušiny rostlin v jednotlivých fázích růstu charakterizuje nejlépe reakci ozimé pšenice na fyzikální stav půdy (graf 3). Nejvyšší přírůstek sušiny v obou letech byl zjištěn u vyššího (var. C) a středního stupně utužení půdy (var. B), zatímco u kyprého uložení zeminy (var. A) byl v průběhu celé vegetace přírůstek podstatně nižší.



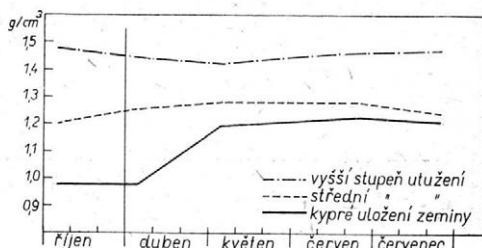
3. Dynamika růstu ozimé pšenice v závislosti na objemové váze půdy (v sušině na 1 rostlinu)

Zajímavé jsou rozdíly v intenzitě narůstání sušiny z hlediska růstových období (graf 4). Hodnoty těchto rozdílů, vyjádřené v procentech za dva roky ukazují, že intenzita přírůstků sušiny při vyšším a středním stupni utužení půdy je největší, hlavně do fáze odnožování ozimé pšenice. Později se tyto rozdíly postupně snižují, což dokazuje, že rozhodující pro předstih v růstu při vyšší objemové váze půdy je období od klíčení do odnožování ozimé pšenice.

Kontrola fyzikálních vlastností půdy u ozimé pšenice v mo-



4. Intenzita narůstání sušiny ozimé pšenice při různém stupni ulehlosti půdy. (I — odnožování, II — konec odnožování, III — sloupkování, IV — metání, V — kvetení)



5. Dynamika objemové váhy půdy při různém stupni ulehlosti v průběhu vegetace ozimé pšenice

## IX. Kontrola fyzikálního stavu půdy u ozimé pšenice při různé ulehlosti půdy v roce 1960

| Stupeň<br>utužení | Datum           | 17. V.           |                    |                                 |                           | 30. VI.          |                    |                                 |                           | 29. VII.         |                    |                                 |                           |
|-------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                   | hloubka<br>v cm | volumová<br>váha | objem<br>pórů<br>% | maximální<br>kapilární kapacita |                           | volumová<br>váha | objem<br>pórů<br>% | maximální<br>kapilární kapacita |                           | volumová<br>váha | objem<br>pórů<br>% | maximální<br>kapilární kapacita |                           |
|                   |                 |                  |                    | vodní                           | mini-<br>mální<br>vzdušná |                  |                    | vodní                           | mini-<br>mální<br>vzdušná |                  |                    | vodní                           | mini-<br>mální<br>vzdušná |
| A                 | 0—10            | 1,138            | 56,1               | 28,45                           | 27,65                     | 1,156            | 55,3               | 28,23                           | 27,07                     | 1,132            | 56,42              | 28,67                           | 27,75                     |
|                   | 10—20           | 1,104            | 57,0               | 26,91                           | 30,09                     | 1,206            | 53,6               | 28,90                           | 24,70                     | 1,148            | 55,6               | 32,96                           | 22,64                     |
|                   | 20—30           | 1,105            | 57,2               | 27,14                           | 30,06                     | 1,299            | 50,2               | 32,20                           | 18,00                     | 1,155            | 55,68              | 34,27                           | 21,40                     |
| B                 | 0—10            | 1,252            | 52,1               | 29,70                           | 22,40                     | 1,316            | 49,5               | 32,84                           | 16,66                     | 1,157            | 55,47              | 32,13                           | 23,33                     |
|                   | 10—20           | 1,230            | 53,0               | 29,62                           | 23,38                     | 1,289            | 50,5               | 31,23                           | 19,27                     | 1,094            | 57,40              | 32,09                           | 25,30                     |
|                   | 20—30           | 1,231            | 52,7               | 28,25                           | 24,45                     | 1,290            | 50,4               | 32,04                           | 18,36                     | 1,190            | 54,15              | 29,74                           | 24,40                     |
| C                 | 0—10            | 1,386            | 47,36              | 35,39                           | 11,97                     | 1,377            | 47,42              | 31,47                           | 15,95                     | 1,386            | 47,26              | 33,97                           | 13,29                     |
|                   | 10—20           | 1,379            | 47,42              | 34,42                           | 12,99                     | 1,387            | 47,1               | 30,81                           | 16,29                     | 1,379            | 47,28              | 33,55                           | 13,72                     |
|                   | 20—30           | 1,413            | 46,68              | 30,72                           | 15,95                     | 1,412            | 46,34              | 31,78                           | 14,55                     | 1,435            | 45,42              | 33,35                           | 12,07                     |



## X. Kontrola fyzikálního stavu půdy u ozimé pšenice při různé ulehlosti půdy v roce 1961

| Stupeň<br>utužení | Datum         | 21. IV.          |                    |                                 |                           | 20. VI.          |                    |                                 |                           | 22. VII.         |                    |                                 |                           |
|-------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                   | hloubka<br>cm | volumová<br>váha | objem<br>pórů<br>% | maximální<br>kapilární kapacita |                           | volumová<br>váha | objem<br>pórů<br>% | maximální<br>kapilární kapacita |                           | volumová<br>váha | objem<br>pórů<br>% | maximální<br>kapilární kapacita |                           |
|                   |               |                  |                    | vodní                           | mini-<br>mální<br>vzdušná |                  |                    | vodní                           | mini-<br>mální<br>vzdušná |                  |                    | vodní                           | mini-<br>mální<br>vzdušná |
| A                 | 0—10          | 1,290            | 51,35              | 33,63                           | 17,71                     | 1,198            | 55,38              | 31,06                           | 24,32                     | 1,278            | 51,73              | 32,19                           | 19,54                     |
|                   | 10—20         | 1,276            | 52,11              | 31,54                           | 20,57                     | 1,254            | 52,33              | 31,77                           | 20,56                     | 1,249            | 52,49              | 30,66                           | 21,83                     |
|                   | 20—30         | 1,284            | 51,82              | 34,94                           | 16,88                     | 1,243            | 52,80              | 30,89                           | 21,91                     | 1,249            | 52,57              | 32,40                           | 20,17                     |
| B                 | 0—10          | 1,347            | 49,12              | 33,94                           | 15,18                     | 1,287            | 51,44              | 34,35                           | 17,09                     | 1,290            | 51,32              | 30,81                           | 20,51                     |
|                   | 10—20         | 1,334            | 49,26              | 32,46                           | 16,79                     | 1,194            | 55,21              | 32,47                           | 22,74                     | 1,335            | 49,90              | 31,28                           | 18,62                     |
|                   | 20—30         | 1,297            | 50,74              | 32,55                           | 18,19                     | 1,300            | 51,20              | 30,47                           | 20,73                     | 1,375            | 48,41              | 31,78                           | 16,63                     |
| C                 | 0—10          | 1,489            | 43,63              | 32,44                           | 11,19                     | 1,536            | 41,84              | 32,61                           | 9,23                      | 1,539            | 41,74              | 33,15                           | 8,59                      |
|                   | 10—20         | 1,482            | 43,94              | 31,70                           | 12,24                     | 1,531            | 42,09              | 31,26                           | 10,83                     | 1,552            | 41,31              | 31,91                           | 9,40                      |
|                   | 20—30         | 1,419            | 46,75              | 30,58                           | 16,17                     | 1,545            | 42,04              | 31,82                           | 10,22                     | 1,530            | 42,59              | 31,77                           | 10,82                     |

delových pokusech se prováděla v letech 1960 a 1961. Pozornost v průběhu vegetace byla věnována hlavně změnám v objemové váze půdy, pórovitosti a maximální kapilární kapacitě. Rozbory fyzikálního stavu půdy a jejich výsledky jsou zpracovány pro každý rok zvláště, přičemž dynamika objemové váhy je vyjádřena průměrnými hodnotami za dva roky, jelikož data odběrů odpovídala jak časovým termínům stanovení, tak i hlavním růstovým fázím ozimé pšenice.

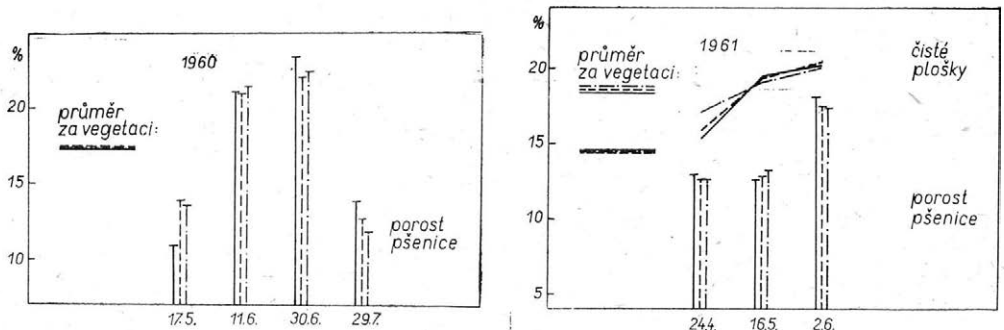
Průběh dynamiky redukované objemové váhy půdy (graf 5), charakterizuje postupné uléhání zeminy ve vegetačních blocích v závislosti na stupni utužení půdy od založení pokusu až do sklizně. Změny ulehlosti půdy v průběhu vegetace odpovídající daným hodnotám objemové váhy půdy při založení pokusu jsou podstatně rozdílné, zejména v počátečních fázích růstu ozimé pšenice na podzim i na jaře. U nejvyššího stupně utužení (var. C) se objemová váha půdy v průběhu vegetace podstatně nemění. Její hodnota na jaře (konec odnožování) se dostává opět na původní úroveň při založení pokusu. U středního stupně utužení (var. B) se objemová váha půdy od založení pokusu na podzim až do sloupkování ozimé pšenice postupně zvyšuje a do konce vegetace se téměř nemění. Objemová váha půdy v podmínkách kypřého uložení zeminy (var. A) zůstává od založení pokusu na podzim až do začátku jarní vegetace téměř na stejné úrovni. Teprve s příchodem jarní vegetace až do fáze sloupkování ozimé pšenice nastává podstatný vzestup objemové váhy, jejíž hodnota zůstává pak až do konce vegetace téměř nezměněna. Srovnáme-li hodnoty objemové váhy půdy u ozimé pšenice na této variantě s normálními polními podmínkami ve stejných fázích růstu, nezjistíme podstatné rozdíly. To svědčí o tom, že dynamika redukované objemové váhy půdy u ozimé pšenice v podmínkách kypřého uložení zeminy ve vegetačních blocích (var. A) je stejná jako po provedení orby v polních podmínkách.

Za daných podmínek ukázal průběh dynamiky objemové váhy půdy, že u středního stupně utužení (var. B) a kypřého uložení zeminy (var. A) bylo dosaženo přirozené ulehlosti půdy teprve s nástupem sloupkování ozimé pšenice, přičemž hodnota ulehlosti zdaleka nedosáhla úrovně vyššího stupně utužení zeminy (var. C). Tento stupeň utužení je možno tedy považovat za extrémní, jelikož jeho hodnota je vyšší než přirozená ulehlost. Přírůstky sušiny hlavně v počátečních fázích růstu, jejich intenzita a konečně výnos ukazují, že právě extrémní ulehlost půdy byla pro ozimou pšenici příznivější.

Celková pórovitost (tabulka IX, X) jen dokresluje a plně potvrzuje průběh dynamiky objemové váhy. Její hodnoty v obou letech jednoznačně ukazují, že pórovitost se rovnoměrně snižuje s přibývajícím ulehlostí půdy a může dosáhnout extrémní hodnoty (roku 1961 okolo 41 %), aniž by se to negativně projevilo na růstu a výnosu ozimé pšenice. Maximální kapilární kapacita se rovněž mění v závislosti na objemové váze půdy. U údajů je patrný pokles provzdušnenosti, tj. vzdušná kapacita se s narůstající objemovou vahou podstatně snižuje, zatímco vodní kapacita se nepatrně zvyšuje. Změněný poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou při vyšší objemové váze půdy svědčí o zvýšeném podílu kapilárních pórů, které mohou být příčinou zlepšeného vodního režimu a zásobování ozimé pšenice vodou v nejdůležitějších fázích růstu.

Vodní režim u ozimé pšenice v modelových pokusech v závislosti na různém stupni utužení půdy byl sledován v letech 1960 a 1961. V obou letech byla pozornost zaměřena na sledování obsahu půdní vláhly pod porostem ozimé pšenice, v roce 1961 také na ploškách bez porostu. Získané údaje jsou vyjádřeny v průměrných hodnotách na celý profil vegetačního bloku, tj. do hloubky 30 cm.

Dynamika obsahu půdní vlhkosti (graf 6) pod porostem ozimé pšenice je znázorněna kolmými úsečkami a na čistých ploškách (bez porostu) křivkami. Z výsledků v obou letech je patrné, že v obsahu půdní vláhy ve váhových procentech pod porostem není zpočátku jarní vegetace podstatných rozdílů. Teprve od poloviny do konce vegetace se ukazuje mírná tendence snížení jejich obsahu u vyšší a střední ulehlosti půdy. Na čistých ploškách (jen v r. 1961) byl zjištěn vyšší obsah vlhkosti půdy jenom na jaře u vyšší půdní ulehlosti, ale již v dalších stanoveních nebyly zaznamenány zásadní rozdíly.

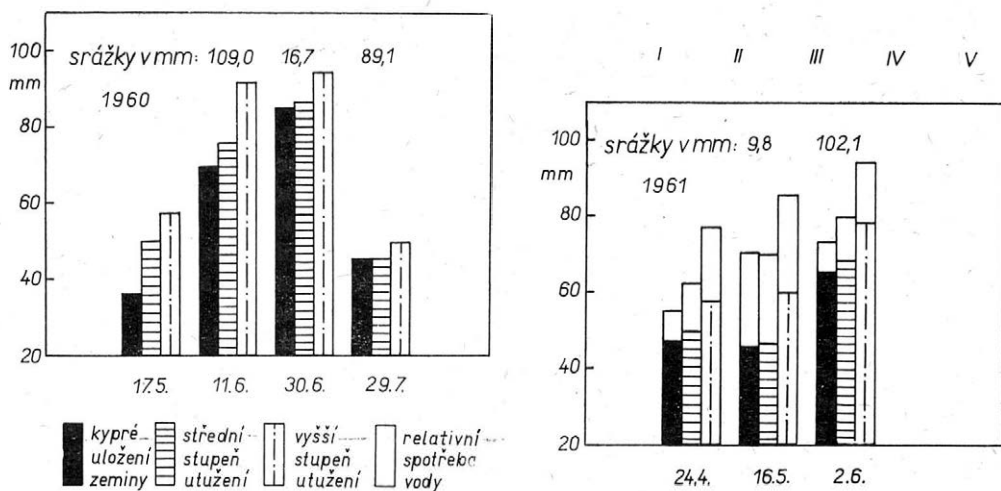


————— kypré uložení zeminy, ———— střední stupeň utužení, —.— vyšší stupeň utužení

#### 6. Obsah půdní vlhkosti u ozimé pšenice v závislosti na ulehlosti půdy

Obsah vody v celém profilu vegetačního bloku a relativní spotřeba vody ozimou pšenicí (graf 7) ukazují na závislost mezi objemovou vahou půdy a vodním režimem. V obou letech je patrné, že obsah vody v mm stoupá s přibývajícím objemovou vahou půdy v průběhu celé vegetace. Rozdíly mezi množstvím vody v půdě pod porostem a bez porostu v roce 1961 svědčí také o tom, že i relativní spotřeba vody byla pro ozimou pšenici příznivější na půdě v podmínkách největší ulehlosti.

Obsah přijatelných živin v závislosti na různém stupni ulehlosti půdy u ozimé pšenice byl zjišťován v roce 1960 a 1961. Uvedené údaje



#### 7. Vliv ulehlosti na obsah vody v půdě a její relativní spotřebu u ozimé pšenice

| Rok<br>1960                                  | 14. IV. |       |       | 16. V. |       |       | 11. VI. |       |       | 29. VII. |      |      |
|----------------------------------------------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|----------|------|------|
|                                              | A       | B     | C     | A      | B     | C     | A       | B     | C     | A        | B    | C    |
| N<br>mg v 1 kg                               | 62,0    | 73,0  | 75,0  | 102,0  | 93,0  | 90,0  | 78,0    | 62,0  | 78,0  | 68,0     | 75,0 | 76,0 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>mg ve 100 g | 7,2     | 5,5   | 5,6   | 6,9    | 5,0   | 5,0   | 7,5     | 9,0   | 7,2   | 1,2      | 2,5  | 3,0  |
| K <sub>2</sub> O<br>mg ve 100 g              | 42,0    | 24,0  | 22,0  | 26,0   | 18,0  | 30,0  | 20,0    | 22,0  | 18,0  | 15,0     | 14,0 | 15,0 |
| pH<br>v H <sub>2</sub> O                     | 7,2     | 7,3   | 7,4   | 7,3    | 7,5   | 7,8   | 8,0     | 8,0   | 8,0   | 8,0      | 8,0  | 8,0  |
| Rok<br>1961                                  | 18. IV. |       |       | 18. V. |       |       | 19. VI. |       |       | 4. VII.  |      |      |
|                                              | A       | B     | C     | A      | B     | C     | A       | B     | C     | A        | B    | C    |
| N<br>mg v 1 kg                               | 29,18   | 33,85 | 35,02 | 14,00  | 16,34 | 8,17  | 9,63    | 6,70  | 8,53  | 7,0      | 8,33 | 8,26 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>mg ve 100 g | 8,37    | 7,92  | 8,52  | 9,30   | 7,68  | 7,69  | 8,33    | 10,31 | 10,88 | 8,44     | 6,43 | 8,13 |
| K <sub>2</sub> O<br>mg ve 100 g              | 34,5    | 30,6  | 29,9  | 24,6   | 19,0  | 19,80 | 25,5    | 31,1  | 30,5  | 27,8     | 25,4 | 28,6 |
| pH<br>v H <sub>2</sub> O                     | 6,7     | 7,16  | 6,66  | 7,69   | 7,72  | 7,80  | 7,34    | 7,34  | 7,21  | 7,68     | 7,52 | 7,55 |

(tabulka XI) o obsahu přijatelného N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a K<sub>2</sub>O charakterizují celý profil vegetačních bloků podle jednotlivých odběrů v průběhu vegetace.

Obsah přijatelného dusíku a zejména jeho průběh v obou letech je poněkud odlišný. V roce 1960 je jeho obsah v průběhu celé vegetace vyrovnaný a neodpovídá dynamice průměrného roku z hlediska povětrnosti, což je možné vysvětlit jedině nadměrným množstvím srážek v tomto roce. Z hlediska různého stupně utužení zeminy v uvedených pokusech stoupá obsah dusíku na počátku vegetace u střední a vyšší objemové váhy půdy (var. B a C) ve srovnání s nejnižší (var. A). Z dalších odběrů během vegetace se však ukazuje opačná tendence, i když rozdíly jsou velmi nepatrné. Množství kyseliny fosforečné v obou letech během vegetace kolísá, takže ve vztahu k půdní ulehlosti nelze učinit konečný závěr. Rovněž obsah K<sub>2</sub>O v obou letech značně kolísá a proto nebylo možné postřehnout jakoukoliv závislost na objemové váze půdy. Uvážíme-li však, že při vyšší objemové váze půdy ve stejném profilu je větší množství zeminy, dá se předpokládat, že celkový obsah přijatelných živin a jejich využití je v tomto případě vyšší.

Uvedené poznatky svědčí o tom, že ozimá pšenice pro svůj optimální růst a výnos má specifické požadavky na fyzikální vlastnosti půdy, které již na základě těchto teoretických studií můžeme celkem přesně definovat.

Z experimentálních údajů vyplývá, že jsme stanovili těsnou závislost mezi objemovou vahou a výnosem ozimé pšenice. Maximálního výnosu zrna a slámy bylo dosaženo při objemové váze půdy, která se pohybovala v rozmezí 1,46–1,54 g/cm<sup>3</sup>. Tyto hodnoty můžeme tedy za daných podmínek považovat za optimální pro růst a výnos ozimé pšenice. Naše výsledky do jisté míry potvrzují také Frese (1959), Izvěkov a Tarasenko (1963), Sinenčnikov (1954), Wehrli (1964) aj., kteří zjistili, že půda s vyšší ulehlostí je pro růst a výnos ozimé pšenice příznivější.

Je nutno si však uvědomit, že uvedené hodnoty objemové váhy jsou v daných půdních podmínkách vyšší než u přirozené ulehlosti půdy, což je v rozporu s dosud platnými představami a zkušenostmi o požadavcích ozimé pšenice na půdu. Ve většině učebnic rostlinné výroby (Špaldon a kol. 1963, Kiel 1954, Šimon 1954 aj.) platí dosud zásada, že pšenice není tak citlivá na čerstvě zoranou půdu jako např. žito a může se tedy zasévat i do čerstvě zorané půdy. Uvážíme-li však, že na čerstvě zorané půdě, včetně její přípravy, se objemová váha půdy pohybuje mezi 0,9–1,1 g/cm<sup>3</sup> a srovnáme-li to s našimi získanými výsledky, musíme bohužel konstatovat, že klasická příprava půdy pro ozimou pšenici nezaručuje optimální podmínky pro její růst a výnos.

Nejlépe to dokazují údaje o dynamice růstu ozimé pšenice, zejména v počátečních fázích růstu. V důsledku zvýšené ulehlosti půdy a tím i kompaktnější uloženého semene došlo k časnějšímu klíčení a vzejití ozimé pšenice ve srovnání s půdou v kyprém stavu a rovněž vyšší přírůstek sušiny vykazoval jednoznačný předstih i v dalších fázích růstu. Intenzita přírůstků sušiny zřetelně naznačila, že vyšší objemová váha půdy pro předstih v růstu a příznivější vývin ozimé pšenice je rozhodující hlavně v období od klíčení do odnožování.

S různým stupněm ulehlosti mění se i pórovitost a maximální kapilární kapacita. Při vyšší objemové váze půdy dochází k podstatnému snížení vzdušné kapacity a narůstání vodní kapacity a tím i poměr kapilárních pórů k nekapilárním se stává obráceným ve srovnání s podmínkami v kypré půdě. Jestliže Iščemjarov (1963) považuje pro jarní pšenici za optimální poměr kapilárních pórů k nekapilárním hodnotu 54 : 46, tak u ozimé pšenice jsme dosáhli maximálního výnosu při poměru 71 : 29.

Vzhledem k silnějšímu utužení půdy a zvýšení její kapilarity zlepšuje se v těchto podmínkách také vodní režim v půdě. Ten se projevuje nejen ve vyšším obsahu půdní vlhkosti, ale také ve vyšší relativní spotřebě vody rostlinami, což také příznivě ovlivnilo růst ozimé pšenice již od počátku vegetace.

Přesto, že rozdíly v obsahu přijatelných živin v půdě mezi různými stupni ulehlosti byly vcelku jen nepatrné, vyšší obsah dusíku na začátku jarní vegetace a větší množství zeminy při vyšší objemové váze dávají určité předpoklady pro jejich lepší využití.

Zjištěná fakta o požadavcích ozimé pšenice na fyzikální vlastnosti v daných půdních podmínkách nás zcela logicky vedou k vyslovení hypotézy, že nezoraná půda by měla vytvářet příznivější podmínky pro pěstování ozimé pšenice než půda zoraná, za předpokladu správného zapravení semene do půdy. I když se tato teorie jeví jakkoliv revoluční, nicméně rozbor experimentálních



údajů z modelových pokusů ji zcela jednoznačně potvrzuje. Ačkoliv jsme přesvědčení o správnosti našich závěrů, vědomí odpovědnosti nás prozatím nutí vyslovenou teorii nezobecňovat, dokud nebude prověřena dalšími exaktními polními pokusy.

## SOUHRN

V uvedené práci jsme se snažili prozkoumat, do jaké míry je růst a výnos ozimé pšenice závislý na ulehlosti půdy. Výzkum byl prováděn na černozemních, hlinitých půdách, v podmínkách umělého vytvoření rozdílné ulehlosti v modelových pokusech, která byla charakterizována redukovanou objemovou vahou půdy (tabulka I).

Na základě dosažených výsledků jsme prokázali existenci těsné závislosti mezi objemovou vahou půdy a výnosem ozimé pšenice. Nejvyššího průkazného výnosu zrna a slámy bylo dosaženo v těch podmínkách, kde objemová váha půdy při založení pokusu dosahovala hodnoty mezi 1,46–1,54 g/cm<sup>3</sup> (tabulky III a V, graf 1, 2). Tuto hodnotu lze tedy z hlediska růstu a výnosu ozimé pšenice v daných půdních poměrech považovat za optimální ulehlost.

Při nejvyšší ulehlosti půdy byly vytvořeny podmínky pro kompaktnější uložení semen v půdě, která vždy dříve vyklíčila a také vzcházení ozimé pšenice bylo ve všech letech časnější a vyrovnanější. Rovněž energie odnožování a intenzita růstu (graf 4) svědčí, že podmínky růstu ozimé pšenice byly příznivější na půdě s poměrně vysokou ulehlostí.

Největší změny ulehlosti půdy v průběhu vegetace byly zjištěny v období od počátku odnožování do konce metání ozimé pšenice. V průběhu těchto růstových fází došlo k nejsilnějšímu vzestupu objemové váhy na půdě zrypěné, zatímco na půdě silně utužené k jejímu nepatrnému snížení (graf 5). Také poměr kapilárních pórů k nekapilárním vzrůstal se stoupající ulehlostí půdy, což se projevilo nejen ve vyšším obsahu půdní vláhy, ale i ve větší relativní spotřebě vody rostlinami ozimé pšenice (graf 7).

Uvedené závěry ukazují, že ozimá pšenice má nepoměrně vyšší požadavky na ulehlost půdy, než se původně předpokládalo. Jestliže zjištěná optimální hodnota objemové váhy na černozemních hlinitých půdách odpovídá v podstatě téže hodnotě jako na půdě nezorané, domníváme se, že v daných podmínkách by bylo možné pěstovat ozimou pšenici i bez intenzivní kultivace půdy.

Došlo dne 13. 12. 1966

## Literatura

1. BAJERTUJEV, A. A. - BOCKIJEV, V. B.: Uplotněníje pověrchnosti počvy - važnyj rezerv povyšeniya urožajnosti sel'skochozjajstvennyh kultur. = In: Trudy Buržaskogo s-ch. instituta, 1965, č. 17, s. 14-25. — 2. FRESE, H.: Neue Gesichtspunkte für die Beurteilung und Bewirtschaftung unserer Ackerböden. = „Landwirtschaftliche Forschung“, 12, 1959, s. 49-59. — 3. IŠEMJAROV, A. Š.: Vlijanije strojenija pachotnogo sloja tučnyh černozjomov na ich vodno-fizičeskije, chimičeskije svojstva i urožaj jarovoj pšenicy. = In: Sbornik naučnyh trudov Baškirkovo NII, 1963, č. 1, s. 59-70. — 4. IZVEKOV, A. S. - TARASENKO, V. I.: Primeneniye katkov v sisteme obrabotki počvy dlja ozimoj pšenicy. = „Zemledělie“, Moskva 1963, č. 8. — 5. KIEL, W.: Acker- und Pflanzenbau. Berlin, Deutscher Bauernverlag, 1954, 670 s. — 6. PRUGAR, J.: Československé pšenice z hlediska mlýnsko-pekářenské jakosti. I. Ozimé odrůdy. = „Rostlinná výroba“ 10, 1964, č. 1, s. 83-102. — 7. SINĚLNIKOV, J. I.: Ob agronomičeskom značeniji počvennoj plotnosti. = „Počvověděniye“, 1954, č. 10, s. 52-61. — 8. SITNIKOV, A. M.: Vyravnivaniye i uplotněníje zjabi. = „Zemle-



дѣлиже", 1964, ч. 8, с. 25-27. — 9. STRAÑAK, A. - ŘÍDKÝ, K.: K některým otázkám teorie zpracování půdy. I. Vliv ulehlosti půdy na růst a výnos jarního ječmene. = „Rostlinná výroba“, 1966, ч. 8, с. 809-832. — 10. STRAÑAK, A.: Bodenbearbeitung im Hinblick auf eine optimale Lagerungsdichte der Ackerböden. = In: Tagungsberichte der DAL Berlin, 1966, Nr. 82, Teil 2. — 11. ŠEVLJAGIN, A. I.: Reakcija sel-skochozajstvennyh kultur na različnuju plotnost složenija počvy. = In: Referát na mezinárodním sympoziu o problémech zpracování půdy v Brně 22.-24. VI. 1966 ČSSR. — 12. ŠIMON, J.: Pěstování rostlin, I. část - Obilniny. Praha, SPN, 1954, 254 s., 21 příl. — 13. ŠPALDON, E. a kolektiv: Rostlinná výroba 1. Praha, SZN, 1963, 676 s. — 14. VON WEHRLI, A.: Die Nachwirkung des Traktoreinsatzes auf Boden-struktur und Pflanzenenertrag in einem Winterweizenbestand. = „Schweizerische Land-wirtschaftliche Forschung“, 1, 1964, č. 3, s. 26-32. — 15. WITTSELL, L. E. - HOBBS, J. A.: Soil compaction on field plant growth. = „Agronomy Journal“, 1965, č. 57, s. 534-537.

Относительно некоторых вопросов теории почвообработки

## II. Реакция озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы

В указанной работе мы стремились установить степень зависимости роста и урожая озимой пшеницы от уплотнения почвы. Исследование проводилось на черноземных, глинистых почвах, в условиях искусственного создания различной плотности в модельных опытах, кото-рая характеризовалась объемным весом почвы (табл.-1).

На основе полученных результатов мы доказали наличие тесной зависимости между объемным весом почвы и урожаем озимой пшеницы. Наибольший достоверный урожай зерна и соломы получен в условиях, при которых объемный вес почвы при заложении опыта до-стигал величин в пределах 1,46—1,54 г/см<sup>3</sup> (табл. III и V, график 1, 2). Эту величину можно, таким образом, с точки зрения роста и урожайности озимой пшеницы, в данных почвенных условиях считать оптимальной плотностью.

При наибольшей плотности почвы создались условия для более компактного залегания семян в почве; семена всегда прорастали раньше, а также всходы озимой пшеницы в течение всех лет появились раньше и дружнее. Также энергия кущения и интенсивность роста (гра-фик 4) свидетельствует о том, что условия роста озимой пшеницы были благоприятнее на почве со сравнительно высокой плотностью.

Наибольшие изменения плотности почвы в ходе вегетации установлены в период от начала кущения до конца выхода в трубку озимой пшеницы. В ходе этих ростовых фаз сильнее всего повышался объемный вес на взрыхленной почве, в то время как на сильно уплотненной почве объемный вес незначительно понизился (график 5). Также соотношение капиллярных пор и некапиллярных возрастало по мере повышающейся плотности почвы, что проявилось не только в более высоком содержании почвенной влаги, но и в повышенном относительном потреблении воды растениями озимой пшеницы (график 7).

