

VĚDECKÝ ČASOPIS

ROSTLINNÁ VÝROBA

12

ROČNÍK 12 (XXXIX)
PRAHA,
PROSINEC 1966
CENA 18 Kčs

ÚSTAV
VĚDECKOTECHNICKÝCH
INFORMACÍ MZLH

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Václav Káš, DrSc. (předseda), doc. Ing. Jozef Belej, CSc., akademik Dr. Ing. Ctibor Brattný, doc. Ing. Karel Červenka, CSc., Ing. Jiljí Fiedler CSc., prof. Dr. Ladislav Hruška, prof. Dr. Jan Hruza, Ing. Ján Jasič, prof. Dr. 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, Ing. Vladimír Segefa, CSc., Ing. Milošlav 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, MZLH, Praha 1966

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 lesního hospodářství. 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 научно-технической информации Министерства сельского и лесного хозяйства. 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 Forestry Management. 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 wissenschaftlich-technische Informationen des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft. 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 des forêts. Publié chaque mois. Rédaction Prague 2, Slezská 7.

■ O základním zpracování půdy a jeho hloubce není doposud jednotný názor přesto, že je to jeden z nejradiálnějších zásahů člověka do půdy, ovlivňující nesporně fyzikální, chemické i biologické poměry v půdě.

Z literárních přehledů (Brind 1957, Černý 1960, Juráň 1964 aj.) je patrné, že po určité době soustavného vynechání hlubší orby dochází k poklesu úrodnosti půd ve vlhkých oblastech při mělkém zpracování nebo pouhém kypření bez obracení ornice. Nechybí však údaje — a to dokonce z vlhkých přímořských severoevropských oblastí — podle kterých vliv víceleté soustavné mělké orby se depresivně neprojevil.

Obdobné, značně různorodé výsledky byly získány i při sledování významu prohlubování orniční vrstvy. Z hlediska fyzikálních změn je zdůrazňováno především zvyšování vlhkosti půdy se stoupající hloubkou orby; při hloubkovém kypření bez obracení půdy nejsou již výsledky tak jednoznačné. Kolísavé hodnoty a tendence vyvolané zpracováním a danými přírodními poměry se projevují též při sledování dalších fyzikálních hodnot.

METODIKA

Dlouhodobý polní pokus, sledovaný v ÚVÚRV Ruzyně, byl založen na podzim roku 1961. Zařazeno bylo pět variant základního zpracování půdy ve sledu uvedeném v následujícím přehledu:

Číslo varianty	Druh zpracování	Hloubka zpracování (cm) v roce		
		1961	1962	1963
1	orba klínovým pluhem	27	24	0
2	orba klínovým pluhem + podrývání	27 + 14	24	0
3	postupné prohlubování klínovým pluhem	29	11	0
4	přímé prohloubení rigolovacím pluhem	41	24	0
5	soustava kypření podle Malceva	41	10	0

Pokus probíhal ve sledu plodin:

1962 cukrovka
1963 jarní ječmen + podsev
1964 vojtěška

Polní pokus byl založen blokovou metodou ve čtyřech opakováních, sledování fyzikálních změn byla konána na zcela nehnětené části plochy.

Pro orby (var. 1 a 3) byl použit tříradličný závěsný pluh zn. 3-PZ-35, při podryvání byly na rám upevněny pracovní orgány proudnicového tvaru. Pro velmi hlubokou orbu (var. 4) byl použit jednoradličný pluh sovětské výroby zn. PP-50, kypření podle Malceva (var. 5) bylo provedeno kypřičem o záběru 105 cm s originálními pracovními orgány upevněnými na rám pluhu 3-PZ-35. Pro mělké kypření (10 cm) byly použity taliřové brány zn. NTB 2,8.

Při sledování fyzikálních změn půdy byly používány 100ccm ocelové válečky, vzorky byly zpracovány v laboratoři podle Nováka. Vlhkost zeminy byla stanovena vázkově (105 °C), provlhlost objemově. Byly zjišťovány i odpor proti vpichu (Kačínského odporoměr v modifikaci Špičky) a rychlost zásaku vody (plocha 100 cm², 500 ccm vody).

CHARAKTERISTIKA STANOVIŠTĚ

Pokusná plocha je rovinná, půdním typem se řadí k hnědozemí, se slabě vyvinutým B-horizontem. Ornice mocnosti 27–30 cm je šedohnědá, humózní, jílovitohlinitá zemina (kol 51 % I. kat.), drobtovitě struktury, bezvápná. Přechází dosti ostře do hnědé až rezavohnědé jílovitohlinité až jílovité zeminy (59–61 % I. kat.), s příměsí skeletu, především úlomků bělohorské odvápně opuky. Struktura kostkovitá až prizmatická.

Agrochemická charakteristika:

Ornice 0–27 cm: C = 1,34; N_t = 0,143; C : N = 9,38; humus = 2,3 %; pH (KCl) = 6,1; S = 12,03; T = 17,7; V = 67,9; V_h = 6,6; CaO = 0,475; P₂O₅ = 6,2 mg; K₂O = 15 mg; MgO = 19 mg.

Podorničí 27–40 cm: C_t = 0,67; N = 0,091; C : N = 7,35; humus = 1,15 %, pH (KCl) = 6,2; S = 17,66; T = 21,76; V = 81,2; V_h = 6,9; CaO = 0,546 %; P₂O₅ = 0,8 mg; K₂O = 10,0 mg; MgO = 0,75 mg.

I. Přehled povětrnostních podmínek – srážky (mm)

Měsíc	Ø za 18 let	1961	1962	1963	1964
I.	22,7	8,6	15,3	10,2	14,9
II.	23,4	19,7	22,1	17,6	13,1
III.	22,7	23,2	26,4	25,4	25,4
IV.	29,6	55,5	44,6	36,8	26,0
V.	56,2	49,8	74,2	58,0	38,4
VI.	73,7	46,8	13,3	142,8	29,7
VII.	84,1	34,9	68,2	38,3	58,9
VIII.	70,2	51,9	44,1	34,4	66,3
IX.	35,9	22,6	40,5	38,7	14,3
X.	37,4	44,6	22,2	12,2	72,9
XI.	21,9	32,0	15,8	31,0	23,7
XII.	25,3	23,2	15,3	4,6	13,4
Úhrn	503,1	412,8	402,0	450,0	397,0

II. Přehled povětrnostních podmínek – teploty vzduchu (°C)

Měsíc	Ø za 18 let	1961	1962	1963	1964
I.	-2,3	-2,8	1,3	-8,7	-5,9
II.	-1,4	2,8	0,2	-7,4	-2,9
III.	2,7	6,2	1,0	1,0	-0,8
IV.	6,3	11,6	10,7	9,2	8,8
V.	13,1	10,5	11,7	12,8	14,1
VI.	16,2	16,7	16,3	16,8	18,4
VII.	17,9	16,0	17,0	19,5	18,4
VIII.	15,6	16,0	18,7	16,9	17,5
IX.	13,7	15,6	14,1	13,8	13,6
X.	8,0	9,7	9,0	8,1	7,0
XI.	2,8	2,7	3,8	6,3	3,5
XII.	-0,7	-2,6	1,3	5,5	-1,6
Průměr	7,8	8,5	8,8	7,8	7,5

Průměrné roční teploty se pohybují kol $+8^{\circ}\text{C}$, průměrné množství srážek za 18 let činí 503,1 mm. Podle Langa lze zdejší polohu charakterizovat jako rozhraní mezi klimatem přechodným a humidním. Nadmořská výška pozemku je 347 m.

Podzimní měsíce roku 1961, kdy byl pokus zakládán, odpovídaly srážkově přibližně průměrům dosaženým za posledních 18 let. Obdobně tomu bylo i teplotně, pouze prosinec byl chladnější.

Rok 1962 byl jako celek teplejší ($+8,8^{\circ}\text{C}$) především vlivem vyšších teplot v zimním období (leden $+1,3^{\circ}\text{C}$, únor $+0,2^{\circ}\text{C}$) a v měsíci dubnu ($+10,7^{\circ}\text{C}$). Květen byl chladnější ($+11,7^{\circ}\text{C}$). Srážky v tomto roce byly přibližně o 100 mm nižší než v dlouhodobém průměru. Suchý byl zejména červen (13,3 mm) a srpen (44,1 mm).

Rok 1963 se vyznačoval velmi nízkými teplotami v lednu a únoru, mírným jarem a vyšším množstvím srážek v červnu (142,8 mm). Úhrn srážek nedosáhl ani v tomto roce dlouhodobý průměr a činil jen 450 mm.

Rok 1964 lze označit jako rok extrémně suchý, úhrn srážek byl pouze 397 mm. Podnormální množství srážek připadalo prakticky na všechny měsíce, zejména citelný nedostatek byl v červnu (29,7 mm). Jako celek byl tento rok chladnější, především v lednu až dubnu (tabulky I a II).

VÝSLEDKY

V roce 1962 se hodnoty celkového objemu pórů na počátku jarního období výrazněji lišily především ve vrstvě 35 až 40 cm. V porovnání s orbou na hloubku 27 cm byla vyšší pórovitost v klesajícím pořadí u varianty po meliorační orbě, podrývání a kypření podle Malceva. Tento stav se s mírným kolísáním udržel až do období sklizně cukrovky. Obdobné výsledky byly zjištěny u hodnot ulehlosti při měření odporoměrem i při sledování rychlosti infiltrace. Ve vlhkosti a provlhlosti půdy bylo zjištěno značné kolísání mezi variantami pokusu, pouze meliorační orba vykazovala trvale vyšší hodnoty; nápadný pokles provlhlosti byl zjištěn po podrývání, v době před sklizní.

Při jarním odběru (17. 4. 1963) byla maximální pórovitost ve vrstvě 20 až 25 cm zjištěna u var. 1, v hloubce 35–40 cm byla zvýšena pouze po podrývání a hloubkovém kypření provedeném v roce 1961. Při odběru před sklizní

III. Celkový objem pórů. (‰)

Odběr dne	Hloubka cm	Varianta				
		1	2	3	4	5
24. 4.	20—25	51,60	50,17	51,46	50,57	52,39
1962	35—40	47,36	50,87	48,39	52,29	51,12
27. 6.	20—25	51,39	55,02	53,34	54,96	54,63
1962	35—40	49,88	56,76	51,68	53,78	54,56
1. 10.	20—25	49,33	54,35	53,53	47,51	54,73
1962	35—40	50,79	59,20	49,26	56,92	52,58
17. 4.	20—25	58,19	56,66	56,11	54,54	56,63
1963	35—40	51,66	55,85	54,51	53,71	55,43
31. 7.	20—25	54,69	53,04	56,53	54,88	49,87
1963	35—40	48,78	55,51	54,68	54,77	55,95
6. 5.	20—25	53,80	53,90	55,80	56,7	55,30
1964	35—40	52,80	51,80	54,30	53,00	57,00
15. 9.	20—25	55,70	54,90	53,90	54,50	56,40
1964	35—40	41,40	55,60	53,90	54,70	57,70

IV. Rychlost zásaku (min/dm², 500 ccm H₂O)

Den	Hloubka cm	Varianta				
		1	2	3	4	5
24. 4.	povrch	0 : 47,0	0 : 30,1	0 : 29,8	0 : 29,2	0 : 38,7
1962	27 cm	1 : 26,3	1 : 16,4	1 : 27,2	0 : 11,0	1 : 10,5
27. 6.	povrch	2 : 23,8	0 : 50,7	1 : 38,5	0 : 51,6	0 : 55,1
1962	27 cm	3 : 26,5	0 : 13,9	2 : 13,9	0 : 35,6	0 : 42,2
1. 10.	povrch	3 : 15,0	1 : 52,0	2 : 43,1	2 : 45,2	2 : 08,3
1962	27 cm	4 : 41,3	0 : 16,3	3 : 22,2	0 : 46,6	0 : 52,3
6. 5.	povrch	0 : 15,5	0 : 11,3	0 : 11,4	0 : 11,8	1 : 16,7
1963	27 cm	2 : 53,8	0 : 26,2	0 : 26,2	0 : 53,8	0 : 27,2
31. 7.	povrch	1 : 05,1	1 : 30,7	1 : 17,8	1 : 17,3	1 : 05,5
1963	27 cm	4 : 29,3	8 : 14,0	6 : 20,0	5 : 46,2	12 : 39,3

(31. 7. 1963) byly výsledky značně kolísavé, u var. 5 byla v hloubce 20—25 cm pórovitost nejnižší, maximální hodnoty se v hloubce 35—40 cm udržely u var. 2 a 5.

Sníženou pórovitost v hloubce 27 cm a především nižší podíl nekapilárních pórů potvrzovaly na jaře i hodnoty získané vcečováním u varianty 1; rychlé zasakování bylo zjištěno zejména na variantě původně podrývané a hloubkově kypřené. Hodnoty získané před sklizní značně kolísaly vlivem rozpukanosti půdy a nelze z nich vyvodit závěry.

V. Odpor proti vpichu (kg/cm²)

Dne	Hloubka cm	Varianta				
		1	2	3	4	5
24. 4.	10	12,0	10,7	15,3	16,3	11,0
1962	20	15,0	14,0	16,8	18,7	16,0
	30	21,3	17,3	16,3	17,3	14,5
	40	22,0	20,3	19,8	18,8	14,7
27. 6.	10	23,5	23,0	25,7	23,5	19,8
1962	20	22,6	19,0	19,5	19,4	22,4
	30	24,8	17,0	18,8	16,5	19,8
	40	26,3	18,8	24,5	23,0	23,7

VI. Vlhkost půdy (váh. %), průměr z hloubky 5–60 cm

Odběr dne	Varianta				
	1	2	3	4	5
1962					
24. 4.	17,08	17,00	16,75	18,03	17,35
8. 6.	16,34	16,88	16,86	17,26	17,02
27. 6.	14,39	14,61	14,86	16,24	15,24
1. 8.	13,62	14,02	14,03	14,65	13,93
1963					
17. 4.	14,2	16,1	17,6	16,5	16,1
17. 5.	15,9	17,0	17,3	17,8	16,9
30. 5.	14,2	15,0	15,1	15,8	14,1
8. 6.	11,6	12,7	13,3	14,2	12,2
3. 7.	16,0	16,6	16,6	17,4	16,4
16. 7.	13,8	15,7	14,4	14,6	15,5
31. 7.	11,9	11,2	13,3	13,9	11,9
1964					
6. 5.	14,5	16,5	16,9	15,6	14,7
26. 5.	10,8	11,6	12,3	11,7	10,1
9. 6.	9,0	9,3	10,2	9,7	10,0
3. 7.	9,7	10,4	11,1	11,6	11,0
15. 9.	8,5	8,4	9,3	10,1	8,7

Provlhlost byla při prvním odběru nejvyšší u var. 3 a 4, nejnižší u var. 1. Před sklizní byly poměry vcelku vyrovnané, vyšší hodnoty vykazovala i var. 5. Vlhkost do hloubky 60 cm byla během sedmi odběrů za vegetace nejvyšší po meliorační a prohlubovací orbě, výrazně nízké byly hodnoty u var. 1.

VII. Provlhlost půdy (obj. %), průměr z hloubky 5–50 cm

Odběr dne	Varianta				
	1	2	3	4	5
1962					
24. 4.	36,7	37,8	38,1	39,8	37,5
27. 6.	33,3	31,6	32,3	35,9	33,1
1. 10.	18,4	13,1	21,5	23,3	24,0
1963					
17. 4.	26,1	28,5	32,7	36,6	30,7
31. 7.	20,6	20,9	23,6	24,1	22,3
1964					
6. 5.	21,7	25,0	21,9	22,0	21,4
15. 9.	10,9	11,5	12,6	13,5	12,5

V roce 1964 byla počátkem května zjištěna na pokusné ploše s porostem vojtěšky zvýšená pórovitost u variant 3, 4 a 5, nejnižší hodnoty byly na dílci oraném na normální hloubku. Pórovitost při odběru 15. září 1964 byla ve vrstvě 20 až 25 cm vcelku vyrovnaná, v hloubce 35–40 cm byla zvýšená u variant 2, 4 a 5.

Provlhlost byla na jaře vyšší na variantě podrývané, ostatní dílce byly vlhkostně vyrovnané. Vlhkost sledovaná během pěti odběrů za vegetace byla trvale nejnižší po orbě na normální hloubku, zvýšená byla zejména po prohlubování a po meliorační orbě.

DISKUSE

Různé způsoby základního zpracování půdy ovlivnily její fyzikální stav. V prvním roce pokusu se udržela zvýšená nakypřenost po meliorační orbě, podrývání a hlubkovém kypření podle Malceva. Ve druhém roce byla pórovitost vyšší již jen po podrývání a kypření podle Malceva, v následném vegetačním období, pod porostem vojtěšky, lze do určité míry konstatovat zvýšení pórovitosti po všech způsobech hlubokého kypření a prohlubování v porovnání s normální hloubkou orby.

Ovlivnění vlhkostních poměrů bylo patrné ve všech pokusných letech. V prvním roce se zvýšila vlhkost zejména po meliorační orbě a koncem vegetace nápadně poklesla po podrývání. Ve druhém roce byla zvýšená vlhkost po meliorační a prohlubovací orbě, stejně tomu bylo i ve třetím roce.

K uvedeným výsledkům sledování fyzikálního stavu půdy je nutno dodat, že pokus v roce 1961 byl založen za příznivých vlhkostních poměrů (ornice 18,74 %, podornice 16,60 % váh.), takže efekt kypření i podrývání byl velmi vysoký. Při sledování fyzikálního stavu před založením pokusu (1961) bylo zjištěno, že není rozdíl mezi pórovitostí vrstvy 0–30 cm a 30–40 cm (52,32 : 52,21 %). Vzhledem k tomuto stavu půdy a s přihlédnutím ke klimatickým poměrům (za rok 1962 jen 402 mm srážek) lze konstatovat určitou shodu s výsledky dosaženými dříve u nás i v zahraničí.

O zvýšení pórovitosti, která se udrží i několik let po podrývání, píše např. Špička (1961), Zapletal (1961) aj. Zvýšení obsahu vláhy v půdě po meliorační orbě bylo podle našeho názoru způsobeno především zvýšením podílu jílnatých částic v ornici, k čemuž došlo při přiorání hlubších vrstev půdy z iluviálního horizontu s vyšším procentuálním zastoupením I. zrnitostní kategorie. To potvrzují i hodnoty zvýšené absolutní vodní kapacity, která byla např. 24. 4. 1962 ve vrstvě 0–40 cm v průměru o +8,4 % vyšší, a po prohlubovací orbě (29 cm) o 6,3 % vyšší v porovnání s hloubkou orby na 27 cm a změna V_h z 6,6 na hodnotu 7,1. Zvýšená absolutní vodoní kapacita byla zjištěna u těchto variant i v dalších letech. O tom, že s přibývajícím hloubkou orby se zvyšuje vlhkost půdy, svědčí celá řada prací, které byly uvedeny na začátku.

Zjištění, že podrývání vede ke snížení vlhkosti půdy, zejména koncem vegetace, lze vyčíst i z prací Špičky (1961) a Glety (1961), kteří svá sledování konali v Ruzyni, obdobně i Czertzki (1961) aj. Tato otázka úzce souvisí s funkcí podrývání, které působí do určité míry jako krtčí drenáž, na což upozorňuje ve svých pracích především Rid (1960, 1962). Tento autor též zdůrazňuje slabý efekt podrývání na hnědozemních půdách a jeho vysokou účinnost na pseudoglejových a glejových půdách.

ZÁVĚR

V podmínkách pokusného místa a za klimatických poměrů v letech 1961 až 1964 bylo při různých způsobech základního zpracování a prohlubování půdy zjištěno:

1. Prohlubování ornice přímým přioráním podorniči do hloubky 41 cm zvýšilo obsah vláhy v půdě, pórovitost, maximální vodoní kapacitu i rychlost zasačování vody.
2. Postupné prohlubování nemělo pronikavější vliv na sledované fyzikální vlastnosti půdy.
3. Podrývání mělo pozitivní vliv na prokypření hlubší vrstvy půdy, které bylo ve druhém roce výraznější než po přímé prohlubovací orbě. V suchém roce, koncem vegetačního období, bylo zjištěno větší proschnutí sledovaného profilu.
4. Hloubkové kypření podle Malceva působilo obdobně na prokypření, vlhkostní poměry byly poněkud příznivější.

Došlo dne 28. 1. 1966

Literatura

1. BRIND, W. D.: Some recent work on depth of plowing. = „Soils Fertilizers“, 1957, s. 241–243. — 2. ČERNÝ, V.: Problémy hloubky základního zpracování půdy. = „Přehled zem. list.“, 10, 1960, č. 11, s. 1401–1406. — 3. GLET, O.: Výsledky jednoletého sledování vlivu podrývání na změny půdních stavů. — „Sbor. Rostlinná výroba“, 1961, č. 3–4, s. 405–416. — 4. JURÁŇ, J.: Vplyv prehlbovania na zmenu niektorých pôdnych vlastností - s prihliadnutím na pôdy černoziemného typu. = „Studijní informace, ř. Půdoznalství a meliorace“, 1937, č. 7, s. 3–65. — 5. RID, H.: Über die Komplexwirkung der Untergrundlockerung. = „Ztschr. f. Acker- u. Pflbau“, 110, 1960, č. 4, s. 393–424. — 6. RID, H.: Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Bodenstruktur. = „Landw. Forschung“, 15, 1962, č. 2, s. 105–117. — 7. ŠPIČKA, A. - BRYCH, J. - HAVLÍČKOVÁ, V.: Zhodnocení vlivu podrývání na stav půdy. = „Sbor. Rostlinná výroba“, 1961, č. 3–4, s. 383–404. — 8. ZAPLETAL, A.: Výzkum orby s prohlubováním ornice podrýváním v oblasti podzolových půd se zřetelem na jejich úrodnost. = „Sbor. Rostlinná výroba“, 1961, č. 3–4, s. 349–382.

Влияние почвоуглубления на изменение физических свойств бурозема

А. Резюме

Многолетний полевой опыт, изучаемый в Центральном научно-исследовательском институте растениеводства в Рузыне, был заложен осенью 1961 г. Опыт проводился в пяти вариантах: 1. вспашка плугом, 2. вспашка плугом + почвоуглубление, 3. постепенное почвоуглубление, 4. непосредственная почвоуглубляющая вспашка, 5. система рыхления по Мальцеву. Чередование культур: 1962 — сахарная свекла, 1963 — яровой ячмень с подсевом, 1964 — люцерна.

Почвенные условия: бурозем, пахотный слой 27—30 см, тяжелый суглинок (51 % I кат.), подпахотный слой тяжелосуглинистый и даже илистый (60 % I кат.). Почва находится в хорошем культурном состоянии, с достаточным запасом питательных веществ.

Условия климата: граница между переходным и влажным климатом по Лангу, 347 м н. у. м.

Углубление пахотного слоя путем непосредственной вспашки подпахотного слоя на глубину 41 см увеличило содержание влаги, пористость, максимальную влагоемкость и скорость впитывания воды. Постепенное углубление пока не имело особого действия на изучаемые физические свойства почвы. Почвоуглубление оказало положительное влияние на рыхлость подпочвенного слоя, который во втором году был отчетливее, чем после непосредственной почвоуглубительной вспашки. Глубокое рыхление, чередующееся с мелким, повлияло на рыхлость глубоких слоев так же, как и почвоуглубление, условия влаги несколько улучшились.

Б. Текст к таблицам

I. Обзор атмосферных условий — осадки (мм)

II. Обзор атмосферных условий — температура воздуха ($^{\circ}$ C)

III. Общий объем пор (%)

IV. Скорость впитывания (мин/дм², 500 см³ H₂O)

V. Сопротивляемость при заглублении (кг/см²)

VI. Влажность почвы (вес. %), среднее на глубине 5—60 см

VII. Увлажненность почвы (объем %), среднее на глубине 5—50 см

The Effect of Soil Deepening on the Changes in the Physical Properties of Grey-Brown Podzolic Soil

A. Summary

A long-term trial, conducted by the Central Research Institute of Plant Production at Ruzyně (Prague), was initiated in the autumn of 1961. Five variants of tilling were included, i. e. (1) ploughing, (2) ploughing and subsoiling, (3) gradual deepening, (4) direct deepening, (5) the system of soil loosening according to Malcev. The following plants were grown in crop rotation: 1962 — sugar-beet, 1963 — spring barley with underseed, 1964 — alfalfa.

Soil conditions: grey-brown podzolic soil, topsoil 27—30 cm deep, clay-loam (51 %, 1st cat.), subsoil, clay-loam to clay (60 %, 1st cat.). The soil was in a good cultural condition, well supplied with nutrients.

Climatic conditions: According to Lang, boundary line between a transient and humid climate; altitude 347 above sea level.

The deepening of the topsoil by direct additional ploughing of the subsoil to a depth of 41 cm increased the quantity of moisture in the soil, porosity, maximum water-holding capacity, and rapidity of percolation. Hitherto gradual deepening has not shown a more appreciable effect on the physical soil properties studied. A positive effect of subsoiling on a thorough loosening of the ploughpan was more marked in the second year than after direct thorough deepening. Deep loosening alternating with shallow loosening exerted a similar effect on thorough loosening as did subsoiling; the moisture conditions were somewhat more favourable.

B. Text to tables

I. Survey of weather conditions — precipitations (mm)

II. Survey of weather conditions — air temperatures ($^{\circ}$ C)

III. Total volume of pores (%)

IV. Rapidity of percolation (min/dm², 500 cm³ H₂O)

V. Resistance to injection

VI. Soil moisture (% weight), average from a depth varying between 5 and 60 cm

VII. Soil moisture (% volume), average from a depth varying between 5 and 500 cm

Einfluß der Bodenvertiefung auf die Änderungen der physikalen Eigenschaften der Braunerde

A. Zusammenfassung

Der langfristige Feldversuch, der im Zentralen Forschungsinstitut für pflanzliche Produktion in Ruzyně verfolgt wird, wurde im Jahre 1961 gegründet. Es sind fünf Varianten eingereicht: 1. Pflügen mit dem Pflug, 2. Pflügen mit dem Pflug + Untergrundlockerung, 3. stufenweise Vertiefung, 4. direkte Vertiefungsfurche, 5. System der Bodenlockerung nach Malcev. Der Versuch verläuft in der Folge der Fruchtarten: 1962 — Zuckerrübe, 1963 — Sommergerste mit Untersaat, 1964 — Luzerne.

Bodenbedingungen: Braunerde, Krume 27—30 cm, toniglehmige (51 % I. Kat.), Untergrund toniglehmiger bis toniger (60 % I. Kat.). Der Boden ist in einem guten Kulturstand, gut mit Nährstoffen versorgt.

Klimatische Bedingungen: nach Lang Grenze zwischen dem vorübergehenden und humiden Klima, Meereshöhe 347 m.

Die Vertiefung der Krume durch direkte Beimischung des Untergrundes in die Tiefe von 41 cm erhöhte den Feuchtigkeitsgehalt im Boden, die Porosität, die maximale Wasserkapazität und die Geschwindigkeit des Einsickerns. Die fortlaufende Vertiefung hatte bisher keinen durchdringenden Einfluß auf die verfolgten physikalischen Bodeneigenschaften. Die Untergrundlockerung hatte einen positiven Einfluß auf die Durchlockerung des Untergrundes, welche im zweiten Jahre ausdrucksvoller war als nach dem direkten Vertiefungspflügen. Die Tieflockerung, die sich mit der flachen wechselt, beeinflusste die Durchlockerung der tieferen Schichten, ähnlich wie die Untergrundlockerung, die Feuchtigkeitsverhältnisse waren etwas günstiger.

B. Text zu den Tafeln

I. Übersicht der Witterungsbedingungen — Niederschläge (mm)

II. Übersicht der Witterungsbedingungen — Lufttemperaturen (°C)

III. Gesamthalt der Poren (%)

IV. Geschwindigkeit des Einsickerns (min/dm², 500 ccm H₂O)

V. Einstichwiderstand (kg/cm²)

VI. Bodenfeuchtigkeit (Gew. %), Durchschnitt aus der Tiefe von 5—60 cm

VII. Bodendurchfeuchtung (Vol. %), Durchschnitt aus der Tiefe 5—50 cm

Adresa autorů:

Doc. Ing. Vladimír Černý, CSc., Jaroslav Belza, Erika Pešková, Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně 507

Důležitým předpokladem rozvoje zemědělské výroby je cílevědomě organizovaná a soustavná činnost zemědělského výzkumu a zavádění získaných poznatků do praxe. O stavu zemědělského výzkumu informuje Ústav vědeckotechnických informací MZLH každoročně vydávanou publikací

PŘEHLED VÝSLEDKŮ VĚDECKOVÝZKUMNÝCH ÚKOLŮ

kteřá obsahuje anotované záznamy z výzkumných, kandidátských, disertačních a habilitačních prací, řešených ve výzkumných ústavech zemědělských, na vysokých školách a ve výzkumných ústavech ČSAV a SAV z oborů

ekonomika
mechanizace
půdoznalství
meliorace
rostlinná výroba
živočišná výroba
veterinářství

Dosud vyšlo: čtyřdílná publikace za léta 1956–1963, zahrnující na 1132 stránkách 1100 záznamů, přehled za rok 1964 (342 stran), přehled za rok 1965 (328 stran). V prvním čtvrtletí příštího roku vyjde soubor výzkumných prací za rok 1966.

Přehled přispívá k snadší a rychlejší orientaci v řešených výzkumných úkolech a zároveň ukazuje, které problémy jsou stále aktuální a zda byly v zemědělském provozu dostatečně realizovány.

Cena samostatné publikace je 20,— Kčs, cena čtyřdílného souboru (v omezeném množství) je 50,— Kčs.

Objednávky zasílejte na adresu:

Ústav vědeckotechnických informací MZLH

Praha 2, Slezská 7

■ Půdně klimatické podmínky jsou považovány za hlavní příčinu rozdílných požadavků rostlin na řádkovou vzdálenost a výsevek.

Zvýšení výnosu žita u úzkořádkové setby dosáhli ve svých pokusech Thoma (1927), Mosolov (1953), Oseleděc (1955), Riedel (1956), Wuth (1957), Baumann, Stricker (1957), Fryšev (1959), Genichovič (1959). Většina autorů zdůvodňuje přednost úzkořádkové setby tím, že rostliny pravidelněji rozdělené na ploše mohou lépe využívat živin, vláhy, světla. Úzkořádková setba (do 10,5 cm) se doporučuje pro lehčí půdy a sušší oblasti, střední řádková vzdálenost (11–15 cm) pro středně těžké a bohatší půdy.

Ve státech s přímořským klimatem se používalo převážně setby širokořádkové (18–20 cm) doplněné plečkováním. Heuser, Westphal (1936) zjistili, že řádková vzdálenost 20 cm není žádoucí, neboť plečkování u ní působí negativně. Zvýšení výnosu u širokořádkové setby dosáhli Čekal (1911), Winter (1926), avšak zrání bylo nerovnoměrné a pozdnější.

Baumann (1952) dosáhl ve tříletém průměru nejvyššího výnosu žita u řádků 25 cm při použití vysokých dávek dusíku – 60 kg/ha. Přesto tuto řádkovou vzdálenost nedoporučuje pro pěstování žita v praxi, neboť nejsou k dispozici uvedené dávky hnojiv ani čisté nezaplevelené pozemky.

Zastáncem páskové setby, která má spojit přednost úzkých a širokých řádků, byl u nás zejména Duchon (1956). Pásková setba má umožnit plečkování, které má zabránit výparu vláhy z půdy a umožnit pronikání vzduchu ke kořenům, což přispěje k rozvoji bakterií a podpoře odnožování.

VLIV VÝSEVU NA VÝNOS ŽITA

Názory na velikost výsevku jsou také velmi nejednotné. V Německu po první světové válce byla provedena celá řada pokusů u žita s nízkými výsevky a vysokým minerálním hnojením, zejména dusíkatým. Na základě pokusů doporučuje Nagel-Grumbach (1924) výsevek žita 36 kg/ha, Hauer (1926) 60 kg, Wacker (1922), Blech a Hoffmann (1925) 80 kg a Staerk (1925) 100 kg při použití 60 kg N/ha.

Velká závislost výnosu žita při použití nižších výsevků na povětrnostních podmínkách, které dosud nemůžeme ovlivňovat, byla příčinou, že tyto nízké výsevky nenalezly uplatnění v praxi.

Řada autorů nedoporučuje spoléhat při zajišťování hustoty porostu na odnožovací schopnost rostlin a zdůrazňuje význam většího počtu rostlin při utváření konečné hustoty porostu, která velkou měrou rozhoduje o celkové výši hektarového výnosu. S větším produktivním odnožováním nelze počítat hlavně v zemích s vnitrozemským klimatem.

Na základě vlastních výsledků doporučuje Raum (1925) u žita 'Petkuského' výsevek 130 kg/ha, Kapff (1927) 120–140 kg/ha. Pro vyšší oblasti doporučuje Mayer (1927) výsevek 150–200 kg/ha.

Mitscherlich (1949) správně zdůrazňuje, že na množství výsevu nelze dát recept. Nutno řešit případ od případu podle zásady, že čím více je půda zásobena živinami, tím spíše můžeme snížit výsevné množství.

METODIKA

Za účelem zjištění vlivu různých způsobů setí na výnos ozimého žita při zvýšené hladině živin založil Výzkumný ústav obilnářský (VÚO) Kroměříž v různých půdně klimatických podmínkách pokusy s různými řádkovými vzdálenostmi při dvou normách výsevu. V pokusech byly sledovány tyto způsoby setby:

Výsev ml. klíč. zrn/ha na pokusném místě

Rádková vzdálenost v cm	Kroměříž, Švamberk, Vigláš	Valečov, Větrov, Velká Lomnice, Stránecká Zhoř
7,5–10,5 cm	3 a 4	4 a 5
15 cm	3 a 4	4 a 5
22,5 cm	3 a 4	4 a 5
dvojřádky 7,5–22,5	3 a 4	4 a 5
trojřádky 7,5, 7,5–22,5	3 a 4	4 a 5

Pokusná odrůda

VÚO Kroměříž, VÚB Valečov,	
ŠS Švamberk	– 'České'
ŠS Větrov	– 'Těšovské'
ŠS Vigláš	– 'Viglašské'
ŠS Velká Lomnice	– 'Rad. Rekord'
ŠS Stránecká Zhoř	– 'Zenit'

A

Všeobecné údaje

Pokusné místo	Výrobní typ Druh půdy	Nadmořská výška v m	Předplodina	Průměrná dávka N : P ₂ O ₅ : K ₂ O v kg/ha
VÚO Kroměříž	řepařský hlinitá	220	ozimá pšenice (1958 vojtr.)	61 : 63 : 120
ŠS Strán. Zhoř	bramborářský hlinitopísčité	515	len, hrách	35 : 45 : 86
ŠS Švamberk	bramborářský hlinitá	450	brambory	26 : 51 : 130
VÚB Valečov	bramborářský písčitohlinitá	467	luskovinoobilná směska, (1959 řepka)	61 : 60 : 106
ŠS Vigláš	bramborářský hlinitojílovitá	370	řepka (hrách)	35 : 95 : 175
ŠS Velká Lomnice	horský hlinitopísčité	720	luskovinoobilná směska	43 : 52 : 97
ŠS Větrov	horský hlinitopísčité	620	oves	48 : 38 : 68

Přehled srážek v mm

Pokusné místo a rok	Měsíc						
	IX.	X.	XI.-III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kroměříž							
1957/58	119,2	8,9	136,3	31,1	35,6	114,8	63,2
1958/59	59,8	72,5	121,9	36,3	63,5	88,9	169,5
1959/60	0,8	4,8	189,1	25,3	81,9	67,4	134,9
Ø 1901-1950	60,0	60,0	180,0	45,0	70,0	80,0	70,0

VÝSLEDKY

VÚO KROMĚŘÍŽ

Rok 1958

Rok 1958 byl velmi nepříznivý. Procento vyzimovaných rostlin bylo zhruba 31 %. Nejnížší vyzimování bylo u úzkorádkové setby.

Nedostatečná zásoba zimní vláhy a sucho z jara až do konce května, tj. v období maximálního růstu rostlin, mělo za následek rychlé zasychání založených odnoží (tab. I). Rostliny rovnoměrně rozdělené na ploše (srovnání řádků 7,5 a 15 cm) vykazují vyšší odnožovací schopnost. Podmínky pro vytvoření a uhájení co největšího počtu produktivních odnoží za nepříznivých povětrnostních podmínek jsou také u řádkových vzdáleností s rovnoměrnějším rozdělením rostlin na ploše (7,5 cm). Vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek bylo dosaženo jen nízkého počtu produktivních klasů na 1 m² — 320, přičemž nejvyššího počtu (355) bylo dosaženo u řádků 7,5 cm.

Průměrný výnos klasu v r. 1958 činil 0,94 g, průměrný počet zrn v klase 36.

Strukturu porostu a výnos ozimého žita uvádí tabulka I.

I. Struktura porostu a výnos ozimého žita 'České' v r. 1958 — Kroměříž

Řádková vzdálenost v cm	Výsevek milionů klíčivých zrn/ha	% přezim. rostlin	Počet odnoží na 1 rostlinu		Počet produkt. klasů na 1 m ²	Ø výnos klasu v g	Výnos q/ha
			13. 5.	27. 5.			
7,5	4*)	78	5,3	2,5	355	0,93	33,0
15 K	4	65	4,3	1,7	332	0,94	31,3
18,7	3	65	4,4	2,1	305	0,98	29,8
7,5—22,5	3	72	4,2	1,9	284	1,01	28,7
7,5, 7,5—22,5	4	64	5,8	2,2	335	0,87	29,0
Průměr		69	4,8	2,1	320	0,94	30,4

*) V roce 1958 nebylo použito u každé řádkové vzdálenosti dvou norem výsevu

V nepříznivém roce 1958 (sucho v době maximálního růstu rostlin) bylo dosaženo nejvyššího výnosu u úzkořádkové setby, která vykazuje nejvyšší počet produktivních klasů na jednotce plochy.

Rok 1959

Příznivé povětrnostní podmínky na podzim a z jara neobyčejně podpořily odnožování rostlin. Dostatek vláhy v období maximálního růstu umožňuje rostlinám vytvořit co největší počet produktivních odnoží. Před sklizní připadá v celkovém průměru na 1 m² u nižší normy výsevu 464, u vyšší 460 produktivních klasů. Struktura porostu je uvedena v tabulce II.

II. Struktura porostu ozimého žita 'České' v roce 1959 — Kroměříž

Řádková vzdálenost v cm	Počet produktivních klasů na 1 m ² u výsevu		Průměrný výnos klasu v g u výsevu	
	3 mil.	4 mil.	3 mil.	4 mil.
7,5	482	508	0,86	0,79
15 K	450	480	0,98	0,89
22,5	481	431	0,96	0,97
7,5 — 22,5	484	492	0,87	0,89
7,5, 7,5 — 22,5	421	390	0,97	1,02
Průměr	464	460	0,93	0,91

Řádkové vzdálenosti s rostlinami pravidelně rozdělenými na ploše (srovnání řádků 7,5 cm s řádky 15 cm) vykazují v průměru vyšší počet produktivních klasů na jednotce plochy než řádkové vzdálenosti s méně pravidelným rozdělením rostlin na ploše. Vyšší počet produktivních klasů u užších řádků v příznivém roce neměl za následek vyšší hektarový výnos. Docházíme k závěru, že počet produktivních klasů na 1 m² vyšší než 480 nepřispívá vždy ke zvyšování hektarového výnosu, neboť produktivnost klasu klesá natolik, že naopak může docházet ke snižování výnosu.

Průměrný výnos klasu u nižšího výsevu činil 0,93 g, u vyššího 0,91 g, průměrný počet zrn v klase 32,2 a 31,7.

Vliv řádkové vzdálenosti a výsevu na výnos zrna a slámy uvádí tabulka III.

V příznivém roce bylo dosaženo vyššího výnosu u nižšího výsevu (3 mil.), kde rostliny vykazují menší polehnutí, vyšší váhu 1000 zrn a vyšší počet zrn v klase.

Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u řádků 22,5 cm — 44,2 q/ha.