Указанные выводы свидетельствуют о том, что озимая пшеница предъявляет непомерно более высокие требования к плотности почвы, чем первоначально предполагалось. Поскольку установленная оптимальная величина объемного веса на черноземных глинистых почвах отвечает в сущности той же величине, как и на невспаханной почве, мы полагаем, что при данных условиях можно было бы возделывать озимую пшеницу и без интенсивной культива-ции почвы.

Текст к таблицам

I. Объемный вес почвы при заложении опыта в г/см<sup>3</sup>

II. Анализ изменчивости урожаев зерна озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы

III. Различия в урожаях зерна озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы

IV. Анализ изменчивости урожаев соломы озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы

V. Различия в урожаях соломы пшеницы озимой в зависимости от объемного веса почвы

VI. Влияние объемного веса почвы на технологическое качество зерна

VII. Влияние объемного веса почвы на число взошедших растений и перезимование озимой пшеницы в %

VIII. Энергия кущения озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы (число по-бегов на 1 растение)

- IX. Контроль физического состояния почвы у озимой пшеницы при разной плотности почвы в 1960 году
- X. Контроль физического состояния у озимой пшеницы при разной плотности почвы в 1961 году
- XI. Содержание усвояемых питательных веществ в почве у озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы

#### Текст к графикам

1. Зависимость урожая зерна озимой пшеницы от степени уплотнения почвы
2. Зависимость урожая соломы озимой пшеницы от степени уплотнения почвы
3. Динамика роста озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы (в сухом веществе на 1 растение)
4. Интенсивность нарастания сухого вещества озимой пшеницы при разной степени плотности почвы (I — кущение, II — конец кущения, III — выход в трубку, IV — колошение, V — цветение)
5. Динамика объемного веса почвы при разной степени плотности в ходе вегетации озимой пшеницы
6. Содержание почвенной влаги у озимой пшеницы в зависимости от плотности почвы
7. Влияние плотности от содержания воды в почве и ее относительный расход у озимой пшеницы

### On Some Questions of the Theory of Soil Cultivation

#### II. The Response of Winter Wheat in Dependence on the Bulk Density of the Soil

In the present work we endeavoured to examine to what extent the growth and yield of winter wheat depend on the density of the soil. The investigation was carried out on chernozem loamy soil, under the conditions of artificially established different degrees of density in model experiments, which was characterized by a bulk density of soil (tab. I).

On the basis of results obtained we were able to prove the existence of a close connection between the bulk density of soil and the yield of winter wheat. The highest significant yield of grain and straw was obtained under the conditions when the bulk density of soil at the time of the establishment of the experiment reached values of between 1.46 and 1.54 gm./c. c. (tab. III and V, figures 1 and 2). This means that under the given conditions this value may be considered as the optimum soil density with regard to the growth and yield of winter wheat.

In the case of the highest degree of soil density conditions were established for a more compact deposition of seeds in the soil, which always germinated earlier, and also the sprouting of winter wheat was earlier and more uniform in all years. Also the energy of tillering and the intensity of growth (figure 4) indicate that the conditions of growth of winter wheat were more favourable in soil with a comparatively high density.

The greatest changes in the soil density during vegetation were found in the period between the beginning of tillering and the end of earing of winter wheat. During this growth stage there occurred the strongest increase of the bulk density on loosened soil, whereas on strongly compacted soil there occurred a slight decrease (figure 5). Also the ratio of capillary to non-capillary pores increased together with the increasing in soil density, which resulted not only in a higher content of soil moisture, but also in a higher relative consumption of water by the winter wheat plants (figure 7).

The presented conclusions show that winter wheat has disproportionately higher requirements as regards soil density than had been formerly assumed. If the optimum bulk density found in chernozem loamy soils corresponds substantially to the same value as does the bulk density of a non-ploughed soil, then we assume that under the given conditions it would be possible to grow winter wheat also without any intensive soil cultivation.

#### Text to the tables

- I. Reduced bulk density of soil at establishment of experiment in gm./c. c.
- II. Analysis of variability of grain yields of winter wheat in relation to bulk density of soil

- III. Yield differences survey of grain of winter wheat in relation to the bulk density of soil
- IV. Analysis of variability of straw yields of winter wheat in relation to the bulk density of soil
- V. Yield differences survey of straw of winter wheat in relation to the bulk density of soil
- VI. The influence of the bulk density of soil on the technological quality of grain
- VII. The influence of the bulk density of soil on the number of sprouting plants and wintering of winter wheat (percentage)
- VIII. Energy of tillering of winter wheat in dependence on the bulk density of soil (number of tillers per 1 plant)
- IX. Checking of the physical state of soil under winter wheat in the case of different degrees of density in 1960
- X. Checking of the physical state of the soil of winter wheat in the case of different density in 1961
- XI. The content of available nutrients of winter wheat in dependence on the bulk density of soil

#### Text to the graphs

1. Dependence of winter wheat grain yield on degree of soil density
2. Dependence of winter wheat straw yield on degree of soil density
3. Dynamics of growth of winter wheat in relation to bulk density of soil (dry matter per 1 plant)
4. Intensity of increasing in dry matter of winter wheat with different degrees of soil density (I — tillering, II — end of tillering, III — shooting, IV — earing, V — flowering)
5. Dynamics of bulk density of soil with different degrees of density in the course of the vegetation of winter wheat
6. Soil moisture content under winter wheat in dependence on soil density
7. The influence of density on the soil moisture content and its relative uptake by winter wheat

#### Zu einigen Fragen der Theorie der Bodenbearbeitung

##### II. Reaktion des Winterweizens in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens

In der angeführten Arbeit waren wir bestrebt festzustellen, in welchem Grade das Wachstum und die Erträge des Winterweizens von der Bodenverdichtung abhängig sind. Die Untersuchungen werden auf lehmigen Schwarzerden in Modellversuchen durchgeführt unter künstlicher Bildung von verschiedener Bodendichte, welche durch Volumengewicht des Bodens charakterisiert wurde (Tab. I).

Auf Grund erzielter Ergebnisse haben wir die Existenz einer engen Abhängigkeit zwischen dem Volumengewicht des Bodens und dem Ertrag von Winterweizen festgestellt. Der höchste signifikante Korn- und Strohertrag wurde unter denjenigen Bedingungen erzielt, wo das Volumengewicht des Bodens bei der Anlage des Versuches Werte zwischen  $1,46\text{--}1,54\text{ g/cm}^3$  (Tab. III und V, graphische Darstellung 1, 2) aufwies. Dieser Wert ist daher vom Standpunkt des Wachstums und des Ertrages von Winterweizen in gegebenen Bodenverhältnissen als optimale Bodenverdichtung zu betrachten.

Bei der höchsten Bodendichte wurden Bedingungen für ein kompakteres Saatbett für Samen im Boden geschaffen; unter diesen Bedingungen haben die Samen immer früher gekeimt und auch das Auflaufen des Winterweizens war in allen Jahren frühzeitiger und ausgeglichener. Auch die Bestockungsenergie und Wachstumsintensität (graphische Darstellung 4) beweist, daß die Wachstumsbedingungen des Winterweizens in einem Boden mit verhältnismäßig hoher Bodenverdichtung günstiger waren. Die größten Veränderungen in der Bodendichte im Verlaufe der Vegetation wurden in dem Zeitabschnitt vom Anfang der Bestockung bis Ende des Ährenschiebens des Winterweizens festgestellt. Im Verlaufe dieser Wachstumsphasen kam der größte Aufstieg des Volumengewichtes im lockeren Boden vor, während im stark verdichteten Boden eine unbedeutende Herabsetzung entstand (graphische Darstellung 5). Auch das Verhältnis der kapillaren Poren zu den nichtkapillaren hat mit steigender Bodenverdichtung zugenommen, was sich nicht nur im höheren Ge-

halt der Bodenfeuchtigkeit äußerte, sondern auch im größeren relativen Wasserverbrauch durch die Pflanzen des Winterweizens (graphische Darstellung 7).

Die angeführten Schlußfolgerungen zeigen, daß der Winterweizen viel größere Ansprüche an die Bodendichte stellt als ursprünglich angenommen wurde. Falls der festgestellte optimale Wert des Volumengewichts auf lehmigen Schwarzerden im wesentlichen demselben Wert entspricht wie auf ungepflügtem Boden, nehmen wir an, daß es bei gegebenen Bedingungen möglich wäre, Winterweizen auch ohne intensiver Bodenkultivation anzubauen.

#### Text zu den Tafeln

- I. Volumengewicht des Bodens bei der Anlage des Versuches in  $\text{g/cm}^3$
- II. Variabilität der Kornerträge von Winterweizen in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens
- III. Übersicht der Unterschiede von Kornerträgen von Winterweizen in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens
- IV. Variabilität von Stroherträgen bei Winterweizen in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens
- V. Übersicht der Unterschiede von Stroherträgen bei Winterweizen in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens
- VI. Einfluß des Volumengewichtes des Bodens auf die technologische Qualität der Körner
- VII. Einfluß des Volumengewichtes des Bodens auf die Anzahl der aufgegangenen Pflanzen und Überwinterung von Winterweizen in %
- VIII. Bestockungsenergie von Winterweizen in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens (Anzahl der Halme pro Pflanze)
- IX. Kontrolle der physikalischen Eigenschaften unter Winterweizen bei verschiedener Bodenverdichtung im Jahre 1960
- X. Kontrolle der physikalischen Eigenschaften unter Winterweizen bei verschiedener Bodenverdichtung im Jahre 1961
- XI. Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden bei Winterweizen in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens

#### Text zu den graphischen Darstellungen

1. Abhängigkeit der Kornerträge des Winterweizens vom Grade der Bodenverdichtung
2. Abhängigkeit der Stroherträge des Winterweizens vom Grade der Bodenverdichtung
3. Dynamik des Wachstums von Winterweizens in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens (in Trockemasse pro Pflanze)
4. Intensität des Trockenmassezuwachses von Winterweizen bei verschiedenem Grad der Bodenverdichtung (I — Bestockung, II — Ende der Bestockung, III — Schossen, IV — Ährenschieben, V — Blüte)
5. Dynamik des Volumengewichts des Bodens bei verschiedenem Grade der Bodenverdichtung im Verlaufe der Vegetationszeit von Winterweizen
6. Gehalt von Bodenfeuchtigkeit bei Winterweizen in Abhängigkeit von der Bodendichte
7. Einfluß der Bodendichte auf den Wassergehalt im Boden und den relativen Wasserverbrauch bei Winterweizen

---

#### Adresa autora:

Doc. ing. Antonín Straňák, CSc., ÚVÚRV Praha-Ruzyně — Výzkumná stanice základní agrotechniky, Hrušovany u Brna

---

III. TVORBA VÝNOSŮ OVSA A OZIMÉHO ŽITA  
V PODMÍNKÁCH RŮZNÉ OBJEMOVÉ VÁHY PŮDY

■ V rámci dosavadních studií, týkajících se reakce obilnin na objemovou váhu půdy, uvádíme v tomto příspěvku další poznatky o vlivu ulehlosti půdy na růst ovsa a ozimého žita.

Již Koljasev a Šaronova (1959) upozornili, že půdní ulehlost má příznivý vliv na vodní, tepelný a živinný režim v půdě a může zabezpečit zvýšený výnos ovsa a ozimého žita. Za optimální objemovou váhu pro tyto plodiny na drnopodzolové, hlinitopísčité půdě považují hodnoty od 1,2 do 1,4 g/cm<sup>3</sup>. Revut, Lebeděva, Abramov (1962) při studiu ulehlosti půdy ve vegetačních nádobách dosáhli na hlinitopísčité drnopodzolové půdě nejvyššího výnosu ovsa při objemové váze 1,35 g/cm<sup>3</sup>, přičemž u hodnoty objemové váhy 1,60 g/cm<sup>3</sup> byl výnos jen nepatrně nižší. Na těžší jílovitohlinité půdě při ulehlosti větší než 1,35 g/cm<sup>3</sup> se výnos ovsa podstatně snížil. Ve velkých vegetačních nádobách se sítým dnem, které byly zapuštěny v půdě, byl největší výnos ovsa na hlinitopísčité půdě u objemové váhy 1,45 g/cm<sup>3</sup>. Na lehkých i těžších půdách zjistili podstatné snížení výnosů teprve při objemové váze 1,6 g/cm<sup>3</sup>. Na hlinitopísčité půdě utužené koly traktoru dosáhli Kunze a Kaiser (1966) zvýšení výnosu ovsa až o 22 %. V jednoletých modelových pokusech však titíž autoři došli k závěru, že silné utužení písčitých půd přispělo ke snížení výnosů ozimého žita průměrně o 7,2 q/ha, kdežto na hlinitých a těžších půdách se výnosy zvýšily od 3,1 do 9,9 q/ha. Modelovými pokusy ve vegetačních nádobách se zabýval také Ermich (1966), který upozorňuje, že na kypré humózní půdě utužení půdy způsobuje značné zvýšení výnosů ovsa, zatímco stlačení půd chudých na humus vede k silné depresi výnosů. Naopak Boguslawski a Lenz (1960) zjistili na hlinité spraši ve vegetačních nádobách, že výnosy ovsa stoupají se vzrůstající pórovitostí půdy. Nejvyšších výnosů dosáhli při pórovitosti 49,1 % a nejnižších při 40,3 %. Nutno však dodat, že při počtu 50 rostlin na produkční plochu vegetační nádoby 409 cm<sup>2</sup>, tj. 1250 rostlin na 1 m<sup>2</sup>, mohl být výnos silně ovlivněn značnou hustotou porostu.

## STRUČNÝ PŘEHLED PRÁCE A METODIKA

V letech 1960—1963 jsme se na hlinitých černozemních půdách zabývali otázkou reakce ozimého žita a ovsa na půdní ulehlost, podobně jako již dříve u jarního ječmene a ozimé pšenice. Všechny tyto pokusy se prováděly v modelových pokusech, jejichž metodika, včetně charakteristiky použité půdy, byla podrobně popsána dříve (Straňák, Řídký 1966 a Straňák 1966), takže v této práci považujeme za zbytečné ji znovu opakovat.

Při stejných půdních podmínkách jsme pro oves (odr. 'Český žlutý') a ozimé žito (odr. 'České normální') vytvořili tři rozdílné stupně půdní ulehlosti (tabulka I), jejichž definovatelnost byla zaručena v průběhu celé vegetace.

Výsev zkoušených obilnin, jejich ošetřování, sklizeň a jejich hodnocení se provádělo u všech variant pokusů vždy za stejných podmínek, podle platných zásad u srovnávacích pokusů.



| Plodina    | Varianta pokusu | Stupeň ulehlosti půdy | Rok   |       |       |       |
|------------|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
|            |                 |                       | 1960  | 1961  | 1962* | 1963  |
| Ozimé žito | A               | kyprá                 | 0,900 | 1,055 | 1,268 | 0,957 |
|            | B               | středně utužená       | 1,237 | 1,161 | 1,284 | 1,239 |
|            | C               | silně utužená         | 1,462 | 1,491 | 1,507 | 1,521 |
| Oves       | A               | kyprá                 | 0,819 | 0,874 | 1,250 | —     |
|            | B               | středně utužená       | 1,228 | 1,093 | 1,341 | —     |
|            | C               | silně utužená         | 1,638 | 1,530 | 1,540 | —     |

\* V roce 1962 se použilo vegetačních bloků, založených v předcházejícím roce

Hnojení se provedlo ve všech pokusných letech vždy před výsevem (100 zrn/veg. blok) buď v práškové formě, nebo v roztoku. K ovsu se v letech 1960 a 1961 nehnojilo a v roce 1962 bylo použito dávek 1 g N, 0,9 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 1,2 K<sub>2</sub>O na vegetační blok. K ozimému žitu se v roce 1960 hnojilo dávkami 1 g N, 1,1 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 2,2 g K<sub>2</sub>O, v roce 1962 se přihnojilo na jaře jen 2,7 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 2,6 g K<sub>2</sub>O, v letech 1962 a 1963 bylo hnojení stejné v dávkách 1,75 g N, 1,5 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 2,5 g K<sub>2</sub>O na každý vegetační blok.

Kromě zjištění výnosů v uvedených pokusech se sledovala technologická hodnota zrna, dynamika růstu rostlin, změny objemové váhy a maximální kapilární vodní kapacity v průběhu vegetace a pozornost byla věnována také vodnímu režimu a obsahu přijatelných živin v půdě. Všechna tato sledování a stanovení se prováděla běžně přijatými metodami v polním pokusnictví a nejsou proto podrobně popisována.

Rovněž klimatickou a povětrnostní charakteristiku pokusného místa v jednotlivých letech neuvádíme a odkazujeme na její podrobný rozbor v první části této práce (Straňák, Řídký 1966). Je možné jen dodat, že z rozboru výsledků není patrné, že by byl vliv objemové váhy půdy na výnosy těchto obilnin závislý na povětrnostních poměrech.

## PŘEHLED DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

### ULEHLOST PŮDY VE VZTAHU K RŮSTU A VÝNOSU OZIMÉHO ŽITA

Reakce žita na různou objemovou váhu půdy nebyla již tak výrazná jako u ozimé pšenice nebo jarního ječmene. Výnosy zrna a slámy v jednotlivých letech značně kolísají a rovněž mezi stupněm utužení půdy je poměrně velká variabilita. Proměnlivost výnosových údajů byla podrobena analýze rozptylu a přesto, že jejím převažujícím zdrojem byla ve všech pokusných letech redukovaná objemová váha půdy, jsou výsledky převážně neprůkazné (tabulky II a IV).

Pro hodnocení výnosů uvádíme rok 1960 pro malý počet opakování jen jako informativní. Výnosy zrna a slámy (tabulky III a V) v ostatních letech naznačují do jisté míry stoupající tendenci se zvyšující se objemovou vahou půdy, i když jejich maximum v roce 1963 bylo dosaženo u středního stupně ulehlosti půdy. Kolísání výnosů je patrné i z regresních křivek (graf 1 a 2), vyjadřujících jejich závislost na objemové váze půdy a rovněž hodnoty korelačních koeficientů jsou poměrně nízké a převážně neprůkazné.

Přesto, že výnosy u obou stupňů ulehlosti (var. B; C) byly v každém případě vyšší než u kypré půdy (var. A), nepodařilo se vzhledem k neprůkaznosti



II. Rozbor proměnlivosti výnosů u ozimého žita v závislosti na objemové váze půdy  
Analýza rozptylu

| Zdroj proměnlivosti | Průměrná čtvercová odchylka v roce |       |                 |       |                 |        |                 |         |
|---------------------|------------------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|--------|-----------------|---------|
|                     | stupeň volnosti                    | 1960  | stupeň volnosti | 1961  | stupeň volnosti | 1962   | stupeň volnosti | 1963    |
| Objemová váha       | 2                                  | 882,9 | 2               | 139,9 | 2               | 2401,9 | 2               | 5937,0* |
| Technická chyba     | 6                                  | 243,7 | 20              | 478,5 | 19              | 833,8  | 18              | 1115,5  |

\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$

III. Přehled výnosových rozdílů, dosažených u zrna ozimého žita v závislosti na objemové váze půdy

| Rok  | Objemová váha | Výnos zrna              |       | Rozdíl            |                |
|------|---------------|-------------------------|-------|-------------------|----------------|
|      |               | v g/0,25 m <sup>2</sup> | %     | absolutní         | relativní      |
| 1960 | 0,900         | 137,2                   | 100   | } +22,1<br>+34,1  | +16,1<br>+24,8 |
|      | 1,237         | 159,3                   | 116,1 |                   |                |
|      | 1,462         | 171,3                   | 124,8 |                   |                |
| 1961 | 1,055         | 179,5                   | 100   | } +5,2<br>+9,8    | +3,0<br>+5,4   |
|      | 1,161         | 184,7                   | 103,0 |                   |                |
|      | 1,491         | 189,3                   | 105,4 |                   |                |
| 1962 | 1,268         | 123,3                   | 100   | } +2,9<br>+32,3   | +2,3<br>+26,1  |
|      | 1,284         | 126,2                   | 102,3 |                   |                |
|      | 1,507         | 155,6                   | 126,1 |                   |                |
| 1963 | 0,957         | 238,8                   | 100   | } +52,7*<br>+32,0 | +22,0<br>+13,4 |
|      | 1,239         | 291,5                   | 122,0 |                   |                |
|      | 1,521         | 270,8                   | 113,4 |                   |                |

IV. Rozbor proměnlivosti výnosů slámy ozimého žita v závislosti na objemové váze půdy

| Zdroj proměnlivosti | Průměrná čtvercová odchylka v roce |       |                 |       |                 |      |                 |        |
|---------------------|------------------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|------|-----------------|--------|
|                     | stupeň volnosti                    | 1960  | stupeň volnosti | 1961  | stupeň volnosti | 1962 | stupeň volnosti | 1963   |
| Objemová váha       | 2                                  | 112,1 | 2               | 705,1 | 2               | 1781 | 2               | 7613*  |
| Technická chyba     | 6                                  | 114,7 | 21              | 515,3 | 19              | 1303 | 21              | 2011,6 |

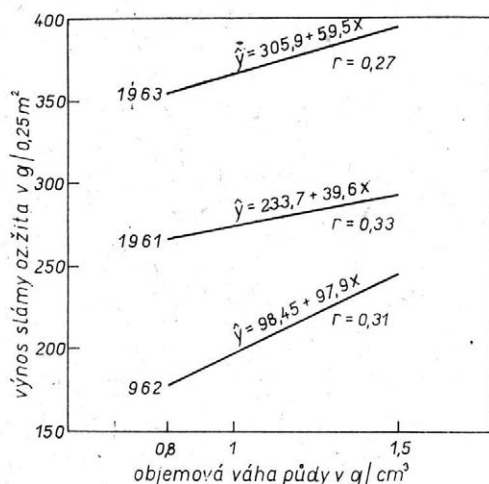
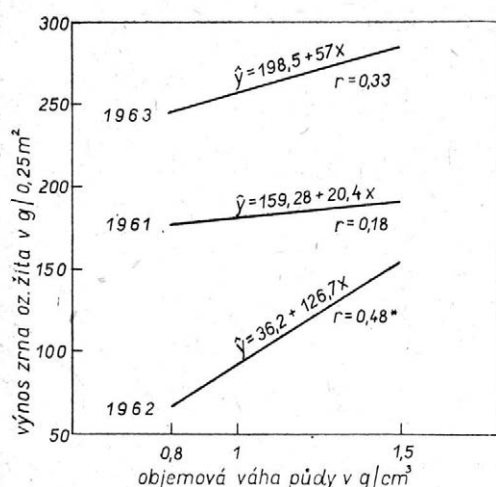
\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$

V. Přehled výnosových rozdílů dosažených u slámy žita ozimého v závislosti na objemové váze půdy

| Rok  | Objemová váha | Výnos slámy             |        | Rozdíl               |                  |
|------|---------------|-------------------------|--------|----------------------|------------------|
|      |               | v g/0,25 m <sup>2</sup> | %      | absolutní            | relativní        |
| 1960 | 0,900         | 187,6                   | 100    | } - 9,0<br>- 11,6    | - 4,8<br>- 6,2   |
|      | 1,237         | 178,6                   | 95,2   |                      |                  |
|      | 1,462         | 176,0                   | 93,8   |                      |                  |
| 1961 | 1,055         | 273,18                  | 100    | } + 10,06<br>+ 18,65 | + 3,68<br>+ 6,82 |
|      | 1,161         | 282,24                  | 103,68 |                      |                  |
|      | 1,491         | 291,83                  | 106,82 |                      |                  |
| 1962 | 1,268         | 214,16                  | 100    | } + 15,84<br>+ 32,09 | + 7,1<br>+ 14,9  |
|      | 1,284         | 230,0                   | 107,1  |                      |                  |
|      | 1,507         | 246,25                  | 114,9  |                      |                  |
| 1963 | 0,957         | 348,00                  | 100    | } + 61,6*<br>+ 33,4  | + 17,7<br>+ 9,5  |
|      | 1,239         | 409,6                   | 117,7  |                      |                  |
|      | 1,521         | 381,4                   | 109,5  |                      |                  |

těchto výsledků pro ozimé žito stanovit optimální hodnotu objemové váhy půdy. Zůstává však skutečností, že i žito do značné míry na půdní ulehlost reagovalo kladně, i když výnosové rozdíly nebyly tak zřetelné a jednoznačné jako u jarního ječmene a ozimé pšenice.

Závěrem lze tedy shrnout, že i výnosy ozimého žita jsou do značné míry závislé na objemové váze půdy, i když se její hodnotu nepodařilo přesně definovat.



1. Závislost výnosů zrna ozimého žita na stupni ulehlosti půdy

2. Závislost výnosů slámy ozimého žita na stupni ulehlosti půdy

# VI. Obsah dusíkatých látek v zrně ozimého žita při různé objemové váze půdy

| Rok  | Stupeň<br>utužení | Objemová váha<br>půdy v g/cm <sup>3</sup> | Dusík v % | Dusíkaté látky<br>N × 6,25 |
|------|-------------------|-------------------------------------------|-----------|----------------------------|
| 1960 | A                 | 0,900                                     | 1,79      | 11,2                       |
|      | B                 | 1,237                                     | 1,61      | 10,1                       |
|      | C                 | 1,462                                     | 1,77      | 11,1                       |
| 1961 | A                 | 1,055                                     | 1,24      | 7,8                        |
|      | B                 | 1,161                                     | 1,25      | 7,8                        |
|      | C                 | 1,491                                     | 1,22      | 7,7                        |
| 1963 | A                 | 0,957                                     | 1,92      | 12,0                       |
|      | B                 | 1,239                                     | 2,15      | 13,4                       |
|      | C                 | 1,521                                     | 2,07      | 12,9                       |

V souvislosti se stanovením obsahu dusíkatých látek v zrně ozimého žita jsme zjistili, že vliv povětrnostních podmínek v jednotlivých letech na obsah N byl podstatně větší než vliv fyzikálních vlastností půdy. Mezi objemovou vahou půdy a obsahem N-látek v zrně ozimého žita neexistuje nějaká závislost, což dokazují údaje (tabulka VI).

Podle dynamiky růstu můžeme již od počátku vegetace posuzovat reakci ozimého žita ve vztahu k fyzikálním vlastnostem půdy, zejména na základě stanovení přírůstků sušiny a vzcházení.

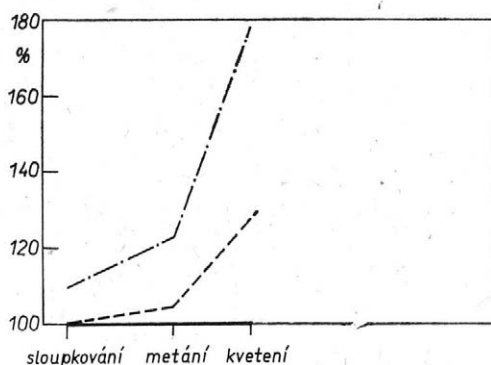
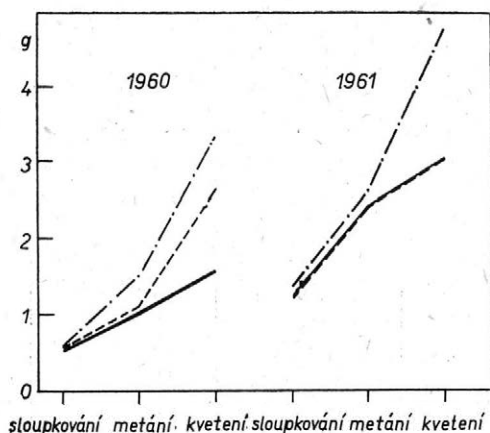
# VII. Vzcházení a přezimování ozimého žita v závislosti na objemové váze půdy v ‰

| Rok  | Stupeň<br>ulehlosti | Objemová váha<br>půdy při<br>založení pokusů<br>v g/cm <sup>3</sup> | 4. den<br>od počátku<br>vzcházení | 13. – 18. den<br>od počátku<br>vzcházení | Na jaře po<br>přezimování |
|------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| 1960 | A                   | 0,900                                                               | 55,0                              | 68,0                                     | 39,2                      |
|      | B                   | 1,237                                                               | 58,5                              | 67,2                                     | 40,0                      |
|      | C                   | 1,462                                                               | 58,1                              | 69,6                                     | 40,2                      |
| 1961 | A                   | 1,055                                                               | 50,3                              | 74,4                                     | 55,4                      |
|      | B                   | 1,161                                                               | 53,1                              | 70,9                                     | 57,8                      |
|      | C                   | 1,491                                                               | 44,9                              | 70,9                                     | 61,2                      |
| 1962 | A                   | 1,268                                                               | 48,6                              | 44,9                                     | 20,7                      |
|      | B                   | 1,284                                                               | 42,7                              | 53,7                                     | 25,0                      |
|      | C                   | 1,507                                                               | 37,5                              | 58,5                                     | 28,1                      |
| 1963 | A                   | 0,957                                                               | 18,1                              | 46,0                                     | 61,0                      |
|      | B                   | 1,239                                                               | 27,7                              | 60,7                                     | 62,0                      |
|      | C                   | 1,521                                                               | 32,2                              | 56,6                                     | 62,0                      |

Vzcházení ozimého žita v jednotlivých letech a hlavně ve vztahu k objemové váze půdy bylo méně vyrovnané než u ostatních obilnin. I když na počátku vzcházení nebyl předstih na ulehlejší půdě patrný, přece jen v pozdější době se vzcházení ukázalo o něco lepší u obou stupňů utužení (var. B a C). Půdní podmínky s větší ulehlostí půdy z hlediska přezimování se zdají být pro ozimé žito o něco příznivější než na půdě zkyplené, i když rozdíl není ve všech letech stejně výrazný (tabulka VII).

Přírůstek sušiny byl sledován pouze na jaře v pozdějších fázích růstu jen v letech 1960 a 1961. Výsledky vcelku potvrzují výnosovou tendenci ve sledovaných letech největším přírůstkem sušiny u nejvyšší objemové váhy půdy (graf 3).

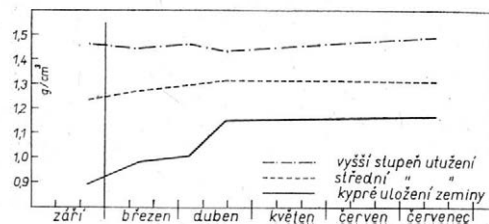
Rovněž intenzita přírůstků sušiny (graf 3, spodní část) vyjádřená v průměrných hodnotách za 2 roky je od fáze metání do kvetení podstatně vyšší při středním a vyšším stupni ulehlosti ve srovnání s kyprým uložením zeminy. I když nebyla sušina v časnějších fázích sledována, vzestupná tendence intenzity přírůstků, zejména v posledních dvou růstových fázích je shodná s ozimou pšenicí.



3. Absolutní (levá část) a průměrná intenzita narůstání sušiny (pravá část) u ozimého žita při různé ulehlosti půdy

— kypré uložení zeminy  
— střední stupeň utužení  
— vyšší stupeň utužení

U ozimého žita byla prováděna celá kontrola fyzikálního stavu půdy jen v roce 1961. Sezónní dynamika objemové váhy se však sledovala 2 roky a její průběh je vyjádřen v průměrných hodnotách ve shodných časových intervalech.