Vysoce průkazně nižšího výnosu oproti kontrole bylo dosaženo u řádků 7,5 cm a trojřádků. Pokles výnosu u řádků 7,5 cm byl způsoben i při vyšším počtu produktivních klasů malou výnosností klasu (nízký počet zrn v klase, nízká váha 1000 zrn).

Rok 1960

Nedostatečné srážky na podzim v r. 1959 byly příčinou dlouhotrvajícího sucha. Podmínky pro dokončení vzejití byly vytvořeny až počátkem prosince. Včasný nástup jara (doprovázený dostatkem srážek) měl pro vývoj žita mimo-

III. Vliv řádkové vzdálenosti a výsevu na výnos zrna a slámy ozimého žita 'České' v roce 1959 — Kroměříž

Řádková vzdálenost v cm	Výnos q/ha u výsevu				Průměr	
	3 mil. klíčivých zrn/ha		4 mil. klíčivých zrn/ha		zrno	sláma
	zrno	sláma	zrno	sláma		
7,5	41,3	82,1	40,1	83,5	40,7 ⁰⁰	82,8
15 K	44,0	81,2	42,8	81,9	43,4	81,6
22,5	46,4	76,1	42,0	79,3	44,2	77,7
7,5—22,5	41,9	71,5	43,9	70,8	42,9	71,2
7,5, 7,5—22,5	40,7	78,4	39,7	78,8	40,2 ⁰⁰	78,6
Průměr	42,9	77,8	41,7	78,9	42,3	78,4

Nejnižší průkazná diference
Nejnižší vysoce průkazná diference

1,84
2,50

řádný význam. Založené odnože se mohly vyvinout a prodělat za nižších teplot jarovizační stadium. Dostatek vláhy v době maximálního růstu rostlin umožňuje rostlinám vytvořit maximální počet produktivních odnoží. I přes tyto příznivé klimatické podmínky pro tvorbu maximálního počtu produktivních odnoží není dosaženo před sklizní na jednotce plochy takové hustoty porostu jako v předchozím roce, neboť počet rostlin na jaře oproti předchozím letům je značně nižší. Před sklizní připadá v celkovém průměru na 1 m² u nižšího výsevu 384, u vyššího výsevu 393 produktivních klasů (v předchozím roce 464 a 460). Struktura porostu je uvedena v tabulce IV.

IV. Struktura porostu ozimého žita 'České' v roce 1960 — Kroměříž

Řádková vzdálenost v cm	Počet rostlin na jaře na 1 m ²		Počet produktivních klasů na 1 m ²		Průměrný výnos klasu	
	u výsevu					
	3 mil.	4 mil.	3 mil.	4 mil.	3 mil.	4 mil.
7,5	225	263	433	491	1,02	0,89
15	227	247	402	394	1,13	1,15
22,5	193	220	322	365	1,37	1,19
7,5–22,5	192	236	387	367	1,14	1,22
7,5, 7,5–22,5	195	255	378	349	1,18	1,30
Průměr	206	244	384	393	1,17	1,15

Největší počet produktivních klasů na jednotku plochy vykazovala setba úzkorádková. Při pravidelném rozdělení rostlin na ploše vytvářejí se příznivější podmínky pro odnožování i tvorbu produktivních klasů. Vyšší počet produktivních klasů u řádků 7,5 cm nevedl ke zvýšení výnosu.

Průměrný výnos klasu u nižšího výsevku činil 1,17 g, u vyššího 1,15 g, průměrný počet zrn 37 a 37,7.

Vliv řádkové vzdálenosti a výsevku na výnos zrna a slámy uvádí tabulka V.

V. Vliv řádkové vzdálenosti a výsevku na výnos zrna a slámy ozimého žita 'České' v r. 1960 — Kroměříž

Řádková vzdálenost v cm	Výnos q/ha u výsevu				Průměr	
	3 mil. kličivých zrn/ha		4 mil. kličivých zrn/ha			
	zrno	sláma	zrno	sláma	zrno	sláma
7,5	44,3	65,0	43,9	74,3	44,1 ⁰	69,6
15 K	45,3	64,3	45,2	69,4	45,2	66,9
22,5	44,0	72,3	43,6	61,7	43,8 ⁰⁰	67,0
7,5—22,5	44,1	69,9	44,9	67,1	44,5	68,5
7,5, 7,5—22,5	44,7	69,3	45,3	69,6	45,0	69,5
Průměr	44,5	68,2	44,6	68,4	44,5	68,3

Nejnižší průkazná diference
Nejnižší vysoce průkazná diference

0,9
1,2

Ze tří pokusných let bylo dosaženo nejvyššího průměrného výnosu pokusu v roce 1960 ve výši 44,5 q/ha.

Příznivý průběh povětrnosti od jara do zrání měl rozhodující vliv při tvorbě maximálního výnosu. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u kontrolní řádkové vzdálenosti 15 cm, a to 45,2 q/ha. Průkazně nižší byl výnos u úzkořádkové setby. Hustý porost silně polehl. Polehnutí přispělo také ke snížení výnosu klasu. Pokles výnosu klasu u obou výsevků úzkořádkové setby byl způsoben jak snížením počtu zrn v klasu, tak i poklesem jejich váhy.

Vysoce průkazně nižší výnos byl zaznamenán u řádků 22,5 cm. U této setby, kde jsou zrna v řádku nejvíce nahloučena, byly vytvořeny pro vzejití nejméně příznivé podmínky. V konkurenčním boji o vláhu velké množství naklíčených zrn zaschlo a na jaře byl zaznamenán nejnižší počet rostlin na ploše.

VÝSLEDKY OSTATNÍCH POKUSNÝCH MÍST

Dosažené výsledky ze spolupracujících stanic uvádí tabulka VI.

Půdní a povětrnostní podmínky jsou rozhodujícím faktorem určujícím hustotu porostu a tím i vhodnost jednotlivých způsobů setí. Vliv půdních a povětrnostních podmínek na výnos ozimého žita uvádí tabulka VII.

V příznivém roce 1959 v průměru šesti pokusných míst bylo dosaženo u úzkořádkové setby ve srovnání s řádky 15 cm o 1,9 q/ha nižšího výnosu. Snížení výnosu nebylo stejné na všech půdách. Nejvyšší bylo na těžkých půdách, kde úzkořádková setba vlivem přehuštěného porostu dříve a silněji polehla. Polehnutí porostu mělo za následek pokles výnosu klasu (nižší váha 1000 zrn, nižší počet zrn v klase).

VI. Vliv řádkových vzdáleností na výnos zrna ozimého žita (Ø dvou výsevků)

Řádková vzdálenost v cm	Pokusné místo					
	Vígláš	Švamberk	Valečov	Strán. Zhoř	Větrov	Velká Lomnice
	průměr					
	1959—60	1959—61	1959—61	1959—60	1959—60	1959
7,5—10,5	28,4	41,2 [°]	38,1 [°]	40,4 ^{**}	32,3 [°]	27,6
15 K	28,2	42,4	39,9	37,1	33,3	28,2
22,5	27,4	39,1 [°]	36,6 [°]	33,3 [°]	29,7 [°]	25,9 [°]
7,5—22,5	29,1	40,7 [°]	37,5 [°]	36,3	33,5	27,8
7,5, 7,5—22,5	29,6	42,5	39,8	35,1 [°]	30,3 [°]	27,1
Průměr	28,5	41,2	38,4	36,4	31,8	27,3
Nejnižší průkazná diference	—	1,19	0,55	1,2	0,94	1,48
Nejnižší vysoce průkazná diference	—	1,57	0,73	1,6	1,25	2,02

VII. Vliv povětrnostních a půdních podmínek na výnos ozimého žita

Druh půdy	Počet pokus- ných míst	Řádková vzdálenost v cm					Průměr
		7,5—10,5	15	22,5	7,5	7,5, 7,5—22,5	
Rok 1959 (příznivé povětrnostní podmínky)							
Těžké	2	43,5	46,8	46,1	45,8	46,4	45,8
Lehké do 500 m	1	37,0	41,2	37,7	38,3	42,5	39,3
Lehké nad 500 m	3	34,0	34,1	30,9	33,2	32,3	32,9
Průměr	6	37,6	39,5	37,1	38,3	38,7	38,2
Rok 1960 (sucho na podzim 1959)							
Těžké	3	38,4	37,8	34,9	37,4	38,5	37,4
Lehké do 500 m	1	41,1	40,8	35,6	38,5	40,8	39,4
Lehké nad 500 m	3	29,5	27,6	24,8	27,8	26,9	27,3
Průměr	7	35,0	33,8	30,7	33,4	33,9	33,4
Rok 1959 (sucho v době maximálního růstu rostlin)							
Těžké	2	34,5	33,2	30,3	29,4	30,5	31,6
Lehké do 500 m	1	29,1	28,2	28,5	26,0	27,6	27,9
Průměr	3	32,7	31,5	29,7	28,3	29,6	30,4

Ve vyšších oblastech na chudších půdách nedochází tak snadno k takovému přehuštění porostu, které by mělo za následek podstatné snížení výnosu klasu.

V roce 1960 (sucho na podzim 1959) se lépe uplatnila setba úzkořádková. Přednost úzkořádkové setby je zvlášť výrazná na lehčích půdách ve vyšších oblastech. Na těžších půdách zvýšení výnosu činí 0,6 q/ha, přičemž v Kroměříži, kde byly z jara mimořádně příznivé povětrnostní podmínky a porost silně odnožil, se přednost úzkořádkové setby vůbec neprojevila, neboť porost žita silně polehl. Širokořádková setba (22,5 cm) vykazuje silné snížení výnosu. Porosty širokořádkové setby se vyznačovaly na jaře nízkým počtem rostlin (špatné vzejití a přezimování).

V roce 1958 (sucho v době maximálního růstu rostlin — sloupkování) bylo dosaženo nejnižšího průměrného výnosu 30,4 q/ha. Z toho vyplývá, že u ozimého žita sucho v době maximálního růstu rostlin, tj. ve sloupkování, působí velmi negativně na výnos. Nejvyšší výnos vykazala úzkořádková setba, která vykazuje vyšší odnožovací schopnost a vytváří ze založených odnoží vyšší procento produktivních klasů.

SOUHRN

V různých půdně klimatických podmínkách ČSSR byl sledován vliv řádkových vzdáleností a výsevků na výnos ozimého žita při zvýšené hladině živin.

Za příznivých povětrnostních podmínek během vegetace je dosahován nejvyšší výnos u řádkové vzdálenosti 15 cm. Převaha této řádkové vzdálenosti je zvlášť patrna na těžších půdách, kde úzkořádková setba vlivem přehuštění porostu dříve a silněji poléhá a tím snižuje výnosnost klasu (nižší váha 1000 zrn a nižší počet zrn v klase).

Na lehčích půdách v nejvyšších polohách přednost řádků 14–15 cm je jen nepatrná nebo úplně mizí, neboť v těchto podmínkách nedochází u úzkořádkové setby k takovému přehuštění porostu jako na těžších půdách.

Za nepříznivých povětrnostních podmínek (sucho na počátku vývoje rostlin, sucho v době maximálního růstu rostlin) se uplatňuje při pěstování žita převaha úzkořádkové setby, neboť u této řádkové vzdálenosti jsou nejvýhodnější podmínky pro přezimování a vývoj produktivních odnoží. Na těžších půdách je převaha úzkořádkové setby méně výrazná než na lehčích půdách. V pokusech bylo zjištěno, že maximální počet produktivních klasů na 1 m² u žita by neměl být vyšší než 480. Při vyšším počtu klasů dochází k takovému poklesu produktivnosti klasu, že snížení hektarového výnosu nemůže zabránit ani vyšší počet produktivních klasů.

Na základě dosažených výsledků lze doporučit pro pěstování žita při zvýšené hladině živin toto:

1. Na těžkých půdách řádkovou vzdálenost 15 cm a výsvek 3–4 mil. klíč. zrn na hektar.

2. Na písčitohlinitých půdách do nadmořské výšky asi 500 m řádkovou vzdálenost 10,5–15 cm při výsevu 4–5 mil. klíč. zrn na hektar. U odrůdy 'České' dáme přednost řádkům 15 cm, u odrůdy 'Zenit' 10,5 cm.

3. Na lehčích hlinitopísčitých půdách v nadmořské výšce nad 500 m řádkovou vzdálenost 10,5 cm při výsevu 4–5 mil. klíč. zrn/ha, v nejextrémnějších podmínkách 5–6 mil. klíč. zrn/ha.

4. V oblastech, kde víceletý (50letý) průměr srážek v době maximálního růstu rostlin (tj. v květnu) je nižší než 50 mm (Podbořansko, oblasti s písči-

тými půdami na jižní Moravě a na Slovensku), lze předpokládat (převažují suché roky nad vlhkými), že nejvhodnější řádkovou vzdáleností pro pěstování žita bude úzkořádková setba 7,5–10,5 cm.

Došlo dne 12. 5. 1965

Literatura

1. BAUMANN, H. - STRICKER, H.: Fragen des Winterroggenanbaues auf leichten Böden. = „Die Deutsche Landwirtschaft“, 1957, s. 484-487. — 2. BLECH, F. - HOFFMANN, E.: Saatstärkenversuche mit Roggen und Hafer = „Pflanzenbau“, 1924, č. 25, s. 286-289. — 3. ČEKAL, J.: Jak hustě seti žito ozimé? = „Hospodářský list“, 38, 1911. — 4. DUCHOŇ, F.: Řidší a okopaninová kultura obilovin - progresivní agrotechnika budoucnosti. = „Sborník CSAZV-Rost. výroba“, 1956, s. 1193-1208. — 5. FRYŠEV, B. N.: K voprosu podpočennogo seva kolosovych zernovych kultur. Progresivnyje sposoby poseva zernovych kultur. Moskva, 1959, s. 138-150. — 6. GENICHOVIĆ, M. I.: Mechanizacija rovnomernogo raspredelenija semjan pri posevu zernovych kultur. Progresivnyje sposoby poseva zernovych kultur. Moskva, 1959, s. 83-94. — 7. HAUER, E.: Die Bestockung des Getreides in ihrer Beziehung zu Saat und Pflege. Fortschritte der Landwirtschaft, 1926, s. 608-616. — 8. HEUSER, W. - WESTPHAL, H.: Drillweite, Lichtschacht und Hackversuche zu Getreide. Mitteilungen für die Landwirtschaft, 1936, s. 157-159. — 9. KAPFF, H.: Stickstoffdüngung und Aussaatstärke beim Winterroggen. = „Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde“, B 6, 1927, s. 123-128. — 10. MEYER, A.: Zpráva z pracovní schůze o jednozrnkové a řídké setbě. = „Věstník ČAZ“, 1927, s. 162-168. — 11. MITSCHERLICH, A.: Über die Dichte der Aussaat. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, 1949, s. 109-110. — 12. MOSOLOV, V. P.: Agrotechnika. Bratislava, 1953. — 13. NÄGEL-GRUMBACH: Meine Erfahrungen mit Dünnsaat und Pflege der Saaten. = „D. L. Pr.“, 1924, s. 159. — 14. OSELEDĚC, P. J.: Pokrokové způsoby seti ozimé pšenice a žita. = „Sov. věda - zemědělství“, 1955, s. 526-530. — 15. RAUM, H.: Ein Dünnsaatversuch. = „Deutsche Landwirt. Presse“, 1925, s. 450-451. — 16. RIEDEL: Neue Aussaatmethoden beim Anbau von Getreide. Mitschurin, 1956 : s. 311-314. — 17. STAERK, E.: Untersuchungen über die Entwicklung von Roggenpflanzen bei verschiedener Saatstärke. = „Pflanzenbau“, 1924/25, s. 293-299. — 18. THOMA, F.: Bericht über Versuche auf dem Gebiete der Getreide-Hackkultur. Fortschritte der Landwirtschaft, 1927, s. 48-51. — 19. WACKER, J.: Saatmengenversuche bei Winterweizen, Winterroggen, Hafer, Raps und einigen anderen Nutzpflanzen. = „Fühling's Landw. Zeitung“, 1, 1922, č. 11, s. 433-455. — 20. WINTER, G.: Dünnsaatversuche mit Roggen. = „Deutsche Landwirtschaftliche Presse“, 1926, s. 397-398, 411. — 21. WUTH, E.: Ergebnisse von Drillmethodenversuchen zu Getreide. = „Die Deutsche Landwirtschaft“, 1957, s. 390-394.

Способы посева озимой ржи при повышенных дозах минеральных удобрений

A. Резюме

В разных почвенно-климатических условиях ЧССР изучалось влияние ширины междурядий и норм высева на урожай озимой ржи при повышенном уровне питательных веществ.

При благоприятных условиях погоды в течение вегетации самые высокие урожаи были собраны при ширине междурядий 15 см. Преимущество такого расстояния особенно очевидно на тяжелых почвах, где узкорядные посевы под влиянием чрезмерной густоты стеблестоя полегают раньше и сильнее, снижая таким образом урожайность колосов (меньший абсолютный вес и меньшее количество зерна в колосе).

На легких почвах в самых высоких местоположениях преимущество междурядий в 14–15 см незначительно или вообще не проявляется, потому что в таких условиях при узкорядном посеве стеблестой не бывает такими густыми, как на тяжелых почвах.

При неблагоприятных атмосферных условиях (засуха в начале развития растений, засуха в период их максимального роста) у ржи применяется узкорядный сев, так как такое расстояние междурядий обеспечивает самые хорошие условия для зимовки и развития продуктивных побегов. На тяжелых почвах преимущество узкорядного сева не столь отчетливо, как на легких. В ходе опытов было установлено, что максимальное количество продуктивных колосов на 1 м² у ржи не должно превышать 480. При большем количестве продуктивности

колосьев настолько снижается, что уменьшению погектарных урожаев не в силах воспрепятствовать даже повышенное количество продуктивных колосьев.

На основе полученных результатов при выращивании ржи с повышенным уровнем питательных веществ можно рекомендовать следующее:

1. На тяжелых почвах соблюдать ширину междурядий в 15 см и норму высева 3—4 млн всхожих зерен/га.

2. На легких суглинках до 500 м н. у. м. соблюдать ширину междурядий в 10,5—15 см с нормой высева 4—5 млн. всхожих зерен/га. У сорта 'Ческа' следует отдавать предпочтение расстоянию 15 см, а у сорта 'Зенит' — 10,5 см.

3. На легких супесках выше 500 м н. у. м. рекомендуется ширина в 10,5 см при норме высева 4—5 млн. всхожих зерен/га, в самых экстремных условиях — 5—6 млн. всхожих зерен/га.

4. В тех областях, где многолетнее (50-летнее) среднее количество осадков в период максимального роста растений (т. е. в мае) меньше 50 мм, (р-н Подборжан, области с песчаными почвами в Южной Моравии и Словакии) и засушливые годы превышают число влажных, оптимальной шириной междурядий у ржи окажется 7,5—10,5 см (узкорядный сев).

Б. Текст к таблицам

I. Структура посева и урожай озимой ржи сорта 'Ческа' в 1958 г. — Кромержиж

II. Структура посева озимой ржи сорта 'Ческа' в 1959 г. — Кромержиж

III. Влияние ширины междурядий и норм высева на урожай зерна и соломы озимой ржи сорта 'Ческа' в 1959 г. — Кромержиж

IV. Структура посева озимой ржи сорта 'Ческа' в 1960 г. — Кромержиж

V. Влияние ширины междурядий и норм высева на урожай зерна и соломы озимой ржи сорта 'Ческа' — в 1960 г. — Кромержиж

VI. Влияние ширины междурядий на урожай зерна озимой ржи (среднее двух норм высева)

VII. Влияние атмосферных и почвенных условий на урожай озимой ржи

Methods of Sowing Winter Rye at Increased Doses of Industrial Fertilizers

A. Summary

Under various climatic conditions of Czechoslovakia studies were conducted on the effect of row-spacing and rates of sowing upon the yield of winter rye at a raised level of nutrients.

The highest yield was obtained with a row-spacing of 15 cm, if weather conditions during vegetation were favourable. The superiority of this distance was particularly obvious in heavy soils, since the seeds planted in closer rows were likely to lodge sooner and more strongly owing to an extremely thick crop; this consequently decreased the yield productivity of the ear (lower absolute weight and number of grains in the ear).

The superiority of row spacing varying from 14 to 15 cm was either very small or none for light soils at the highest situation, since under such conditions planting in closer rows did not result in an extremely thick crop as it did in the case of heavier soils.

Under unfavourable weather conditions (periods of drought at the beginning of plant development and during maximum plant growth), planting in close rows is profitable if rye is grown, since this row-spacing provides the most satisfactory conditions for wintering and the development of productive tillers.

The superiority of sowing in narrower rows in heavier soils is less obvious in comparison with lighter soils. The trials revealed that the maximum number of productive ears per square meter should not exceed 480 in rye. A higher number causes such a decrease in the productivity of the ear that even a higher number of productive ears cannot prevent a decrease of the per hectare yield.

On the basis of the results obtained the following may be recommended for the growing of rye at a higher level of nutrients:

1. in heavy soils a row-spacing of 15 cm and sowing-rates varying from 3 to 4 millions of germ. grains per hectare;

2. in clay-sand soils at 500 m above sea level an approximate row-space ranging between 10.5 and 15 cm at sowing rates varying from 4 to 5 millions of germ. grains per hectare; as to the 'České' variety preference is given to row-spaces of

15 cm, while for the 'Zenit' variety distances of 10,5 cm are found to be more suitable;

3. in light clay-sand soils at 500 m above S.M.L. a row-space of 10.5 cm at sowing rates varying from 4 to 5 millions of germ. grains per hectare; in most extreme conditions 5 to 6 millions;

4. in regions, whose average of precipitations during a maximum plant development (May) is lower than 50 mm for a number of years (50 years), such as the Podbořany region and in those with sandy soils, such as southern Moravia and Slovakia, row-spacing varying from 7.5 to 10.5 cm (if dry years predominate over humid ones) are considered to be most satisfactory.

B. Text to tables

I. Crop structure and yield of winter rye, 'České' variety in 1958 (at Kroměříž)

II. Crop structure of winter rye, 'České' variety, in 1959 (at Kroměříž)

III. Effect of row-spacing and of sowing rates on the yield of grain and straw of the 'České' winter rye variety in 1960 (at Kroměříž)

IV. Crop structure of winter rye, 'České' variety in 1960 (at Kroměříž)

V. Effect of row-spacing and of sowing-rates on the yields of grain and straw in the 'České' winter rye variety in 1960 (at Kroměříž)

VI. Effect of row-spacing on the yield of winter rye (average of two sowing-rates)

VII. Effect of weather and soil conditions on the yield of winter rye

Arten der Aussaat von Winterroggen bei erhöhten Gaben von Handelsdüngern

A. Zusammenfassung

In verschiedenen bodenklimatischen Bedingungen in der ČSSR wurde der Einfluß der Reihenabstände und Aussaatmengen auf den Ertrag des Winterroggens bei einem erhöhten Nährstoffniveau verfolgt.

Bei günstigen Witterungsbedingungen während der Vegetation wird der höchste Ertrag beim Reihenabstand von 15 cm erreicht. Die Überlegenheit dieses Reihenabstandes ist besonders auf schwereren Böden ersichtlich, wo die engere Aussaat durch den Einfluß des überdichteten Bestandes eher und stärker lagert und dadurch die Ertragsfähigkeit der Ähren herabsetzt (niedrigeres Absolutgewicht und niedrigere Anzahl der Körner in der Ähre).

Auf leichteren Böden in den höchsten Lagen ist der Vorteil der Reihen 14 bis 15 cm nur gering, oder verschwindet gänzlich, denn in diesen Bedingungen kommt es bei der engere Aussaat nicht zu einer solchen Überdichtung des Bestandes wie auf den schwereren Böden.

Bei ungünstigen Witterungsbedingungen (Trockenheit am Anfang der Pflanzenentwicklung, Trockenheit in der Zeit des maximalen Pflanzenwuchses) macht sich bei der Roggenzüchtung die Überlegenheit der engere Aussaat geltend, da sie bei diesem Reihenabstand die günstigsten Bedingungen zur Überwinterung und Entwicklung der produktiven Triebe sind. Auf schwereren Böden ist die Überlegenheit der engere Aussaat weniger ausdrucksvoll als auf den leichteren Böden.

Bei den Versuchen wurde festgestellt, daß die maximale Anzahl der produktiven Ähren auf 1 m² bei Roggen nicht höher sein sollte als 480. Bei einer höheren Anzahl kommt es zu einer solchen Herabsetzung der Ährenproduktivität, daß nicht einmal eine höhere Anzahl von produktiven Ähren die Herabsetzung des Hektarertrages verhindern kann.

Auf Grund der Erzielten Ergebnisse kann zur Roggenzüchtung bei einem höheren Nährstoffniveau folgendes empfohlen werden:

1. Auf schwereren Böden ein Reihenabstand von 15 cm und eine Aussaatmenge 3—4 Mil. keimfähiger Körner/ha.

2. Auf sandiglehmigen Böden bis zu einer Meereshöhe von 500 m Reihenabstand 10,5—15 cm, bei der Aussaatmenge 4—5 Mil. keimfähiger Körner/ha. Bei der sorte 'České' geben wir den Reihen von 15 cm Vorzug, bei 'Zenit' 10,5 cm.

3. Auf leichten lehmigsandigen Böden in einer Meereshöhe über 500 m Reihenabstand 10,5 cm bei der Aussaatmenge 4—5 Mil. keimfähiger Körner/ha, in den extremsten Bedingungen 5—6 Mil. keimfähiger Körner/ha.

4. In den Gebieten, wo ein mehrjähriger (50-jähriger) Durchschnitt von Niederschlägen in der Zeit des maximalen Pflanzenwuchses (d. h. im Mai) niedriger ist als 50 mm (in Podbořany, im Gebiet mit sandigen Böden in Südmähren und der

Slowakei) kann vorausgesetzt werden (überwiegen die trockenen Jahre die feuchten), daß der geeignetste Reihenabstand für die Roggenpflanzung die engere Aussaat 7,5—10,5 cm wäre.

B. Text zu den Tafeln

- I. Bestandesstruktur und der Ertrag des Winterroggens Sorte 'České' im Jahre 1958 — Kroměříž
- II. Bestandesstruktur des Winterroggens Sorte 'České' im Jahre 1959 — Kroměříž
- III. Einfluß des Reihenabstandes und der Aussaatmenge auf den Körner- und Strohertrag des Winterroggens der Sorte 'České' im Jahre 1959 — Kroměříž
- IV. Bestandesstruktur des Winterroggens Sorte 'České' im Jahre 1960 — Kroměříž
- V. Einfluß des Reihenabstandes und der Aussaatmenge auf den Körner- und Strohertrag des Winterroggens der Sorte 'České' im Jahre 1960 — Kroměříž
- VI. Einfluß der Reihenabstände auf den Körnerertrag des Winterroggens (Durchschnitt von zwei Aussaatmengen)
- VII. Einfluß der Witterungs- und Bodenbedingungen auf den Ertrag des Winterroggens

Adresa autora:

Ing. Lubomír U l m a n n, CSc., Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

■ Jak vyplývá z přehledu literatury (V r k o č 1964), víceleté píce výrazně ovlivňují fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy a tím i růst, výnosy a kvalitu následných plodin. Významné postavení mají v tomto směru víceleté leguminózy, které pomocí rhizobií v hlízkách na kořenech poutají ovzdušný dusík a zanechávají v půdě více humusotvorných látek a živin než jiné skupiny plodin. Jejich biologicko-fyzikální funkce v našich půdách může být za současného stavu vědy a techniky jen těžko nahrazena vysokými dávkami průmyslových hnojiv, moderními způsoby zpracování půdy apod.

Z hlediska následného působení víceletých píce má rozhodující význam rychlost rozkladu jejich kořenové hmoty, ovlivňovaná především poměrem C : N. Většina autorů se shoduje v tom, že čím je tento poměr užší, tím rychleji probíhá rozklad organické hmoty v půdě (nejrychleji při poměru užším než 20–25 : 1) i uvolňování živin, zejména dusíku pro výživu následné plodiny. Barrow (1960) dokonce uvádí, že mineralizace dusíku může proběhnout pouze v případě poměru C : N 5 : 1.

Při širokém poměru C : N (např. při rozkladu slámy, kořenové hmoty trav apod.) nepostačuje dusík z organického materiálu ani pro tvorbu bioplazmy mikrobů, takže jej odnímají přechodně z půdy a používají jej při rozkladu. K jeho uvolnění dochází až za určitou dobu, což má zpravidla za následek zpomalení růstu a snížení výnosu první následné plodiny. Dusíkem z průmyslových hnojiv lze tento stav jen těžko odstranit.

Poměr C : N v kořenové hmotě většiny druhů jetelovin činí 15–25 : 1. Její rozklad probíhá prakticky bez odebrání dusíku z půdy za předpokladu, že nebyly sety s travami, které mají v kořenové hmotě širší poměr C : N.

METODIKA

Pokusy byly konány v Mitscherlichových nádobách ve vegetační síti v Ruzyni v letech 1961–1963. Při jejich zakládání, ošetřování a sklizni bylo postupováno podle obecných zásad nádobových pokusů. Nádoby byly naplněny směsí zeminy (jemnozlem 2 mm) a písku (do 5 mm). Zemina byla použita ze 3 stanovišť (Líbeznice, okres Mělník, Lukavec, okres Pelhřimov a Ruzyně). Bližší údaje jsou uvedeny v tabulce I.

Před zasetím následné plodiny byla do zeminy v nádobách promíchána jemně rozemletá kořenová hmota víceletých píce — vojtěšky, jetele červeného a směsí kulturních trav (částice asi do 1 mm, usušené při 90 °C) v různém poměru, jak vyplývá z tabulek II, III a IV. Pro výpočet přidávaného množství kořenové hmoty do nádoby byl vzat za základ dvojnásobek průměrného množství, které zanechávají použité pícniny v polních podmínkách na 1 kg zeminy.

I. Základní údaje o nádobových pokusech v jednotlivých letech

	1961/62	1962		1963
Stanoviště	Líbeznice, okr. Mělník	Ruzyně – větroslam	Lukavec, okr. Pelhřimov	Ruzyně – zahradka
Půdní druh	hlinitá	jílovito- hlinitá	hlinitá	jílovito- hlinitá
Půdní typ	degrad. černozem	černozemě	hnědá půda	černozemě
P ₂ O ₅ – Egner mg/100 g půdy	20,00	27,90	10,00	23,23
K ₂ O – Schachtschabel mg/100 g půdy	12,5	21,00	48,30	19,01
CaCO ₃ %	stopy	0,63	stopy	0,29
N vešk. %	0,15	0,15	0,12	0,15
C %	1,48	1,27	1,77	1,50
pH	7,05	7,04	6,03	6,89
1. následná plodina	oz. pšenice	oves	oves	oves
podíl zeminy kg/nád.	4,5	4,5	4,5	4,5
podíl písku kg/nád.	1,5	1,5	1,5	1,5
počet opakování	4	4	4	4
počet rostlin	20	25	25	33
zaseto dne	6. 10.	30. 5.	30. 5.	28. 4.
sklizeno dne	10. 8.	17. 9.	17. 9.	8. 8.
2. následná plodina	oves	hořčice s.	hořčice s.	hořčice s.
počet rostlin	25	25	25	30
zaseto dne	10. 8.	17. 9.	17. 9.	1. 8.
sklizeno dne	14. 11.	2. 11.	2. 11.	25. 9.

V nádobovém pokusu v roce 1963 byly navíc před zasetím následné plodiny dodány do nádob též hlavní živiny: N (NH₄NO₃), P₂O₅ (výluh superfosfátu) a K₂O (KCl).

Setí následné plodiny bylo provedeno týž den a zasetá semena byla přikryta vrstvou písku 0,5 kg/nádobu. Po vzejití byl ve všech nádobách snížen počet rostlin. Nádobky byly denně zalévány. Jednou týdně byla kontrolována jejich váha, aby odpovídala nasycení zeminy na 60 % vodní kapacity. Při sklizni byl zjišťován výnos zrna event. zelené a suché hmoty. Později byly provedeny mechanické a technologické rozborů rostlin (odd. chemie ÚVÚRV).

Ve všech pokusech byla po sklizni první následné plodiny hodnocena v témže roce ještě druhá následná plodina.

VÝSLEDKY

Jak vyplývá z tabulky II, u ozimé pšenice (první následné plodiny v roce 1961) byla zjištěna průkazná deprese výnosu zrna se stoupajícím podílem kořenové hmoty trav. Absolutní množství kořenové hmoty víceletých pícnin dodané do nádoby nebylo pro výnos následné plodiny tak významné jako poměr ko-

II. Schéma nádobového pokusu v r. 1961/62 (zemina z Líbeznice) a výnosové výsledky

Va- rianta	Kořenová hmota/nádoba				Výnosy g/nádoba			
					1. následná plodina ozimá pšenice		2. následná plodina oves	
	vojtěška g	trávy g	N/g	C : N	zrno	suchá hmota rostlin	zelená hmota rostlin	suchá hmota rostlin
1	12,30	—	0,229	18,9	10,22	20,50	33,84	7,34
2	10,78	1,54	0,223	19,8	9,36	17,25	32,66	7,62
3	7,70	4,62	0,210	21,1	9,16	17,25	35,34	7,42
4	4,62	7,70	0,197	22,8	8,02	15,75	35,70	7,53
5	1,54	10,78	0,184	24,7	7,15	16,50	33,37	7,07
6	—	12,30	0,177	25,8	6,30	16,00	32,96	7,42
7	6,15	—	0,114	19,8	9,34	19,80	33,01	7,06
8	4,62	1,54	0,108	20,3	8,51	18,80	30,82	7,21
9	1,54	4,62	0,096	23,5	7,34	19,62	25,64	5,19
10	—	6,15	0,089	25,7	6,36	14,93	30,49	7,89
11	—	—	—	—	6,17	16,00	32,89	7,20
Minimální statisticky			0,10		0,96	1,56	4,04	1,02
významná difference			0,05		1,15	1,88	4,86	1,22
při P =			0,01		1,56	2,54	6,56	1,65

Kořenová hmota vojtěšky

35,16 % C + 1,86 % N; C : N = 18,9

Kořenová hmota trav

37,20 % C + 1,44 % N; C : N = 25,8

řetěhové hmoty jeteloviny a trávy. Nejnižší výnosy zrna byly dosaženy na var. 6 a 9 s kořenovou hmotou trav, jakož i na kontrole (var. 11). Podobně tomu bylo i u suché hmoty rostlin, kde však hodnoty více kolísaly. Zmíněné relace mezi jednotlivými variantami byly zjištěny i ve výškách rostlin, počtu a váze zrn z jednoho klasu. Absolutní váha zrna se zvyšovala se stoupajícím podílem kořenové hmoty trav v nádobě, zatímco procento suchého lepku vykazovalo tendenci opačnou.

U druhé následné plodiny — ovsa (sklizen na zeleno) se rozdíl mezi jednotlivými variantami již značně vyrovnaly a průkazně se od kontroly téměř neodlišily. Pouze na var. 9 s vyšším podílem kořenové hmoty trav byly zjištěny statisticky významně nižší hodnoty v porovnání s ostatními variantami.

V dalším nádobovém pokusu v roce 1962 (tab. III) byla použita zemina z Ruzyně (přidávána kořenová hmota vojtěšky a trav) a z Lukavce (s aplikací kořenové hmoty jetele červeného a trav). Shodně s výsledky předchozího nádobového pokusu byla zjištěna u zeminy z Lukavce průkazná, zvyšující se deprese výnosů zrna první následné plodiny (ovsa) se stoupajícím podílem kořenové hmoty trav v nádobách. Na var. 7—10 s nižším absolutním množstvím trav nebyla zmíněná tendence již tak výrazná. Podobně tomu bylo i u suché hmoty rostlin. Výsledky botanických a technologických rozborů byly totožné s výsledky

III. Schéma nádobových pokusů v r. 1962 a výnosové výsledky

Původ zeminy	Varianta	Kořenová hmota/nádobu					Výnosy g/nádobu		
							1. následná plodina oves		2. násl. plod. hořčice s.
		vojtěška g	jetel červený g	trávy g	N/g	C : N	zrno	suchá hmota rostlin	suchá hmota rostlin
Lukavec	1	—	12,30	—	0,287	14,7	14,34	31,17	3,32
	2	—	10,78	1,54	0,273	15,6	12,84	29,00	3,13
	3	—	7,70	4,62	0,246	17,7	11,83	27,12	2,72
	4	—	4,62	7,70	0,219	20,3	10,30	23,50	3,06
	5	—	1,54	10,78	0,191	23,7	9,24	23,75	2,84
	6	—	—	12,30	0,177	25,8	9,23	20,85	2,55
	7	—	6,15	—	0,143	14,7	13,07	27,62	2,53
	8	—	4,62	1,54	0,130	16,6	12,62	28,50	2,57
	9	—	1,54	4,62	0,103	21,8	11,14	24,25	2,65
	10	—	—	6,15	0,089	25,7	12,23	27,05	2,90
	11	—	—	—	—	—	12,95	28,57	2,75
Minimální statisticky významná difference při P =					0,10		1,09	2,52	0,53
					0,05		1,31	3,02	0,63
					0,01		1,76	4,08	0,85
Ruzyně	1	12,30	—	—	0,229	18,9	13,85	30,82	2,20
	2	10,78	—	1,54	0,223	19,6	14,01	32,10	2,12
	3	6,15	—	—	0,114	19,0	12,96	28,22	1,25
	4	4,62	—	1,54	0,108	20,3	13,34	29,20	1,60
	5	—	—	—	—	—	13,67	27,87	1,29
Minimální statisticky významná difference při P =					0,10		3,51	1,10	0,50
					0,05		4,29	1,35	0,61
					0,01		6,03	1,90	0,86

Kořenová hmota vojtěšky

= 35,16 % C + 1,86 % N; C : N = 18,9

Kořenová hmota jetele červ.