4. Dynamika objemové váhy půdy u ozimého žita při různém stupni ulehlosti půdy

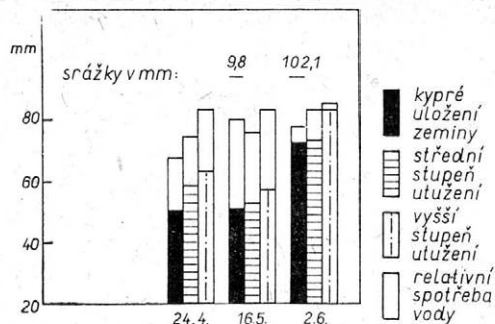
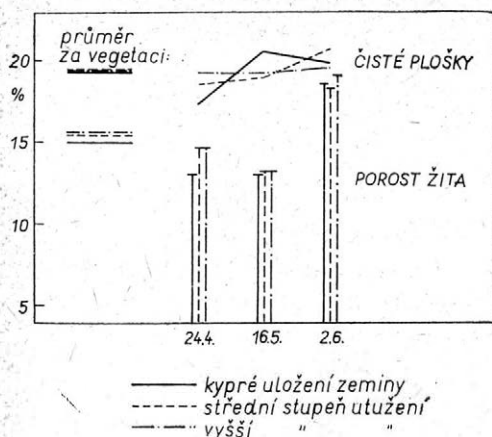
Průběh redukované objemové váhy půdy ve vegetačních blocích je znázorňen na grafu 4 a jeho hodnoty představují ulehání půdy od založení pokusu až do konce vegetace. U ozimého žita dochází k podstatným změnám v objemové váze hlavně v podzimním a jarním období jen u kyprého uložení zeminy (var. A) a středního stupně ulehlosti půdy (var. B). V prvním případě se objemová váha od podzimu do jara značně zvyšuje, zatímco ve druhém případě dochází jen k jejímu rovnoměrnému a mírnému vzestupu. U nejvyššího stupně ulehlosti (var. C) dochází na jaře vlivem kořenového systému a jistého předstihu v růstu k mírnému snížení objemové váhy půdy. Od vysloupkování ozimého žita zůstává pak objemová váha půdy u všech tří variant na stejné úrovni, ale v patřičných relacích, odpovídajících hodnotám počátečního stupně ulehlosti.

Srovnáme-li údaje o objemové váze půdy při založení pokusu na var. A s údaji zjištěnými po orbě nebo při seti ozimů v polních podmínkách, docházíme téměř ke stejným hodnotám. Přirozené ulehlosti, která se již v průběhu vegetace neměnila, bylo u var. A i B dosaženo teprve s nástupem sloupkování.

#### VIII. Kontrola fyzikálního stavu půdy u ozimého žita při rozdílné ulehlosti půdy

| Stupeň ulehlosti | Hloubka cm | 21. IV. 1961  |              |                              |                   | 13. VII. 1961 |              |                              |                   |
|------------------|------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------|
|                  |            | volumová váha | objem pórů % | maximální kapilární kapacita |                   | volumová váha | objem pórů % | maximální kapilární kapacita |                   |
|                  |            |               |              | vodní                        | minimální vzdušná |               |              | vodní                        | minimální vzdušná |
| A                | 0—10       | 1,300         | 50,75        | 33,61                        | 17,14             | 1,222         | 54,97        | 27,49                        | 27,48             |
|                  | 10—20      | 1,324         | 50,07        | 32,02                        | 18,04             | 1,258         | 52,54        | 28,96                        | 23,58             |
|                  | 20—30      | 1,278         | 51,21        | 34,88                        | 16,33             | 1,325         | 50,84        | 29,73                        | 21,11             |
| B                | 0—10       | 1,341         | 48,73        | 35,11                        | 13,62             | 1,246         | 52,39        | 29,81                        | 22,58             |
|                  | 10—20      | 1,349         | 48,65        | 35,56                        | 13,09             | 1,293         | 50,78        | 30,70                        | 20,07             |
|                  | 20—30      | 1,303         | 50,69        | 37,96                        | 12,73             | 1,312         | 50,08        | 31,60                        | 18,48             |
| C                | 0—10       | 1,359         | 48,04        | 34,03                        | 14,00             | 1,549         | 39,53        | 32,04                        | 7,49              |
|                  | 10—20      | 1,384         | 47,08        | 33,19                        | 13,89             | 1,484         | 43,26        | 31,86                        | 11,40             |
|                  | 20—30      | 1,431         | 43,15        | 32,85                        | 10,30             | 1,488         | 43,49        | 31,75                        | 11,74             |

Hodnoty celkové pórovitosti (tabulka VIII) jsou v obráceném poměru k objemové váze půdy a plně potvrzují její průběh během vegetace. Zjištěné údaje ukazují, stejně jako v předcházejících pokusech, že pórovitost se rovnoměrně snižuje s přibývajícím půdním ulehlostí a dosahuje neobvykle nízkých hodnot, které se však na růst a výnos ozimého žita neprojevily záporně, jak by se předpokládalo. Rovněž u maximální kapilární vodní kapacity ve vztahu k ulehlosti půdy došlo k podstatným změnám v patřičných relacích. Uvedené údaje opět potvrzují zvýšení vodní a značné snížení vzdušné kapacity s přibývajícím objemovou vahou půdy, což nutně vede ke zvýšení kapilarity, která mohla být příčinou zlepšeného zásobování ozimého žita vodou.



5. Obsah vody v půdě a její relativní spotřeba u ozimého žita v roce 1961

Vodní režim byl zjišťován pouze v roce 1961 se zaměřením k obsahu půdní vlhkosti a relativní spotřebě vody rostlinami. Z údajů o obsahu půdní vlhkosti v % je patrné, že pod porostem ozimého žita bylo v půdě větší množství vody u obou vyšších ulehlostí, na čistých ploškách jen v prvním a posledním termínu odběru (graf 5). Množství vody v mm přesvědčivě naznačuje, že obsah vody v půdě stoupá s přibývajícím objemovou vahou půdy v průběhu celé vegetace (graf 5). Rozdíly v obsahu vody v půdě pod porostem a bez porostu ukazují také na větší relativní spotřebu vody, zejména v růstové fázi metání, která je z hlediska potřeby ozimého žita právě v tomto období nejdůležitější.

#### IX. Obsah přijatelných živin u žita v závislosti na objemové váze půdy (rok 1961)

|                                           | 17. IV. |      |      | 18. V. |      |      | 19. VI. |      |      | 4. VII. |      |      |
|-------------------------------------------|---------|------|------|--------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|
|                                           | A       | B    | C    | A      | B    | C    | A       | B    | C    | A       | B    | C    |
| mg N v 1 kg                               | 81,7    | 65,3 | 52,5 | 30,3   | 12,2 | 12,8 | 17,1    | 10,6 | 8,8  | 3,3     | 5,2  | 3,8  |
| mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ve 100 g | 9,8     | 9,1  | 9,3  | 7,1    | 7,9  | 9,1  | 7,8     | 7,9  | 8,4  | 7,6     | 10,4 | 8,1  |
| mg K <sub>2</sub> O ve 100 g              | 31,2    | 27,6 | 27,2 | 22,4   | 18,2 | 21,2 | 26,0    | 24,0 | 25,8 | 29,4    | 30,4 | 34,2 |
| pH v H <sub>2</sub> O                     | 6,7     | 6,6  | 6,7  | 7,4    | 7,3  | 7,3  | 7,1     | 7,1  | 7,3  | 7,3     | 7,4  | 7,5  |

Z obsahu přijatelných živin (tabulka IX) zjištěného jen v r. 1961 se ukazuje jednoznačně, že obsah přijatelného dusíku se snižuje s nárůstem objemové váhy půdy v průběhu celé vegetace. U kyseliny fosforečné a drasla ve vztahu k půdní ulehlosti nebyly v jejich obsahu zaznamenány podstatné rozdíly. Vzhledem k vysoké potřebě dusíku ozimým žitem, zejména v jarním období vegetace až do květu soudíme, že nízký obsah dusíku při vyšší objemové váze půdy mohl být způsoben jeho větší spotřebou. Uvážíme-li, že mohutný kořenový systém ozimého žita v kompaktnější půdě je svým specifickým povrchem ve větším styku s půdními částicemi, je pravděpodobné, že i odběr přijatelného dusíku z půdy mohl být větší.



X. Rozbor proměnlivosti výnosů zrna u ovsa v závislosti na objemové váze půdy  
Analýza rozptylu

| Zdroj proměnlivosti | Průměrná čtvercová odchylka v roce |         |                 |         |                 |           |
|---------------------|------------------------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|-----------|
|                     | stupeň volnosti                    | 1960    | stupeň volnosti | 1961    | stupeň volnosti | 1962      |
| Objemová váha       | 2                                  | 2044,9* | 2               | 1488,87 | 2               | 16698,8** |
| Technická chyba     | 6                                  | 309,88  | 27              | 818,74  | 27              | 626,74    |

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$

XI. Přehled výnosových rozdílů dosažených u zrna v závislosti na objemové váze půdy

| Rok  | Objemová váha | Výnos zrna              |       | Rozdíl    |           |
|------|---------------|-------------------------|-------|-----------|-----------|
|      |               | v g/0,25 m <sup>2</sup> | %     | absolutní | relativní |
| 1960 | 0,819         | 114,4                   | 100   | } +34,3*  | } +30,00  |
|      | 1,228         | 148,7                   | 130   |           |           |
|      | 1,638         | 165,6                   | 144,7 |           |           |
| 1961 | 0,874         | 178,6                   | 100   | } +20,7   | } +11,6   |
|      | 1,093         | 199,3                   | 111,6 |           |           |
|      | 1,530         | 200,7                   | 112,3 |           |           |
| 1962 | 1,250         | 204,5                   | 100   | } +64,5** | } +31,5   |
|      | 1,341         | 269,0                   | 131,5 |           |           |
|      | 1,540         | 278,0                   | 140,3 |           |           |

XII. Rozbor proměnlivosti výnosů slámy u ovsa v závislosti na objemové váze půdy  
Analýza rozptylu

| Zdroj proměnlivosti | Průměrná čtvercová odchylka v roce |         |                 |        |                 |           |
|---------------------|------------------------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|-----------|
|                     | stupeň volnosti                    | 1960    | stupeň volnosti | 1961   | stupeň volnosti | 1962      |
| Objemová váha       | 2                                  | 3408,5* | 2               | 1439,1 | 2               | 13351,0** |
| Technická chyba     | 6                                  | 435,5   | 27              | 1517,6 | 27              | 632,4     |

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$

VLIV ULEHLOSTI PŮDY NA RŮST A VÝNOS OVSA

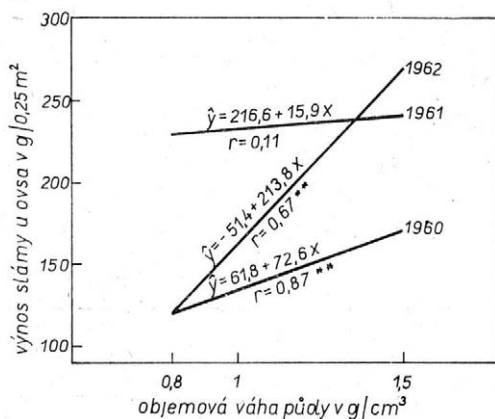
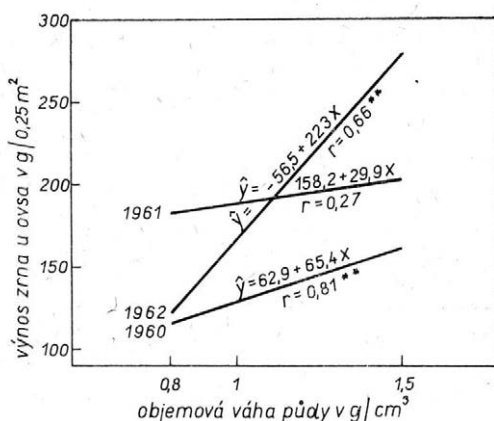
Na změnu ekologických podmínek v půdě, pod vlivem její ulehlosti, byla ze všech obilnin nejvýraznější reakce u ovsa. Nejlepší výnosy ve všech pokusných letech byly opět zjištěny v podmínkách s vyšší ulehlostí půdy. Maximál-

XIII. Přehled výnosových rozdílů dosažených u slámy ovsa v závislosti na objemové váze půdy

| Rok  | Objemová váha | Výnos slámy |        | Rozdíl               |                |
|------|---------------|-------------|--------|----------------------|----------------|
|      |               | blok v g    | %      | absolutní            | relativní      |
| 1960 | 0,819         | 114,5       | 100    | } +46,5*<br>+64,5**  | +40,6<br>+56,3 |
|      | 1,228         | 161,00      | 140,6  |                      |                |
|      | 1,638         | 179,00      | 156,3  |                      |                |
| 1961 | 0,874         | 221,9       | 100    | } +23,3<br>+16,5     | +10,5<br>+7,4  |
|      | 1,093         | 245,2       | 110,5  |                      |                |
|      | 1,530         | 238,4       | 107,4  |                      |                |
| 1962 | 1,250         | 201,0       | 100    | } +59,5**<br>+66,5** | +29,6<br>+33,0 |
|      | 1,341         | 260,5       | 129,6  |                      |                |
|      | 1,540         | 267,5       | 133,00 |                      |                |

ního výnosu ovsa bylo dosaženo u všech stupňů ulehlosti půdy, kde objemová váha při založení pokusů byla v rozmezí hodnot 1,53–1,63 g/cm<sup>3</sup>.

Výnosové výsledky v závislosti na stupni ulehlosti půdy byly hodnoceny analýzou rozptylu (tabulky X, XII), ze které je zcela patrné, že ve všech pokusech byla redukována objemová váha půdy převažujícím zdrojem proměnlivosti. Výnosová tendence z hlediska ulehlosti půdy je ve všech letech úplně shodná, i když jsou dosažené výnosové rozdíly zrna a slámy v jednom roce neprůkazné (tabulky XI, XIII). Závislost výnosů ovsa na objemové váze půdy nejlépe charakterizují přímky (grafy 6 a 7), jejichž korelační koeficienty jsou převážně statisticky průkazné a také jejich vysoké hodnoty ukazují na poměrně těsnou závislost.



6. Závislost výnosů zrna u ovsa na stupni ulehlosti půdy

7. Závislost výnosů slámy u ovsa na stupni ulehlosti půdy

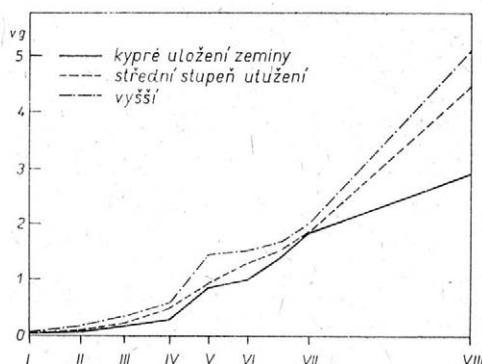
Z uvedeného je patrné, že mezi objemovou vahou půdy a výnosem ovsa byla zjištěna těsná závislost, přičemž její hodnota v rozsahu 1,53–1,63 g/cm<sup>3</sup> může být pro dané půdní podmínky považována za optimální. Úroveň této hod-

noty objemové váhy svědčí také o tom, že oves je ve srovnání s ostatními obilninami poměrně nejnáročnější na půdní ulehlost.

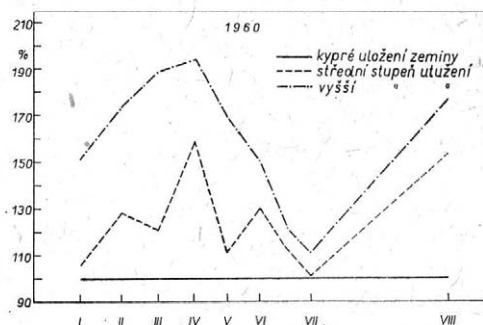
Vycházejíce z předpokladu větší koncentrace živin při vyšší ulehlosti půdy, pokusili jsme se zjistit, do jaké míry se projeví vliv objemové váhy půdy na obsah dusíkatých látek v zrně ovsa. Ukázalo se, že vliv povětrnosti a ostatních faktorů v jednotlivých letech překrývá rozdíly v obsahu dusíku stanovené mezi jednotlivými stupni ulehlosti půdy, které jsou minimální a nenasvědčují nějaké závislosti. Vzhledem k podstatným rozdílům ve výnosech ovsa se však dá předpokládat, že při vyšší ulehlosti půdy může být využitelnost dusíku a ostatních živin poměrně lepší než v půdě kypré. Výnosovým údajům odpovídá i průběh dynamiky růstu, z kterého je patrný určitý předstih ovsa již v počátečních fázích vegetace. Nasvědčuje tomu již vzházení ovsa, které bylo vždy o něco dříve na středním a vyšším stupni ulehlosti půdy, pak ukazují následující údaje v %, získané čtvrtého dne od začátku vzházení.

|                               | 1960 | 1962 |
|-------------------------------|------|------|
| Kypré uložení zeminy          | 67,5 | 77,5 |
| Střední stupeň ulehlosti půdy | 74,8 | 82,0 |
| Vyšší stupeň ulehlosti půdy   | 71,0 | 83,0 |

Později se vzházení vyrovnalo, ale předstih v růstu byl zřejmý i v dalších vegetačních fázích, čemuž svědčí lepší odnožování a vyšší přírůstek sušiny (graf 8). Jak vyplývá z uvedeného grafu, byl přírůstek sušiny ve všech růstových fázích nejlepší u vyššího stupně a lepší u středního stupně utužení půdy než na kypré půdě, což svědčí o tom, že nejvyšší objemová váha půdy vytvořila pro oves příznivější podmínky růstu.



8. Dynamika růstu ovsa v závislosti na objemové váze půdy (v sušině na 1 rostlinu)



9. Intenzita narůstání sušiny u ovsa v závislosti na půdní ulehlosti. (I = 3—4 lístek, II = počátek odnožování, III = odnožování, IV = konec odnožování, V = sloupkování, VI = metání, VII = kvetení, VIII = před sklizní)

Průběh intenzity přírůstků sušiny u ovsa (graf 9) má obdobnou tendenci jako u jarního ječmene. Od prvních fází růstu mají hodnoty intenzity vzestupnou tendenci až do konce odnožování, kdy rozdíl v přírůstku sušiny u vyššího stupně utužení (var. C) je až o 94 % větší než u kyprého uložení zeminy (var. A). Od uvedené růstové fáze dochází pak k dosti značné relativní depresi, která je nejvýraznější v období kvetení ovsa. Od tohoto růstového období dochází pak

opět k podstatnému vzestupu v intenzitě narůstání sušiny. Tyto údaje, patrně z průběhu křivky intenzity narůstání sušiny svědčí o tom, že oves má pro každou růstovou fázi specifické požadavky na půdní ulehlost.

## DISKUSE

Z uvedených poznatků je patrné, že reakce ozimého žita na fyzikální vlastnosti půdy nebyla tak výrazná jako u ostatních zkoušených obilnin. Kolísavost výnosů v jednotlivých letech a do jisté míry i jejich variabilita ve vztahu k různým stupňům ulehlosti půdy nedovolily proto ani požadavky ozimého žita na optimální objemovou váhu půdy přesněji stanovit.

Z rozboru experimentálních údajů přesto vyplývá, že i ozimé žito vyžaduje ulehlejší půdu, i když závislost výnosů na objemové váze půdy nebyla matematicko-statisticky prokázána. Svědčí o tom i dosažené výnosy ozimého žita v daných podmínkách, které ve všech pokusných letech byly vyšší na ulehlejších půdách s vyšší objemovou vahou (v rozmezí  $1,24-1,50 \text{ g/cm}^3$ ) ve srovnání s půdou nakypřenou. Podobné výsledky dosáhli na hlinitopísečných, drnopodzolových půdách také Koljasev a Šaronova (1959), kteří jsou toho názoru, že optimální objemová váha půdy pro ozimé žito se pohybuje v rozmezí od  $1,2-1,4 \text{ g/cm}^3$ , což by vcelku odpovídalo i našim poznatkům.

Vycházíme-li z dosavadních názorů, že ozimé žito má ze všech obilnin největší požadavky na ulehlost půdy, musíme konstatovat, že se nám platnost těchto názorů v našich pokusech nepotvrdila. Naopak se ukázalo, že žito je ze zkoušených obilnin nejméně citlivé na ulehlost půdy, i když jeho reakce byla do jisté míry příznivá. Srovnáme-li dynamiku přírůstků sušiny u ozimého žita s ozimou pšenicí, vidíme, že do fáze sloupkování je přírůstek sušiny vyšší, se vzrůstající objemovou vahou půdy je jeho intenzita úplně shodná s ozimou pšenicí. To tedy znamená, že u žita a pšenice vlivem mohutnějšího kořání nedochází pravděpodobně k výraznější relativní depresi v růstu, která byla zjištěna u jarního ječmene (Straňák, Řídký 1966).

Vzhledem k dosaženým výsledkům můžeme konstatovat, že pevné uložení semene, zvýšení kapilarity, zlepšení vodního režimu a lepší využití živin bylo u ozimého žita hlavní příčinou lepšího růstu a vyššího výnosu. I když jeho reakce nebyla tak výrazná jako u jarního ječmene, ovsu a ozimé pšenice, přesto i ozimé žito projevilo určité požadavky na zvýšení půdní ulehlosti, což plně dokazují dosažené výnosy.

Ze všech zkoušených obilnin reagoval na zvýšenou ulehlost půdy nejlépe oves, jehož požadavky ve vztahu k objemové váze půdy se dají celkem přesně stanovit.

Z rozboru pokusných údajů je patrné, že nejvyššího výnosu ovsu bylo dosaženo při hodnotě redukované objemové váhy půdy mezi  $1,53-1,63 \text{ g/cm}^3$ . Zjištěné hodnoty objemové váhy v tomto rozmezí lze v daných půdních poměrech označit z hlediska růstu a výnosu ovsu za optimální fyzikální stav půdy. Zůstává tedy skutečností, že fyzikální vlastnosti půdy hrají významnou úlohu ve vztahu k růstu obilnin, což také plně potvrzuje stanovená závislost mezi objemovou vahou půdy a výnosem ovsu. Zjištěné výsledky jsou však v rozporu s údaji Čiževského a Lju Gen Lina (1959), kteří dosáhli v jednotlivých pokusech nejvyššího výnosu u ovsu na hlinité drnopodzolové půdě při její objemové váze  $1,1-1,15 \text{ g/cm}^3$ , tj. na půdě značně kypré. Revutaj. (1962) rovněž na drnopodzolových půdách však na rozdíl od výše uvedeně

práce zjistili nejvyšší výnosy ovsa při objemové váze půdy  $1,45 \text{ g/cm}^3$ . Rozdíl-  
nost výsledků může být do jisté míry ovlivněna půdně zrnitostním složením,  
avšak hlavní příčiny nejednotnosti těchto údajů spočívají v použité metodě mo-  
delových pokusů, zejména pak v malém počtu opakování nebo i bez opakování  
a také proto, že převážná část těchto údajů je jen z jednoletých pokusů, což jsme  
v naší práci plně respektovali.

Dosažené výnosy u ovsa korespondují také s průběhem přírůstků sušiny  
a intenzita jejího narůstání v průběhu vegetace svědčí o tom, že vyšší obje-  
mová váha půdy z hlediska optimálního růstu ovsa je rozhodující hlavně od  
počátku vegetace do konce odnožování.

S ohledem na získané poznatky se ukazuje, že příčinou lepšího růstu a vý-  
nosu ovsa jsou tytéž půdní faktory, vyvolané vyšší objemovou vahou půdy  
a zjištěné u ostatních obilnin. Lze tedy shrnout, že oves je ze všech obilnin nej-  
náročnější na půdní ulehlost, což je do značné míry v rozporu s dosavadními  
zkušenostmi, které se projevují hlavně v intenzivním kypření půdy při její  
přípravě k setí. Zjištěné údaje svědčí o nutnosti přezkoumání správnosti stáva-  
jící agrotechniky ovsa na základě stanovení jeho požadavků na fyzikální vlast-  
nosti půdy.

## SOUHRN

Na hlinitých půdách černozemního typu byl studován vliv různého stupně  
utužení na růst a tvorbu výnosů ozimého žita a ovsa. Výzkum byl prováděn  
v modelových pokusech a odpovídající odstupňování bylo definováno objemo-  
vou vahou půdy (tabulka I).

V těchto pokusech byla prokázána těsná závislost mezi objemovou vahou  
půdy a výnosem ovsa. U ozimého žita nebyla závislost matematicko-statisticky  
prokázána (grafy 1, 2, 6, 7). Se vzrůstající objemovou vahou půdy nastal  
i podstatný vzestup výnosů, které byly nejlepší při její hodnotě  $1,53$  až  
 $1,63 \text{ g/cm}^3$  u ovsa a  $1,24$ – $1,50 \text{ g/cm}^3$  u ozimého žita (tabulky III, V, XI,  
XIII). Uvedené hodnoty objemové váhy lze tedy v těchto podmínkách pro uve-  
dené plodiny považovat za optimální. Oves reagoval silněji než ozimé žito.

Zvýšení ulehlosti půdy se projevilo intenzivnějším růstem těchto plodin již  
od počátku vegetace, což podstatně ovlivnilo i přírůstky sušiny (grafy 3, 8, 9).

Vzestup výnosů spočívá ve vzájemném působení ulehlosti půdy a jí odpo-  
ovídajícím změnám v maximální vodní a minimální vzdušné kapacitě. Účinek  
těchto faktorů se projevil především ve zlepšení vodního režimu půdy (graf 5)  
a lepším využití živin.

Zjištěné údaje a jejich zhodnocení nás vedou k přesvědčení o nutnosti pře-  
zkoumání správnosti stávající agrotechniky, především v polních pokusech.

Došlo dne 13. 12. 1966

## Literatura

1. BOGUSLAVSKI, E. V. - LENZ, K. O.: Die Ertragsbildung in Abhängigkeit  
von Porenvolumen und Bodenwiderstand. Vorläufige Mitteilung. = „Zeitschrift für  
Acker- und Pflanzenbau“, 1960, 110, s. 379-392. — 2. ERMICH, D.: Untersuchungen  
über den Einfluß der Bodendichte auf Pflanzenwachstum und Ertrag. Příspěvek na  
mezinárodním symposiu o problémech zpracování půdy, Brno - ČSSR 22. - 24. VI.  
1966, rukopis. — 3. KAISER, M. - KUNZE, A.: Einfluß der Lagerungsdichte verschie-  
dener Bodenarten auf einige physikalische Bodeneigenschaften und auf die Entwick-  
lung von Winterroggen. Příspěvek na mezinárodním symposiu o problémech zpraco-  
vání půdy, Brno - ČSSR, 22. - 24. VI. 1966, rukopis. — 4. KOLJASEV, F. E. - ŠARO-



NOVA, G. V.: Ob optimalnoj plotnosti počvy dlja zernovyh kultur na děrno-podzolistykh počvach. = „Selskoje chozjajstvo Severo-Zapadnoj zony“, 1959, č. 10, s. 34-39. — 5. KUNZE, A. - KAISER, M.: Optimale Lagerungsdichte des Bodens- ein wichtiger Ertragsfaktor. = „Feldwirtschaft“, 1966, č. 1, s. 9-12. — 6. REVUT, I. B. - LEBEDĚVA, V. G. - ABRAMOV, I. A.: Plotnost počvy i jejo plodorodije. = „Sbornik trudov po agronomičeskoj fizike“. Leningrad-Moskva, 1962, č. 10, s. 154-165. — 7. STRAŇAK, A. - ŘÍDKÝ, K.: K některým otázkám teorie zpracování půdy. I. vliv ulehlosti půdy na růst a výnos jarního ječmene. = „Rostlinná výroba“, 1966, č. 8, s. 809-832. — 8. STRAŇAK, A.: Bodenbearbeitung im Hinblick auf eine optimale Lagerungsdichte der Ackerböden. = In: Tagungsberichte der DAL Berlin, 1966, Nr. 82, Teil 2.

Относительно некоторых вопросов теории обработки почвы

### III. Образование урожая овса и озимой ржи в условиях разного объемного веса почвы

На глинистых почвах черноземного типа изучалось влияние разной степени уплотнения на рост и образование урожая озимой ржи и овса. Исследование проводилось в модельных опытах и соответственная дифференциация плотности дефинировалась объемным весом почвы (табл. I).

В этих опытах была установлена тесная зависимость между объемным весом почвы и урожаем овса. У озимой ржи зависимость не была доказана математическо-статистически (график 1, 2, 6, 7). По мере возрастающего объемного веса почвы следовало также существенное повышение урожая, причем они были лучше всего при его величине 1,53—1,63 г/см<sup>3</sup> у овса и 1,24—1,50 г/см<sup>3</sup> у озимой ржи (табл. III, V, XI, XIII). Указанные величины объемного веса почвы можно, таким образом, в данных условиях для указанных культур считать оптимальными. Овес реагировал сильнее, чем озимая рожь.

Повышение плотности почвы проявилось более интенсивным ростом этих культур уже с начала вегетации, что существенно повлияло и на прирост сухого вещества (графики 3, 8, 9).

Увеличение урожая состоит во взаимном воздействии плотности почвы и соответственных ей изменений в максимальной влаго- и воздухоемкости. Действие этих факторов проявилось прежде всего в улучшении водного режима почвы (график 5) и лучшем использовании питательных веществ.

Установленные данные и их оценка приводят нас к убеждению о необходимости проверки правильности нынешней агротехники, прежде всего в полевых опытах.

Текст к таблицам

- I. Объемный вес почвы при заложении опытов в г/см<sup>3</sup>
- II. Анализ изменчивости урожая зерна у озимой ржи в зависимости от объемного веса почвы
- III. Различия в урожаях, полученных у зерна озимой ржи в зависимости от объемного веса почвы
- IV. Анализ изменчивости урожая соломы озимой ржи в зависимости от объемного веса почвы
- V. Различия в урожаях соломы озимой ржи в зависимости от объемного веса почвы
- VI. Содержание азотных веществ в зерне озимой ржи при разном объемном весе почвы
- VII. Всходы и перезимовывание озимой ржи в зависимости от объемного веса почвы в %
- VIII. Контроль физического состояния у озимой ржи при разной плотности почвы
- IX. Содержание усвояемых питательных веществ в почве у ржи в зависимости от объемного веса почвы
- X. Анализ изменчивости урожая зерна у овса в зависимости от объемного веса почвы
- XI. Различия в урожае зерна овса в зависимости от объемного веса почвы
- XII. Анализ изменчивости урожая соломы у овса в зависимости от объемного веса почвы
- XIII. Различия в урожаях соломы овса в зависимости от объемного веса почвы

Текст к графикам

1. Зависимость урожая зерна озимой ржи от степени уплотнения почвы
2. Зависимость урожая соломы озимой ржи от степени уплотнения почвы
3. Абсолютная (правая часть) и средняя интенсивность нарастания сухого вещества (левая часть) у озимой ржи при разной плотности почвы
4. Динамика объемного веса почвы у озимой ржи при разной степени уплотнения почвы



5. Содержание воды в почве и ее относительное потребление у озимой ржи в 1961 году
6. Зависимость урожая зерна у овса от степени уплотнения почвы
7. Зависимость урожая соломы у овса от степени уплотнения почвы
8. Динамика роста овса в зависимости от объемного веса почвы (в сухом веществе на 1 растение)
9. Интенсивность нарастания сухого вещества у овса в зависимости от почвенной плотности (I — 3—4 листок, II — начало кушения, III — кушение, IV конец кушения, V — выход в трубку, VI — колошение, VII — цветение, VIII — перед уборкой)

### On Some Questions of the Theory of Soil Cultivation

#### III. The Formation of the Yields of Oats and of Winter Rye Under the Conditions of Different Bulk Density of Soil

On chernozem loamy soils the effect of different degrees of soil density on the growth and yields of winter rye and oats was studied. The investigation was carried out in model experiments, and the corresponding gradating was defined by means of the bulk density of the soil (tab. I).