= 34,20 % C + 2,33 % N; C : N = 14,7

Kořenová hmota trav

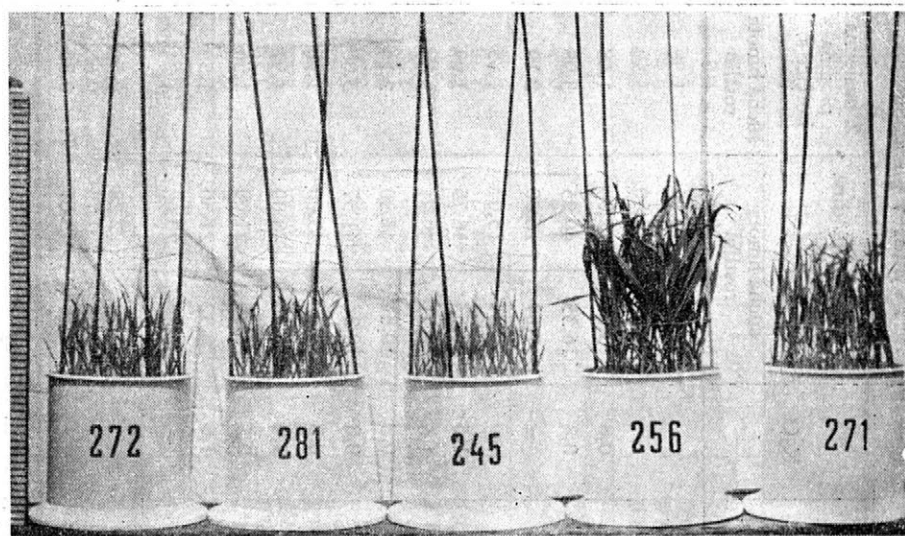
= 37,20 % C + 1,44 % N; C : N = 25,8

IV. Schéma nádobového pokusu v r. 1963 a výnosové výsledky

Varianta	Kombinace	Živiny g/nádobu							Výnosy v g/nádobu		
		N					P ₂ O ₅	K ₂ O	1. následná plodina oves		2. následná plodina hořčice s.
		miner.	v kořenové hmotě			celkem			suchá hmota rostlin	suchá hmota rostlin	
			vojtěšky	jetele č.	trav						
1	N ₁	—	0,6	—	—	0,6	—	—	5,47	14,25	1,58
2	N ₁ P ₁	—	0,6	—	—	0,6	0,5	—	6,06	13,00	1,90
3	N ₁ P ₁ K ₁	—	0,6	—	—	0,6	0,5	0,8	5,09	12,00	1,68
4	N ₂ P ₁ K ₁	0,6	0,6	—	—	1,2	0,5	0,8	16,35	40,25	3,98
5	N ₂	—	1,2	—	—	1,2	—	—	7,69	16,00	2,19
6	N ₂ 2	—	1,2	—	—	1,2	1,0	—	7,84	15,00	1,85
7	N ₂ P ₂ K ₂	—	1,2	—	—	1,2	1,0	1,6	8,53	16,75	1,09
8	N ₃ P ₂ K ₂	0,6	1,2	—	—	1,8	1,0	1,6	17,71	38,81	5,59
9	N ₂ P ₁ K ₁	0,6	—	—	0,6	1,2	0,5	0,8	20,81	42,30	2,14
10	N ₂ P ₁ K ₁	0,6	—	0,6	—	1,2	0,5	0,8	19,38	41,57	3,08
11	N ₁ P ₁ K ₁	0,6	—	—	—	0,6	0,5	0,8	17,70	45,00	1,96
12	N ₂ P ₂ K ₂	1,2	—	—	—	1,2	1,0	1,6	21,30	48,00	4,57
13	P ₁ K ₁	—	—	—	—	—	0,5	0,8	8,85	21,00	1,56
14	P ₂ K ₂	—	—	—	—	—	1,0	1,6	8,32	21,50	1,59
15	O (K)	—	—	—	—	—	—	—	8,38	20,00	1,24
Minimální statisticky							0,10		6,32	2,28	0,54
významná diference při P =							0,05		7,60	2,75	0,65
							0,01		10,15	3,67	0,86

Kořenová hmota vojtěšky
jetele č.
trav

(obs. 1,62 % N; C : N = 22,57); 0,6 g N = 37 g kořen. hmoty
(obs. 2,33 % N; C : N = 14,68); 0,6 g N = 26 g kořen. hmoty
(obs. 1,33 % N; C : N = 28,83); 0,6 g N = 45 g kořen. hmoty



1. Pokus v roce 1963 (zemina z Ruzyně) — stav 6. 6. 1963 (Foto J. Píšová)

č. nádoby 272 — 0,6 g N org. (v kořenové hmotě vojtěšky)

281 — 0,6 g N org. (v kořenové hmotě vojtěšky) + 0,5 g P_2O_5

245 — 0,6 g N org. (v kořenové hmotě vojtěšky) + 0,5 g P_2O_5
+ 0,8 g K_2O

256 — 1,2 g N ($\frac{1}{2}$ org. v kořenové hmotě vojtěšky + $\frac{1}{2}$ miner.)
+ 0,5 g P_2O_5 + 0,8 g K_2O

271 — kontrola

u pšenice. S vyšším podílem kořenové hmoty jetele červeného v nádobách se zvyšovala délka rostlin, počet a váha zrn v klase i obsahu dusíku v zrně; absolutní váha zrna se naopak snižovala.

U ruzyňské zeminy byly hodnoceny pouze varianty s malým podílem kořenové hmoty trav, odpovídající zhruba vojtěškotravním směskám 85—95 : 15—5 v polních podmínkách. Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami nebyly zjištěny. Také výnosy druhé následné plodiny (hořčice seté) se podle jednotlivých variant již prakticky nelišily.

V roce 1963 v nádobovém pokusu s ruzyňskou zeminou (tab. IV) byly nejvyšší výnosy zrna první následné plodiny (ovsa) na var. 4 a 8—12, kde kromě organického dusíku (v kořenové hmotě pícnin) byl aplikován dusík minerální. Varianty s přidáním dusíkem organickým (N_1 N_2) daly většinou statisticky významně nižší výnosy zrna v porovnání s variantami, v nichž bylo stejné množství dusíku aplikováno v minerální formě. Přídavek dalších živin — P_2O_5 a K_2O se na výnosech neprojevil. Výnosy suché hmoty první následné plodiny byly téměř shodné s výnosy zrna. Rozdíly mezi jednotlivými variantami byly v tomto pokusu velmi výrazné a mezi sebou vesměs vysocce statisticky významné. Výnosům zrna i suché hmoty po jednotlivých variantách odpovídala i výška rostlin a počet a váha zrn v jednom klasu. Minerální dusík podstatně zvyšoval procento dusíku v zrně; nižší hodnoty byly nalezeny na variantách s aplikovaným dusíkem organickým a nejnižší na variantách bez dusíku (var. 13—15). Absolutní váha zrna se však po těchto variantách zvyšovala, nejvyšší byla na kontrole.

Výnosy druhé následné plodiny (hořčice seté) byly již značně variabilní. Rozdíly ve výnosech variant s aplikovaným dusíkem organickým nebo minerálním se poněkud vyrovnaly.

DISKUSE

Výsledky polních pokusů u nás i v zahraničí (např. Černý, Kotouč, Belza 1961, Simon 1958, Vrkoč, Strnad, Křišťan, Černý 1965 aj.) ukázaly, že vyšší podíl trav v jetelovinotravních směskách působí zpravidla depresivně na výši výnosu první následné plodiny v důsledku širšího poměru C:N v kořenové hmotě trav. Převládaly-li ve směsce jeteloviny, její působení se blížilo více jetelovinám, po nichž bylo u první následné plodiny dosaženo vyšších výnosů. U druhé následné plodiny byly výnosy většinou stejné nebo vyšší po jetelovinotravních směskách v porovnání s výnosy po jetelovinách.

Podobně tomu bylo i v provedených nádobových pokusech, které doplnily a zpřesnily některé poznatky zjištěné v našich dřívějších polních pokusech (Černý, Kotouč, Belza 1961, Vrkoč, Strnad, Křišťan, Černý 1965). Významné bylo zjištění výnosové deprese první následné plodiny již při aplikaci malého množství hmoty trav ve směsi s jetelovinou při použití málo úrodné půdy z Lukavce. Nacpak u ruzyňské půdy se tato deprese vzhledem k její vyšší úrodnosti neprojevila.

Minerální dusík působil na výnos následné plodiny mnohem výrazněji než dusík organický aplikovaný v kořenové hmotě různých druhů víceletých pícnin, i když se vzhledem k úzkému poměru C:N a příznivým tepelným a vlhkostním poměrům v nádobách rozkládala poměrně dobře s rychlým uvolňováním přijatelného dusíku. Tato skutečnost jen potvrzuje nutnost včasné zaorávky víceletých pícnin a vhodných dávek dusíkatých průmyslových hnojiv pro výnos následné plodiny i v případě, je-li zařazena po čisté jetelovině. Maximální výnos následné plodiny může být proto dosažen součinností obou forem dusíku.

Přídavek dalších živin — P_2O_5 a K_2O — mineralizaci kořenové hmoty zřejmě neovlivnil vzhledem k vysoké zásobě těchto živin v půdách v Ruzyni.

Výsledky bylo prokázáno, že poměr C:N v kořenové hmotě je pro výnos následné plodiny podstatně důležitější než kvantitativní množství kořenové hmoty, popřípadě absolutní množství dusíku v ní obsažené, které ovlivnilo výnosy následných plodin v našich pokusech jen nepatrně. K podobným výsledkům došli např. i Simon, Eich, Zajonz (1957) a Černý, Kotouč, Belza (1961).

Ze sledování též vyplynulo (viz obr. 1), že při rozkladu kořenové hmoty jetelovin s příznivým poměrem C:N nastává přechodně v počátečním období růstu také biologická fixace dusíku, což se projevilo jen málo zřetelnými rozdíly mezi výnosy na kontrole a variantami s kořenovou hmotou jetelovin. K jeho uvolnění došlo až za určitou dobu, což velmi dobře indikovalo zbarvení porostu následné rostliny. Tato skutečnost jen potvrzuje důležitost zaorávky jetelovin nejméně 3–4 týdny před setím následné ozimé obiloviny.

Závěrem lze shrnout a potvrdit výsledky ověřené zemědělskou praxí, které vyzdvihují leguminózy jako plodiny s vhodným chemickým složením, umožňující rychlý rozklad a uvolňování dusíku ve značné míře i pro plodiny následné. Lze proto předpokládat, že přes stále širší používání průmyslových hnojiv budeme ještě dlouhá léta využívat všech zdrojů dusíku — z průmyslových a statkových hnojiv i dusíku získaného biologickou cestou.

SOUHRN

V Ústředním výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze 6 — Ruzyni byly v letech 1961—1963 konány vegetační nádobové pokusy, v nichž byl hodnocen vliv kořenové hmoty víceletých pícnin na růst, výnosy a kvalitu následných plodin při použití různých zemín. Z pokusů vyplynuly tyto závěry:

1. Poměr C : N v kořenové hmotě různých druhů víceletých pícnin byl pro výnos následné plodiny podstatně důležitější než kvantitativní množství kořenové hmoty, popřípadě absolutní množství dusíku v ní obsažené.

2. Se stoupající příměsí kořenové hmoty trav v kořenové hmotě jeteloviny se snižovaly výnosy první následné plodiny vlivem širšího poměru C : N v kořenové hmotě trav. Její nízký podíl, odpovídající jetelotravním směskám 85—95 : 15—5 v polních podmínkách se projevil výnosovou depresí první následné plodiny zřetelněji u půdy s nižší přirozenou úrodností.

3. Dusík aplikovaný v minerální formě působil na výnosy následné plodiny podstatně výrazněji než stejné množství dusíku organického v kořenové hmotě víceletých pícnin. Nejvyšší výnosy byly dosaženy na variantách, kde byl aplikován dusík minerální i organický. Přídavek dalších minerálních živin — P_2O_5 a K_2O při použití půdy s vyšší přirozenou úrodností rychlost rozkladu kořenové hmoty víceletých pícnin významně neovlivnil.

4. Absolutní váha zrna se stoupajícím podílem kořenové hmoty trav se nepatrně zvyšovala (nejvyšší byla na kontrole), zatímco procento dusíku v zrně vykazovalo tendenci opačnou. Minerální dusík zvyšoval procento dusíku v zrně výrazněji než dusík organický.

Došlo dne 29. 4. 1966

Literatura

1. BARROW, N. J.: The effects of varying the nitrogen, sulphur and phosphorus content of organic matter on its decomposition. = „Austr. J. Agric. Res.“, 11, 1960, č. 3, s. 317-330. — 2. ČERNÝ, V. - PRUGAR, J.: Vliv víceletých pícnin na některé technologické vlastnosti následných plodin. = „Vědecké práce VÚRV“, 1960, č. 5, s. 79-83. — 3. ČERNÝ, V. - KOTOUC, M. - BELZA, J.: Vliv jetelovin, trav a jejich směsek na výnosy následných plodin. = „Rostlinná výroba“, 7, 1961, č. 9, s. 1221-1232. — 4. HUDCOVÁ, O. - APLTAUER, J.: Vliv složení organické hmoty rostlin zeleného hnojení na tvorbu CO_2 a uvolňování amoniakálního a nitrátového dusíku. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965, č. 2, s. 151-160. — 5. PÄTZOLD, H.: Dreijährige Untersuchungen über die Nachfruchtwirkung von Rotklee, Gräsern und Klee-grasgemischen. = „Z. Acker- u. Pfl. Bau“, sv. 105, 1958, č. 1, s. 50-61. — 6. SIMON, W. - EICH, D. - ZAJONZ, A.: Vorläufiger Bericht über Beziehungen zwischen Wurzelmenge und Vorfruchtwert bei verschiedenen Klee- u. Grasarten alle Hauptfrucht auf leichten Böden. = „Z. Acker- u. Pfl. Bau“, sv. 104, 1957, č. 1, s. 71-88. — 7. ŠIMON, J.: Poznatky z pokusů s osevními sledy polních plodin v travoplných osevních postupech. = „Soustava základních agrotechnických opatření v rostlinné výrobě“, 1958, kap. II, s. 16-39, SZN Praha. — 8. VRKOČ, F.: Následné působení vikvovitých rostlin v osevních postupech. = Studijní informace ÚVTI, ř. „Rostlinná výroba“, 1964, č. 1, s. 1-50. — 9. VRKOČ, F. - STRNAD, P. - KRISTAN, F. - ČERNÝ, V.: Příspěvek ke zjištění vlivu víceletých pícnin na výnosy následných plodin. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965, č. 2, s. 477-488. — 10. VRKOČ, F.: Příspěvek ke zjištění vlivu leguminóz na výnosy následných plodin. = Kandidátská disertační práce. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1966.

Влияние корневой массы многолетних кормовых трав на урожай и качество последующих культур

A. Заключение

В 1961—1965 гг. в Центральном научно-исследовательском институте растениеводства в Праге-Ружыни производились опыты в вегетационных сосудах, при которых оценивалось

влияние корневой массы кормовых трав на рост, урожай и качество последующих культур на различных грунтах. Из опытов вытекают следующие заключения:

1. Отношение C : N в корневой массе различных видов многолетних кормовых трав имело для урожая последующей культуры гораздо более важное значение, чем количество корневой массы или же абсолютное количество содержащегося в ней азота.

2. При увеличении примеси корневой массы злаков в корневой массе бобовых урожая первой последующей культуры снижались под влиянием более широкого отношения C : N в корневой массе злаков. Ее низкая доля, отвечающая бобово-злаковым травосмесям 85—95 : 15—5 проявлялась в полевых условиях снижением урожая первой последующей культуры отчетливее на почвах с меньшим естественным плодородием.

3. Азот, внесенный в минеральной форме, оказывал на урожай последующей культуры значительно более отчетливое действие, чем такое же количество органического азота в корневой массе многолетних кормовых. Самые высокие урожаи были достигнуты при вариантах с применением минерального и органического азота. Добавление дальнейших минеральных питательных веществ — P_2O_5 и K_2O — при использовании почвы с большим естественным плодородием не оказало значительного влияния на быстроту разложения корневой массы многолетних кормовых.

4. С увеличением доли корневой массы злаков абсолютный вес зерна повышается только незначительно (этот вес был самым высоким в контроле), тогда как процентная доля азота в зерне имела обратную тенденцию. Минеральный азот увеличивал процентную долю азота более отчетливо, чем органический азот.

Б. Текст к таблицам

I. Основные данные об опытах в вегетационных сосудах по отдельным годам

II. Схема опыта в вегетационных сосудах в 1961/62 г. (грунт из Либезниц) и полученные урожаи

III. Схема опыта в вегетационных сосудах в 1962 г. и полученные урожаи

IV. Схема опыта в вегетационных сосудах в 1963 г. и полученные урожаи

The Influence of the Root Substance of Perennial Fodder Crops on the Yields and Quality of Subsequent Crops

A. Summary

At the Central Research Institute of Crop Production at Prague-Ruzyně vegetation pot tests were carried out in the years 1961—1963 for an evaluation of the influence of the root substance of perennial fodder crops on the growth, yields, and quality of subsequent crops in the case of an application of different soils. From the experiments the following conclusions were drawn:

1. The C : N ratio in the root substance of different kinds of perennial fodder crops was substantially more important for the yield of the following crop than was the quantity of root substance or the absolute quantity of N contained in it.

2. Together with an increasing admixture of the root substance of grasses in the root substance of clovers the yields of the first following crop decreased in consequence of the broader C : N ratio in the root substance of grasses. Its low proportion, corresponding to clover-grass mixtures of 85—95 : 15—5 under field conditions, resulted in a yield depression of the first subsequent crop more distinctly in soil with lower natural fertility.

3. Nitrogen applied in mineral form influenced the yield of the following crop much more distinctly than did the same quantity of organic nitrogen in the root substance of perennial fodder crops. The highest yields were obtained in variants in which both mineral and organic nitrogen was applied. A supplement of further mineral nutrients — P_2O_5 and K_2O — to soil with higher natural fertility did not significantly influence the rate of the decomposition of the root substance of perennial fodder crops.

4. Together with a rising proportion of the root substance of grasses the absolute weight of grain increased only insignificantly (it was highest in the control), whereas the percentage of nitrogen in the grain showed an opposite tendency. Mineral nitrogen increased the percentage of nitrogen in the grain more distinctly than did organic nitrogen.

B. Text to tables

- I. Basic data on the pot tests performed in the individual years
- II. A scheme of the pot test carried out in 1961/1962 (earth from Libeznice) and the yields obtained
- III. A scheme of pot tests carried out in 1962 and the yields obtained
- IV. A scheme of a pot test carried out in 1963 and the yield obtained

Einwirkung der Wurzelmasse mehrjähriger Futterpflanzen auf die Erträge und Qualität der Folgefrüchte

A. Zusammenfassung

Im Zentralforschungsinstitut für pflanzliche Produktion Prag-Ruzyně wurden in den Jahren 1961 bis 1963 Vegetationsgefäßversuche durchgeführt, in denen der Einfluß der Wurzelmasse mehrjähriger Futterpflanzen auf das Wachstum, die Erträge und die Qualität der Nachfrüchte bei der Verwendung verschiedener Böden gewertet wurde. Aus den Versuchen ergaben sich nachstehende Schlüsse:

1. Das C:N-Verhältnis in der Wurzelmasse verschiedener Arten mehrjähriger Futterpflanzen war für den Ertrag der Nachfrucht wesentlich wichtiger als die quantitative Menge der Wurzelmasse, gegebenenfalls die absolute in ihr enthaltene Stickstoffmenge.

2. Mit zunehmender Beimengung der Wurzelmasse von Gräsern in der Wurzelmasse von Kleearten senkte sich infolge des breiteren C:N-Verhältnisses in der Wurzelmasse der Gräser der Ertrag der ersten Nachfrucht. Ihr niedriger Anteil, der Klee-Grasgemischen im Verhältnis 85 bis 95 : 15 bis 5 in Feldbedingungen entspricht, zeigte sich durch eine Ertragsdepression der ersten Nachfrucht deutlicher bei Böden mit einer niedrigeren natürlichen Fruchtbarkeit.

3. In mineralischer Form ausgebrachter Stickstoff wirkte auf die Erträge der Nachfrucht wesentlich ausgeprägter als die gleiche Menge organischen Stickstoffs in der Wurzelsubstanz der mehrjährigen Futterpflanzen. Die höchsten Erträge wurden bei diesen Varianten erreicht, wo mineralischer und organischer Stickstoff angewendet wurde. Bei der Verwendung von Böden mit einer höheren natürlichen Fruchtbarkeit wurde die Zersetzungsgeschwindigkeit der Wurzelmasse der mehrjährigen Futterpflanzen durch einen Zusatz weiterer mineralischer Nährstoffe – P_2O_5 und K_2O – nicht wesentlich beeinflusst.

4. Das Tausendkorngewicht nahm mit steigendem Anteil der Wurzelsubstanz der Gräser unwesentlich zu (am höchsten war es bei der Kontrolle), während der prozentuelle Stickstoffgehalt der Körner eine umgekehrte Tendenz zeigte. Mineralischer Stickstoff erhöhte den prozentuellen Stickstoffanteil im Korn ausgeprägter als organischer Stickstoff.

B. Text zu den Tafeln

- I. Grundangaben über die Gefäßversuche in den einzelnen Jahren
- II. Schema des Gefäßversuchs im Jahre 1961/62 (Boden aus Libeznice) und Ertragsergebnisse
- III. Schema der Gefäßversuche im Jahre 1962 und Ertragsergebnisse
- IV. Schema der Gefäßversuche im Jahre 1962 und Ertragsergebnisse

Adresa autora:

Ing. František Vrkoč, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

■ Dosáhli jsme a překročili dávku 100 kg čistých živin na hektar zemědělské půdy. V nejbližší době vyvstane velmi aktuální otázka: jaké dávky hnojiv jsou v jednotlivých závodech, okresech a výrobních oblastech pro jednotlivé kultury ekonomicky nejvýhodnější? Cílem tohoto příspěvku je upozornit na matematicko-statistickou metodiku, která umožňuje exaktní vyhodnocení výsledků se stupňovanými dávkami průmyslových hnojiv z tohoto hlediska.

MATEMATICKÉ VYJÁDRĚNÍ VÝNOSOVÝCH KŘIVEK

Je všeobecně známo, že při stupňování dávek průmyslových hnojiv za daných klimatických a půdních podmínek výnosy jednotlivých kultur nejdříve rychle, pak pomaleji rostou a po dosažení určitého nejvyššího výnosu opět klesají. Tuto závislost lze graficky vyjádřit výnosovou křivkou a popsat různými rovnicemi.

Pro matematické vyjádření výnosové křivky navrhl Mitscherlich (1954) rovnice:

v prvním přiblížení $Y = A \cdot (1 - 10^{cx})$

v druhém přiblížení $Y = A \cdot (1 - 10^{cx}) \cdot 10^{-kx^2}$

kde A = nejvyšší za daných podmínek dosažitelný výnos

Y = výnos

x = dávka hnojiva

c = součinitel účinnosti (Wirkungsfaktor)

k = součinitel poškození (Schädigungsfaktor)

Byly navrženy i složitější rovnice, které uvádí Duchon (1962) a které přesněji vystihují průběh výnosové křivky v široké oblasti dávek hnojiv.

Pro agronomickou praxi je ovšem zajímavá jenom ta část výnosové křivky, která zahrnuje okolí nejvyšších výnosů, a to zejména vzestupnou stranu výnosové křivky. Prohlédneme-li některé výnosové křivky, např. uváděné Duchonem (1962), snadno seznáme, že v okolí naturálního optima jsou velmi často symetrické. Jestliže nás nezajímá část výnosové křivky příslušející velmi nízkým dávkám hnojiv, ani ta část, kde výnosy již silně klesají v důsledku předávkování hnojiva, můžeme prakticky zajímavou část křivky nahradit parabolou, které přísluší rovnice:

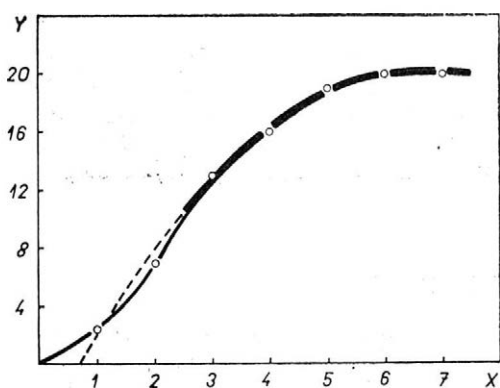
$$Y = ax^2 + bx + c$$

nebo $y = ax^2 + bx$

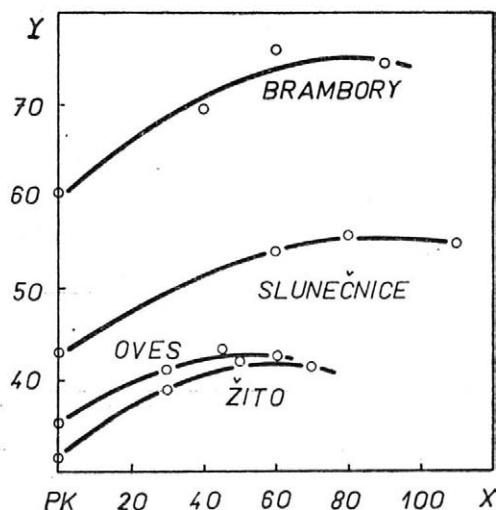
kde Y = výnos kultury v q/ha
 y = přírůstek výnosu v q/ha
 x = dávka hnojiva v kg/ha
 a = součinitel poškození
 b = součinitel účinnosti
 c = výnos na nehnojeném pozemku

Nahrazení prakticky zajímavé části výnosové křivky parabolou je znázorněno na grafu č. 1. Výnosová křivka přírůstků, sestavená podle údajů, které uvádí Duchoň (1962, 99), má v celém rozmezí pokusných hodnot dutovypuklý tvar. V intervalu dávek 3–7 q síranu amonného sleduje průběh pokusných výsledků velmi dobře silně vytaženou parabolou, které přísluší rovnice:

$$y = -0,565x^2 + 7,54x - 4,93$$



1. Výnosová křivka přírůstků obilí v závislosti na dávkách síranu amonného
 x ...dávka SA q/ha; y ...přírůstek výnosu obilí q/ha



2. Výnosy různých kultur v závislosti na dávkách dusíku
 x ...dávka N kg/ha; Y ...výnos q/ha

V literatuře najdeme mnoho údajů o přírůstcích sklizně při použití stupňovaných dávek průmyslových hnojiv. Tak např. uvádí Křišťan (1963) ve své práci k jednotlivým kulturám po základním hnojení PK použité dávky dusíku a příslušné čtyřleté průměrné výnosy, sestavené v tabulce I.

I. Výnosy v závislosti na dávkách dusíku (podle Křišťana)

x = kg N/ha

Y = výnos q/ha

Brambory		Slunečnice		Žito		Oves	
x	Y	x	Y	x	Y	x	Y
0	60,2	0	43,1	0	31,8	0	35,3
40	69,7	60	54,0	30	38,9	30	41,0
60	76,0	80	55,7	60	42,0	45	42,7
90	74,5	110	55,0	70	41,4	60	42,4

Tyto údaje lze dobře popsat rovnicemi:

$$\text{pro brambory} \quad Y = -0,00236 x^2 + 0,380 x + 59,9$$

$$\text{pro slunečnici} \quad Y = -0,00152 x^2 + 0,277 x + 43,1$$

$$\text{pro žito} \quad Y = -0,00279 x^2 + 0,336 x + 31,7$$

$$\text{pro oves} \quad Y = -0,00257 x^2 + 0,275 x + 35,3$$

které jsou znázorněny na grafu č. 2.

Kvadratickou rovnici používá k vyjádření závislosti úrody na dávkách průmyslových hnojiv též Lecompt ve svém nedávno uveřejněném článku (1964).

Popis výnosové křivky pomocí kvadratické rovnice přináší praktické výhody a umožňuje snadný výpočet řady zajímavých veličin.

NATURÁLNÍ A EKONOMICKÁ OPTIMA VÝNOSOVÝCH KŘIVEK

Z průběhu výnosové křivky vyplývá, že existuje určitá dávka průmyslových hnojiv (x_{max}), které odpovídá nejvyšší, za daných podmínek dosažitelný optimální naturální výnos (Y_{max}). Známe-li konstanty kvadratické rovnice výnosové křivky, můžeme tyto hodnoty snadno vypočítat, neboť odpovídají tomu bodu výnosové křivky, kde tato prochází maximem a proto $dY/dx = 0$ a tudíž $2ax_{max} + b = c$. Výpočet pak provedeme podle vztahů:

$$x_{max} = \frac{b}{-2a} \quad \text{a} \quad Y_{max} = \frac{b^2}{-4a} + C \quad \text{nebo} \quad y_{max} = \frac{b^2}{-4a}$$

Část hodnoty přírůstku sklizně, dosaženého v důsledku použití průmyslových hnojiv, je třeba podle Mitscherliche (1954) vynaložit na úhradu nákladů za nákup a aplikaci hnojiv. V diagramu závislosti přírůstku sklizně na dávce hnojiva (graf č. 3) lze tuto část přírůstku (y^*) znázornit přímkou, které přísluší rovnice:

$$y^* = \frac{C_x x + k}{C_y}$$

kde C_x = součet nákupních a části aplikačních nákladů za hnojiva, které závisí na množství hnojiv v Kčs/kg

C_y = hodnota tržby za sklizeň, snižená o sklizňové náklady v Kčs/q

k = část aplikačních nákladů za hnojiva, které nezávisí na množství hnojiv v Kčs/ha

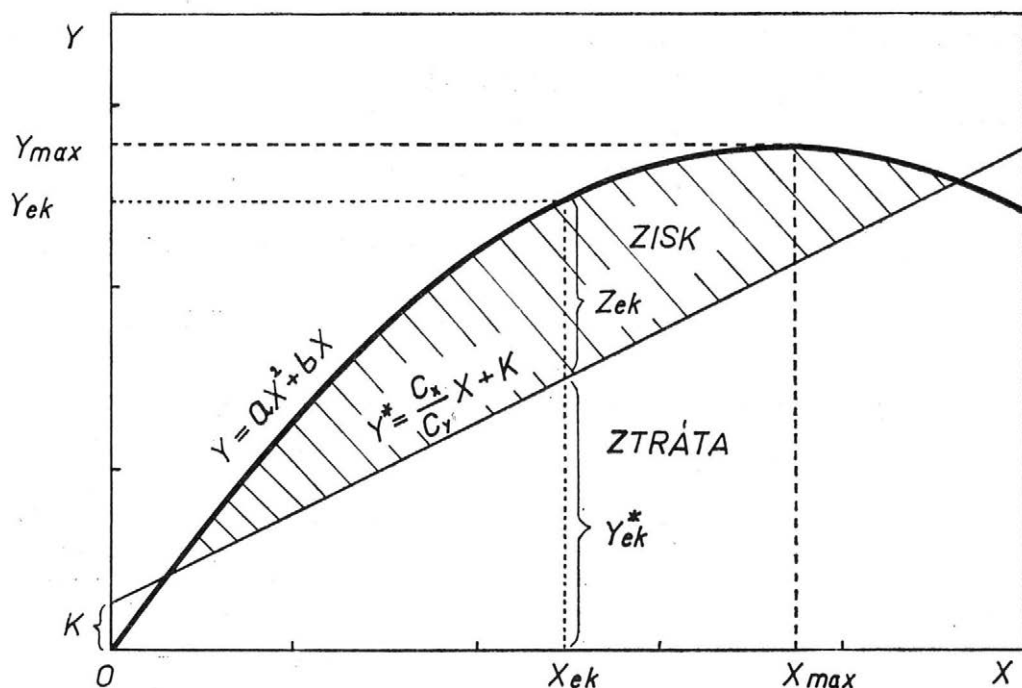
Tato přímka rozděluje diagram na ziskovou oblast, ležící nad přímkou, a na ztrátovou, která je pod ní. Pokud se nachází hodnota přírůstku sklizně vlivem hnojení pod přímkou, což se může přihodit při předávkování hnojiv nebo za extrémních klimatických podmínek, je hnojení ekonomicky ztrátové. Pokud je přírůstek sklizně nad přímkou, přináší hnojení zemědělskému závodu přírůstek zisku (Z), jehož velikost je dána při naturálním vyjádření rozdílem odpovídajících hodnot obou funkcí:

$$Z_{nat} = y - y^*$$

V grafickém znázornění na grafu č. 3 je hodnota Z vyjádřena vzdáleností výnosové křivky od přímky. V hodnotovém vyjádření (Kčs/ha) lze přírůstek zisku vyjádřit jako účelovou funkci:

$$Z = C_y \cdot y - C_x \cdot x - k$$

Přírůstek zisku zemědělského závodu dosažený v důsledku použití průmyslových hnojiv vykazuje v závislosti na použité dávce hnojiva optimum (viz graf č. 3), které není



3. Naturální a ekonomické optimum výnosové křivky

II. Vyhodnocení výsledků se stupňovanými dávkami hnojiv

Veličiny	Symbol	Jednotky	Brambory	Pšenice	
				j*	d*
Součinitele výnosové křivky	a	q/ha. (kgN) ²	-0,00236	-0,00071	-0,00057
	b	q/kgN	0,380	0,1185	0,1350
Předpokládané ceny	C_x	Kčs/kg N	3	3	3
	C_y	Kčs/q	30	120	120
	k	Kčs/ha	20	20	100
	C_x/C_y	q/kg N	0,1	0,025	0,025
Optimální dávky hnojiv	x_{max}	kg N/ha	80,5	83,4	118,5
	x_{ek}	kg N/ha	59,3	66,0	96,5
Optimální přírůstek výnosů	y_{max}	q/ha	15,3	4,9	8,0
	y_{ek}	q/ha	14,3	4,7	7,7
Optimální přírůstek zisku vlivem N	Z_{ek}	Kčs/ha	229	351	537

* j = jednorázová jarní aplikace N, 1/3 na podzim, 2/3 na jaře.
d = na 3 díly dělená jarní aplikace N.

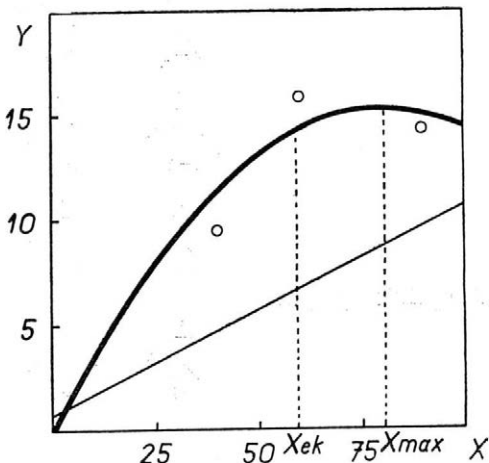
shodné s naturálním maximem výnosové křivky. Největšího zisku lze dosáhnout při splnění podmínky $dZ/dx = 0$, z čehož vyplývá, že

$$x_{ek} = \frac{b - C_x/C_y}{-2a}, \quad y_{ek} = \frac{b^2 - (C_x/C_y)^2}{-4a} \quad \text{a} \quad Z_{ek} = -C_y \cdot a \cdot x_{ek}^2 - k$$

Z uvedených vztahů je vidět, že ekonomicky optimální dávka hnojiv (x_{ek}), přírůstek výnosu plodiny (y_{ek}) a přírůstek zisku (Z_{ek}) jsou závislé na součinitelích výnosové křivky a na cenách hnojiva a pěstované plodiny.

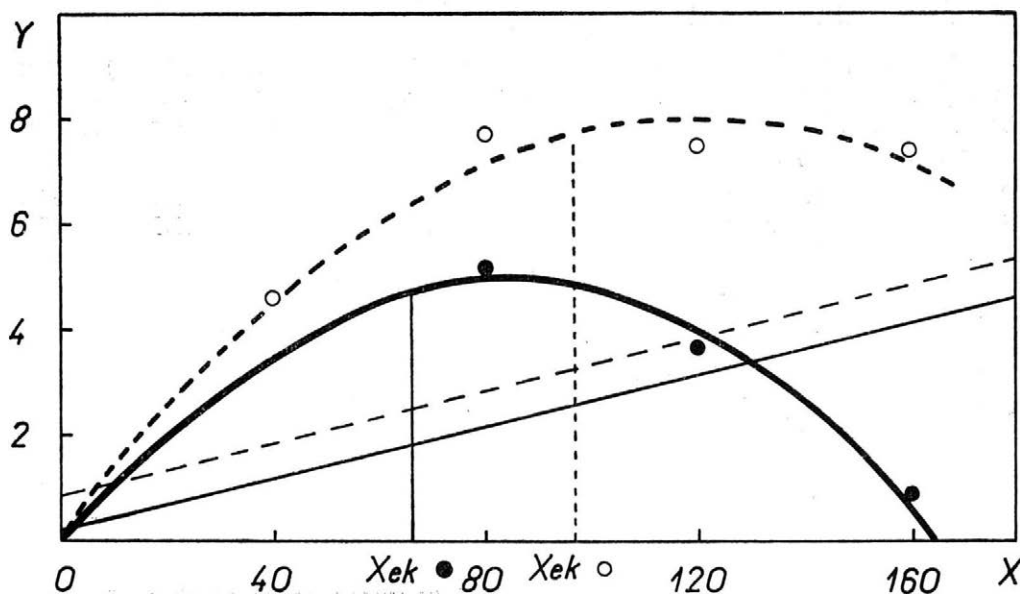
Uvedené vztahy lze výhodně použít při vyhodnocení agrochemických výsledků se stupňovanými dávkami průmyslových hnojiv. Některé konkrétní výsledky, které mohou sloužit jako příklady, jsou uvedeny v tabulce II.

K výpočtům byly použity čtyřleté průměrné hodnoty dosažené Křišťanem (1963) v ČSSR u brambor a 5–7leté průměrné hodnoty dosažené Primostem a Rittmeyerem (1962) v Horním Rakousku u pšenice. Pokusnými výsledky byly proloženy výnosové křivky vyjádřené kvadratickou rovnicí, které jsou zakresleny na grafech č. 4 a 5. Ze součinitelů rovnice výnosové křivky a z předpokládaných cen za hnojiva a úrodu byly vypočteny optimální dávky hnojiv, přírůstky výnosů a zisku.



4. Výnosová křivka a optima pro brambory

x...dávka N kg/ha; y...přírůstek výnosu q/ha



5. Výnosové křivky a optima ozimé pšenice

x...dávka N kg/ha; y...přírůstek výnosu q/ha

○ dělená ● jednorázová aplikace

NEJPRAVDĚPODOBNĚJŠÍ PRŮBĚH A SOUČINITELE VÝNOSOVÉ KŘIVKY

Pro výpočet optimálních hodnot výnosové křivky je nutno znát součinitele kvadratické rovnice. Můžeme je vypočítat ze známého souboru hodnot x , Y , resp. x , y metodou nejmenších čtverců řešením soustavy rovnic:

Pro výnosy

$$a \sum_{i=1}^n x_i^4 + b \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 Y_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i^3 + b \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i Y_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i + n c = \sum_{i=1}^n Y_i$$

Pro přírůstky výnosů

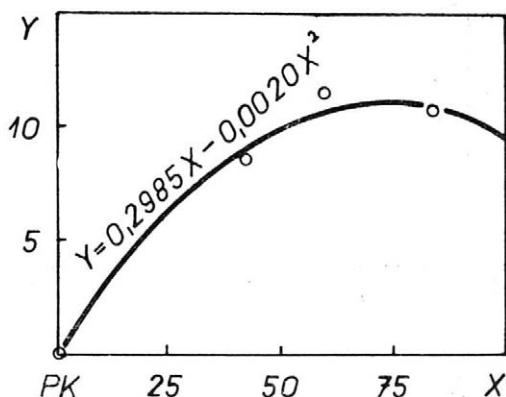
$$a \sum_{i=1}^n x_i^4 + b \sum_{i=1}^n x_i^3 = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i^3 + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

kde x_i = dávka hnojiva v i -té dvojici hodnot kg/ha
 Y_i = výnos v i -té dvojici hodnot q/ha
 y_i = přírůstek výnosů v i -té dvojici hodnot q/ha
 n = počet dvojic hodnot

Jako příklad způsobu výpočtu uvádíme zpracování údajů Křišťana (1963) o vlivu vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v bramborářské oblasti. Autor uvádí, že při průměrné dávce 74 kg/ha P_2O_5 a 162 kg/ha K_2O dosáhl ve čtyřletém průměru tyto přírůstky při stupňování dávek dusíku:

Průměrné dávky N v kg/ha	41,9	59,4	83,4
Průměrné přírůstky sklizně obilních jednotek v q/ha	8,3	11,5	10,7



6. Vliv stupňovaných dávek dusíku na přírůstek výnosů

x ... dávka N kg/ha; y ... přírůstek v obilních jednotkách q/ha

III. Postup výpočtu součinitelů výnosové křivky

x	y	x^2	x^3	x^4	xy	x^2y
41,9	8,3	1 755,61	73 560,059	3,082 166,4721	347,77	14 571,563
59,4	11,5	3 528,36	209 584,584	12,449 324,2896	683,10	40 576,140
83,4	10,7	6 955,56	580 093,704	48,379 814,9136	892,38	74 424,492
184,7	30,5	12 239,53	863 238,347	63,911 305,6753	1923,25	129 572,195

$$63,911\ 305,6753\ a + 863\ 238,347\ b = 129\ 572,195$$

$$863\ 238,347\ a + 12\ 239,53\ b = 1\ 923,25$$

$$y = -0,002005\ x^2 + 0,298558\ x$$

Postup výpočtu je uveden v tabulce III a výsledek znázorněn na grafu č. 6.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Popsaná metodika byla propracována na našem pracovišti v souvislosti s testováním nových druhů průmyslových hnojiv a v souvislosti s vypracováním prognózy vývoje spotřeby hnojiv v našem státě. Byla uplatněna v desítkách případů s velmi uspokojivým výsledkem a ukázala se jako vhodná i při vyhodnocování pokusných výsledků nebo statistických údajů s velkým rozptylem. Použití metodiky umožňuje přesně formulovat a odpovědět řadu aktuálních otázek výživy rostlin a přispívá k hlubšímu pochopení příslušných závislostí. Metodiku nelze doporučit pro zpracování výsledků s nízkými dávkami hnojiv.