In these experiments a close correlation between the bulk density of soil and the yields of oats was proved. In the case of winter rye the dependence was not significant (figure 1, 2, 6, and 7). Together with increasing in bulk density of soil there occurred also a substantial increase of yields, which were best in the case of its value of 1.53—1.63 gm/c. c. for oats and 1.24—1.50 gm/c. c. for winter rye (tab. III, V, XI, and XIII). Thus under these conditions the mentioned values of bulk density may be considered as the optimum for the mentioned crops. Oat response was more evident than that of winter rye.

Increasing in soil compactness resulted in a more intensive growth of these crops already at the beginning of the vegetation period, which substantially influenced also the increases of dry matter (figures 3, 8, and 9).

The increasing in yields consists in the mutual acting of soil compactness and the corresponding changes in the maximum soil moisture and minimum air capacity. The effect of these factors resulted above all in an improved water regime of the soil (figure 5) and in an improved nutrient uptake.

The data obtained and their analysis have convinced us of the need for a checking of the appropriateness of the present cultural practices, especially in field experiments.

#### Text to the tables

- I. Bulk density of soil at the establishment of experiments in gm/c. c.
- II. Analysis of variance of grain yields of winter rye in relation to the bulk density of soil
- III. Yield differences survey of winter rye grain in relation to the bulk density of soil
- IV. Analysis of variance of winter rye straw yields in relation to the bulk density of soil
- V. Survey of yield differences of winter rye straw in relation to the bulk density of soil
- VI. Content of N-substances in winter rye grain at different bulk density of soil
- VII. Emergence and wintering of winter rye in relation to the bulk density of soil (percentage)
- VIII. Checking of the physical state of winter rye at different soil density
- IX. Content of available nutrients for rye in dependence on the bulk density of soil
- X. Analysis of variance of grain yields of oats in dependence on the bulk density of soil
- XI. Yield differences survey of oat grain in dependence on the bulk density of soil
- XII. Analysis of variance of straw yields of oats in dependence on the bulk density of soil
- XIII. Yield differences survey of oat straw in dependence on the bulk density of soil

#### Text to the figures

1. Dependence of grain yields of winter rye on degree of soil density
2. Dependence of straw yields of winter rye on degree of soil density

3. Absolute (left part) and average intensity of gains of dry matter (right part) of winter rye at different soil densities
4. Dynamics of bulk density of soil in the case of winter rye with different degrees of soil density
5. Soil moisture content and its relative consumption by winter rye in 1961
6. Dependence of oat grain yields on the degree of soil density
7. Dependence of oat straw yields on the degree of soil density
8. Dynamics of growth of oats in relation to the bulk density of soil (dry matter per 1 plant)
9. Intensity of the increasing of dry matter of oats in dependence on soil density (I — 3—4th leaf, II — beginning of tillering, III — tillering, IV — end of tillering, V — shooting, VI — earing, VII — flowering, VIII — before harvesting)

---

*Adresa autora:*

Doc. ing. Antonín Straňák, CSc., ÚVÚRV Praha-Ruzyně — Výzkumná stanice základní agrotechniky, Hrušovany u Brna

---

■ Výsledky závislosti výnosů polních plodin na rozdělení vegetačních činitelů (K u d r n a 1966) ukazují, že teplota, jež prakticky charakterizuje příkon tepla do soustavy, je určujícím činitelem — druhem přechodu energie ze sluneční soustavy do soustavy biologické — rostlinného společenstva ( $E_s \rightarrow E_{rs}$ ).

Srážky, jak již bylo uvedeno, jsou v tomto smyslu činitelem, který reguluje příkon tepla do soustavy, tj. působí proti přehřívání organismu a vytváří podmínky pro udržení tepelné rovnováhy, při níž, jak je patrné z rozdělení vegetačních činitelů — teploty a srážek při maximálních výnosech, zřejmě dochází k optimálním biochemickým a fyziologickým procesům.

Tato úvaha nás vedla k myšlence analyzovat soustavu  $E \rightarrow E_{rs}$  termodynamickými metodami, pokusit se některé procesy modelovat a určit potřebné parametry. Předností tohoto druhu metod je skutečnost, že lze studovat právě makroskopické změny v závislosti na vnitřních procesech daného rostlinného společenstva.

Jsmo si rovněž zcela vědomi toho, že uvedenými metodami nelze stanovit rychlost těchto změn a že kvantitativní vyjádření termodynamické soustavy je myslitelné jen ve stavu její rovnováhy.

Základním úkolem bylo stanovit alespoň jeden parametr stavu soustavy, který by modeloval poměry změny energií v soustavě z hlediska příkonu a využití sluneční energie. Využili jsme přitom naší dřívější představy o utváření výnosu v nestacionárním vektorovém poli, v němž v určitém období musí dojít k vysokému stupni tepelné rovnováhy, má-li být dosaženo maximálního výnosu. Výsledky předešlé práce (1966) jen potvrdily správnost tohoto názoru, neboť maximální výnosy byly vždy charakterizovány přesným sledem maximálních teplot a srážek v přesně určeném období vegetace. Proto v tomto období musí určitému množství tepla odpovídat i potřebné množství srážek; čili srážky působí proti příkonu tepla tím, že část této energie umožňují rostlinnému společenstvu využít pro transpiraci a výpar, tj. pro snižování teploty organismu při maximálním působení klimatických činitelů.

Uvedené představy vyplynuly zejména ze skutečnosti, že teplota z fyzikálního hlediska je ukazatelem intenzity kmitavého pohybu molekul (Š a r o v 1959). Je zvláštností každého rostlinného společenstva, jak uvádí L y s e n k o (1949), že jeho životní procesy probíhají při zcela určité, pro dané společenstvo specifické — optimální intenzitě pohybu molekul. Proto teplota jako faktor charakterizující energetickou stránku pohybu může být podle Š a r o v a (1959) základním kritériem pro posouzení intenzity procesu; podle jejího průběhu,

podle intenzity a množství spotřebovaného tepla lze dostatečně přesně usuzovat o práci, kterou vykonal organismus za dobu své existence. Proto voda je prostředkem, jehož pomocí probíhá regulace termických podmínek rostliny a okolního prostředí.

Podobné skutečnosti vyjádřili ve svých pracích i Maximov (1958), Timirjazez, Rubin (1961) aj. Z fyzikálního hlediska byla tato otázka řešena zejména Budykem (1956), Alpatěvem (1954), Budagovským (1957), Charčenkem (1962), Andrejanovem (1962).

Vzájemné vztahy evapotranspirace a teplot pro kratší období stanovil Poljakov a Kuzin (Lebeděv 1952). Roční výpar na základě dlouhodobých průměrů řešil již Oldekop (1912); vztah mezi výparem, srážkami a teplotami řešil Turc (1955) ve Francii. Různé metody pro stanovení evapotranspirace v jednotlivých částech roku předložili zejména Thornweith (1939), Budagovskij (1957), Budyko (1957), Oldekop; Schneiber 1948, Romanov 1956, Struzev 1956.

Empirickými metodami studia vztahů tepelného a vodního režimu prostředí se zabýval Thornthwaite a Mather (1955), prognózu srážkových úhrnů v závislosti na aktivitě slunečního záření Brafránek (1964).

Metodami stanovení evapotranspirace metodami tepelné bilance na velkých územích se zabývala Danilova (1965), na zavlažovaných polích a v jednotlivých fázích růstu Minajevová (1965);

Smirnov (1955) se na tomto principu pokusil stanovit objem vláhy v půdě na polích, Kekuch a Michajlova (1957) pak těmito metodami stanovili potřebu vody pro ozimou pšenici v polních podmínkách.

Kritéria pro posouzení vzájemných vztahů srážek a teplot předložili již v minulém století Dokučajev a Vysockij (Škljar 1962), kteří použili indexu podobného Langovu dešťovému faktoru.

Seljaninov (1930, 1937) stanovil tzv. hydrotermický koeficient, zdůvodněný Budykem (1956) na principu bilancí slunečního záření.

Stručný přehled nejdůležitějších prací týkajících se vzájemných vztahů teplot a srážek ukazuje na složitou problematiku těchto vztahů.

## MATERIÁL A METODIKA

Kritériem pro posouzení základních klimatických podmínek srážek a teplot během vegetace polních plodin jsme stanovili parametr soustavy  $E_s \rightarrow E_{rs}$  — hodnotu vnitřní energie u.

Podmínky stanovení termodynamických parametrů se značně ztížily vzhledem k tomu, že svou úlohu má i bioenergetický potenciál půdy a poloha území. Přitom nebylo možno sledovat jen konečné hodnoty stavu soustavy, kdy celý proces byl ukončen, nýbrž v dynamice změn vnějších podmínek, ve kterých se výnos utváří, aby bylo patrné, jaké podmínky teplot a srážek, resp. jaký stupeň tepelné rovnováhy působil při vzniku výnosu.

Vycházíme-li tedy z představy utváření výnosu jako termodynamického procesu, nutno stanovit i potřebné parametry stavu soustavy:

Jak známo ze zákonů termodynamických, je jedním z nejdůležitějších parametrů stavu dané soustavy obsah vnitřní energie (celkové energie) soustavy:

$$\Delta u = u_2 - u_1$$

kde  $\Delta u$  je změna vnitřní energie soustavy při přechodu z jednoho stavu soustavy do druhého,

$u_2$  je energie soustavy na konci procesu,

$u_1$  je energie soustavy na počátku procesu.

Vycházíme-li z představy, že energie slunečního záření (jejímž výrazem je v našem případě příkon tepla do soustavy) je podmínkou pro vytváření určitého výnosu (akumulace organické hmoty), který označíme  $Y_t$ ; proti tomu působí srážky, které část tepla spotřebují, neboť dochází k transpiraci a výparu. Jestliže tedy srážky rovněž představují určitou hodnotu výnosu  $Y_h$ , který vznikl proti působení tepla, pak rozdíl  $Y_t - Y_h$  bude představovat změnu celkového množství energie, která přichází do soustavy rostlinného společenstva. Vytváří se energetické pole, v němž část kinetické energie se přetváří v potenciální.

Teoreticky jsme tuto situaci vyjádřili pomocí hustoty toku energie slunečního záření  $h_{esDP}$ , jak jsme označili skalární součin vektoru hustoty toku energie slunečního záření (jehož určitá část se promění v potenciální energii) a orientované plošky rostlinného společenstva  $dP$ .

V termodynamickém vyjádření dostáváme potvrzení této představy ve výrazu

$$Y_t - Y_{h_s} = \Delta u$$

kde  $Y_t$  = výnos, který by byl teoreticky získán vlivem teplot,  
 $Y_{h_s}$  = výnos, který by byl teoreticky získán vlivem srážek,  
 $\Delta u$  = celková vnitřní energie soustavy.

Proto z tohoto hlediska srážky představují odpor, který energie slunečního záření (teplo) překonává přes rostlinné společenstvo. V důsledku toho dochází k vyrovnání teploty, tj. k vytvoření určitého stupně tepelné rovnováhy. Tento stupeň tepelné rovnováhy je však důležitý pro průběh všech životních procesů v rostlinném společenstvu. Jak se ukázalo, má zvláštní význam pro danou plodinu určitý stupeň tepelné rovnováhy v určitém měsíci. Pokusili jsme se interpretovat 1. zákon termodynamický v soustavě  $E_s \rightarrow E_{r_s}$  s tím, abychom blíže charakterizovali podmínky, za nichž se tvoří zejména extrémní výnosy polních plodin.

Pro vyjádření všech hodnot ve stejných jednotkách jsme použili bezprostřední přepočet teplot v  $t_e$  a srážek  $h_s$  (mm) na výnosy dané plodiny v tunách. Tím jsme se nedopustili zvláštní chyby, neboť pro každou plodinu jsme vypočítali vlastní parametry podle sledovaných výnosů, takže hodnoty vnitřní energie nesrovnáváme mezi jednotlivými plodinami; proto i vnitřní energie je vyjádřena ve váhových jednotkách — v tunách.

Jednotkou míry energie všech termodynamických jevů jsme zvolili množství přeměněné energie kinetické v potenciální (na výnos):

$$T = \frac{Y \text{ prod}}{t_e} \text{ a } S = \frac{Y \text{ prod}}{h_s}$$

kde  $Y \text{ prod}$  = velikost produktivního výnosu v t/ha,  
 $t_e$  = úhrn průměrných měsíčních teplot za vegetaci plodiny,  
 $h_s$  = úhrn měsíčních srážek za vegetaci plodiny,  
 $T$  = součinitel pro teplotu,  
 $S$  = součinitel pro srážky.

Součin příslušného koeficientu a měsíčních srážek nebo teplot vyjadřuje hodnotu teoretického výnosu podle srážek či teplot; z obecného hlediska množství přeměněné energie slunečního záření v energii potenciální.

Označíme-li proto  $t_{e_n}$  = průměrná měsíční teplota

$h_{s_n}$  = měsíční srážky

pak  $T \cdot t_{e_n} = Y_{t_n}$

$S \cdot h_{s_n} = Y_{h_{s_n}}$

kde  $Y_{t_n}$  a  $Y_{h_{s_n}}$  jsou teoretické výnosy podle teplot a srážek, čili množství přeměněné energie slunečního záření v potenciální, podle teploty a srážek v daném měsíci.

Představíme-li si tedy, že hmotu výnosu  $Y_t$  či  $Y_{h_s}$  představuje určité množství potenciální energie, již můžeme vyjádřit v jakýchkoli jiných jednotkách např. v ccal, pak rozdíl obou hodnot v obecném smyslu představuje množství energie soustavy  $E_s \rightarrow E_{r_s}$ , která ve sledovaném měsíci je k dispozici pro určený výnos, čili změnu celkové (vnitřní) energie soustavy, kterou jsme označili  $\Delta u$ . Lze tedy napsat:

$$\Delta u = \frac{Y}{t_e} \cdot t_{e_n} - \frac{Y}{h_s} \cdot h_{s_n} = Y \left( \frac{t_{e_n}}{t_e} - \frac{h_{s_n}}{h_s} \right) = Y_t - Y_{h_s}$$

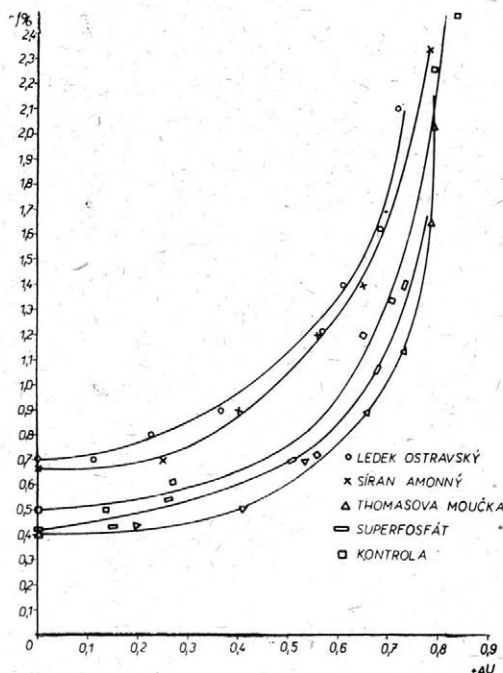
Výnosy v časové řadě 1951—1963 byly zpracovány ze státní statistiky pro území českých krajů, meteorologické údaje podle záznamů za tutéž dobu HMÚ v Praze po měsících jednotlivých vegetací.

Tímto způsobem jsme stanovili závislost maximálních a minimálních výnosů v českých krajích vybraných v dlouhodobém časovém průměru let 1951—1963 a provedli jsme laboratorní a polní pokusy v letech 1951—1964.

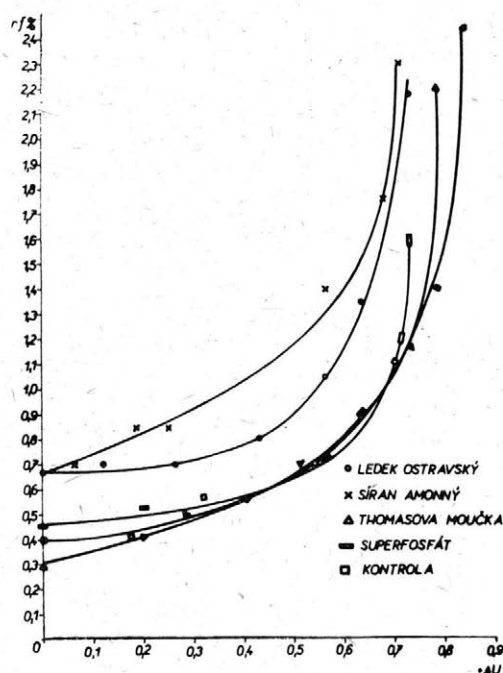
## VÝSLEDKY

V laboratorních a polních pokusech v letech 1951—1954 (Kudrna 1956) jsme se pokusili vysvětlit otázku chování rostlin ječmene a ovsa v extrémních podmínkách, které byly vyvolány jednak silnými dávkami hnojiv, jednak nedostatkem vody. Prokázalo se, že v izotermických podmínkách s rostoucí hodnotou vnitřní energie  $\Delta u$  velmi rychle narůstá refrakce buněčné šťávy v listech. Přitom bylo pozorováno, že v těchto extrémních podmínkách si křivka refrakce zachovává pro každý druh hnojiva svůj stálý průběh a polohu. Tato zvláštnost se projevila i v pokusech, v nichž byla semena klíčících rostlin podrobena po určitou dobu chladu. I v tomto případě každá varianta ovlivněná po různou dobu si zachovala svůj průběh refrakce pro délku doby ovlivněné nízkou teplotou charakteristický (obr. 1—4).

V těchto pokusech bylo rovněž zjištěno, že rostliny, jejichž křivky z počátku rychle stoupají, vykazují vždy nižší výnos zrna než rostliny, jejichž křivka refrakce stoupá mnohem mírněji. Tím si vysvětlujeme i skutečnost, proč rostliny tak silně reagují na změnu sledu maximálních teplot ( $t_c \max$ ) a maximálních srážek ( $h_s \max$ ), jak bylo publikováno (Kudrna 1966). Nastane-li v určitém období  $t_c \max$  před  $h_s \max$ , dochází k urychlení stárnutí rostliny a pozdější vyrovnání již nemůže proces změnit. Čili růst vnitřní energie soustavy  $E_s - E_{rs}$  vyvolá v určitém období procesy pro normální život rostlinného společenstva velmi nepříznivé.

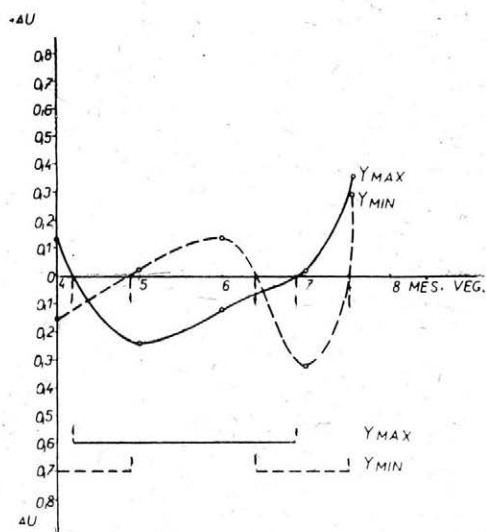


1. Nádobový pokus, ječmen jarní, 1. opakování 1954 XI, XII

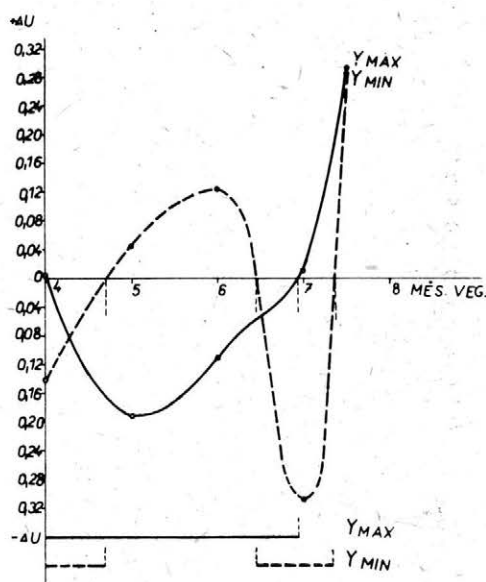


2. Nádobový pokus, ječmen jarní, 1. opakování 1955 VIII, IX

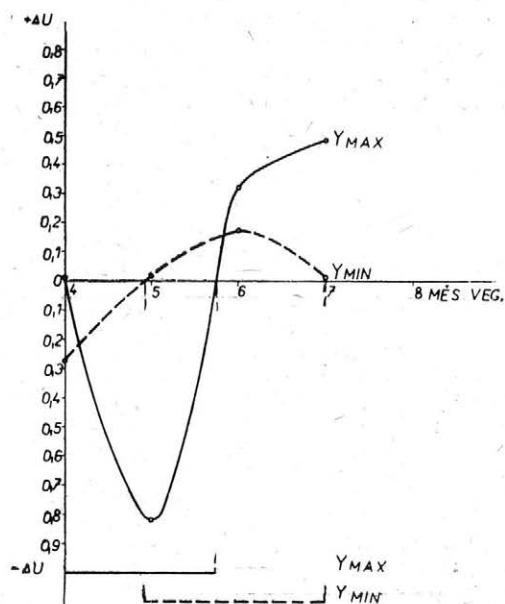




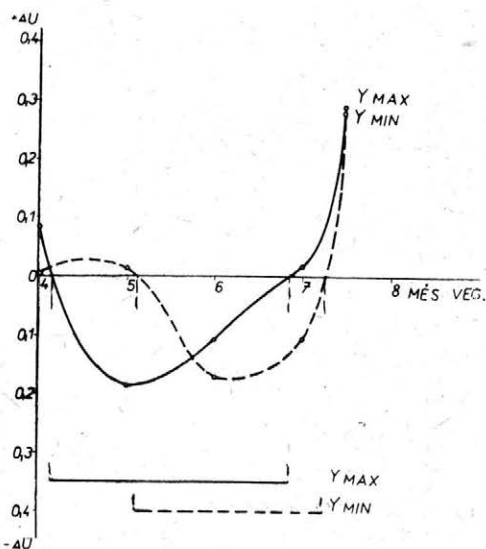
7. Pšenice ozimá



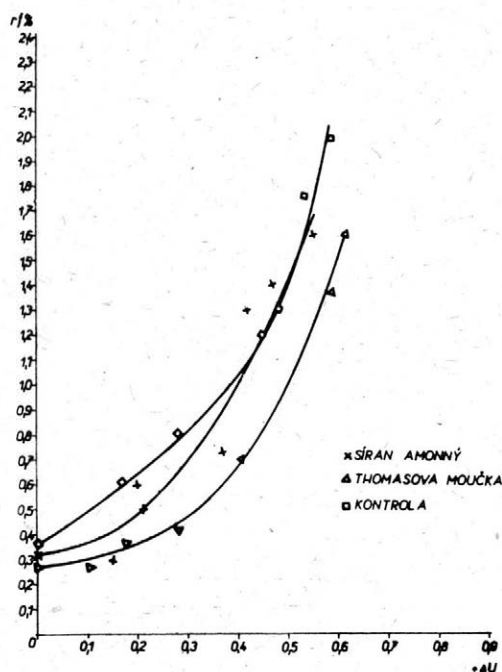
8. Žito ozimé



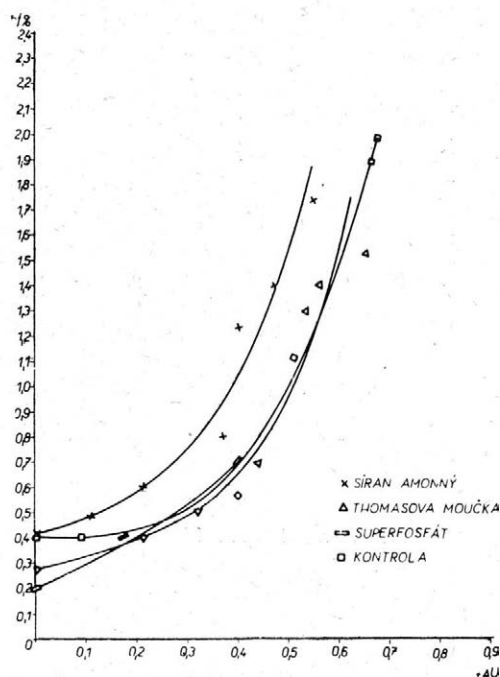
9. Ječmen jarní



10. Oves

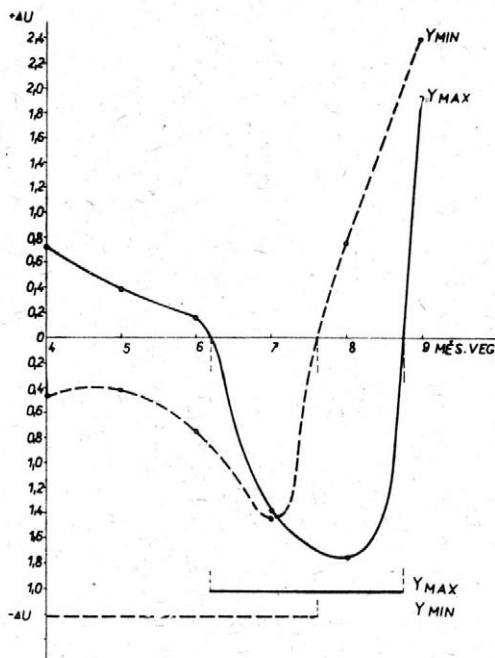


3. Nádobový pokus, ječmen jarní, 2. opakování 1954 XI, XII

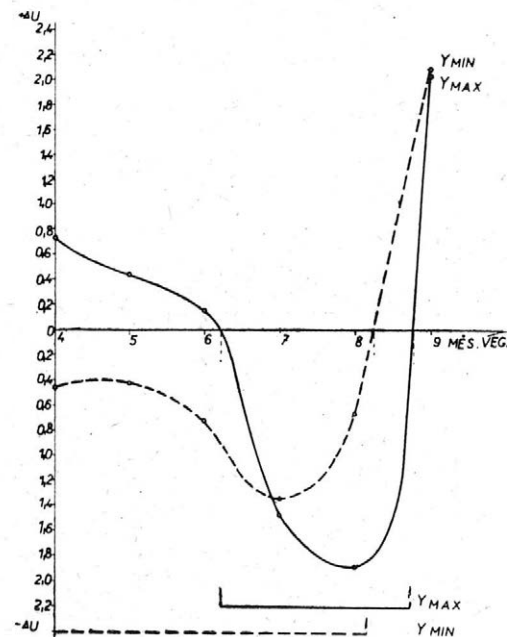


4. Nádobový pokus, ječmen jarní, 2. opakování 1955 VIII, IX

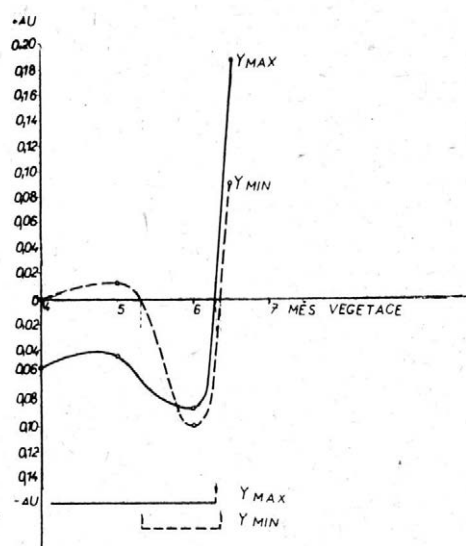
1.—4. Průběh refrakce buněčné šťávy při stoupající hodnotě vnitřní energie  $\Delta U$  v izotermických podmínkách při použití vysokých dávek hnojiv



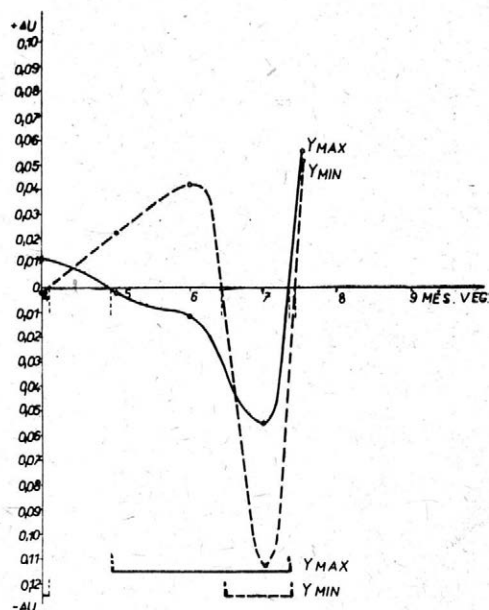
5. Cukrovka



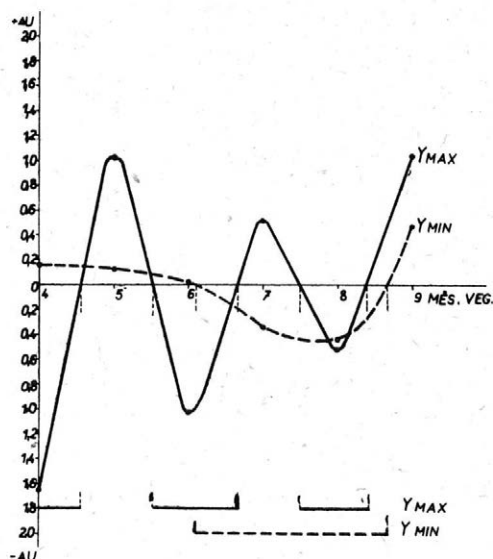
6. Krmné okopaniny



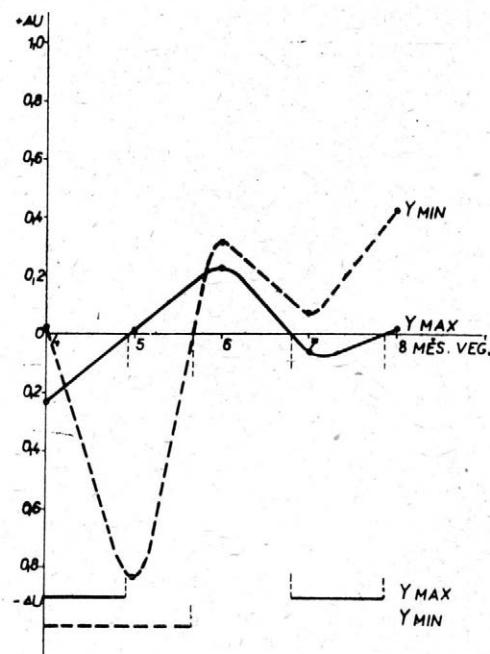
11. Řepka ozimá



12. Mák



13. Brambory



14. Pícniny

5.—14. Závislost maximálních a minimálních výnosů ( $Y_{max}$ ,  $Y_{min}$ ) některých hlavních plodin stanovených ve 14letých časových řadách na termodynamických podmínkách klimatu