V poslední době je zveřejněno množství údajů o vlivu stupňovaných dávek hnojiv na úrodu. Doporučení nejvhodnějších dávek je v těchto pracích většinou odvozeno graficky nebo odhadem. To svědčí o tom, že v monografiích a učebnicích popisované výpočtové metody opírající se o matematické vyjádření výnosových křivek podle Mitscherliche se v praxi nerozšířily. Domníváme se, že příčinou toho je skutečnost, že prvé přiblížení Mitscherlichovy rovnice nevyhovuje při použití vysokých dávek hnojiv a druhé přiblížení vede k velmi složitým výrazům a výpočtům. V této práci popisovaný postup je matematicky jednoduchý a příslušné výpočty jsou realizovatelné na běžných kalkulačních strojích.

Rozvinutí metodiky je možné několika směry. Při vyhodnocení údajů s velkou variabilitou je účelné a možné vyčíslit intervaly spolehlivosti závislosti úrody na dávkách hnojiva. Lze vyčíslit vliv nestejnoměrného rozmetání hnojiv na úrodu. Nabízí se možnost snížení počtu opakování při provádění pokusů se stupňovanými dávkami hnojiv. Tyto a jiné otázky jsou předmětem dalších prací.

SOUHRN

Výnosové křivky, znázorňující závislost úrody na dávkách průmyslových hnojiv, vykazují v oblasti zájímavé agronomickou praxi takové vlastnosti, které lze s vyhovující přesností popsat kvadratickou rovnicí. Z pokusných a statistických dat lze metodou nejmenších čtverců vypočítat součinitele kvadratické výnosové křivky, která vyjadřuje nejpravděpodobnější průběh závislosti úrody na dávkách průmyslových hnojiv. Popsaná metoda umožňuje vyhodnocení této závislosti i při značné variabilitě jednotlivých hodnot. Ze součinitelů kvadratické výnosové křivky lze jednoduše vypočítat maximálně dosaži-

telný výnos a příslušnou dávku hnojiva. Ekonomicky optimální výnos a dávku hnojiva, které odpovídají největšímu přírůstku zisku, dosažitelnému v důsledku používání průmyslového hnojiva, lze obdobně vypočítat ze součinitelů kvadratické rovnice, jsou-li známy ceny hnojiva a úrody. Příslušné vztahy lze velmi dobře graficky znázornit a takto výpočty kontrolovat.

Došlo dne 19. 10. 1965

Literatura

1. MITSCHERLICH, A.: Bodenkunde für Landwirte, Forstwirte und Gärtner. Berlín 1954. — 2. DUCHOŇ, F. - HAMPL, J.: Agrochemie. Praha 1962, s. 37-106. — 3. KŘÍŠTAN, F.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v bramborářské oblasti. = „Rostlinná výroba“, 9, 1963, č. 3-4, s. 299-312. — 4. LECOMPT, M.: L'expérimentation et les engrais. = „Bulletin des Engrais“, 1964, 469, s. 79-83. — 5. PRIMOST, E. - RITTMEYER, G.: Die Wirkung gesteigerter, geteilter Stickstoffgaben auf den Kornertrag, Protein- und Klebergehalt des Winterweizens. = „Bodenkultur“, 13 A, 1962, s. 98-117.

К вопросу оптимальных доз промышленных удобрений

A. Резюме

Кривые продукции, выражающие зависимость урожая от доз промышленных удобрений в области, интересующей агрономическую практику, показывают такие свойства, которые можно с удовлетворительной точностью описать при помощи квадратного уравнения. На основе испытательных и статистических данных при помощи метода наименьших квадратов можно вычислить коэффициенты квадратной кривой продукции, выражающей наиболее вероятный ход зависимости урожая от доз промышленных удобрений. Описанный метод позволяет оценить эту зависимость даже при значительной вариантности отдельных величин. Из коэффициентов кривой урожая можно простым способом вычислить максимально возможный урожай и соответствующую дозу удобрения. В экономическом отношении оптимальный урожай и дозу удобрения, отвечающие наибольшему приросту прибыли, достижимому в результате применения промышленных удобрений, можно аналогично вычислить из коэффициентов квадратного уравнения при условии, если известны цены удобрений и урожая. Соответствующие отношения можно хорошо выразить на диаграммах и таким образом контролировать вычисления.

B. Текст к таблицам

- I. Урожай, зависящие от доз азота
- II. Оценка результатов дифференцированных доз удобрений
- III. Порядок вычисления коэффициентов кривой урожая

B. Текст к диаграммам

1. Кривая прироста зерна в зависимости от доз сернокислого аммония
 x = доза $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ц/га, y = прирост урожая зерна ц/га
2. Урожай разных культур в зависимости от доз азота
 x = доза азота кг/га, y = урожай ц/га
3. Натуральный и экономический оптимум кривой урожая
4. Кривая урожая и оптимумы у картофеля
 x = доза азота кг/га, y = прирост урожая ц/га
5. Кривые урожая и оптимумы озимой пшеницы
 x = доза азота кг/га, y = прирост урожая ц/га,
черные кружки = одноразовое внесение
6. Влияние дифференцированных доз азота на прирост урожая
 x = доза азота кг/га, y = прирост в зерновых единицах ц/га

Comment on the Question of Optimal Doses of Commercial Fertilizers

A. Summary

The yield curves representing the dependence of the harvest on the dosage of commercial fertilizers show in the zone, which is of interest for agronomical practice such qualities, which, with a sufficient accuracy can be expressed by a

quadratic equation. The factors of a quadratic yield curve can be calculated from the experimental and statistic data by means of the method of the smallest squares; this curve expresses the most probable course of the dependence of the harvest on the doses of commercial fertilizers. The described method makes an evaluation of these dependence possible, even with a notable variability of the single values. The maximum attainable yield and the pertaining dose of the fertilizer can be calculated in a simple way from the factors of the quadratic yield curve. It is also possible to calculate the economically best yield and the fertilizer dose corresponding to the biggest increase of gain, which can be reached because of using commercial fertilizers; this calculation is made analogously from the factors of the quadratic equation, if the prices of the fertilizer and the crop are known. The corresponding relations can be very well plotted and the calculations can thus be controlled.

B. Text to the Tables

- I. Yields in dependence on nitrogen doses
- II. Evaluation of the results with increased doses of fertilizers
- III. Calculation method of the yield curve coefficient

C. Text to the Graphs

1. Yield curve of grain increase in dependence on ammonium sulphate doses
x — dose of ammonium sulphate q/ha, y — increase of the grain yield per q/ha
2. Yields of different cultures in dependence of the nitrogen doses
x — dose N kg/ha, y — yield q/ha
3. Natural and economic optimum of the yield curve
4. Yield curve and optima for potatoes
x — dose N kg/ha, y — yield increase per q/ha
5. Yield curves and optima of winter wheat
x — dose N/ha, y — yield increase per q/ha, rings — divided, full marked spots — one application
6. Influence of increased doses of nitrogen on the increase of yields
x — dose N kg/ha, y — increase in units of grain per q/ha

Beitrag zur Frage der optimalen Gaben von Handelsdüngern

A. Zusammenfassung

Die Ertragskurven, die die Abhängigkeit der Ernte von den Handelsdüngergaben veranschaulichen, weisen in dem die agronomische Praxis interessierenden Gebiet solche Eigenschaften aus, die mit einer entsprechenden Genauigkeit mittels einer quadratischen Gleichung beschrieben werden kann. Aus den Versuchs- und statistischen Daten kann mittels der Methode der kleinsten Quadrate, der Koeffizienten der quadratischen Ertragskurve ausgerechnet werden, die den höchstwahrscheinlichsten Verlauf der Abhängigkeit der Ernte von den Handelsdüngergaben ausdrückt. Die beschriebene Methode ermöglicht eine Auswertung dieser Abhängigkeit auch bei einer ziemlichen Variabilität der einzelnen Werte. Aus den Koeffizienten der quadratischen Ertragskurve kann der maximal erreichbare Ertrag und die betreffende Düngergabe einfach ausgerechnet werden. Der ökonomisch optimale Ertrag und die Düngergabe, die dem größten Gewinnzuwachs, der infolge der Anwendung von Handelsdünger erreichbar ist, entsprechen, kann ähnlich aus den Koeffizienten der quadratischen Gleichung ausgerechnet werden, wenn die Preise der Dünger und der Ernte bekannt sind. Die diesbezüglichen Beziehungen können sehr gut graphisch dargestellt und so die Berechnung kontrolliert werden.

B. Text zu den Tafeln

- I. Erträge in Abhängigkeit von den Stickstoffgaben
- II. Auswertung der Ergebnisse mit steigenden Düngergaben
- III. Vorgang der Berechnung der Koeffizienten der Ertragskurve

C. Text zu den graphischen Darstellungen

1. Die Ertragskurve der Getreidezunahme in Abhängigkeit von den Ammoniumsulfatgaben
x = Gabe von Ammoniumsulfat dt/ha, y = Zunahme des Getreideertrags dt/ha

2. Erträge verschiedener Kulturen in Abhängigkeit von den Stickstoffgaben
 x = Gabe N kg/ha, Y = Ertrag dt/ha
3. Natural- und ökonomisches Optimum der Ertragskurve
4. Ertragskurve und Optima für Kartoffeln
 x = Gabe N kg/ha, y = Zuwachs des Ertrags dt/ha
5. Ertragskurven und Optima des Winterweizens
 x = Gabe N kg/ha, y = Zunahme des Ertrags dt/ha,
kleine Ringe = geteilte Applikation, volle Rädchen = einmalige Applikation
6. Einfluß der abgestuften Stickstoffgaben auf die Ertragszunahme
 x = Gabe N kg/ha, y = Zunahme in Getreideeinheiten dt/ha.

Adresa autora:

Evžen Kordík, František Moudrý, promovány matematik, Výzkumný ústav
anorganické chemie, Ústí nad Labem

VLIV VERTIKÁLNÍCH POHYBŮ PŮDY (VYTAHOVÁNÍ) BĚHEM ZIMY NA OZIMÉ OBILOVINY

II. ZAVISLOST VERTIKÁLNÍCH POHYBŮ PŮDY V ZIMĚ NA TEPLŮTĚ

■ V průběhu zimy je při poklesu teplot pod bod mrazu charakterizována půda nejen ztuhnutím, ale též vertikálními změnami povrchu půdy, jež jsou zvláště nápadné za následujícího oteplení na pozemcích osetých ozimými obilovinami nebo pícninami. Tehdy je povrch půdy rozpraskaný, kořínky rostlin přetrhány, rostliny vytaženy na povrch a jejich bazální části obnaženy, takže jsou pakničeny mrazy nebo suchem.

Skutečnost, že nejvýrazněji se pohyby půdy projevují po střídavém mrznutí a rozmrazání v předjarním období, vedla k nejjednoduššímu vysvětlení zdvihů půdy objemovými změnami při jejím mrznutí a odtání. Různá intenzita pohybu suché a vodou nasycené půdy se zdála nasvědčovat tomu, že pro změny objemu zeminy je rozhodující rozdíl objemu vody ve skupenství kapalném a pevném.

Předpoklad, že zvětšení objemu zmrzlé vody o 9 % je hlavní příčinou zvedání povrchových vrstev půdy, by byl zčásti oprávněný tehdy, kdyby zvětšení objemu vody obsažené v zemině při mrznutí nebylo vyrovnáno buď zmenšením objemu vzduchu v půdě, nebo vytlačení vody do nižších vrstev, nebo prostým jejím průsakem. Pro výše uvedený předpoklad svědčily pokusy a měření, provedená v uzavřených systémech, vylučujících únik a přívod vody (Taber 1930). Určité komplikace v takových systémech (tlaky a tření) jsou nesrovnatelně nepatrné ve srovnání s těmi, jež se uplatňují v otevřených systémech. Zde nepůsobí jen vertikální složka zvedání, ale i síly horizontálního směru, přičemž nutno brát v úvahu nerovnost těchto vektorů.

Protože však při ochlazení se objem vzduchu v půdě i objem pevných půdních částic může jen zmenšit, zůstává jediné vysvětlení pohybu v tom, že se zvětšuje množství (tzn. nejen objem) té složky, která je zde rozhodující, tj. vody. Skutečné zvýšení obsahu vody v promrzlé vrstvě půdy zjistili Rotmistroff (1926), Kokkonen (1929, 1930), Lebedev a Talalajeva (1928), Geslin (1934), Post a Dreibelbis (1943), Weger (1954), Kretschmer (1956), Holmes a Robertson (1960), nebo u nás Glet (1964). Toto obohacení půdního profilu nad hranici promrznutí ve srovnání s hlubšími vrstvami nastává za nepříliš velkých a časově omezených mrazů (i nočních mrazů na konci zimy) (McCull a Bouyoucos 1929) spíše než za stálých mrazů (Holmes a Robertson 1960), ačkoliv Penner (1961) tvrdí opak.

V určitých případech možno zvýšení obsahu vody v promrzlé vrstvě půdy vysvětlit srážkami, jejichž voda v půdě zmrzla a proto dále neprosakovala, a podobně nižší vlhkost pod hranicí promrznutí lze považovat za důsledek pokračujícího průsaku do hlubších vrstev, který není sledován doplněním z vrchních vrstev. Častější a z hlediska mohutnosti zvedání vrchních vrstev půdy významnější jsou případy, kdy v průběhu zimy se neuplatňují atmosférické srážky.

Při promrznutí půdy se pod jejím povrchem vytvářejí jehlovité krystaly ledu, představující iniciální stadium celého procesu. Ty se růstem v horizontálním směru spojují v tzv. hřebenový led, jehož jednotlivé krystaly současně nebo v časovém

sledu narůstají i do délky, takže podle Kokkonena (1929) může hřebenový led dosáhnout např. v písku výšky až 13,5 cm. Jindy promrzá půda do větší hloubky a zde se krystaly spojují v ledové souvislé vrstvy (homogenní led), nebo v prostorově izolované čočkovité útvary (heterogenní led). Když se s hloubkou promrznutí při větších a déle trvajících mrazech zvětšuje, mohou se v hlubších zónách s dostatkem vody tvořit další vrstvy či patra ledových útvarů, takže ve vertikálním řezu objevujeme i více ledových mezivrstev. Jejich poloha v nárysové projekci je obvykle paralelní s povrchem půdy, často však paralelní s izotermami, když odchylky oběma směry jsou způsobeny buď mozaikovitou distribucí vlhkosti nebo různou rychlostí promrzání, resp. různou tepelnou vodivostí (Weger 1954, Kretschmer 1956). Síla mezivrstvy ledu se s prodloužením trvání stejné hloubky promrznutí postupně zvětšuje a dosahuje 2,5 až 5 cm. Tak vlastně vrstva ledu odděluje nad ní se nacházející část profilu od spodních vrstev.

Středem pozornosti zvl. půdoznalců, kteří se těmito otázkami zabývají, je jednak otázka přívodu vody k vytvořeným ledovým krystalům a vrstvám, na které závisí jejich růst, a dále obecně stav půdní vláhry při mrazech. Pro hlubší vrstvy profilu, důležité především z hlediska stavby veřejných komunikací, kde byla tato otázka řešena mnohem dříve než z hlediska zemědělských kultur, ji Taber (1939) a Ruckli (1950) vysvětlují kohesními silami vody. Ruckli, zabývající se především tvorbou čočkovitých ledových útvarů, jež považuje za hlavní příčinu škod, způsobovaných zvedáním na silničních tělesech a stavbách během zimy, objasňoval podtlak vody v půdních pórech kohesí adsorpčních filmů mezi čočkami ledu a půdními částicemi. Vznik takto působící sávé síly prokázal pomocí manometrických měření. Nedostatkem této teorie podle Kretschmera (1957/58) je, že neuvažuje úlohu povrchových sil a adsorpční filmy pokládá za neměnné. Ruckli (1950) neuvažuje při vysvětlení tvorby ledových agregátů úlohu půdních koloidů.

Zatímco McColl a Bouyucous (1929) připisovali vertikální transport vody pouze kapilárním silám, předpokládali Lebedev a Talalajeva (1928), Kokkonen (1930) a podle nich Laatsch (1954), Weger (1954) i Trenel (1954) pohyb vody pouze ve formě vodních par a následující její kondenzaci na ledových vrstvách. I když s touto možností by bylo možno počítat, zdá se být málo pravděpodobným (Kretschmer 1956, van Eimern 1959 i Kreutz 1961), že by bylo možno tímto způsobem vysvětlit přesun tak velkého množství vody, jak ho v pokusech zjistil Weger (1954), Domby a Kohnke (1955) nebo Kretschmer (1956).

Van Eimern (1959) zdůrazňuje, že se často jedná o vertikální transport z vrstev hlubších než 1 m. Již Taber (1929) odmítá účast kapilárních sil v přesunu vody poukazem na to, že zde nejde o volný povrch či meniskus. Je proto nutno předpokládat vertikální pohyb vody v kapalném skupenství proti zemské tíži. Zatímco ve své starší práci vysvětluje Kretschmer (1956) transport vody v duchu zmíněné teorie Ruckliho (1960) svou silou vlastních krystalů ledu, zdůrazňuje v pozdějším rozboru celé otázky (1957/58) úlohu povrchových sil, uplatňujících se na rozhraní pevné a kapalné fáze.

Podobně jako mezi půdními částicemi v nezmrzlém profilu, tak mezi půdními částicemi v této části a ledovými krystaly se nachází vodní film a energie jeho povrchového napětí udržuje v něm konstantní množství kapaliny. Film mezi ledem a nezmrzlou půdou má podle Kretschmera (1957/58) zcela určitou tloušťku, danou především silami povrchového napětí. Působí na ni ovšem též další faktory (množství vody, jež je k dispozici, uspořádání a velikost půdních částic, viskozita vody určená především teplotou, čistota vody atd.). Účinnost těchto činitelů závisí hlavně na času, nutném pro vyvolání změn každého z nich.

V nezmrzlé půdě za rovnovážného stavu mezi množstvím vody ve filmech na jedné straně a silami povrchového napětí i dalšími faktory na straně druhé nedochází k přesunu vody. Impulsem k pohybu vody je porucha rovnovážného stavu, která je způsobována tím, že vodní film, nacházející se mezi ledem a půdou, začíná mrznout. Protože by se tak zmenšila síla filmu a byla by tedy porušena rovnováha mezi tloušťkou a povrchovým napětím, je ihned rovnovážný stav vyrovnáván tím, že stejné množství vody, jež ve filmu zmrzlo, je přisunuto z nezmrzlé půdy. Voda nutná pro růst krystalů ledu na jejich spodní straně může být přítomna jen ve formě zmíněného filmu. Energie povrchového napětí filmu mezi ledovými krystaly a pevnými částicemi půdy, jež je v zásadě rovna energii v každém vodním filmu mezi jakýmkoliv částicemi půdními, slouží k náhradě energie potřebné pro přísun další vody.

Při mrznutí se podle Kretschmera (1957/58) neuplatňují nějaké zvláštní síly. Ty mohou jinak působit i za teplot nad bodem mrazu. Ovšem za mrazu jde o specifický stav těchto sil, kterým jsou indukované pochody, jež nemohou probíhat za vyšších teplot. Záleží v tom, že molekuly vody, které se při mrznutí ztrácejí z vodního filmu, jsou jako součást ledu z původní polohy vytlačeny. Když se molekula, patřící do této doby k filmu, stane součástí ledu, je pak posunuta expanzivním tlakem asi o desetinu průměru. Síla vodního filmu se nemění, ačkoliv dochází k zvětšení síly ledu tím, že v procesu mrznutí led poutá z vodního filmu další molekuly vody.

Úlohu hraje i obsah iontů v půdním roztoku, nacházejícím se v jednotlivých částech profilu (van Eimern 1959). Ve filmu nezmrzlé vody na povrchu půdních částí mají kationty převahu nad anionty a tak za elektrického gradientu jsou zajištěny podmínky pro elektroosmosu. Tento proces podle Hoekstra a Chamberlaina (1964) velmi podstatně přispívá k transportu vody v nezmrzlé půdě a může mít praktický význam i v redistribuci vláhy za teplotního gradientu v stále zmrzlé půdě.