I. Termodynamické parametry  $\Delta u$  maximálních a minimálních výnosů (Y max, Y min); české kraje

| Plodina: Cukrovka: Y max 35,67 Y min 18,31<br>Rok 1960; $S = \frac{15,67}{444} = 0,08033$ Rok 1959; $S = \frac{18,31}{369} = 0,0496$<br>$T = \frac{35,67}{80,6} = 0,4425$ $T = \frac{18,31}{85,9} = 0,21315$     |                |                |              |                |                |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|--------------|
| Měsíc                                                                                                                                                                                                            | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | $\Delta u$   | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | $\Delta u$   |
| 4.                                                                                                                                                                                                               | 3,27           | 2,57           | +0,70        | 1,92           | 2,38           | -0,46        |
| 5.                                                                                                                                                                                                               | 5,62           | 5,22           | +0,39        | 2,73           | 3,17           | -0,44        |
| 6.                                                                                                                                                                                                               | 7,08           | 6,90           | +0,17        | 3,34           | 4,11           | -0,77        |
| 7.                                                                                                                                                                                                               | 7,04           | 8,43           | -1,40        | <b>4,05</b>    | <b>5,50</b>    | <b>-1,45</b> |
| 8.                                                                                                                                                                                                               | <b>7,30</b>    | <b>9,07</b>    | <b>-1,77</b> | 3,77           | 3,02           | +0,74        |
| 9.                                                                                                                                                                                                               | 5,35           | 3,45           | +1,90        | 2,40           | 0,99           | +2,39        |
| $\Sigma$                                                                                                                                                                                                         | 35,6           | 35,6           | +3,17        | 1,83           | 1,83           | +3,13        |
|                                                                                                                                                                                                                  |                |                | -3,17        |                |                | -3,14        |
| Plodina: Pšenice ozimá: Y max 2,86 Y min 1,59<br>Rok 1961; $S = \frac{2,86}{339} = 0,008436$ Rok 1954; $S = \frac{1,59}{410} = 0,003878$<br>$T = \frac{2,86}{70,6} = 0,04051$ $T = \frac{1,59}{66,9} = 0,023909$ |                |                |              |                |                |              |
| 4.                                                                                                                                                                                                               | 0,45           | 0,47           | +0,01        | 0,13           | 0,27           | -0,14        |
| 5.                                                                                                                                                                                                               | 0,45           | 0,70           | -0,25        | 0,29           | 0,25           | +0,04        |
| 6.                                                                                                                                                                                                               | <b>0,67</b>    | <b>0,82</b>    | -0,15        | <b>0,40</b>    | <b>0,28</b>    | +0,12        |
| 7.                                                                                                                                                                                                               | 0,65           | 0,63           | +0,02        | 0,37           | <b>0,68</b>    | <b>-0,31</b> |
| ½8.                                                                                                                                                                                                              | 0,64           | 0,27           | +0,37        | 0,40           | 0,11           | +0,29        |
| $\Sigma$                                                                                                                                                                                                         | 2,86           | 2,86           | +0,48        | 1,59           | 1,59           | +0,45        |
|                                                                                                                                                                                                                  |                |                | -0,40        |                |                | -0,45        |
| Plodina: Žito ozimé; Y max 2,23 Y min 1,59<br>Rok 1961; $S = \frac{2,23}{339} = 0,006578$ Rok 1954; $S = \frac{1,59}{66,5} = 0,003878$<br>$T = \frac{2,23}{70,6} = 0,03158$ $T = \frac{1,59}{66,5} = 0,02390$    |                |                |              |                |                |              |
| 4.                                                                                                                                                                                                               | 0,35           | 0,34           | +0,00        | 0,12           | 0,26           | -0,14        |
| 5.                                                                                                                                                                                                               | 0,35           | 0,54           | -0,19        | 0,28           | 0,24           | +0,04        |
| 6.                                                                                                                                                                                                               | <b>0,52</b>    | <b>0,63</b>    | -0,11        | <b>0,40</b>    | 0,27           | +0,12        |
| 7.                                                                                                                                                                                                               | 0,50           | 0,48           | +0,01        | 0,37           | <b>0,68</b>    | <b>-0,31</b> |
| ½8.                                                                                                                                                                                                              | 0,49           | 0,21           | +0,28        | 0,40           | 0,10           | +0,29        |
| $\Sigma$                                                                                                                                                                                                         | 2,23           | 2,23           | +0,30        | 1,59           | 1,58           | +0,46        |
|                                                                                                                                                                                                                  |                |                | -0,30        |                |                | -0,46        |

Pokračování tabulky I.

| Plodina: Ječmen jarní; Y max 2,69      Y min 1,87<br>Rok 1962; $S = \frac{2,69}{231} = 0,01164$ Rok 1954; $S = \frac{1,87}{282} = 0,006631$<br>$T = \frac{2,69}{50,2} = 0,05358$ $T = \frac{1,87}{49,60} = 0,037701$ |                |                |       |                |                |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| Měsíc                                                                                                                                                                                                                | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | Δ u   | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | Δ u   |
| 4.                                                                                                                                                                                                                   | 0,52           | 0,48           | +0,03 | 0,19           | 0,45           | -0,26 |
| 5.                                                                                                                                                                                                                   | 0,52           | <b>1,35</b>    | -0,82 | 0,45           | 0,45           | +0,03 |
| 6.                                                                                                                                                                                                                   | 0,79           | 0,47           | +0,32 | <b>0,63</b>    | 0,47           | +0,16 |
| 7.                                                                                                                                                                                                                   | <b>0,84</b>    | 0,37           | +0,47 | 0,58           | <b>0,51</b>    | +0,06 |
| Σ                                                                                                                                                                                                                    | 2,69           | 2,69           | +0,82 | 1,87           | 1,87           | +0,26 |
|                                                                                                                                                                                                                      |                |                | -0,82 |                |                | -0,26 |
| Plodina: Oves: Y max 2,24      Y min 1,66<br>Rok 1961; $S = \frac{2,24}{339} = 0,006607$ Rok 1963; $S = \frac{1,66}{346} = 0,004797$<br>$T = \frac{2,24}{70,6} = 0,03172$ $T = \frac{1,66}{72,8} = 0,022802$         |                |                |       |                |                |       |
| 4.                                                                                                                                                                                                                   | 0,35           | 0,34           | +0,08 | 0,21           | 0,21           | -0,00 |
| 5.                                                                                                                                                                                                                   | 0,35           | 0,54           | -0,19 | 0,28           | 0,26           | +0,01 |
| 6.                                                                                                                                                                                                                   | <b>0,52</b>    | <b>0,64</b>    | -0,11 | 0,38           | <b>0,55</b>    | -0,17 |
| 7.                                                                                                                                                                                                                   | 0,50           | 0,48           | +0,01 | <b>0,41</b>    | 0,53           | -0,11 |
| ½8.                                                                                                                                                                                                                  | 0,50           | 0,21           | +0,28 | 0,36           | 0,08           | +0,27 |
| Σ                                                                                                                                                                                                                    | 2,24           | 2,24           | +0,30 | 1,66           | 1,66           | +2,92 |
|                                                                                                                                                                                                                      |                |                | -0,31 |                |                | -2,92 |
| Plodina: Řepka: Y max 1,61      Y min 0,76<br>Rok 1959; $S = \frac{1,61}{251} = 0,064143$ Rok 1963; $S = \frac{0,76}{272} = 0,002794$<br>$T = \frac{1,61}{56,5} = 0,02849$ $T = \frac{0,76}{56,9} = 0,01335$         |                |                |       |                |                |       |
| 4.                                                                                                                                                                                                                   | 0,25           | 0,30           | -0,05 | 0,12           | 0,12           | 0,00  |
| 5.                                                                                                                                                                                                                   | 0,36           | 0,41           | -0,04 | 0,16           | 0,15           | +0,01 |
| 6.                                                                                                                                                                                                                   | 0,44           | <b>0,53</b>    | -0,08 | 0,22           | <b>0,32</b>    | -0,10 |
| ½7.                                                                                                                                                                                                                  | <b>0,54</b>    | 0,35           | +0,18 | <b>0,24</b>    | 0,15           | +0,09 |
| Σ                                                                                                                                                                                                                    | 1,61           | 1,60           | +0,18 | 0,76           | 0,76           | +0,10 |
|                                                                                                                                                                                                                      |                |                | -0,18 |                |                | -0,10 |

| Plodina: Mák: Y max 0,77      Y min 0,49<br>Rok 1960; $S = \frac{0,77}{344} = 0,002238$ Rok 1957; $S = \frac{0,49}{332} = 0,0014759$<br>$T = \frac{0,77}{68,5} = 0,01124$ $T = \frac{0,48}{68,6} = 0,007142$                 |                |                |              |                |                |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|--------------|
| Měsíc                                                                                                                                                                                                                        | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | Δu           | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | Δu           |
| 4.                                                                                                                                                                                                                           | 0,08           | 0,07           | +0,01        | 0,05           | 0,05           | -0,00        |
| 5.                                                                                                                                                                                                                           | 0,14           | <b>0,45</b>    | -0,00        | 0,07           | 0,04           | +0,02        |
| 6.                                                                                                                                                                                                                           | <b>0,18</b>    | 0,19           | -0,01        | 0,12           | 0,08           | +0,04        |
| 7.                                                                                                                                                                                                                           | 0,17           | 0,23           | <b>-0,05</b> | <b>0,13</b>    | <b>0,24</b>    | <b>-0,11</b> |
| ½8.                                                                                                                                                                                                                          | 0,18           | 0,13           | +0,05        | 0,11           | 0,15           | +0,05        |
| Σ                                                                                                                                                                                                                            | 0,76           | 0,77           | +0,06        | 0,49           | 0,49           | +0,11        |
|                                                                                                                                                                                                                              |                |                | -0,06        |                |                | -0,11        |
| Plodina: brambory; Y max 16,1      Y min 9,31<br>Rok 1956; $S = \frac{16,1}{385} = 0,04181$ Rok 1960; $S = \frac{9,31}{444} = 0,020968$<br>$T = \frac{16,1}{77,9} = 0,20667$ $T = \frac{9,31}{80,6} = 0,11550$               |                |                |              |                |                |              |
| 4.                                                                                                                                                                                                                           | 1,13           | 2,76           | -1,62        | 0,85           | 0,67           | +0,18        |
| 5.                                                                                                                                                                                                                           | 2,54           | 1,37           | +1,16        | 1,46           | 1,36           | +0,10        |
| 6.                                                                                                                                                                                                                           | 2,89           | <b>4/05</b>    | <b>-1/16</b> | 1,84           | 1,80           | -0,04        |
| 7.                                                                                                                                                                                                                           | <b>3,51</b>    | 3,01           | +0,50        | 1,83           | 2,20           | -0,36        |
| 8.                                                                                                                                                                                                                           | 3,22           | <b>3,76</b>    | <b>-0,53</b> | <b>1,90</b>    | <b>2,37</b>    | <b>-0,46</b> |
| 9.                                                                                                                                                                                                                           | 2,79           | 1,12           | +1,66        | 1,39           | 0,90           | +0,49        |
| Σ                                                                                                                                                                                                                            | 16,1           | 16,09          | +3,32        | 9,30           | 9,31           | +0,82        |
|                                                                                                                                                                                                                              |                |                | -3,32        |                |                | -0,82        |
| Plodina: Krmné okopaniny: Y max 37,76      Y min 16,69<br>Rok 1960; $S = \frac{37,76}{444} = 0,085045$ Rok 1959; $S = \frac{16,69}{369} = 0,045230$<br>$T = \frac{37,76}{80,6} = 0,46848$ $T = \frac{16,69}{86,0} = 0,19406$ |                |                |              |                |                |              |
| 4.                                                                                                                                                                                                                           | 3,46           | 2,72           | +0,74        | 1,74           | 2,17           | -0,42        |
| 5.                                                                                                                                                                                                                           | 5,94           | 5,52           | +0,42        | 2,48           | 2,89           | -0,41        |
| 6.                                                                                                                                                                                                                           | 7,49           | 7,31           | +0,18        | 3,04           | 3,75           | -0,70        |
| 7.                                                                                                                                                                                                                           | 7,44           | 8,92           | -1,48        | <b>3,68</b>    | <b>5,02</b>    | <b>-1,33</b> |
| 8.                                                                                                                                                                                                                           | <b>7,73</b>    | <b>9,61</b>    | <b>-1,88</b> | 3,43           | 2,75           | +0,67        |
| 9.                                                                                                                                                                                                                           | 5,66           | 3,65           | +2,01        | 2,27           | 0,09           | +2,17        |
| Σ                                                                                                                                                                                                                            | 37,75          | 37,76          | +3,36        | 1,66           | 1,66           | +2,87        |
|                                                                                                                                                                                                                              |                |                | -3,36        |                |                | -2,87        |



| Plodina: Pícniny na orné půdě: Y max 5,48 Y min 3,56 |                |                |                                             |                |                |       |
|------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------|----------------|----------------|-------|
| Rok 1955; $S = \frac{5,48}{422} = 0,012985$          |                |                | Rok 1962; $S = \frac{3,56}{303} = 0,011749$ |                |                |       |
| $T = \frac{5,48}{66,1} = 0,082904$                   |                |                | $T = \frac{3,56}{67,0} = 0,053130$          |                |                |       |
| Měsíc                                                | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | Δu                                          | Y <sub>t</sub> | Y <sub>h</sub> | Δu    |
| 4.                                                   | 0,43           | 0,66           | -0,22                                       | 0,51           | 0,49           | +0,02 |
| 5.                                                   | 0,92           | 0,89           | +0,02                                       | 0,52           | <b>1,36</b>    | -0,84 |
| 6.                                                   | 1,29           | 1,06           | +0,22                                       | 0,79           | 0,48           | +0,31 |
| 7.                                                   | <b>1,46</b>    | <b>1,52</b>    | -0,05                                       | 0,83           | 0,75           | +0,08 |
| 8.                                                   | 1,36           | 1,33           | +0,02                                       | <b>0,89</b>    | 0,47           | +0,42 |
| Σ                                                    | 5,48           | 5,48           | +0,27                                       | 3,56           | 3,56           | +0,84 |
|                                                      |                |                | -0,27                                       |                |                | -0,84 |

Závislost maximálních a minimálních výnosů (Y max, Y min) některých hlavních plodin stanovených ve 14letých časových řadách na termodynamických podmínkách klimatu je vyjádřena v tabulce I.

Uvedené výsledky v tabulce I jsme vyjádřili graficky (grafy 5–14).

Hodnoty Δu jsou vyjádřeny pro maximální a minimální výnosy jednotlivých plodin. Ortogonální průměty křivky Δu na časovou souřadnici vyjadřují dobu, kdy převládá vliv srážek nad teplotami pro Y max a Y min.

Abychom mohli posoudit, do jaké míry se mění výnosy s odchylkou od parametrů vypočítaných křivek, byly porovnány dlouhé časové řady výnosů jednotlivých plodin se standardním výnosem pomocí parametru jeho křivky vnitřní energie.

Účelem porovnání bylo prokázat, zda se v jiných letech nevyskytují stejné parametry při nižších výnosech a jak se hodnoty — Δu min rozděluje během vegetace při jiných výnosech než maximálních či minimálních.

## DISKUSE

Výsledky uvedených výpočtů vnitřní energie soustavy  $E_s - E_{rs}$  prokázaly, že maximální výnosy jednotlivých plodin jsou charakterizovány křivkou pro danou plodinu specifickou a přesně situovanou v prostoru i čase. Čára Δu představuje stav tepelné rovnováhy prostředí odpovídající příslušné akumulaci organické hmoty — výnosu. Jak je patrné z grafického vyjádření, průběh Δu při Y min se podstatně liší od Δu pro Y max.

Podle doby nástupu nejnižších hodnot vnitřní energie (Δu min) pro maximální dosažené výnosy (Y max) se plodiny rozdělily:

| Δu min   |                                                                    |                   |                                |                                            |     |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----|
| v měsíci |                                                                    |                   |                                |                                            |     |
| IV.      | V.                                                                 | VI.               | VII.                           | VIII.                                      | IX. |
|          | pícniny na<br>orné půdě<br>oves<br>ječmen<br>pšenice ozimá<br>žito | brambory<br>řepka | pícniny na<br>orné půdě<br>mák | cukrovka<br>krmné<br>okopaniny<br>brambory |     |

V letech minimálních výnosů se rozdělily hodnoty  $\Delta u$  min obráceně:

| IV.          | V.                      | VI.           | VII.                                                                                      | VIII.    |
|--------------|-------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| ječmen jarní | pícniny na<br>orné půdě | řepka<br>oves | cukrovka<br>krmné<br>okopaniny<br>pícniny na<br>orné půdě<br>mák<br>žito<br>pšenice ozimá | brambory |

Z hodnot  $-\Delta u$  min je patrné, že podmínky rozdělení pro maximální (dosažené) výnosy byly kromě jiného dány uvedeným snížením  $\Delta u$ , a to:

- v květnu — všechny obilniny
- v červnu — řepka ozimá
- v červenci — mák
- v srpnu — cukrovka, krmné okopaniny
- v červnu a srpnu — brambory
- v květnu a v červenci — pícniny na orné půdě.

Ukázalo se, že brambory a pícniny potřebují pro dosažení maximálního výnosu 2 minima  $\Delta u$ ; přitom u všech plodin je dosahován  $Y_{\max}$ , je-li vždy  $-\Delta u$  min vyrovnáno v příštím měsíci  $+\Delta u$  max. Všechny ostatní plodiny jsou charakterizovány jen jedním minimem a jedním maximem, zpravidla na konci vegetace. Pro dosažení maximálních výnosů brambor jsou tedy potřebí 2 minima, pícnin 2 minima, ostatních plodin 1 minimum.

U minimálních výnosů je rozdělení minim zcela porušeno; pokud jde o stejnou dobu výskytu  $-\Delta u$  min jako při  $Y_{\max}$  u řepky, je to způsobeno maximem  $+\Delta u$  v květnu a počátkem června a nevyrovnáním  $-\Delta u$  min v polovině července. U máku jde o tytéž poměry, avšak o měsíc později (viz grafy 11–12).

Ze všech grafů je patrné, že každá plodina má období pro  $Y_{\max}$  dané plodiny velmi specifické, a že jeho porušení má za následek silné snížení výnosu. Zatímco cukrovka a krmné okopaniny mají  $-\Delta u$  min (pro  $Y_{\max}$ ) v druhé polovině vegetace, všechny obilniny v první polovině a i průběh křivky  $\Delta u$  tvoří zrcadlový obraz. Pro maximální výnosy brambor a pícnin průběh  $\Delta u$  několikrát protíná časovou souřadnici; pro mák a řepku je charakteristický průběh pod souřadnicí téměř po celou dobu vegetace.

Pro minimální výnosy jsou průběhy křivek vnitřní energie zcela obrácené.

Rovněž hodnoty porovnání výnosů v dlouhých časových řadách s max. výnosy velmi průkazně potvrdily, že vyhodnocené křivky a jejich rovnice jsou charakteristické pro maximální výnosy jednotlivých plodin na území českých krajů.

Obecně se prokázalo, že výnosy plodin se snižují, je-li hodnota  $-\Delta u$  min v jiném měsíci než určuje pro danou plodinu standard.

Pro maximální výnosy je charakteristický celý průběh křivky, avšak zvláštní význam pro dosažení maxima má hodnota  $-\Delta u$  min jak co do velikosti, tak co do času, ve kterém nastává.

Jak ukazují tabulky, je důležité současně stanovit, za jakých podmínek  $Y_t$  a  $Y_h$ , hodnota  $-\Delta u$  min vznikla. Podrobněji vysvětlíme tento jev u jednotlivých plodin.

## Cukrovka:

Ze stanovených hodnot  $-\Delta u_{\min}$  a podmínek  $Y_t$  a  $Y_{h_s}$ , za kterých  $-\Delta u_{\min}$  došlo, jakož i z hlediska rozdělení těchto charakteristik v čase vyplývá, že výnosy cukrovky se snižují vždy, je-li  $-\Delta u_{\min}$  v jiném měsíci než srpnu. Kromě toho, jakákoli jiná hodnota  $-\Delta u_{\min}$  má rovněž vždy za následek snížení výnosu.

Charakteristickým kritériem pro stanovení optimálních klimatických podmínek pro maximální výnosy cukrovky je okolnost, že v měsíci srpnu dochází k  $-\Delta u_{\min}$  za maximálních hodnot  $Y_t$  a  $Y_{h_s}$ ; to znamená, že maximálního výnosu cukrovky může být dosaženo (při jinak normálních podmínkách, jak budeme označovat nadále průběh křivky), je-li v měsíci srpnu dosaženo maximální difference ( $-\Delta u_{\min}$ ) při maximálních teplotách a maximálních srážkách, tj. za nejvyšší intenzity klimatických faktorů.

Obecně tedy můžeme psát, že za jinak normálních podmínek je pro  $Y_{\max}$  cukrovky rozhodující:\*)

$$-\Delta u_{s\min} = Y_{t_s\max} - Y_{h_{s_s}\max}$$

kde index  $s$  značí měsíc srpen (obecně pořadí měsíce v roce).

Tento vztah platí obecně pro cukrovku a krmné okopaniny v oblasti výrobního území českých krajů a proto křivky  $\Delta u$  a klimatické rovnice kritických období můžeme označit pro cukrovku jako charakteristické. Analyzujeme-li blíže hodnoty v tabulkách během sledovaných let, v jiném roce téměř nenastala kombinace charakteristická pro maximální výnos. Pokud nastala záporná  $-\Delta u_{\min}$  v letech 1963 a 1957, byla vždy podstatně nižší než standard a vyskytla se v jiné kombinaci. Tyto hodnoty byly ještě porovnány při analýze klimatických podmínek plodin na jednotlivých okresech Středočeského kraje se stejným výsledkem.

Náročná podmínka — maximální difference při maximálních  $Y_t$  a  $Y_{h_s}$  se v období sledovaných 13 let vyskytla pouze jednou — v roce 1960 — a ve skutečnosti představuje vysoký stupeň rovnováhy mezi biologickými procesy cukrovky a klimatickými faktory.

Skutečnost potřeby vody v tomto období zdůrazňují četní autoři (Stehlík 1963, Orlovskij 1961). Orlovskij na základě dlouhodobých pokusů uvádí, že „největší výpar vody cukrovkou a krmnou řepou přichází na konec července a začátek srpna; podstatně menší je už v září a říjnu a ještě menší v červnu a květnu“.

Výsledky Orlovského prakticky potvrzují průběh naší křivky pro  $Y_{\max}$ . Autor vysvětluje vysokou potřebu vody silným rozvojem listového povrchu a silným vlivem meteorologických faktorů v tomto období, zvláště pak teploty.

Obilniny skýtají zcela jiný obraz průběhu křivek vnitřní energie a kombinací  $Y_t \max$  a  $Y_{h_s} \max$ . Proto klimatické rovnice kritických období jednotlivých obilnin mají zcela jiný charakter:

Maximální výnos pšenice ozimé je charakterizován (za jinak normálních podmínek) v kritickém období obecnou klimatickou rovnicí:

$$\begin{aligned} -\Delta u_{\min} &= Y_{t_5} - Y_{h_{s_5}} \\ &\text{přičemž } Y_{t_5} < Y_{t_6} \max; \\ &Y_{h_{s_5}} < Y_{h_{s_6}} \max; \end{aligned}$$

\*) uvedené rovnice jsme nazvali obecnými klimatickými rovnicemi kritických období rostlin.

maximální výnos pšenice je tedy v českých krajích v kritickém období charakterizován tak, že maximální převaha srážek nad teplotami nenastává při maximální intenzitě vegetačních faktorů, neboť k maximálním hodnotám dochází až v červnu. Proto tedy dochází k  $-\Delta u$  min za nižší intenzity vegetačních faktorů.

Minimální výnos pšenice je za stejných předpokladů charakterizován v kritickém období rovnicí:

$$-\Delta u_7 \text{ min} = Y_{t7} - Y_{h_{s7}} \text{ max};$$

přičemž  $Y_{t7} < Y_{t6} \text{ max}$

tj. kromě pozdního nástupu  $-\Delta u$  min a  $Y_{h_s} \text{ max}$  předešly ještě maximální teploty o 1 měsíc dříve.

Skutečnost, že maximální výnosy ozimé pšenice nenastávají při maximální intenzitě klimatických faktorů — srážkových a tepelných — potvrzují i výsledky, které jsme získali při analýze výnosů pšenice na okresech Středočeského kraje. Maximální výnos 3,69 t/ha byl dosažen při rozdělení v kritickém období:

$$-\Delta u_5 \text{ min} = Y_{t5} - Y_{h_{s5}} \text{ max};$$

$Y_{t5} < Y_{t6} \text{ max}$

Tento stav nasvědčuje tomu, že tvorba maximálního výnosu ozimé pšenice je vázána podmínkou, aby ve sledované oblasti nastala v květnu převaha srážek nad teplotami a maximální difference  $Y_t - Y_{h_s} = -\Delta \text{ min}$ ; avšak, aby  $-\Delta u$  min nenastala při maximální intenzitě tepelných podmínek; zdá se proto zcela opodstatněná známá pranostika „studený máj...“.

Podobné poměry se vytvářejí i u dalších obilnin.

Maximální výnos ozimého žita odpovídá stejné klimatické rovnici jako u pšenice:

$$-\Delta u \text{ min} = Y_{t5} - Y_{h_{s5}}; Y_{t5} < Y_{t6} \text{ max}; Y_{h_{s5}} < Y_{h_{s6}} \text{ max}.$$

Maximální výnos ječmene jarního je charakterizován v kritickém období (za jinak normálních podmínek) klimatickou rovnicí:

$$-\Delta u \text{ min} = Y_{t5} - Y_{h_{s5}} \text{ max};$$

$Y_{t5} < Y_{t6} < Y_{t7} \text{ max}.$

Tedy maximální převahy srážek nad teplotami bylo dosaženo v květnu (i  $Y_{h_s} \text{ max}$  v květnu), a teplotní maximum nastalo až v červenci. Maximální výnos ovsa je vyjádřen touto klimatickou rovnicí v kritickém období:

$$-\Delta u \text{ min} = Y_{t5} - Y_{h_{s5}}$$

$Y_{t5} < Y_{t6} \text{ max}; Y_{h_{s5}} < Y_{h_{s6}} \text{ max},$

tedy za podobných podmínek jako u ozimého žita.

Z hodnot v tabulkách i odvozených klimatických rovnic vyplývá, že pro maximální výnosy obilnin jsou optimální klimatické podmínky v kritickém období dány maximální diferencí  $-\Delta u$  min při nižší intenzitě teplotních podmínek, než je maximální.

Údaje v dlouhých časových řadách výnosů rovněž ukázaly, že kombinace  $-\Delta u$  min,  $Y_t \text{ max}$  a  $Y_{h_s} \text{ max}$  pro  $Y \text{ max}$  se téměř nikdy neopakovala; ve stejných případech došlo k diametrálně rozdílným absolutním hodnotám (žito ozimé, rok 1957, 1959; ječmen jarní 1958, 1959). Obecně se prokázalo, že vý-

nosy všech obilnin klesají s postupem —  $\Delta u$  min do pozdních měsíců vegetace. Zvláště nepříznivě se projevuje, jestliže se posunou na konec vegetace všechna maxima.

Z uvedeného byl tedy učiněn závěr, že křivky vnitřní energie a klimatické rovnice kritických období jednotlivých obilnin jsou pro ně charakteristické.

**B r a m b o r y :** Jak již vyplývá z optimálních křivek vnitřní energie, tak i ze srovnání těchto hodnot s průběhem  $\Delta u$  při jiných výnosech v dlouhé časové řadě, je kombinace podmínek pro maximální výnosy brambor podstatně složitější, neboť vznikají maximální difference dvě, charakterizované rovnici (neuvažujeme dubnové minimum):

$$1. -\Delta u_6 \min = Y_{t_6} - Y_{h_{s6}}; Y_{t_6} < Y_{t_7} \max$$

$$2. -\Delta u_8 \min = Y_{t_8} - Y_{h_{s8}}$$

$$\text{přičemž } -\Delta u_6 \min > -\Delta u_8 \min$$

První  $-\Delta u$  min v červnu vzniká při mírnějších tepelných podmínkách, které vrcholí až v červenci, druhé  $-\Delta u$  min vzniká za podmínek vyššího tepelného příkonu.

Vzhledem k tomu, že v dlouhé časové řadě se neprojevoval žádný jiný vliv, vyhodnotili jsme v tomto případě celou třináctiletou výnosovou řadu. Znovu se prokázalo, že ani v jediném roce se neopakovala kombinace charakteristická pro maximální výnos brambor a proto lze označit křivky  $\Delta u$  rovněž jako charakteristické; v létech, kdy kombinace  $\Delta u$  min,  $Y_t$  max, a  $Y_{h_s}$  max jsou podobné, podstatně se liší absolutními hodnotami.

**Ř e p k a a m á k :** Velmi zajímavé rovněž bylo rozdělení klimatických faktorů u olejnin — řepky i máku.

Klimatická rovnice kritického období pro maximální výnos řepky je charakterizována vztahem:

$$-\Delta u_6 \min = Y_{t_6} - Y_{h_{s6}} \max; Y_{t_6} < Y_{t_7} \max$$

a máku:

$$-\Delta u \min = Y_{t_7} - Y_{h_{s7}} \max; Y_{t_7} < Y_{t_8} \max.$$

Jak je tedy patrné, hodnoty rovnice jsou pouze o měsíc posunuty a průběh obou křivek je takový, že všechny hodnoty předcházejících měsíců jsou záporné. U řepky se sled maxim v deseti pozorovaných letech opakoval v roce 1958 a 1963, avšak hodnoty  $-\Delta u$  min postupně klesaly — 0,850, — 0,283, — 0,213 podobně jako klesal výnos 1,61, 1,26, 1,13. Kromě toho každé porušení standardní kombinace mělo za následek snížení výnosu.

Obdobně tomu bylo u máku, pouze s tím rozdílem, že kombinace pro  $Y$  max se již nikdy neopakovala a každá snížila výnos.

Proto i zde můžeme učinit závěr, že křivky jsou pro maximální výnosy charakteristické podobně jako klimatické rovnice pro maximální výnosy.

**P í c n i n y n a o r n é p ů d ě :** Klimatická rovnice pro kritické období píceňin je určena vztahem:

$$1/ -\Delta u_4 \min = Y_{t_4} - Y_{h_{s4}}; Y_{t_4} < Y_{t_5} < Y_{t_6} < Y_{t_7} \max \\ Y_{h_{s4}} < Y_{h_{s5}} < Y_{h_{s6}} < Y_{h_{s7}} \max$$

$$2/ -\Delta u_7 \min = Y_{t_7} \max - Y_{h_{s7}} \max$$

$$\text{přičemž } -\Delta u_4 \min > -\Delta u_7 \min$$



Kombinace pro maximální výnos se v devíti letech neopakovala. Uvažujeme-li počet sklizní v červnu a srpnu, pak křivky ukazují, že v letech vysokých výnosů se uplatnily při jejich utváření dvě minima —  $\Delta u_{\min}$ , která ovlivnila první i druhou sklizeň (v dubnu a červnu až červenci); přitom —  $\Delta u_{\min}$  v červenci byla podstatně nižší (1955) než v červnu (1956, 1958).

Druhá skupina výnosů (4,66, 4,65) je charakterizována klimatickou rovnicí:

$$\text{pro } 4,66 \text{ t/ha : } - \Delta u_{5 \min} = Y_{t5} - Y_{h_{s5}}; \quad Y_{t5} < Y_{t6} \text{ max} \\ Y_{h_{s5}} < Y_{h_{s6}} \text{ max.}$$

$$\text{Pro } 4,65 \text{ t/ha : } - \Delta u_{5 \min} = Y_{t5} - Y_{h_{s5}}; \quad Y_{t5} < Y_{t6} < Y_{t7} \text{ max} \\ Y_{h_{s5}} < Y_{h_{s6}} \text{ max.}$$

To znamená, že zde byl převážně vliv pouze na výnos první sklizně. Třetí skupina výnosů 4,3–4,11 t/ha je pak určována nízkými hodnotami —  $\Delta u_{\min}$  na konci vegetace; ovlivňuje pouze druhá sklizeň. Zajímavý případ nejnižšího výnosu ve sledované řadě (ve 13 letech nebyl minimální výnos), který je charakterizován klimatickou rovnicí kritického období:

$$- \Delta u_{5 \min} = Y_{t5} - Y_{h_{s5}}; \quad Y_{t5} < Y_{t6} < Y_{t7} \text{ max;} \\ Y_{h_{s5}} < Y_{h_{s6}} \text{ max}$$

což znamená, že dostatek srážek v měsíci květnu nebyl kryt ještě ani v červnu dostatečnou teplotou a druhá sklizeň měla při maximálních teplotách srážek nedostatek.

Ze srovnání můžeme tudíž učinit závěr, že křivky i rovnice pro kritická období jsou pro maximální výnosy pícnin charakteristické.

## ZÁVĚRY

Z uvedených výsledků a diskuse vyplývá, že křivky hodnot vnitřní energie soustavy  $E_s \rightarrow E_{rs}$ , jakož i klimatické rovnice pro kritická období charakterizují její stav. Časové rozdělení hodnot —  $\Delta u_{\min}$  i průběh  $\Delta u$  během celé vegetace je tedy parametrem stavu soustavy  $E_s \rightarrow E_{rs}$  v daném období.

Ve všech případech sledovaných let se potvrdilo, že rozhodující vliv na úroveň výnosů má nejen rozdělení srážek a teplot, nýbrž i dobu nástupu jejich maximálních hodnot během vegetace a jejich vzájemné poměry, charakterizované parametrem stavu soustavy — vnitřní energií  $\Delta u$ .

Klimatická rovnice slouží jako kvalitativní kritérium pro posouzení stupně rovnovážného stavu v kritickém období pro sledovanou plodinu.

Stanovení rovnic charakteristických křivek vnitřní energie soustavy dává možnosti bezprostředně kontrolovat stav soustavy v daném období a usuzovat na utváření výnosů dané plodiny, je-li znám plánovaný výnos, a příslušné hodnoty srážek a teplot.

## SOUHRN

V předložené práci byla studována soustava energie sluneční  $\rightarrow$  energie rostlinného společenstva  $E_s \rightarrow E_{rs}$  jako termodynamická soustava. Kritériem pro posouzení stavu tepelné rovnováhy soustavy byl stanoven parametr vnitřní energie soustavy  $\Delta u$ .



Uvedenou metodou byly studovány maximální a minimální výnosy některých plodin v českých krajích (cukrovka, krmná řepa, ozimá pšenice, žito, ječmen, brambory, mák, řepka oz. a pícniny na orné půdě).

Průběh změn hodnot vnitřní energie  $\Delta u$  soustavy  $E_s \rightarrow E_{rs}$  v letech maximálních a minimálních výnosů sledovaných plodin byl pro daný výnos standardní; jakákoli odchylka od standardu znamenala změnu výnosu. Prokázalo se, že průběh křivek vnitřní energie je pro každou úroveň výnosu v dlouhé časové řadě charakteristický. Za normálních podmínek má pro dosažení maximálního výnosu rozhodující význam doba nástupu převahy srážek nad teplotami vyjádřená nejnižší hodnotou vnitřní energie ( $\Delta u_{min}$ ).

Tato období, označená jako kritická, byla charakterizována kvalitativně pro jednotlivé plodiny klimatickými rovnicemi.

Došlo dne 16. 4. 1966

## Literatura

1. ANDREJANOV, V. K.: Primenenije uravnenij vodnogo i teplovogo balansa k issledovaniju i rasčotu vnutrigodovogo režima stoka. = „Trudy GGJ.“, vyp. 73, Moskva 1960, s. 3-54. — 2. ALPATEV, A. V.: Vlogooborot kulturnych rastenij. Leningrad, 1954. — 3. BRATRÁNEK, A.: Proměnlivost srážek v dlouhodobých řadách a její vztah ke kolísání sluneční aktivity. = „Meteorologické zprávy“, 1964, č. 4. — 4. BUDAGOVSKIJ, A. J.: Osnovnyje zakonoměrnosti sumarnogo isparenija. = In: Sb. „Biologičeskije osnovy orošajemogo zemledělja“. AN SSSR, Moskva, 1957. — 5. BUDYKO, M. I.: Isparenije v jestjestvennych uslovijach. Moskva, 1948. — 6. BUDYKO, M. I.: Těplovij balans zemnoj poverchnosti. Leningrad, 1956. — 7. BUDYKO, M. I.: Těplovij i vodnyj režim zemnoj poverchnosti. = In: Sborník „Sovětskaja geografija“. Leningrad, 1960. — 8. DANILOVA, N. A.: Sumarnoje isparenije s polej ozimych i jarovych kultur za vegetacionnyj period. = In: Sb. „Těplovij i radiacionnyj balans jestjestvennoj rastitelnosti i sch. polej.“, Moskva 1965, s. 111-125. — 9. CHARČENKO, K. I.: Sumarnoje isparenije s različnych ugodij pri optimalnom uvlažneniji počvy. Trudy Gos. gidr. instituta, č. 82, Leningrad 1962. — 10. KEKUCH, A. M. - MICHAJLOVA, N. I.: Vodopotreblenije ozimoj pšenicy v polevych uslovijach na těritorii Ukrainskoj SSSR. = „Trudy Ukr. gidromet. instit.“, vyd. 8, 1957, s. 3-15. — 11. KUDRNA, K.: Příspěvek k poznání některých zákonitostí vývoje výnosů polních plodin při řešení struktury zemědělských soustav v českých krajích. = „Rostlinná výroba (XXXIX) 12, 1966, č. 2, s. 95-122. — 12. LEBEDĚV, V. V.: Gidrologija i gidrometrija v zadačach. Moskva, 1952. — 13. LYSENKO, T. D.: Vlijanije termičeskogo faktora na prodolžitelnost faz rastenij. Moskva, 1949. — 14. MAXIMOV, N. A.: Izbrannye raboty I. Moskva, 1939. — 15. MAXIMOV, N. A.: Kratij kurs fiziologii rastenij. Moskva, 1958. — 16. MINAJEVOVA, E. N.: O těplovom balance orošajemych polej i jestjestvennoj rastitelnosti v zasušlivych uslovijach. = In: Sb. „Těplovij i radiacionnyj balans jest. rast. i sch. polej.“ Moskva, 1965, s. 127-134. — 17. RUBIN, B. A.: Kurs fiziologii rastenij. Moskva, 1961. — 18. SELJANINOV, G. T.: K voprosu o klasifikaciji sch. kultur po klimat. priznakam. = „Trudy sch. meteorologii“, D. 21, 1930. — 19. SELJANINOV, G. T.: Metodika sch. charakteristik klimata. = (Mirovoj agroklimat. spravočnik“, Moskva, 1937. — 20. SMIRNOV, K. A.: Opyt opredělenija zapisov vlagy v počve i jejo raschoda na orošajemom poli jarovoj pšenicy po nazemnym meteorol. nabluděnijam. = (Trudy G. G. I., vyp. 48/102, Leningrad, 1955, s. 61-66. — 21. ŠAROV, I. A.: Exploatacija gidromeliorativnych sistem. Moskva, 1959. — 22. ŠKLJAR, A. Ch.: Klimat Bělorossiji i selskoje chozjajstvo. Minsk, 1962. — 23. THORNTWELTTE, C. W. - MATHER, S. R.: The water balance. Drexel Institut of Technology. Publication in climatology VIII, N. 1, Centerton New-Jersey, 1955. — 24. TURC, L.: Le bilan d'eau des sols. = In: Annales de l'Inst. nat. de la recherche agronomic. IV, Versailles, 1955.

Термодинамический характер влияния климатических факторов на образование урожая полевых культур

V předložené práci byla studována soustava: sluneční energie — energie rostlinného společenstva  $E_s \rightarrow E_{rs}$  v kvalitativní termodynamické soustavě. V kvalitativní kritériu hodnocení stavu teplového rovnováhy soustavy byl stanoven parametr vnitřní energie soustavy  $\Delta u$ .

С помощью указанного метода изучались максимальные и минимальные урожаи некоторых культур в чешских областях (сахарная свекла, кормовая свекла, озимая пшеница, рожь, ячмень, картофель, мак, озимый рапс и кормовые травы на пашне).

Ход изменений величин внутренней энергии  $\Delta u$  системы  $E_s \rightarrow E_{rs}$  в годы максимальных и минимальных урожаев исследуемых культур был для данного урожая стандартным; любое отклонение от стандарта означало изменение урожая. Доказано, что ход кривых внутренней энергии характерен для каждого уровня урожая за долгий отрезок времени. При нормальных условиях для достижения максимального урожая решающую роль играет время начала преобладания осадков над температурами, выраженное самой низкой величиной внутренней энергии ( $\Delta u$  мин).

Этот период, обозначенный в качестве критического, характеризовался в качественном отношении по отдельным культурам климатическими уравнениями.

Текст к таблице

I. Термодинамические параметры  $\Delta u$  максимальных и минимальных урожаев ( $Y_{max}$   $Y_{min}$ )

Текст к графикам

1—4. Ход рефракции клеточного сока при возрастающей величине внутренней энергии в изотермических условиях при применении высоких доз удобрений. Озимый ячмень, опыт в сосудах: 1. 1 повторение 1954 XI, XII. — 2. 1 повторение 1955 VIII, IX. — 3. 2 повторение 1954 XI, XII. — 4. 2 повторение 1955 VIII, IX.

○ = селитра остравская, X = сульфат аммония,  $\Delta$  = томасшлак, | = суперфосфат, □ = контроль

5—14. Зависимость максимальных и минимальных урожаев ( $Y_{max}$ ,  $Y_{min}$ ) некоторых главных культур, определяемых в 14-летних временных этапах, от термодинамических условий климата. 5. сахарная свекла, 6. кормовые пропашные, 7. озимая пшеница, 8. озимая рожь, 9. яровой ячмень, 10. овес, 11. озимый рапс, 12. мак, 13. картофель, 14. кормовые травы.

## The Thermodynamic Character of the Influence of Climatic Factors on the Forming of Yields of Field Crops

The submitted work is a study of the system of the solar energy of the plant association  $E_s \rightarrow E_{rs}$  as a thermodynamic system. As a criterion for the estimation of the state of thermal equilibrium of the system the parameter of the internal energy of the system  $\Delta u$  was determined.

By means of the mentioned method there were studied maximum and minimum yields of some crops in Bohemia and Moravia (sugar-beet, fodder-beet, winter wheat, rye, barley, potatoes, poppy, winter rape, and fodder crops on arable land).

The course of the changes of the values of the internal energy  $\Delta u$  of the system  $E_s \rightarrow E_{rs}$  in the years of maximum and minimum yields of the examined crops served as standard for the given yield. Any deviation from the standard constituted a change of yield. It was proved that the course of the curves of internal energy is characteristic for every yield standard in a long time series. Under normal conditions, of decisive importance for the achieving of a maximum yield is the time of the beginning of the predominance of precipitations over temperatures expressed by the lowest value of internal energy ( $\Delta u$  min.).

This period, marked as critical, was characterized qualitatively for the different crops by means of climatic equations.

Text to the table

I. Thermodynamic parameters  $\Delta u$  of maximum and minimum yields ( $Y_{max}$ ,  $Y_{min}$ )

Text to the graphs

1—4. The course of the refraction of cell sap in the case of a rising value of the internal energy of  $\Delta u$  under isothermal conditions with the application of high doses of fertilizers. Summer barley, pot test: 1st repetition 1954, XI, XII. — 2. 1st repetition 1955 VIII, IX. — 3. 2nd repetition 1954 XI, XII. — 4. 2nd repetition 1955, VIII, IX. ○ = Ostrava salpetre, X = ammonium sulphate,  $\Delta$  = Thomas slag, | = superphosphate, □ = control

- 5.—14. The dependence of maximum and minimum yields ( $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$ ) of some of the principal crops of determined 14 years' time series under thermodynamic climate conditions. 5. Sugar-beet. — 6. Feed root crops. — 7. Winter wheat. — 8. Winter rye. — 9. Summer barley. — 10. Oats. — 11. Winter rape. — 12. Poppy. — 13. Potatoes. — 14. Fodder crops

### **Thermodynamischer Charakter des Einflusses von klimatischen Faktoren auf die Bildung der Erträge von Feldfruchtarten**

In der vorliegenden Arbeit wurde das Energiesystem der Sonnenenergie der Pflanzengemeinschaft  $E_s \rightarrow E_{rs}$  als thermodynamisches System studiert. Als Kriterium für die Beurteilung des Standes des Wärmegleichgewichtes wurde der Parameter der inneren Energie des Systems  $\Delta u$  bestimmt.

Mittels der angeführten Methode wurden maximale und minimale Erträge einiger Kulturen in den böhmischen Ländern studiert (Zuckerrübe, Futterrübe, Winterweizen, Roggen, Gerste, Kartoffeln, Mohn, Winterraps und Futterpflanzen auf Ackerboden).

Der Verlauf der Änderungen der inneren Energie  $\Delta u$  des Systems  $E_s \rightarrow E_{rs}$  in den Jahren mit maximalen und minimalen Erträgen der beobachteten Pflanzen war für den gegebenen Ertrag der Standard. Jede Abweichung vom Standard hat eine Ertragsänderung dargestellt. Es wurde nachgewiesen, daß der Verlauf der Kurven der inneren Energie für jedes Ertragsniveau in einer langen Zeitreihe charakteristisch ist. Unter normalen Bedingungen ist für die Erzielung eines maximalen Ertrages der Zeitabschnitt des Anfanges der Überlegenheit von Niederschlägen über den Temperaturen von entscheidender Bedeutung. Dieser Zeitabschnitt ist durch den niedrigsten Wert der inneren Energie ( $\Delta u_{\min}$ ) ausgedrückt.

Diese als kritische bezeichneten Zeitabschnitte wurden qualitativ für einzelne Kulturen durch klimatische Gleichungen charakterisiert.

#### **Text zur Tafel**

- I. Thermodynamische Parameter  $\Delta u$  maximaler und minimaler Erträge ( $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$ )

#### **Text zu den graphischen Darstellungen**

- 1.—4. Verlauf der Refraktion des Zellensaftes bei steigendem Wert der Innenenergie  $\Delta u$  bei isothermischen Bedingungen bei der Anwendung hoher Düngergaben. Sommergerste, Gefäßversuch: 1. 1. Wiederholung 1954 XI, XII. — 2. 1. Wiederholung 1955 VIII, IX. — 3. 2. Wiederholung 1954 XI, XII. — 4. 2. Wiederholung 1955 VIII, IX. ○ = Ostrauer Salpeter, X = Ammoniumsulfat, Δ = Thomasmehl, □ = Superphosphat, □ = Kontrolle
- 5.—14. Abhängigkeit der maximalen und minimalen Erträge ( $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$ ) einiger wichtigsten Fruchtarten der festgestellten in 14jährigen Zeitreihen bei thermodynamischen Klimabedingungen: 5. Zuckerrübe. — 6. Futterhackfrüchte. — 7. Winterweizen. — 8. Winterroggen. — 9. Sommergerste. — 10. Hafer. — 11. Winterraps. — 12. Mohn. — 13. Kartoffeln. — 14. Futterpflanzen

*Adresa autora:*

Prof. ing. Karel Kudrna, DrSc., Vysoká škola zemědělská v Praze, Suchbátka u Prahy

## STUDIJNÍ INFORMACE

vydávané Ústavem vědeckotechnických informací obsahují celkem 13 řad, z nichž čtenářům našeho časopisu doporučujeme zejména:

ROSTLINNÁ VÝROBA — vychází 18 čísel ročně

OCHRANA ROSTLIN — vychází 8 čísel ročně

GENETIKA — vychází 6 čísel ročně

Tyto materiály obsahují původní studijní práce, kompilace, analytické referáty a někdy též překlady. Poskytují z nejnovějších dostupných pramenů přehled o současné světové úrovni jednotlivých oborů zemědělské vědy. Slouží jako zdroj aktuálních informací a podnětů pro pracovníky ve výzkumu, v řídicích, správních a v jiných organizačních složkách, na odborných a vysokých školách i v praxi. Cena 1 čísla je Kčs 5,—.

## ZEMĚDĚLSKÉ AKTUALITY ZE SVĚTA

uveřejňují delší i kratší zprávy a výsledky vědeckovýzkumné činnosti ze všech zemědělských oborů, zpráv o světových kongresech atd. Významný podíl připadá těm novinkám světového zemědělství, které by mohly pomoci naší zemědělské výrobě. V publikaci jsou zásadně uváděny prameny, ze kterých bylo čerpáno. Jsou většinou uloženy v Ústřední zemědělské a lesnické knihovně (Praha 2, Slezská 7), takže čtenáři mají možnost si je vypůjčit, mají-li o některé údaje hlubší zájem. Rozsah 100 stran, cena jednoho čísla je Kčs 6,—.

Objednávky přijímá administrace časopisů ÚVTI, Praha 2, Slezská ulice č. 7.

Zasláním včasné objednávky si zajistíte pravidelnou dávku potřebných informačních zdrojů.



■ Při soustavném agrochemickém zkoušení půd, které se již po leta provádí v ČSSR, se stanoví v každém vzorku vedle půdní reakce (pH/KCl), potřeby vápnění a obsahu uhličitánu vápenatého ještě zásoba přijatelného fosforu podle Egnéra (1932, 1938) a zásoba přijatelného drasla metodou podle Schachtschabela (1941, 1955). Pro každé z obou těchto stanovení je třeba půdní navážku extrahovat jiným extrakčním činidlem; při celkovém ročním počtu 400 000 až 500 000 vzorků, které se zpracovávají, je třeba vynakládat značný objem práce na dvojí vážení, filtraci, přípravu roztoků, jejich dávkování atd. Také nároky na počet nádob jsou vysoké. Mimoto existují i některé námítky principiálního charakteru, zejména u Egnérový metody na stanovení přijatelného  $P_2O_5$ : tato metodika selhává, je-li v analyzované půdě přítomen uhličitánu vápenatý i v poměrně malém množství (řádově 1–2 %). Kyselina chlorovodíková, obsažená v Egnérově laktátovém pufru, se spotřebovává na rozklad  $CaCO_3$  v půdní navážce a pufr ztrácí nejen svou pufrovací schopnost, nýbrž mění poměrně rychle i své pH při styku s půdou, která obsahuje uhličitánu vápenatý. Proto byl v poslední době navržen nový vyluhovací pufr pro extrakci přijatelného fosforu z půdy, který by lépe udržoval své pH: je to směs mléčnanu amonného a kyseliny octové (de Vries 1960). Tento pufr byl také zaveden do praxe agrochemického zkoušení půd v některých státech (v r. 1958 např. v Holandsku — de Vries 1960). I když tento pufr opravdu lépe drží své pH v případě, že analyzovaná půda obsahuje uhličitánu vápenatý, nezmenšuje nijak značnou spotřebu práce při sériových rozbořech.

Bylo nám jasné, že tyto nedostatky by řešil společný výluh, který by dovolil stanovit přijatelný fosfor i draslo z jedné navážky, v jednom roztoku a pouze při jedné filtraci. Předložený příspěvek popisuje konstrukci takového roztoku a laboratorní zkušenosti.

## METODIKA

Upotřebitelný výluh musí vyhovovat řadě požadavků: stálost pH, snadná příprava, nízké náklady, kompatibilita složek, poměr navážky půdy k objemu vyluhovacího roztoku, vhodný současně pro stanovení fosforu i drasla, atd.

Za roztok, který by vyhovoval všem nárokům, jsme zvolili vhodně koncentrovaný roztok mléčnanu amonného vypufrovaný kyselinou octovou na  $pH \pm 0,1$ , které je potřebné pro správné rozpouštění přijatelných fosfátů (fosfor extrahovatelný právě při tomto pH se považuje podle Egnéra za fosfor přijatelný pro rostliny) a obohatili jsme ho přidávkou vhodného množství síranu amonného. Amonný ion z tohoto síranu spolu s amonným iontem mléčnanu amonného fungují stejně jako

amonný ion v Schachtschabelově extrakčním roztoku, tj. vytěsňuje draselný ion ze sorpčního komplexu studované půdy; síranový ion současně snižuje hladinu  $\text{Ca}^{++}$  v extraktu. Jednotlivé složky roztoku se navzájem neruší ani ve svém vlivu na půdu, ani neruší při vlastním stanovení fosforu, resp. drasla. Nevadí ani přítomnost železa a hliníku, který se z půdy rovněž extrahuje. Zbývalo tedy nalézt už jenom vhodné koncentrace všech složek roztoku, aby hotový roztok byl vyvážený, dobře pracoval a nevznikaly obtíže z případného předimenzování některé složky (laktátový ion např. tlumí vznik fosfomolybdenové modři při kolorimetrickém stanovení fosforu s molybdenanem amonným apod.).

Vhodné složení roztoku plyne z návodu na jeho přípravu.

## PŘÍPRAVA POTŘEBNÝCH ROZTOKŮ

1. Vyluhovací roztok. Do dvou litrů destilované vody se pipetuje 25 ml konc. 70% kyseliny mléčné p. a. a dobře se promíchá.

Do roztoku se ponoří skleněná a kalomelová elektroda a za stálého míchání a měření pH se pomalu přidává válečkem roztok 60 ml hydroxidu amonného 25% p. a. v 500 ml destilované vody, až pH roztoku dosáhne trvale hodnoty 7,0; potom se k tomuto roztoku mléčnanu amonného přidává — opět za stálého míchání a měření pH — roztok 70 ml ledové kyseliny octové p. a. ve dvou litrech destilované vody tak dlouho, až roztok dosáhne hodnoty  $\text{pH} = 3,7 \pm 0,1$ . Roztok se doplní na objem 5 l destilovanou vodou a nakonec se přidá již bez úpravy pH ještě 65 g pevného síranu amonného p. a. a míchá se do jeho úplného rozpuštění. Roztok vydrží na 50 vzorků; nepřipravuje se do zásoby. Za uvedených podmínek probíhá uspokojivě depolymerizace dimeru kyseliny mléčné na monomer a roztok se dá připravit reprodukovatelně.

2. Roztok molybdenanu amonného p. a., 22 mg/1 ml 22% obj.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p. a. Výsledný roztok musí být naprosto čirý a bezbarvý. Je stálý.

3. Roztok síranu hydrazinu p. a., 2,2 mg/1 ml destilované vody. Roztok je stálý.

4. Standardní roztok  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

0,9585 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  p. a. se rozpustí ve vyluhovacím roztoku a doplní se tímto roztokem na 1 l; 10 ml tohoto roztoku se doplní vyluhovacím roztokem znovu na 1 l; každý ml tohoto zředěného roztoku  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , doplněný na objem 25 ml vyluhovacím roztokem, odpovídá 1 mg  $\text{P}_2\text{O}_5/100$  g půdy.

5. Standardní roztok  $\text{K}_2\text{O}$ .

1,2664 g KCl p. a., vysušeného při  $+105^\circ\text{C}$  do konstantní váhy, se rozpustí v 1000 ml odměrné baňce v destilované vodě a doplní po značku destilovanou vodou.

## PŘÍPRAVA STANDARDNÍCH KŘIVEK

1. Do zkumavek opatřených ryskou na 25 ml se pipetuje postupně 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 a 20 ml zředěného roztoku  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , doplní se po rysku vyluhovacím roztokem, přidá se po 1 ml roztoku molybdenanu amonného a 1 ml roztoku síranu hydrazinu, promíchá se a vybarví na vroucí vodní lázni (minimálně 10 min. od začátku varu lázně).

2. Do 1000 ml odměrných buněk se pipetuje postupně 25, 50, 100, 150 a 200 ml roztoku KCl a doplní se po značku destilovanou vodou. Takto připravené roztoky odpovídají 5, 10, 20, 30 a 40 mg  $\text{K}_2\text{O}$  ve 100 g půdy.



## I. Řepařská oblast

| Půda<br>č. | pH/KCl | ‰<br>CaCO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>Egner | K <sub>2</sub> O<br>Schacht. | Společný výluh                |                  |
|------------|--------|------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|
|            |        |                        |                                        |                              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1          | 5,5    | ∅                      | 3,3                                    | 9,8                          | 3,9                           | 12,4             |
| 2          | 6,2    | ∅                      | 2,5                                    | 6,6                          | 3,8                           | 8,4              |
| 3          | 7,1    | stopy                  | 46,5                                   | 38,3                         | 62,5                          | 56,0             |
| 4          | 7,5    | 0,62                   | 12,4                                   | 9,0                          | 12,8                          | 12,8             |
| 5          | 5,8    | ∅                      | 1,6                                    | 6,6                          | 2,1                           | 8,8              |
| 6          | 7,2    | ∅                      | 9,0                                    | 10,5                         | 10,2                          | 14,0             |
| 7          | 7,3    | 0,46                   | 8,0                                    | 19,2                         | 8,8                           | 27,2             |
| 8          | 7,1    | 0,15                   | 10,3                                   | 17,8                         | 12,2                          | 26,0             |
| 9          | 6,5    | ∅                      | 6,1                                    | 18,5                         | 6,2                           | 25,6             |
| 10         | 7,3    | 3,08                   | 3,6                                    | 16,6                         | 3,2                           | 23,2             |
| 11         | 7,0    | 0,31                   | 4,0                                    | 14,3                         | 3,6                           | 20,8             |
| 12         | 6,0    | ∅                      | 3,5                                    | 13,2                         | 3,4                           | 19,6             |
| 13         | 6,9    | ∅                      | 6,6                                    | 28,0                         | 8,0                           | 36,8             |
| 14         | 7,0    | ∅                      | 2,4                                    | 10,7                         | 2,8                           | 15,6             |
| 15         | 6,4    | ∅                      | 7,3                                    | 6,6                          | 6,8                           | 9,6              |
| 16         | 6,9    | ∅                      | 6,1                                    | 10,4                         | 7,8                           | 14,4             |
| 17         | 7,4    | stopy                  | 20,6                                   | 12,6                         | 45,0                          | 18,8             |
| 18         | 7,3    | 0,46                   | 11,0                                   | 12,3                         | 12,0                          | 19,7             |
| 19         | 7,2    | 3,08                   | 244,2                                  | 28,0                         | 305,0                         | 42,4             |
| 20         | 7,6    | 12,30                  | 12,5                                   | 12,2                         | 9,8                           | 20,4             |
| 21         | 7,0    | ∅                      | 10,3                                   | 28,4                         | 10,8                          | 41,2             |
| 22         | 7,3    | 6,16                   | 8,2                                    | 28,1                         | 7,8                           | 37,2             |
| 23         | 7,1    | stopy                  | 12,4                                   | 4,8                          | 4,8                           | 19,4             |
| 24         | 7,3    | 0,62                   | 17,6                                   | 21,8                         | 19,6                          | 28,8             |
| 25         | 7,1    | ∅                      | 24,6                                   | 20,2                         | 30,0                          | 29,2             |
| 26         | 7,3    | 3,08                   | 6,6                                    | 11,2                         | 4,9                           | 16,0             |
| 27         | 6,7    | ∅                      | 14,5                                   | 15,6                         | 17,3                          | 21,6             |
| 28         | 5,5    | ∅                      | 1,1                                    | 10,7                         | 0,9                           | 16,0             |
| 29         | 6,3    | ∅                      | 1,9                                    | 8,4                          | 2,0                           | 11,2             |
| 30         | 6,7    | ∅                      | 4,2                                    | 17,4                         | 4,1                           | 24,0             |

## II. Bramborářská oblast

| Půda<br>č. | pH/KCl | %<br>CaCO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>Egner | K <sub>2</sub> O<br>Schacht. | Společný výluh                |                  |
|------------|--------|------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|
|            |        |                        |                                        |                              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1          | 5,1    | Ø                      | 2,1                                    | 11                           | 3,2                           | 15,2             |
| 2          | 6,7    | Ø                      | 2,1                                    | 5                            | 2,8                           | 7,2              |
| 3          | 5,2    | Ø                      | 3,0                                    | 11                           | 3,6                           | 14,0             |
| 4          | 4,4    | Ø                      | 4,6                                    | 12                           | 5,8                           | 14,0             |
| 5          | 5,5    | Ø                      | 2,4                                    | 13                           | 4,3                           | 17,6             |
| 6          | 6,1    | Ø                      | 2,9                                    | 22                           | 3,1                           | 29,2             |
| 7          | 6,3    | Ø                      | 1,9                                    | 13                           | 1,3                           | 16,8             |
| 8          | 6,4    | Ø                      | 2,4                                    | 27                           | 2,7                           | 40,0             |
| 9          | 5,5    | Ø                      | 2,2                                    | 20                           | 2,0                           | 28,8             |
| 10         | 4,8    | Ø                      | 2,7                                    | 19                           | 3,1                           | 25,6             |
| 11         | 5,0    | Ø                      | 5,1                                    | 18                           | 5,5                           | 24,2             |
| 12         | 5,3    | Ø                      | 12,7                                   | 33                           | 22,0                          | 50,8             |
| 13         | 5,0    | Ø                      | 5,3                                    | 15                           | 6,6                           | 16,0             |
| 14         | 4,9    | Ø                      | 2,9                                    | 21                           | 4,3                           | 28,8             |
| 15         | 7,0    | stopy                  | 4,6                                    | 10                           | 5,1                           | 13,6             |
| 16         | 4,7    | Ø                      | 3,3                                    | 15                           | 5,0                           | 20,8             |
| 17         | 4,9    | Ø                      | 1,9                                    | 8                            | 3,0                           | 8,4              |
| 18         | 5,2    | Ø                      | 0,9                                    | 13                           | 3,5                           | 30,0             |
| 19         | 5,1    | Ø                      | 2,1                                    | 32                           | 3,1                           | 40,0             |
| 20         | 5,7    | Ø                      | 1,9                                    | 14                           | 2,5                           | 18,8             |
| 21         | 5,2    | Ø                      | 2,9                                    | 10                           | 3,4                           | 12,4             |
| 22         | 4,9    | Ø                      | 2,9                                    | 11                           | 2,5                           | 14,0             |
| 23         | 6,2    | Ø                      | 2,6                                    | 10                           | 2,8                           | 13,6             |
| 24         | 6,4    | Ø                      | 11,7                                   | 13                           | 13,1                          | 17,2             |
| 25         | 7,1    | stopy                  | 8,0                                    | 11                           | 7,6                           | 15,2             |
| 26         | 6,1    | Ø                      | 6,0                                    | 18                           | 5,8                           | 29,6             |
| 27         | 5,6    | Ø                      | 3,3                                    | 25                           | 2,6                           | 35,2             |
| 28         | 5,4    | Ø                      | 2,1                                    | 20                           | 1,1                           | 30,4             |
| 29         | 6,3    | Ø                      | 2,9                                    | 28                           | 1,9                           | 40,6             |
| 30         | 4,6    | Ø                      | 1,1                                    | 4                            | 1,9                           | 5,2              |

Do vytřepávací láhve se naváží 10 g suché půdy prosáté sítím s kruhovými otvory o průměru 2 mm, navážka se přelije 100 ml vyluhovacího roztoku a třepe se po 90 min na rotační třepačce. Po vytřepání se ihned zfiltruje papírovým filtrem, prostým  $P_2O_5$ , do zkumavek opatřených ryskou na objem 25 ml. Zkumavky se nafiltrují plně (nad rysku). Filtrát musí být čirý a bezbarvý; nelze-li takového filtrátu dosáhnout ani opakovanou filtrací přes vícenásobný filtr, je nutno u vzorku poznamenat, že výsledek je nepřesný.

Nafiletrované vzorky se proměří na plamenovém fotometru a obsah drasla se vyjádří v mg  $K_2O/100$  g půdy.

Potom se objem filtrátů ve zkumavkách upraví na 25 ml (např. odsátím), do každé zkumavky se přidá 1 ml roztoku síranu hydrazinu, promíchá se a vybarví zahříváním na vroucí vodní tak, aby všechny zkumavky byly dokonale prohráté; delším zahříváním se zabarvení nemění, je tedy lépe zahřívát spíše delší dobu než jenom krátce, a po zchladnutí se proměří. Výsledek se vyjadřuje v mg  $P_2O_5/100$  g půdy.

### PROVĚŘENÍ METODIKY A VÝSLEDKY

Na 30 různých místech řepařské oblasti a na 30 různých místech bramborářské oblasti ČSSR byly odebrány půdní vzorky a stanoven v nich obsah přijatelného kysličníku fosforečného a kysličníku draselného jednak dosavadními způsoby a jednak ve společném výluhu. Všechny výsledky jsou vyjádřeny v mg  $P_2O_5$  ve 100 g půdy, resp. v mg  $K_2O$  ve 100 g půdy a shrnují je tabulky I a II.

Z těchto tabulek vyplývá, že u společného výluhu vychází zásoba živin zpravidla vyšší než u metodik dosavadních. Vypočetli jsme proto pro všechny vzorky hodnotu poměru mezi zásobou  $P_2O_5$  (resp.  $K_2O$ ), zjištěnou podle Egnéra (resp. podle Schachtschabela); přitom se ukázalo, že hodnoty těchto poměrů příliš nekolísají. Jejich průměrnou hodnotu pro obě výrobní oblasti uvádí tabulka III, která obsahuje rovněž i převrácené hodnoty těchto celkových průměrů.

Společný výluh poskytuje také spolehlivější výsledky při rozbořech půd obsahujících uhličitán vápenatý, zejména pokud jde o stanovení přijatelné kyseliny fosforečné, kde právě Egnérova metoda selhává. Je to tím, že společný výluh udržuje mnohem lépe své pH za přítomnosti  $CaCO_3$  než vyluhovací roztok Egnérův. Výsledky měření, provedených v tomto směru, ukazuje tabulka IV.

Vždy ke 100 ml Egnérova roztoku a 100 ml společného vyluhovacího roztoku bylo přidáno 50 až 500 mg  $CaCO_3$  p. a., mícháno a vždy po 1, 2, 5 a 10 minutách měřeno pH. Ukázalo se, že zatímco Egnérův roztok není schopen vypufrovat ani nejmenší navážku 50 mg  $CaCO_3$  a mění svou koncentraci vodíkových iontů již po 2 minutách prakticky více než o řád ( $= 10\times$ ), udrží společný výluh přijatelně své pH ještě při  $8\times - 10\times$  větším množství  $CaCO_3$ .

III. Hodnota koeficientů a jejich převratných hodnot

|               | Řepařská oblast |        | Bramborářská oblast |        |
|---------------|-----------------|--------|---------------------|--------|
|               | $P_2O_5$        | $K_2O$ | $P_2O_5$            | $K_2O$ |
| k             | 1,13            | 1,42   | 1,24                | 1,38   |
| $\frac{1}{k}$ | 0,89            | 0,70   | 0,81                | 0,73   |

IV. Časové změny pH ve 100 ml vyluhovaných roztoků o stejném počátečním pH =  $3,7 \pm 0,1$  po přidání  $\text{CaCO}_3$  v uvedených navážkách a za stálého míchání

|                        | Společný výluh |        |        |         |         | Egnérův výluh |        |        |         |         |
|------------------------|----------------|--------|--------|---------|---------|---------------|--------|--------|---------|---------|
|                        | 1 min.         | 2 min. | 5 min. | 10 min. | 20 min. | 1 min.        | 2 min. | 5 min. | 10 min. | 20 min. |
| 50 mg $\text{CaCO}_3$  | 3,9            | 3,9    | 3,9    | 3,9     | 3,9     | 4,4           | 4,8    | 5,3    | 5,7     | 6,3     |
| 100 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,0            | 4,0    | 4,0    | 4,0     | 4,0     | 5,0           | 5,4    | 5,8    | 6,1     | 6,6     |
| 150 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,1            | 4,1    | 4,1    | 4,1     | 4,1     | 5,7           | 5,9    | 6,2    | 6,4     | 7,2     |
| 200 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,2            | 4,2    | 4,2    | 4,2     | 4,2     | 5,7           | 5,9    | 6,5    | 7,0     | 7,5     |
| 250 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,3            | 4,3    | 4,3    | 4,3     | 4,3     | 5,8           | 6,1    | 6,7    | 7,2     | 7,6     |
| 300 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,3            | 4,4    | 4,4    | 4,4     | 4,4     | 5,9           | 6,2    | 6,7    | 7,3     | 7,6     |
| 350 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,4            | 4,4    | 4,5    | 4,5     | 4,5     | 5,9           | 6,1    | 6,3    | 6,6     | 6,9     |
| 400 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,4            | 4,5    | 4,5    | 4,5     | 4,5     | 5,9           | 6,1    | 6,3    | 6,5     | 6,8     |
| 500 mg $\text{CaCO}_3$ | 4,6            | 4,6    | 4,6    | 4,6     | 4,6     | 6,0           | 6,2    | 6,6    | 6,9     | 7,4     |

## ZÁVĚR

Popisuje se nový způsob vyluhování přijatelné zásoby živin (kyseliny fosforečné a drasla) z půdy společným roztokem obsahujícím laktát amonný, kyselinu octovou a síran amonný. To dovoluje stanovit obě uvedené živiny pouze z jedné navážky a uspořít tak přípravu zvláštních vyluhovacích roztoků pro každou živinu, dvojí filtraci, snížit spotřebu filtrů i objem práce a množství nutného skla.

Došlo dne 17. 5. 1966

## Literatura

1. EGNÉR, H.: Medd. Nr. 425 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Avdeln. för lantbrukskemie, Stockholm, 1932, Nr. 51. — 2. EGNÉR, H. a kol.: Ann. Landw. Hochschule. Schweden, 6, 1938, s. 253-298. — 3. SCHACHTSCHABEL, P.: Bodenkunde und Pflanzenernährung, 24 (69), 1941, s. 371-384. — 4. THUN, R. a kol.: Die Untersuchung von Böden. 3. vyd., Neumann-Verlag, Radebeul und Berlin, 1955. — 5. DE VRIES, O. a kol.: Grondonderzoek, 4. vyd., Ceres-Meppel, 1960 (Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Mariendaal-Oosterbeek).

К вопросу установления запаса усвояемых питательных веществ  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  в почве с помощью совместного выщелачивания

Описывается новый способ выщелачивания усвояемого запаса питательных веществ (фосфорной кислоты и калия) из почвы совместным раствором, содержащим лактат аммония, уксусную кислоту и сульфат аммония. Это позволяет установить оба питательных вещества только у одной навески и пропустить, таким образом, приготовление особых выщелачивающих растворов для каждого питательного вещества, двойное фильтрование, снизить расход фильтров и объем работы и количество необходимого стекла.

## Текст к таблицам

- I. Свекловичная область
- II. Картофельная область
- III. Величина коэффициентов и их обратимых величин
- IV. Изменения во времени pH в 100 мл выщелачиваемых растворов с одинаковой начальной  $\text{pH} = 3,7 \pm 0,1$  после добавления  $\text{CaCO}_3$  в указанных навесках и при постоянном помешивании

## On the Determination of the Supplies of Available Nutrients, $\text{P}_2\text{O}_5$ and $\text{K}_2\text{O}$ , in the Soil by means of Common Extraction

There is a description of a new method of extracting available nutrient supplies (phosphoric acid and potash) from the soil by means of a common solution containing ammonium lactate, acetic acid, and ammonium sulphate. This makes it possible to determine both nutrients only from a single weighed lot and to eliminate so the preparation of special elution solutions for every nutrient, a double filtration, to lower the consumption of filters and the volume of work, as well as the quantity of glass required.

### Text to the tables

- I. Beet production region
- II. Potato production region
- III. Value of coefficients and of their reciprocal values
- IV. Time changes of pH in 100 ml of extracted solutions of an equal initial  $\text{pH} = 3,7 \pm 0,1$  after a supplementation of  $\text{CaCO}_3$  in the mentioned weighed lots with constant mixing

## Beitrag zur Frage der Bestimmung des Vorrates von aufnehmbaren Nährstoffen $\text{P}_2\text{O}_5$ und $\text{K}_2\text{O}$ im Boden, in demselben Extrakt

Es wird eine neue Extraktionsart des aufnehmbaren Nährstoffvorrates (Phosphorsäure und Kali) aus dem Boden mittels nur einer Extraktionslösung beschrieben. Diese Lösung enthält Ammoniumlaktat, Essigsäure und Ammoniumsulfat. Dieses Verfahren erlaubt beide Nährstoffe nur aus einer Bodeneinwaage festzustellen und auf diese Weise die Vorbereitung spezieller Extraktionslösungen für jeden Nährstoff und weiters die doppelte Filtration zu ersparen und den Filterverbrauch und Umfang der Arbeit, sowie die Menge des notwendigen Glases herabzusetzen.

### Text zu den Tafeln

- I. Rübenanbaugebiet
- II. Kartoffelanbaugebiet
- III. Wert der Koeffiziente und deren reziproke Werte
- IV. Zeitänderungen des pH-Wertes in 100 ml extrahierter Lösung mit demselben Anfangs-pH  $= 3,7 \pm 0,1$  nach Zugabe von  $\text{CaCO}_3$  in angeführten Einwaagen und unter ständigem Rühren

---

### Adresa autorů:

Dr. Adolf Dostál, ing. Miloš Pešák, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha 8, Sokolovská 1

V edici **METODIKY** pro zavádění výsledků výzkumu do praxe vyjde na podzim r. 1967 práce ing. Karla Vébera z Mikrobiologického ústavu ČSAV v Třeboni **Využití umělého světla pro pěstování zeleninových sazenic.**

Obsahuje popis a schematické znázornění nového zařízení pro pěstování zeleninových sazenic jen při umělém osvětlení. Toto zařízení navrhli a vyzkoušeli pracovníci oddělení Vývoje technologie výroby řas MBÚ ČSAV v Třeboni.

Jedna kapitola pojednává o zdrojích umělého záření, o požadavcích na ně, o výhodách a nevýhodách jednotlivých světelných zdrojů a o zkušenostech s nimi.

Podstatná část **METODIKY** je věnována konkrétnímu návodu na pěstování jednotlivých druhů zelenin vhodných pro urychlení. Jedná se o zeleniny plodové (okurky, rajčata, paprika), košťálové (květák, kedlubny) a salátové (hlávkový salát).

**METODIKU** si můžete objednat ve vydavatelství ÚVTI, Praha 2, Slezská 7. Cena jednoho výtisku je Kčs 2,—.



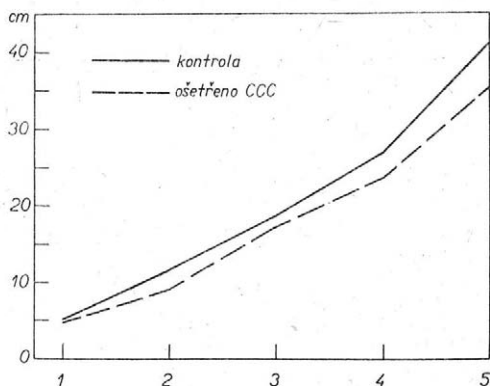
■ V r. 1960 zjistil Tolbert (1960a), že skupina kvartérních amonných solí zpomaluje růst některých rostlin, aniž pro ně má nějaké jiné nepříznivé důsledky. Fyziologické a chemické vlastnosti těchto sloučenin popsal souborně Cathay (1964).

Tolbert (1960b, 1961) zjistil, že (2-chloretyl)trimetylamoniumchlorid (CCC) způsobuje na pšenici zkracování a zesílení stébel, větší listovou plochu a větší obsah chlorofylu, včasnější a silnější odnožování. Pozdější autoři zjistili působnost CCC u pšenice, zejména ve zkracování stébla a internodií (Linser, Mayr, Bodo 1961, Mayr, Presoly 1963, Jung 1965).

Zvýšenou odolnost proti poléhání u jarních i ozimých pšenic, mnohdy při zvýšeném výnosu, zjistili Linser, Kühn (1962), Mayr, Primost, Rittmeyer (1962), Mayr, Primost (1963), Mayr, Primost, Rittmeyer (1964), Primost (1964).

## MATERIÁL A METODIKA

Pokus byl založen v běžných provozních podmínkách ve 4 opakováních metodou znáhodněného bloku na téměř 3,2 ha ploše hospodářství v Červeném Újezdě školního statku Vysoké školy zemědělské. Plocha jedné parcely činila 0,4 ha. Byla použita odrůda pšenice 'Hadmerslebener Qualitas' ve stupni množení M4. Předplodinou byly olejninu a pšenice. Pozemek se střední zásobou přijatelných živin v půdě byl pohnojen 80 kg N, 55 kg  $P_2O_5$  a 110 kg  $K_2O$  na 1 ha. Po jarním převláčení byly rostliny přihnojeny 75 kg/ha lovosického ledku.



Rakouský přípravek z Österreichische Stickstoffwerke — Linz byl aplikován na počátku sloupkování rostlin v dávce 4 kg CCC/ha ve 400 l vody, tj. v koncentraci  $6,3 \cdot 10^{-2}$  M postřikovačem P 900.

Porost byl ošetřován podle běžných agrotechnických pravidel a pšenice byla sklizena 10. 9. 1965.

Extrémní podmínky pro růst a vývoj rostlin nastaly v místních prudkých větrných a deštových bouřích, které způsobily stoprocentní, totální polehnutí porostů neošetřených CCC.

1. Průměrná délka internodií

## I. Vliv CCC na morfologické vlastnosti ozimé pšenice

| Sledovaný ukazatel                   | $n_1$<br>$n_2$ | Nepostříkaná pšenice           |           | Postříkaná pšenice             |           | $\bar{x}_k - \bar{x}_e$ | t-test |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|-------------------------|--------|
|                                      |                | $\varepsilon(x_i - \bar{x})^2$ | $\bar{x}$ | $\varepsilon(x_i - \bar{x})^2$ | $\bar{x}$ |                         |        |
| 1. Počet rostlin na 1 m <sup>2</sup> | 4              | 3 800                          | 760       | 900                            | 665       | 105**                   | 5,308  |
| 2. Počet odnoží                      | 4              | 0,1343                         | 4,95      | 0,3430                         | 4,97      | — 0,02                  | 0,1002 |
| 3. Délka rostlin v cm                | 4              | 8,6619                         | 110,91    | 4,1958                         | 94,92     | 15,99**                 | 15,449 |
| 4. Počet internodií                  | 4              | 0,0038                         | 5,05      | 0,0434                         | 4,94      | 0,11                    | 1,754  |
| 5. Délka internodií<br>5 měření      | 4              | 6,98                           | 43,4      | 1,33                           | 37,9      | 5,5                     | 6,611  |
| 6. Počet klasů na 1 m <sup>2</sup>   | 4              | 19 475,00                      | 609,5     | 8 261,00                       | 627,5     | — 18,0                  | 0,374  |
| 7. Délka klasů v cm                  | 4              | 0,46                           | 7,6       | 0,26                           | 8,0       | — 0,4                   | 1,633  |
| 8. Váha klasů v g                    | 4              | 4 250                          | 585       | 11 250                         | 850       | — 265**                 | 7,382  |
| 9. Váha zrna v g                     | 4              | 5 014,76                       | 407,7     | 7 829,00                       | 653,5     | — 245,8**               | 7,517  |
| 10. Absolutní váha                   | 4              | 41,2236                        | 24,15     | 7,4238                         | 32,13     | — 7,98**                | 3,964  |

Během vegetace byla konána běžná fenologická pozorování a běžnými pokusnickými metodami byl sledován zejména počet a délka jednotlivých internodií, dále celková délka rostlin, v nichž se účinek CCC nejmarkantněji projevuje. Rovněž v posklizňových rozborech bylo použito běžných metod. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny a 10 faktorů bylo vyhodnoceno pomocí *t*-testu. Při testování růstu internodií byl otestován rozdíl jenom v jednom konečném měření, protože se řídil, jak je z grafu č. 1 patrné, podobnou funkcí.

## VÝSLEDKY

Z připojené tabulky a grafu růstu internodií jasně vyplývá, že přípravek působil i ošetřené odrůdy pšenice na délku rostlin, délku internodií, váhu klasu, na výnos zrna a jeho absolutní váhu. Délka rostlin a délka internodií se vlivem přípravku podstatně zmenšily, rozdíly průměrů byly statisticky vysoce průkazné, váha klasů, váha zrna a jeho absolutní váha se vysoce průkazně zvyšovala, zatímco v počtu odnoží, internodií, délce a počtu klasů se neprojevily průkazné difference.

Ve výnosu zrna a slámy byly rovněž statisticky vysoce významné rozdíly. Vlivem ošetření porostu se zvýšil výnos zrna oproti neošetřeným parcelám o 24,58 %.

|                  | Průměrný výnos<br>zrna | Zjištěný hektarový výnos<br>na provozních plochách |
|------------------|------------------------|----------------------------------------------------|
| Ošetřené parcely | 65,35 q                | 53,4 q                                             |
| Kontrola         | 40,77 q                | 38,2 q (totálně<br>polehnuté)                      |

Uvedené vysoce významné rozdíly byly způsobeny především tím, že porost, na nějž byl aplikován CCC, zůstal nepolehlý, zatímco porost neošetřený totálně polehl. Zrno bylo proto málo vyvinuté a v celkovém výnosu zrna a slámy se projevila i nemožnost kvalitní sklizně polehlých porostů. O technologické jakosti zrna podáme další podrobné výsledky.

## DISKUSE

Výsledky pokusů jasně potvrdily u odrůdy 'Hadmerslebener Qualitas' (i v tak extrémních podmínkách, kdy neošetřené porosty totálně polehly) silný vliv CCC na růst a utváření rostlin pšenice. Výsledky se shodují s dosavadními závěry a potvrzují, že aplikace CCC má velký hospodářský význam zejména v oblastech s nadměrnými srážkami a větrným počasím během vegetace, kde může zabránit poléhání porostu pšenice, a má tedy význam i při hnojení běžnými dávkami živin na 1 ha. Při posuzování uvedených výsledků je nutno přihlížet k totálnímu polehnutí neošetřených porostů, které silně ovlivnilo výnosy a kvalitu zrna i slámy.

## SOUHRN

Aplikace (2-chloretyl)trimetylamoniumchloridu v dávce přípravku 4 kg/ha v konc.  $6,3 \cdot 10^{-2} M$  na odrůdu 'Hadmerslebener Qualitas' se projevila v silném snížení výšky rostlin, délky internodií a absolutní váhy zrna, ve zvýšení váhy klasů, váhy zrna v klasu. Výnos zrna se vlivem CCC zvýšil o 24,58 %.

Během vegetace byl porost vystaven extrémním povětrnostním podmínkám, při nichž neošetřené parcely totálně polehly, zatímco ošetřený porost zůstal nepolehlý.

## Literatura

1. CATHEY, H. M.: Physiology of growth retarding chemicals. = „Ann. Rew. of Plant Physiology“, 15, 1964, s. 271-302. — 2. JUNG, J.: Über den Einfluß von CCC auf die Überwinterung von Weizen und dessen Halmlänge. = „Z. Acker und Pflanzenbau“, 122, 1965, s. 9-15. — 3. LINSER, H. - MAYR, H. H. - BODO, G.: Über die Wirkung von CCC auf Sommerweizen. = „Bodenkultur“, 12, 1961, s. 279-280. — 4. LINSER, H. - KÜHN, H.: Lagerungshemmende bzw. standfestigkeitsstärkende Düngemittel auf Basis von gibberellinsäureantagonistischen Stoffen der Gruppe CCC. = „Z. Pfl. Ernähr., Düngung u. Bodenkunde“, 1962, č. 96, s. 231-247. — 5. MAYR, H. H. - PRIMOST, E. - RITTMAYER, C.: Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide. I. Feldversuche mit CCC zu Winterweizen. = „Bodenkultur“, 13, 1962, s. 27-45. — 6. MAYR, H. H. - PRESOLY, E.: Untersuchungen an mit CCC behandelten Weizenpflanzen. = „Z. f. Acker u. Pflanzenbau“, 118, 1963, s. 109-124. — 7. MAYR, H. H. - PRIMOST, E.: Versuche zur Erhöhung der Standfestigkeit von Winterweizen durch Anwendung von CCC in gelöster Form. = „Bodenkultur“, 1963, č. 14, s. 209-215. — 8. PRIMOST, E. - RITTMAYER, C. - MAYR, H. H.: Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide. Veränderungen im Aufbau des Weizenhalmes durch CCC-Behandlung. = „Die Bodenkultur“, 1964, č. 15, s. 14-31. — 9. TOLBERT, M. E.: (2-chlorethyl)trimethylamoniumchloride and related compounds as plant growth substances. I. Chemical structure and bioassay. = „J. Biol. Chem.“, 1960a, č. 235, s. 475-479. — 10. TOLBERT, M. E.: (2-chlorethyl)trimethylamoniumchloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. = „Plant Physiol.“, 1960b, č. 35, s. 380-385. — 11. TOLBERT, M. E.: Structural relationship among chemicals which act like antigibberellins. Gibberellins, Adv. in Chem. 28, Washington, D. C. 1961. — 12. LINSER, H. - KÜHN, H.: Lagerungshemmende bzw. standfestigkeitsstärkende Düngemittel auf Basis von gibberellinsäureantagonistischen Stoffen der Gruppe CCC. = „Z. Pfl. Ernährung, Düngung u. Bodenkunde“, 1962, č. 96, s. 231-247.

### Влияние 2-хлорэтил-триметиламмонийхлорида на пшеницу в экстремальных полевых условиях (предварительное сообщение)

Обработка 2-хлорэтил-триметиламмонийхлоридом в дозе 4 кг препарата на га в концентрации  $6,3 \cdot 10^{-2}$  М на сорт Гадмерслебнер ('Hadmerslebener Qualitas') отразилась в сильном понижении высоты растений, длины междоузлий и абсолютного веса зерна, в повышении веса колосов, веса зерна в колосе. Урожай зерна под влиянием CCC увеличился на 24,58 %.

В ходе вегетации культура находилась в экстремальных погодных условиях, в ходе которых необработанные делянки полностью полегли, в то время как обработанная культура не полегла.

Текст к таблице

1. Влияние CCC на морфологические свойства озимой пшеницы

Текст к графику

1. Средняя длина междоузлий

### The Influence of 2-Chlorethyl-Trimethyl Ammonium Chloride on Wheat Under Extreme Field Conditions (Preliminary Communication)

Application of 2-chlorethyl-trimethyl ammonium chloride in a dose of 4 kg of the preparation per hectare in a concentration of  $6,3 \cdot 10^{-2}$  M to the 'Hadmerslebener Qualitas' variety resulted in a strong decrease of the height of plants, of the length of internodia and absolute weight of grain, in a rising of the weight of spikes and of the weight of grain in the ear. Application of CCC resulted in a grain yield higher by 24.58 per cent.

In the course of vegetation the crop was exposed to extreme weather conditions, resulting in a complete lodging of non-treated parcels, whereas the treated crop did not lodge at all.

Text to the table

I. The effect of CCC on the morphological properties of winter wheat

Text to the graph

1. Average length of internodia

### **Einfluß von 2-Chloräthyl-Trimethylammoniumchlorid auf den Weizen unter extremen Feldbedingungen (vorläufige Mitteilung)**

Die Applikation von 2-Chloräthyl-Trimethylammoniumchlorid in einer Gabe von 4 kg des Präparates pro ha in der Konzentration  $6,3 \cdot 10^{-2}$  M auf die Sorte 'Haderslebener Qualitas' hat sich in starker Reduktion der Höhe der Pflanzen, Länge der Internodien und des absoluten Korngewichtes und in der Erhöhung des Ährengewichtes, sowie des Gewichtes der Körner in einer Ähre, geäußert. Der Kornertrag hat sich durch den Einfluß von CCC um 24,58 % erhöht.

Während der Vegetationszeit war der Bestand extremen Witterungsbedingungen ausgesetzt. Unter diesen Bedingungen waren die Bestände auf unbehandelten Parzellen total lagernd, während der behandelte Bestand unbeschädigt blieb.

Text zur Tafel

I. Einfluß von CCC auf morphologische Eigenschaften von Winterweizen

Text zur graphischen Darstellung

1. Durchschnittliche Länge der Internodien

---

*Adresa autorů:*

Doc. ing. A. Fábry, CSc., ing. M. Bechyně, CSc., Vysoká škola zemědělská v Praze, Suchbátka u Prahy



V současné době vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství a výživy

## VĚDECKÉ PRÁCE

Ústředního výzkumného ústavu rostlinné výroby  
v Praze - Ruzyni

č. 11

Přinášejí některé nové výsledky z rozsáhlé a rozmanité vědeckovýzkumné činnosti tohoto pracoviště; přispívají k prohloubení zemědělské vědy a pomohou i zemědělské praxi.

Obsah:

Pospíšil — Drozdová: Optické vlastnosti huminových kyselin

Glet: Charakteristika fyzikálně-hydrologických vlastností degradovaných a illimerizovaných černozemí na spraši

Damaška: Agrochemická charakteristika půd ČSSR. I. sdělení + Půdy na pleistocenních pokryvech

Jelínek: Hnojení a zásoba živin v půdě

Škarda: Závislost dynamiky některých agrochemických vlastností půdy na různém organickém a stupňovaném minerálním hnojení. I. sdělení — Celkové zhodnocení I. rotace řepařského osevního postupu za období 1956–1964

Löbl: Hodnocení hnoje hluboké podestýlky volné stáje skotu z hlediska mikrobiologických a biochemických změn

Ambrožová — Hrbáček: Vliv lokálního hnojení na výnos, rozvoj mikroflóry a dynamiku nitrátů v půdě

Pirkl — Novozámský: Rozložení frakcí půdního fosforu v závislosti na pH půdy

Vrkoč: K problematice následných plodin po vojtěšce v řepařské oblasti

Rod: Připomínky k použití analýzy kovariance v polních pokusech

Foltýn: Vhodnost dávek ionizačního záření pro šlechtění pšenice

Bareš — Vlach: Studium vhodnosti italských odrůd pšenice pro jarní výsev

Segefa: Vliv vertikálních pohybů půdy (vytahování) v zimě na ozimé obilniny

I. Příspěvek ke studiu rezistence ozimé pšenice vůči vytahování

Troníčková: Reakce odrůd cibule kuchyňské při pěstování na semeno z podzimní výsadby cibulí

Koula: Studium toxicity fungicidních aerosolů pro plíseň bramborovou [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] v laboratorních podmínkách

Bartoš: Odrůdová odolnost ozimých ječmenů k prašné sněti ječmenné [*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.]

Taimr — Dirlbek: Zjištění vhodnosti použití mikrodávkače pro topikální aplikaci insekticidů na brouky mandelinky bramborové

Jermoljev — Bečková: Stanovení inhibiční schopnosti vůči viru X u štáv z listů rostlin bramboru odrůd světového sortimentu sérologickou metodou

Vacke: Studium agrotechnických způsobů boje proti sterilní zakrslosti ovsa

225 stran, cena Kčs 24,50

Objednávky posílejte na Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze - Ruzyni.



■ Sérologické metody jsou stále častěji používány v těch pracích, které jsou věnovány studiu ekologie a praktické aplikace hlízkových bakterií. Většina těchto prací používá především aglutinační reakce a jako antigeny agarové kultury. Agarové kultury jsou používány jak pro přípravu antisér, tak pro identifikaci izolátů přirozené půdní populace rhizobií a reisolátů inokulačních kmenů (Thornton a Kleczkowská 1950, Vincent a Waters 1953, Vintiková, Štrogl a Škrdleta 1961, Loos 1962, Johnson a Meansová 1963, Loos a Louw 1964, Date a Morris 1965).

Na možnost použít jako antigenu v aglutinačních reakcích bakteriální složky kořenových hlízek sóji ukázaly práce Meansové, Dateho a Johnsona (1962, 1964), Damirgiho, Andersona a Fredericka (1963) a Johnsona, Meansové a Webera (1965). Použití bakteriální složky hlízek jako antigenu v aglutinačních reakcích by velmi urychlilo a zpřesnilo určení virulence a kompetice inokulačních kmenů při jejich aplikaci v půdách s přirozenou půdní populací virulentních rhizobií nebo při jejich aplikaci ve směsích.

V této práci jsme především studovali, do jaké míry jsou aglutinační reakce používající jako antigen agarové kultury kmenů *Rhizobium japonicum* shodné s reakcemi, ve kterých byl použit jako antigen bakteriální obsah kořenových hlízek sóji, jejichž tvorba byla příslušnými kmeny vyvolána.

## MATERIÁL A METODIKA

**Kultury.** Ke studiu byly použity následující kmeny *Rh. japonicum* ze sbírky ÚVÚRV v Praze-Ruzyni: D 193, D 194, D 209, D 210, D 216, D 340, D 341, D 342, D 343, D 344 a D 345. Kmeny použité k pokusům v r. 1964 byly kultivovány na kvasničním agaru bez přídavku cukrů při 28 °C. Pro pokusy v r. 1966 byly použité kmeny kultivovány na hrachovém agaru s glukózou při stejné teplotě.

**Příprava antisér.** Séra proti agarovým kulturám, použitá k pokusům v r. 1964, byla připravena v podstatě podle Koontze a Fabera (1961). Tři až pět dní staré kultury na kvasničním agaru byly smyty odpovídajícím množstvím 0,85% fyziologického roztoku (FR) a suspenze byla rozředěna na densitu BaSO<sub>4</sub> standardu (Jensen 1955). Titr suspenzí se pohyboval kolem 10<sup>9</sup> buněk. Takto připravená suspenze byla zahřívána 30 min. při 100 °C ve vodní lázni. Králíci byli imunizováni podle následujícího schématu: První den — 1 ml suspenze intraperitoneálně, druhý den ráno 10 ml 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> glukózy intravenózně (i. v.) a odpoledne 1 ml suspenze i. v. Další tři dny ve stoupajících dávkách 2, 3 a 4 ml. Po čtyřdenní přestávce byla imunizace opakována v dávkách 1, 2, 3 a 4 ml. Po dalších čtyřech dnech byli králíci vykrváceni, krev ponechána 1 hod. při 37 °C a uložena přes noc do lednice. Druhý den bylo sérum odděleno centrifugací, stanoven jeho titr a lyofilizováno.

Séra proti bakteriální složce hlízek („hlízkovým“ antigenům) k pokusům v r. 1964 byla připravena imunizací králíků homogenátem hlízek. Homogenát byl připraven takto: 10–15 středně velkých omytých hlízek, oddělených z kořenů sóji bakterizované v polním pokusu zvoleným kmenem *Rh. japonicum* bylo rozdrceno ve třenici s několika ml FR a homogenát byl přefiltrován přes filtrační papír. Získaná suspenze byla rozředěna na densitu BaSO<sub>4</sub> standardu a zahřívána 30 min při 100 °C. Imunizační schéma bylo stejné jako při přípravě sér proti agarovým kulturám.

Séra proti agarovým kulturám použitým k pokusům v r. 1966 byla připravena obdobným způsobem jako v r. 1964, ale jako antigeny bylo použito živé, husté pětidenční kultury z hrachového agarů s glukózou. Navíc bylo proti kmenu D 216 připraveno další sérum tak, že králík byl imunizován intramuskulárně hustou emulzí připravenou ze 2 ml Freundeho kompletního adjuvans a 2 ml husté suspenze studovaného kmene z hrachového agarů ve FR. Po měsíci byla imunizace opakována i. v. 2 ml husté suspenze bez adjuvans. Po dalších pěti dnech byl králík vykrvácen a sérum odděleno výše popsaným způsobem.

Příprava antigenů k aglutinacím. Antigenní suspenze pro aglutinační reakce agarových kultur a „hlízkových“ antigenů, používané v pokusech v r. 1964, byly připraveny obdobně jako antigeny pro imunizaci králíků, FR však byl v těchto suspenzích nahrazen roztokem obsahujícím 0,05 % KCN a 0,5 % NaCl. Navíc byly suspenze „hlízkových“ antigenů použity jak zahřívání 30 min. při 100 °C, tak nezahřívání.

Antigenní suspenze agarových kultur pro pokusy v r. 1966 byly připraveny zahřívání jednak 1 hod. při 60 °C, jednak 30 min. v proudící páře.

Příprava suspenze „hlízkových“ antigenů použitých v témže roce pro aglutinační reakce byla po zkušenostech z r. 1964 částečně pozměněna. Z rostlin 63 a 80 dnů starých, bakterizovaných v nádobovém pokuse buď jedním, nebo směsí dvou kmenů, bylo odebráno po 3–4 velkých hlízkách (5–6 mm) a po 5–6 hlízkách malých (1–3 mm). Oba typy hlízek byly po důkladném omytí rozdrceny odděleně v ručním skleněném pístovém homogenizátoru s několika ml roztoku 0,5 % NaCl a 0,05 % KCN a hustota suspenze upravena po předchozí třminutové centrifugaci při 750 X g na hustotu BaSO<sub>4</sub> standardu. Polovina suspenze z obou typů hlízek byla zahřívána 30 min. v proudící páře.

Aglutinace. 0,5 ml příslušně zředěného antiséra bylo smíšeno se stejným objemem antigenní suspenze v aglutinační zkumavce, inkubováno 3 hod. při 37 °C ve vodní lázni a odečteno (pokusy v r. 1964) nebo inkubováno 4 hod. při téže teplotě, ale odečítáno až druhý den ráno po předchozím uložení v lednici (pokusy 1966).

Bakterizace semen. Pro bakterizaci semen sóji (Mukden) v polním pokuse (1964) bylo použito inokulačních suspenzí o titru 10<sup>13</sup> a pro bakterizaci semen v nádobovém pokuse v mesterilní zemině (1966) inokulačních suspenzí s titrem 10<sup>9</sup>–10<sup>10</sup> živých buněk. Ve třech případech byla semena bakterizována směsí dvou kmenů — 1. směs kmenů D 216 X D 193 (6,2. 10<sup>8</sup> X 9,0. 10<sup>9</sup> ml suspenze) — 2. směs D 216 X D 210 (6,2. 10<sup>8</sup> X 3,5. 10<sup>9</sup>) a 3. směs D 216 X D 209 (4,7. 10<sup>8</sup> X 1,4. 10<sup>10</sup>). Semena byla v obou pokusech dezinfikována 0,1% roztokem HgCl<sub>2</sub>.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Předběžné pokusy v r. 1964. Pro předběžné orientační pokusy konané v r. 1964 byla připravena tři séra proti termostabilním antigenům agarových kultur inokulačních kmenů D 193, D 194 a D 209 a tři séra proti termostabilním „hlízkovým“ antigenům získaným z hlízek, jejichž tvorba byla vyvolána inokulací semen výše uvedenými kmeny. Homologní titry připravených antisér jsou uvedeny v tabulkách I a II. Zajímavé bylo při této příležitosti zjištění, že homologní titr sér proti „hlízkovým“ antigenům byl podstatně nižší v případě, kdy jako antigeny při aglutinaci bylo použito bakteriální složky hlízek, zahřívání 30 min. při 100 °C, ačkoli pro přípravu antisér bylo použito suspenzí upravených stejným způsobem. Stejně ovlivnil zahřívání antigen z hlízek i aglutinace s antiséry inokulačních kmenů (tabulka III).

V tabulce III jsou zahrnuty výsledky aglutinací sér proti inokulačním kmenům s „hlízkovými“ antigeny, tj. se suspenzemi buněk získanými z hlízek,

I. Homologní titry antisér agarových kultur inokulačních kmenů

| Antiséra | Antigeny |       |       |
|----------|----------|-------|-------|
|          | D 193    | D 194 | D 209 |
| D 193    | 1280     |       |       |
| D 194    |          | 640   |       |
| D 209    |          |       | 1280  |

II. Homologní titry antisér „hlízkových“ antigenů

| Antiséra | Antigeny        |                 |               |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|
|          | D 193           | D 194           | D 209         |
| D 193    | 1280 N<br>160 V |                 |               |
| D 194    |                 | 1280 N<br>640 V |               |
| D 209    |                 |                 | 640 N<br>20 V |

N – titr při použití nezahřátého antigenu  
V – titr při použití antigenu zahřátého 30 min. při 100 °C

III. Aglutinace „hlízkových“ antigenů se séry proti agarovým kulturám inokulačních kmenů

| Antiséra | Ředění antisér |            |            |            |            |            |            |          | Kontrola | Antigeny     |
|----------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|--------------|
|          | 1:10           | 1:20       | 1:40       | 1:80       | 1:160      | 1:320      | 1:640      | 1:1280   |          |              |
| D 193    | (+)<br>(+)     | (+)<br>(+) | (+)<br>—   | (+)<br>—   | (+)<br>—   | (+)<br>—   | (+)<br>—   | (+)<br>— | —<br>—   | N<br>V D 193 |
| D 194    | (+)<br>(+)     | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | —<br>—   | —<br>—   | N<br>V D 194 |
| D 209    | (+)<br>(+)     | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>(+) | (+)<br>— | —<br>—   | N<br>V D 209 |

(+) – neúplná aglutinace při uvedeném ředění antiséra

— – aglutinace neproběhla

N – antigen nezahříván

V – antigen zahříván 30 min. při 100 °C

IV. Aglutinace agarových kultur inokulačních kmenů se séry proti „hlízkovým“ antigenům

| Antiséra | Ředění antisér |      |      |      |       |       |       |        | Kontrola | Antigeny |
|----------|----------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|
|          | 1:10           | 1:20 | 1:40 | 1:80 | 1:160 | 1:320 | 1:640 | 1:1280 |          |          |
| D 193    | —              | —    | —    | —    | —     | —     | —     | —      | —        | D 193    |
| D 194    | (+)            | —    | —    | —    | —     | —     | —     | —      | —        | D 194    |
| D 209    | +              | +    | +    | +    | +     | (+)   | (+)   | —      | —        | D 209    |

+ – úplná aglutinace při uvedeném ředění antiséra

(+) – částečná aglutinace při uvedeném ředění antiséra

jejichž tvorba byla výše uvedenými kmeny vyvolána. Tyto aglutinace označujeme jako „neúplné“, protože při nich nedošlo k úplnému projasnění reagující směsi, i když se vytvořil bohatý sediment.

Tabulka IV naopak zachycuje reakci sér proti „hlízkovým“ antigenům s termostabilními somatickými antigeny agarových kultur inokulačních kmenů. V tomto případě však došlo k průkazné aglutinaci pouze u „hlízkového“ antiséra D 209 se zahřívanou suspenzí inokulačního kmene D 209. Tuto skutečnost, vzhledem k relativně vysokým homologním titrům použitých antisér, by bylo

V. Křížové aglutinace agarových kultur inokulačních kmenů použitých k pokusům v roce 1966\*

| Antiséra | Antigeny |           |           |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | D 216    | D 210     | D 193     | D 209 | D 194 | D 340 | D 341 | D 342 | D 343 | D 344 | D 345 |
| D 216    | 640<br>H | 640       | 640       | 640   | 640   | 10    | 10    | 0     | 10    | 0     | 0     |
| D 210    | 1280     | 1280<br>H | 1280      | 640   | 1280  | 20    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| D 193    | 1280     | 1280      | 1280<br>H | 1280  | 1280  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

\* — čísla udávají maximální ředění antiséra, při kterém ještě došlo k úplné aglutinaci

H — homologní aglutinace

VI. Aglutinace „hlízkových“ antigenů se séry proti agarovým kulturám inokulačních kmenů použitých k pokusům v r. 1966

| Antigeny         | Antiséra* |       |       |
|------------------|-----------|-------|-------|
|                  | D 216     | D 210 | D 193 |
| D 216            | +         | +     | +     |
| D 210            | +         | +     | +     |
| D 193            | +         | +     | +     |
| D 209            | +         | +     | +     |
| D 194            | +         | +     | +     |
| D 340            | (±)       | —     | —     |
| D 341            | (±)       | —     | —     |
| D 342            | (±)       | —     | —     |
| D 343            | (±)       | —     | —     |
| D 344            | (±)       | —     | —     |
| D 345            | (±)       | (±)   | —     |
| D 216 × D 193 ++ | +         | +     | +     |
| D 216 × D 210 ++ | +         | +     | +     |
| D 216 × D 209 ++ | +         | +     | +     |

možno vysvětlit tak, že antiséra D 194 a D 193 neměla dostatečný titr specifických protilátek proti somatickým termostabilním antigenům agarových kultur původních inokulačních kmenů.

K pokusům v r. 1966 bylo použito 11 virulentních kmenů a navíc byla semena sóji bakterizována ve skleníkovém nádobovém pokuse v zemině a směsami kmenů (tabulka VI). Proti agarovým kulturám kmenů D 216, D 210 a D 193 byla připravena antiséra, jejichž homologní titry a křížové aglutinace se všemi kmeny vybraného souboru jsou uvedeny v tabulce V. Antiséra D 216 připravená dvěma odlišnými metodami imunizace

\* — antiséra použita ve standardním ředění 1 : 40

+ — pozitivní aglutinace

(±) — slabá aglutinace při použití nezahříváných antigenů

++ — semena bakterizovaná směsí uvedených kultur

králíků (viz Materiál a metodika) byla co do litru protilátek stejně kvalitní. Z tabulky ze zřejmé, že kmeny D 216, D 210, D 193 a D 194 jsou navzájem sérologicky velmi podobné, ne-li identické, zatímco kmeny D 340, D 341, D 342, D 343, D 344 a D 345 tvoří skupinu, která se sérologicky od prvně jmenované skupiny výrazně liší.

Obdobné výsledky byly získány při aglutinacích, ve kterých byly použity jako antigen suspenze připravené z rozdrčených hlízek a obsahující především jejich bakteriální složku — bakteroidy (tabulka VI). Rovněž i v tomto případě aglutinovala antiséra D 216, D 210 a D 193 pouze ty kmeny, respektive bakteroidy týchž kmenů, se kterými reagovala při aglutinacích jejich agarových kultur.

Průběh a odečtení aglutinačních reakcí s bakteroidními suspenzemi z hlízek se zlepšilo, byla-li antigenní suspenze před použitím krátce zcentrifugována a tím ve větší míře zbavena zbytků rostlinné tkáně, částečně maskujících průběh reakce. Aglutinace proběhly rychleji rovněž v případě, kdy byly jako antigeny použity nezahříváné bakteroidní suspenze připravené z velkých hlízek. Při této příležitosti je nutno uvést, že co možná nejlepší homogenizace bakteriální tkáně hlízek, tzn. uvolnění bakteroidů z hostitelských buněk a endocyt oplazmatických obalů je základním metodickým předpokladem hladkého průběhu aglutinace.

Získané výsledky nám dovolují shrnout, že použití bakteriální složky hlízek jako antigenu v aglutinačních reakcích se séry proti agarovým kulturám původních inokulačních kmenů umožňuje zpětně identifikovat hlízky vytvořené inokulačními kmeny. Sérologická shodnost nebo odlišnost povrchových somatických antigenů agarových kultur je zachována u bakteroidní složky hlízek — bakteroidů — do té míry, že tyto „hlízkové“ antigeny jsou schopné aglutinace s antiséry agarových kultur původních inokulačních kmenů. Toto zjištění je v souladu s pracemi Meansové a kol. (1962, 1964), Damirgiho a kol. (1962), Meansové a spol. (1964) a Johnsona a spol. (1965), kteří již bakteroidní složky hlízek sóji nebo dlouhatce (*Vigna sinensis*) jako antigenů v aglutinacích použili. Naše výsledky ukazují rovněž na to, že hostitelská rostlina, v našem případě sója, neovlivňuje výrazně skladbu somatických antigenů bakteroidů a ty si podržují základní sestavu somatických antigenů vegetativních buněk agarových kultur. Výrazné ovlivnění antigenní stavby pasážovaného kmene *Rh. japonicum* genotypem hostitelské rostliny bylo doposud popsáno pouze v jediném případě Meansovou a spol. (1964).

Použití „hlízkových“ antigenů sóji při aglutinačních reakcích s antiséry agarových kultur původních inokulačních kmenů však nemůže být přímo aplikováno na jiné druhy hlízkových bakterií a hostitelských rostlin bez předchozího experimentálního prověření, a to především proto, že morfocytologické změny doprovázející přeměnu vegetativní formy *Rh. japonicum* v bakteroid, tj. ve formu symbiotickou, jsou velmi malé ve srovnání se změnami doprovázejícími např. obdobnou přeměnu *Rh. trifolii* a dalších druhů rhizobií.

## SOUHRN

1. Byla studována možnost využití bakteroidní suspenze připravené z kořenových hlízek bakterizovaných rostlin sóji jako antigenů v aglutinačních reakcích se séry proti agarovým kulturám původních inokulačních kmenů.

2. Pro pokusy v r. 1964 a 1966 bylo připraveno 6 antisér agarových kultur inokulačních kmenů a 3 séra proti suspenzím z kořenových hlízek sóji („hlízkové“ antigeny), jejichž tvorba byla inokulačními kmeny vyvolána.



3. Bakteroidní suspenze („hlízkové“ antigeny) aglutinovaly specificky se séry proti agarovým kulturám inokulačních kmenů, to znamená, že si podržely základní sestavu somatických antigenů vegetativních buněk agarových kultur inokulačních kmenů.

4. Dosažené výsledky potvrzují možnost použít suspenze z bakteriální složky hlízek inokulovaných rostlin sóji jako antigenů v aglutinačních reakcích při studiu virulence a kompetice inokulačních kmenů *Rh. japonicum*.

Došlo dne 4. 11. 1966

## Literatura

1. DAMIRGI, S. - ANDERSON, I. C. - FREDERICK, L. R.: Osobní sdělení, 1963. — 2. DATE, R. A. - MORRIS, A.: Minimal antigenic constitution of 28 strains of *Rhizobium japonicum*. = „Canad. J. Microbiol.“, 11, 1965, č. 1, s. 1-8. — 3. JENSEN, V.: Taxonomic studies on *Azotobacter chroococcum* Beij. and *Azotobacter beijerinckii* Lipman. = „Royal Vet. Agric. Coll. Copenhagen Yearbook“, 1955, s. 107-126. — 4. JOHNSON, H. W. - MEANS, U. M.: Serological groups of *Rhizobium japonicum* recovered from nodules of soybeans (*Glycine max*) in field soils. = „Agron. Jour.“, 55, 1963, č. 3, s. 269-271. — 5. JOHNSON, H. W. - MEANS, U. M. - WEBER, C. R.: Competition for nodule sites between strains of *Rhizobium japonicum* applied as inoculum and strains in the soil. = „Agron. Jour.“, 57, 1965, č. 2, s. 179-185. — 6. KOONTZ, F. P. - FABER, J. F.: Somatic antigens of *Rhizobium japonicum*. = „Soil Sci.“, 91, 1961, č. 4, s. 228-232. — 7. LOOS, M. A.: Serological characteristics of clover rhizobia from the George District, Cape Province. = „S. Afr. J. Lab. Clin. Med.“, Sept. 1962, s. 124-125. — 8. LOOS, M. A. - LOUW, H. A.: A study of the clover root nodule bacteria in soils of the George District. I. Serological characteristics. = „S. Afr. J. Agric. Sci.“, 7, 1964, s. 135-146. — 9. MEANS, U. M. - DATE, R. A. - JOHNSON, H. W.: Osobní sdělení, 1962. — 10. MEANS, U. M. - JOHNSON, H. W. - DATE, R. A.: Quick serological method of classifying strains of *Rhizobium japonicum* in nodules. = „J. Bacteriol.“, 87, 1964, č. 3, s. 547-553. — 11. THORNTON, H. G. - KLECZKOWSKI, J.: Use of antisera to identify nodules produced by the inoculation of legumes in the field. = „Nature“, 166, 1950, č. 4235, s. 1118-1119. — 12. VINCENT, J. M. - WATERS, L. M.: The influence of the host on competition amongst clover root - nodule bacteria. = „J. gen. Microbiol.“, 9, 1953, č. 3, s. 357-370. — 13. VINTIKOVÁ, H. - ŠROGL, M. - ŠKRDLETA, V.: A contribution to the serological typization of the Rhizobia. = „Folia Microbiol.“, 6, 1961, s. 243-249.

## Серологическая идентичность агаровых культур *Rhizobium japonicum* и бактериальные компоненты корневых клубеньков сои

1. Изучалась возможность использования бактериальной суспензии, приготовленной из корневых клубеньков бактеризованных растений сои в качестве антигенов в агглютинационных реакциях с сыворотками против агаровых культур первоначальных инокулировочных штаммов.

2. Для опытов в 1964 и 1966 гг. было приготовлено 6 антисывороток агаровых культур инокулировочных штаммов и 3 сыворотки против суспензий из корневых клубеньков сои («клубеньковые» антигены), образование которых было вызвано инокулировочными штаммами.

3. Бактериальные суспензии («клубеньковые» антигены) агглютинировали специфически с сыворотками против агаровых культур инокулировочных штаммов, что означает, что они сохранили основную систему соматических антигенов вегетативных клеток агаровых культур инокулировочных штаммов.

4. Полученные результаты подтверждают возможность применения суспензии из бактериальной части клубеньков инокулированных растений сои в качестве антигенов в агглютинационных реакциях при изучении вирулентности и конкуренции инокулировочных штаммов *Rh. japonicum*.



#### Текст к таблицам

- I. Гомологные титры антисывороток агаровых культур инокулировочных штаммов
- II. Гомологные титры антисывороток «клубеньковых» антигенов
- III. Агглютинация «клубеньковых» антигенов с сыворотками против агаровых культур инокулировочных штаммов
- IV. Агглютинация агаровых культур инокулировочных штаммов с сыворотками против «клубеньковых» антигенов
- V. Перекрестные агглютинации агаровых культур инокулировочных штаммов, использованных в опытах в 1956 году
- VI. Агглютинация «клубеньковых» антигенов с сыворотками против агаровых культур инокулировочных штаммов, использованных в опытах в 1966 году

#### The Serological Identity of Agar Cultures of *Rhizobium japonicum* and Bacterial Component of Soybean Root-Nodules

1. The possibility to employ a bacteroid suspension from root-nodules of inoculated soybeans as an antigen in agglutinations with sera against the agar cultures of initial inoculation strains was investigated.
2. Six antisera of inoculation strain agar cultures and 3 sera against suspensions from root-nodules of soybean ("root-nodule" antigens), the forming of which was induced by inoculation strains, were prepared for experiments carried out in 1964 and 1966.
3. The bacteroid suspensions ("root-nodule" antigens) agglutinated specifically with the sera against the agar cultures of inoculation strains, i. e. they retained the basic pattern of the vegetative cell somatic antigens of inoculation strain agar cultures.
4. The results obtained confirm the possibility to use the bacterial component suspensions from root-nodules of inoculated soybeans as antigens in agglutinations for the study of infectivity and competition of *Rhizobium japonicum* inoculation strains.

#### Text to the tables

- I. Homologous antisera titers of inoculation strain agar cultures.
- II. Homologous antisera titers of "root-nodule" antigens
- III. Agglutinations of "root-nodule" antigens with sera against inoculation strain agar cultures
- IV. Agglutinations of inoculation strain agar cultures with sera against "root-nodule" antigens
- V. Cross-agglutinations of inoculation strain agar cultures applied in experiments in 1966
- VI. Agglutinations of "root-nodule" antigens with sera against inoculation strain agar cultures applied in experiments in 1966

#### Serologische Identität der Agarkulturen von *Rhizobium japonicum* und bakterielle Bestandteile der Wurzelknöllchen von Soja

1. Man studierte die Möglichkeit der Ausnützung einer aus den Wurzelknöllchen der bakterisierten Sojapflanzen hergestellten bakteroiden Suspension als Antigene in den Agglutinationsreaktionen mit den gegen Agarkulturen von ursprünglichen Inokulierungsstämmen wirkenden Seren.
2. Für die Versuche im Jahre 1964 und 1966 wurden insgesamt sechs Antiseren von Agarkulturen der Inokulierungsstämme und drei Seren gegen Suspensionen aus Wurzelknöllchen der Soja („Knöllchenantigene“), deren Bildung durch Inokulierungsstämme hervorgerufen worden war, vorbereitet.
3. Suspensionen der Bakteroiden („Knöllchenantigene“) agglutinierten spezifisch mit Seren gegen Agarkulturen der Inokulierungsstämme, das heißt, sie behielten ihre Grundzusammenstellung somatischer Antigene vegetativer Zellen von Agarkulturen der Inokulierungsstämme.
4. Die erzielten Ergebnisse bestätigen die Möglichkeit der Suspensionbenützung aus bakteriellem Bestandteil der Knöllchen von inokulierten Sojapflanzen als Anti-

gene in den Agglutinationsreaktionen beim Studium der Virulenz und Competition von Inokulierungsstämmen *Rh. japonicum*.

#### Text zu den Tabellen

- I. Homologe Titer von Antiseren der Agarkulturen der Inokulierungsstämme
- II. Homologe Titer der Antiseren von „Knöllchenantigenen“
- III. Agglutination von „Knöllchenantigenen“ mit Seren gegen Agarkulturen der Inokulierungsstämme
- IV. Agglutination von Agarkulturen der Inokulierungsstämme mit den Seren gegen „Knöllchenantigene“
- V. Kreuzagglutinationen von Agarkulturen der zu den Versuchen im Jahre 1956 benützten Inokulierungsstämmen
- VI. Agglutination von „Knöllchenantigenen“ mit Seren gegen Agarkulturen der im Jahre 1966 für Versuche verwendeten Inokulierungsstämme

---

#### Adresa autora:

RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby,  
Praha-Ruzyně

---

Podepsáno k tisku dne 20. června 1967

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Kosil V.: Památce prof. ing. dr. h. c. Václava Nováka, DrSc. (14. února 1888 — 31. března 1967)                                              |     |
| Strnad P.: Vliv zeleného hnojení na výnosy následných plodin v řepařské výrobní oblasti . . . . .                                            | 575 |
| Strnad P.: Příprava půdy pro strniskové meziplodiny a způsob jejich výsevu v řepařské výrobní oblasti . . . . .                              | 589 |
| Straňák A.: K některým otázkám teorie zpracování půdy II. Reakce ozimé pšenice v závislosti na objemové váze půdy . . . . .                  | 603 |
| Straňák A.: K některým otázkám teorie zpracování půdy III. Tvorba výnosů ovsa a ozimého žita v podmínkách různé objemové váhy půdy . . . . . | 621 |
| Kudrna K.: Termodynamický charakter vlivu klimatických faktorů na utváření výnosů polních plodin . . . . .                                   | 637 |
| Dostál A., Pešák M.: Příspěvek k otázce stanovení zásoby přijatelných živin $P_2O_5$ a $K_2O$ v půdě společným výluhem . . . . .             | 657 |
| Fábry A., Bechyně M.: Vliv (2-chloretyl) trimethylammoniumchloridu na pšenici v extrémních polních podmínkách (předběžné sdělení) . . . . .  | 665 |
| Škrdleta V.: Sérologická identita agarových kultur <i>Rhizobium japonicum</i> a bakteriální složky kořenových hlízek sóji . . . . .          | 671 |

## СОДЕРЖАНИЕ

Стрнад П.: Влияние зеленого удобрения на урожаи последующих культур в свекловодческой производственной области (586). — Стрнад П.: Подготовка почвы для пожнивной промежуточной культуры и способ ее высева в свекловодческой производственной области (600). — Страňák A.: Относительно некоторых вопросов теории почвообработки. II. Реакция озимой пшеницы в зависимости от объемного веса почвы (617). — Страňák A.: Относительно некоторых вопросов теории обработки почвы. III. Образование урожая овса и озимой ржи в условиях разного объемного веса почвы (634). — Кудрна K.: Термодинамический характер влияния климатических факторов на образование урожаев полевых культур (653). — Достál A., Пеšák M.: К вопросу установления запаса усвояемых питательных веществ  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в почве с помощью совместного выщелачивания (662). — Фábry A., Беhине M.: Влияние 2-хлорэтил-триметиламмонийхлорида на пшеницу в экстремальных полевых условиях (предварительное сообщение) (668). — Шкрдлета V.: Серологическая идентичность агаровых культур *Rhizobium japonicum* и бактериальные компоненты корневых клубеньков сои (676).

## CONTENT

Strnad P.: The Influence of Green Manuring on the Yields of Following Crops in the Beet Production Region (587). — Strnad P.: Soil Preparation for Stubble-Field Intercrops and the Method of their Sowing in the Beet Production Region (600). — Straňák A.: On Some Questions of the Theory of Soil Cultivation. II. The Response of Winter Wheat in Dependence on the Bulk Density of the Soil (618). — Straňák A.: On Some Questions of the Theory of Soil Cultivation. III. The Formation of the Yields of Oats and of Winter Rye Under the Conditions of Different Bulk Density of Soil (635). — Kudrna K.: The Thermodynamic Character of the Influence of Climatic Factors on the Forming of Yields of Field Crops (654). — Dostál A., Pešák M.: On the Determination of the Supplies of Available Nutrients,  $P_2O_5$  and  $K_2O$ , in the Soil by means of Common Extraction (663). — Fábry A., Bechyně M.: The Influence of 2-Chlorethyl-Trimethyl Ammonium Chloride on Wheat Under Extreme Field Conditions (Preliminary Communication) (668). — Škrdleta V.: The Serological Identity of Agar Cultures of *Rhizobium japonicum* and Bacterial Component of Soybean Root-Nodules (677).

Strnad P.: Einfluß von Gründüngung auf die Erträge von Nachfrüchten im Rübenanbaugebiet (587). — Strnad P.: Bodenvorbereitung für Stoppelzwischenfrüchte und die Art ihrer Aussaat im Rübenproduktionsgebiet (601). — Straňák A.: Zu einigen Fragen der Theorie der Bodenbearbeitung. II. Reaktion des Winterweizens in Abhängigkeit vom Volumengewicht des Bodens (619). — Straňák A.: Zu einigen Fragen der Theorie der Bodenbearbeitung. III. Die Ertragsbildung des Hafers und des Winterroggens unter verschiedenen Bedingungen des Bodenvolumengewichts (res. E/635). — Kudrna K.: Thermodynamischer Charakter des Einflusses von klimatischen Faktoren auf die Bildung der Erträge von Feldfruchtarten (655). — Dostál A., Pešák M.: Beitrag zur Frage der Bestimmung des Vorrates von aufnehmbaren Nährstoffen  $P_2O_5$  und  $K_2O$  im Boden, in demselben Extrakt (663). — Fábry A., Bechyně M.: Einfluß von 2-Chloräthyl-Trimethylammoniumchlorid auf den Weizen unter extremen Feldbedingungen (vorläufige Mitteilung) (669). — Škrdleta V.: Serologische Identität der Agarkulturen von *Rhizobium japonicum* und bakterielle Bestandteile der Wurzelknöllchen von Soja (677).

## TABLE DES MATIÈRES

Strnad P.: Influence de la fumure verte sur les rendements des plantes suivant dans l'assolement dans la zone de production à betterave sucrière (res. An, Al/587). — Strnad P.: Préparation du sol pour les plantes dérobées de chaume et le mode de leur semis dans la zone de production à betterave sucrière (res. An/600, Al/601). — Straňák A.: Quelques questions concernant la théorie de travail du sol. II. Réaction du froment d'hiver en fonction du poids volumétrique de sol (res. An/618, Al/619). — Straňák A.: Quelques questions concernant la théorie de travail du sol. III. Formation des rendements d'avoine et de seigle d'hiver dans les conditions de poids volumétrique du sol varié (res. An/635). — Kudrna K.: Caractère thermodynamique de l'influence des facteurs climatiques sur la formation des rendements des plantes cultivées (res. An/654, Al/655). — Dostál A., Pešák M.: Contribution à la question de détermination de la réserve des matières nutritives pures de  $P_2O_5$  et  $K_2O$  dans le sol par la lessive commune (res. An, Al/663). — Fábry A., Bechyně M.: Influence de (2-chloréthyl) triméthylammoniumchlorure sur le froment dans les conditions de champ extrêmes (Communication préalable) (res. An/668, Al/669). — Škrdleta V.: Identité sérologique des cultures de gélose de *Rhizobium japonicum* et de l'élément bactérien des nodosités de soja (res. An, Al/677).