Z mnohaletých pokusů provedených v lysimetrech Kreutzem (1961) a i z ostatních již citovaných prací vyplývá, že při nízkém obsahu vody v půdním profilu nedochází k pohybům půdy. Ovšem nerozhoduje jen podíl vody volné, ale důležitá je i voda vázaná koloidy, neboť u písčitých půd se značným průsakem je přes dobrou tepelnou vodivost zvedání v důsledku nízkého obsahu koloidů jen nepatrné. Největší pohyby jsou na půdách humózních a jílovitých. V čistém jílu je ovšem tvorba ledových mezivrstev částečně bržděna menší pohyblivostí vody (Taber 1929). Rozdíly dané texturou a minerálním složením různých půd (Casagrande 1936, Kretschmer 1956) se projevují nejen v rozsahu zvedání, ale též v nástupu a trvání zvedání. To u humózních a jílovitých půd začíná nejdříve a trvá nejdéle (kryomorfní půdy). Tyto výsledky bude třeba konfrontovat s údaji o závislosti promrznutí půdy na vlhkosti a složení profilu, jež zjistili Stelzer (1959) a Sillanpää (1961).

McColl a Bouyoucos (1929) popsali u písčitých půd jiný typ zvedání půdy. Jestliže je voda hluboko promrzlá, nastává za oblev odtávání od povrchu. Taktó uvolněná voda, doplněná vodou sněhových srážek spadlých po promrznutí, prosakuje dolů k ještě zmrzlým vrstvám a zde zmrzá v souvislou mezivrstvu. I když tento typ nebyl jinými autory zatím uvažován, může pravděpodobně hrát roli i na jiných druzích půd, zvl. v případech oblev následovaných dalšími mrazy.

Přestože studium mechanismu tvorby ledových vrstev a pohybu vody v nezmrzlé části profilu přineslo řadu cenných poznatků a podstatně rozšířilo a prohloubilo původní představy o těchto pochodech, zůstává mnoho otázek nevyjasněných. Mezi ně patří i vysvětlení velikosti mechanické síly, jež představuje větší hodnotu, než by vyplývalo z pouhého expanzivního tlaku vznikajícího zvětšením objemu nebo krystalizační síly. Vertikální pohyby půdy totiž překonávají i zatížení 11 kg/cm² (Taber 1929). V tomto směru je jasné, že vertikální pohyby půdy a je podmiňující dílčí fyzikální pochody závislé na mnoha vlastnostech půdy a spolupůsobení řady dalších faktorů. Jen v extrémních případech se uplatňuje pouze jeden činitel.

Uvedli jsme podrobněji přehled názorů o mechanismu vertikálních pohybů půdy, který není a nemůže být předmětem našeho studia nejen proto, že tyto pochody mají zásadní význam pro vysvětlení vlivu zdvihů na přezimující rostliny, ale též proto, že v naší souborné a speciální literatuře dosud postrádáme hlubší rozbor těchto otázek, přestože jsou důležité jak z hlediska přezimování ozimů, tak z hlediska vlivu fyzikálních pochodů v zamrzlé půdě na její strukturní vlastnosti. Sekyřova (1960) systematická monografie je totiž zaměřena na geomorfologické a geologicko-stratigrafické problémy fosilních jevů.

Předmětem této dílčí práce je objasnění závislosti rozsahu vertikálních pohybů půdy na teplotě. Tato otázka je totiž velmi málo prostudována. Podle autorů, kteří se pokoušeli sledovat zvedání v definovaných podmínkách (Beskow 1935, Fedosov 1940, Kinbacher a Laude 1955), nehraje teplota nijak závažnou úlohu. V pokusech Beskova byla mohutnost zdvihů stejná za teploty -10° jako $-2,3^{\circ}$ C, ačkoliv zdvihy začínají samozřejmě za nižších teplot dříve. Tato otázka je velmi důležitá z hlediska nutné a dosud neuvažované analýzy

a diferenciace vlastních přímých nebo nepřímých účinků vertikálních pohybů rostlin na rostliny a vlivu spolupůsobících teplot pod bodem mrazu na životnost a fyziologické pochody rostlin. Má pochopitelně též význam pro vypracování standardních metod určení rezistence rostlin vůči vytahování.

MATERIÁL A METODY

Vertikální pohyby půdy jsme sledovali v zimě 1964–1965 v přirozených podmínkách v pokusných bednách a na parcelách pokusu s ozimými pšenicemi. Některé pokusy byly provedeny v jednoduchém zařízení za regulovaných podmínek.

V nádobových pokusech šlo o sledování u základních variant dříve popsané metody (Segeřa 1957) užívané v rámci studia zimovzdornosti ozimých obilovin. Tyto varianty se, díky tomu, že pokusné bedny jsou postaveny buď na vyvýšeném parapetu nebo přímo na zemi, liší průběhem a hodnotami teplot půdy. Všechny bedny (rozměry 60 × 30 × 12 cm) byly naplněny černozemí z lokality Líbeznice, prosátou sítí o velikosti ok 5 mm. Pouze po vysazení naklíčených obilok různých odrůd ozimé pšenice do řádků byla zemina několikrát zavlažena. V dalším průběhu podzimu a zimy nebylo při dostatečných atmosférických srážkách nutné ani z hlediska růstu pšenice ani velikosti zdvihů půdy zvyšovat její vlhkost tak, jak tomu bylo v některých našich dřívějších pokusech (Segeřa 1966). Pokusné nádoby byly ponechány po celou zimu na volném prostranství.

Na polních parcelách jsme se omezili na sledování rozsahu vertikálních pohybů v různých vrstvách profilu ornice. Předplodina byla jarní luskovino-obilná směska, sklizená na zeleno a po setové orbě byla provedena za příznivé vlhkosti půdy běžná předsetová příprava pozemku bezprostředně před prvním termínem výsevu pokusných parcel (27. 9. 1964).

Rada pokusů byla provedena v laboratorních podmínkách, zajišťujících regulaci procesu chlazení zeminy. V prototypovém zařízení bylo chlazení emailových vegetačních nádob o průměru 20 cm a výšce 15 cm, naplněných černozemí z lokality Líbeznice (jako v pokusech v bednách), zajištěno od jejich stěn kruhovými, 3 cm vysokými pásy, obepínajícími nádoby. Tyto kruhy jsou tvořeny měděnými trubkami, připojenými přímo k chladicímu agregátu. Teplota chlazení je regulována automaticky pomocí termoregulátoru, jehož čidlo je zasunuto do pokusné nádoby. Nádoby jsou postaveny do plechových mis s 1,5 cm vrstvou vody v prostoru s teplotou vyšší než 10°C. V takto uspořádaných pokusných podmínkách se dosahuje značných zdvihů povrchu půdy (až 50 % výšky profilu v nádobách).

V pokusných bednách jsme denně v 7 a 14 hodin sledovali velikost vertikálních pohybů povrchu půdy na třech místech každé bedny pomocí přenosného měřidla. V polním pokusu jsme užili stacionární měřicí zařízení, v laboratorních pokusech byl časový průběh zdvihů sledován pomocí upraveného termohydrografu, když na vrchní polovinu termohydrogramu byly zaznamenávány změny polohy povrchu půdy. Úpravu přístroje provedl technik oddělení P. Kaufmann. Podrobné popisy všech těchto měřicích přístrojů budou uvedeny v následující naší práci (Kodýtek a Segeřa 1966).

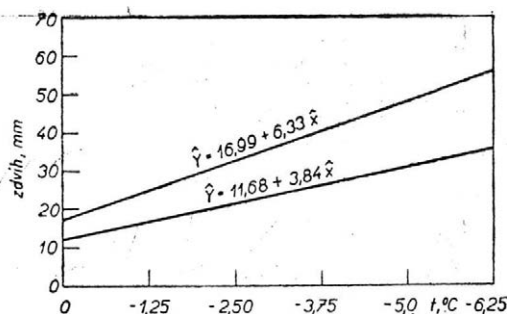
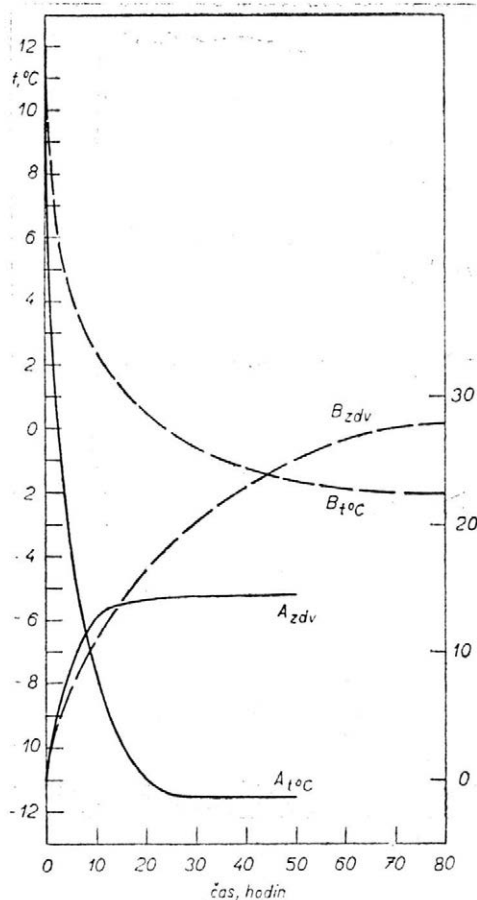
V pokusech provedených ve volném prostranství byla denně sledována teplota na povrchu a v hloubce 2,5 cm a v 5 cm, v polním pokusu též v hloubce půdy 10 cm v 7 a ve 14 hodin. V regulovaných podmínkách šlo o pravidelné sledování teploty v kratších časových intervalech.

V této práci se omezujeme pouze na hodnocení rozsahu vertikálních pohybů. Jejich vliv na životnost rostlin bude v rámci víceletých pokusů hodnocen samostatně.

Výsledky jsme hodnotili běžnými biometrickými metodami (Snedecor 1946).

VÝSLEDKY

Velký počet pokusů, jež jsme provedli v prototypovém laboratorním zařízení, ukázal výraznou závislost rozsahu zvedání půdy na teplotě a teplotním gradientu v zemině nádob. Při rychlém promrzání sloupce zeminy kol stěn nádob bylo vždy celkové zvedání půdy podstatně menší nebo k němu téměř vůbec nedošlo. Výrazné zdvihy půdy se naopak projevíly vždy při pomalém poklesu teploty. Velmi názorně demonstřují tuto závislost výsledky jednoho z pokusů

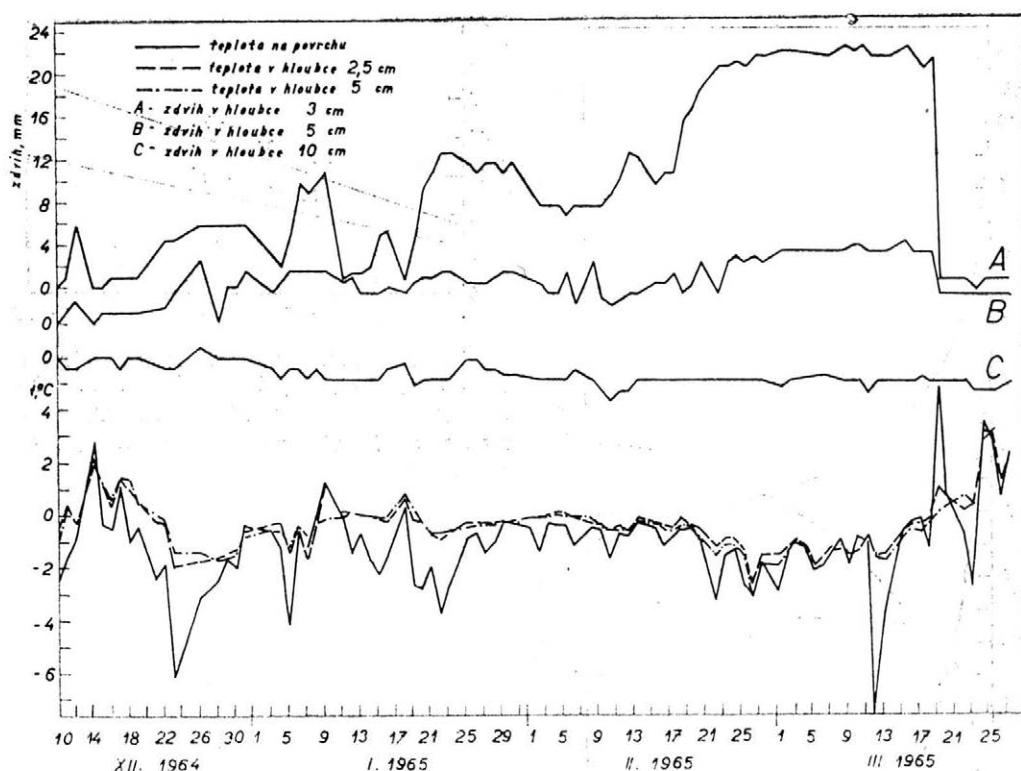


2. Regresní přímky vertikálních pohybů povrchu půdy podle teplotních podmínek. Bedny na zemi ($\hat{Y} = 16,99 + 6,33x$), bedny na vyvýšeném parapetu ($\hat{Y} = 11,68 + 3,84x$)

1. Průběh poklesu teplot půdy a vertikálních pohybů půdy v laboratorním zařízení u varianty A a B

znázorněné v grafu 1. U jedné varianty (A) půda velmi rychle promrzala, takže ve vzdálenosti 2 cm od stěny nádoby dosáhla za 25 hodin teploty $-11,5^\circ\text{C}$. Křivka celkového zdvihu povrchu půdy ukazuje sice značně strmý vzestup, avšak rychlost vzestupu klesá a velmi záhy se zdvihy zastavují. Naproti tomu u druhé varianty (B) klesala teplota zvolna a tím i rychlost promrzání vrstev daného profilu byla pomalejší. Křivka vertikálního zdvihu povrchu půdy je v tomto případě méně strmá a dosahuje podstatně vyšší hodnoty než u varianty první. Přestože povrchové vrstvy půdy v nádobě byly zcela zmrzlé, neustalo u druhé varianty zvedání ani po 3 dnech.

Podobně se projevila závislost rozsahu zdvihů povrchu půdy na teplotě též v pokusných bednách, ponechaných po celou zimu ve volném prostoru na vyvýšeném parapetu nebo na zemi. Pro určité nepřesnosti měření pohybů povrchu půdy přenosným měřítkem v době, kdy na bedničkách ležela vrstva sněhu (1. 2. až 21. 3.), hodnotili jsme v biometrickém zpracování jen rozsahy zdvihů v první a konečné etapě zimy. V těchto obdobích se střídajícími se mrazy a otepleními neklesala minimální teplota na povrchu půdy pod $-13,8^\circ\text{C}$ a v hloubce 2,5 cm zeminy pod $-12,5^\circ\text{C}$ u beden na vyvýšeném parapetu. U beden na zemi byla minimální teplota na povrchu půdy $-10,2^\circ\text{C}$ a $-6,0^\circ\text{C}$ v 2,5 cm hloubce. Výše maximálního zdvihu činila u první varianty 36 mm a u beden na zemi 46 mm.



3. Průběh teplot na povrchu půdy a v hloubce 2,5 a 5 cm a zvedání půdy v hloubce 3 cm (A), 5 cm (B) a 10 cm (C) v polním pokusu 1964–65. (Legenda: abscissa – čas-dny, ordinata – nahoře zdvih mm, dole teplota °C).

Ovšem v průběhu sledovaného období jsme zjistili nejen výkyvy teplot, ale též změny hodnot zdvihů. Tato kolísání byla větší u beden na vyvýšeném parapetu, kde díky expozici nad terénem probíhalo ochlazení objemu půdy rychleji. Při úhrnném zhodnocení byla pak závislost rozsahu vertikálních pohybů povrchu půdy na teplotě definována korelačním koeficientem $r = -0,497$. U beden na zemi, kde teploty klesají podstatně pomaleji, činí hodnota pro uvedený vztah $r = -0,614$. Tyto difference demonstrují názorně v grafu 2 uvedené regresní přímky výše zdvihu podle teploty (pod bodem mrazu).

O tom, že pro zvedání není rozhodující jen teplota povrchu půdy, nýbrž teplota v hlubší vrstvě, svědčí to, že při stejné statistické významnosti ($P < 0,01$) je absolutní hodnota korelačního koeficientu pro závislost intenzity zdvihu na teplotě nepatrně větší ($r = -0,59$) v případě, že byly k výpočtu užity teploty v 2,5 cm hloubce zeminy, než byly-li vzaty teploty na povrchu půdy ($r = -0,53$).

V polním pokusu jsme v uvedené zimě měřili především rozsah vertikálních pohybů v jednotlivých hloubkách profilu. Průběh křivek vertikálních pohybů v hloubce 3, 5 a 10 cm a též teplot půdy v celém období zimy (10. 12. 1964 až 10. 4. 1965) znázorňuje graf 3.

Za daných podmínek jsme v hlubších vrstvách půdy žádné změny nezjistili. Nejvýraznější pohyby se projeví v hloubce 3 cm. O tom, že pohyby jsou odrazem průběhu teplot, svědčí nejen srovnání průběhu křivek denních změn

zvedání a teplot, ale především následující hodnoty korelačních koeficientů pro závislost výše zdvihu na teplotě, vypočtené pro celé období zimy:

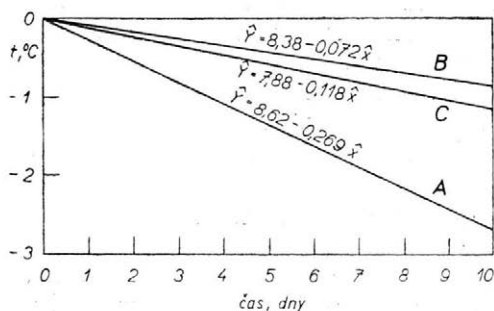
pohyby v hloubce 3 cm: teplota na povrchu	$r = -0,387$	$P < 0,01$
pohyby v hloubce 3 cm: teplota v hloubce 2,5 cm	$r = -0,594$	$P < 0,01$
pohyby v hloubce 3 cm: teplota v hloubce 5,0 cm	$r = -0,657$	$P < 0,01$
pohyby v hloubce 5 cm: teplota na povrchu	$r = -0,267$	$P < 0,05$
pohyby v hloubce 5 cm: teplota v hloubce 2,5 cm	$r = -0,540$	$P < 0,01$
pohyby v hloubce 3 cm: teplota v hloubce 5,0 cm	$r = -0,657$	$P < 0,01$

Absolutní hodnoty jednotlivých korelačních koeficientů naznačují, že vertikální pohyby v jednotlivých zónách profilu jsou výslednicí tvorby ledu i v hlubší vrstvě a že z hlediska pohybů v hloubce 5 cm hrají rozhodující úlohu především teploty v nižších vrstvách půdy.

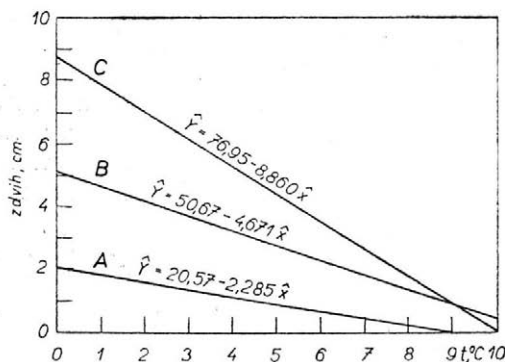
Pro podrobnější analýzu závislosti výše vertikálních pohybů v jednotlivých částech profilu půdy na rychlosti poklesu teploty půdy jsme ze souvislého sledování během celé zimní periody, charakterizované, jak je vidět též z grafu 3, značnými kolísáními a zvraty jak v průběhu teploty půdy, tak také zvedání, užili 3 kratší etapy v různých částech zimy, v kterých v důsledku různě rychle probíhajícího ochlazování půdy pod bod mrazu došlo k odlišným pohybům půdy. Etapa A trvala od 17.—28. 12. 1964, etapa B od 13.—23. 1. 1965 a etapa C od 15. 2.—2. 3. 1965.

Abychom vymezili difference v rychlosti poklesu teplot v těchto třech časových etapách, sestrojili jsme na základě propočtů regresní teploty v hloubce 2,5 cm podle času regresní přímky, uvedené v grafu 4. Směrnice regresních přímek teplot v dalších sledovaných hloubkách se jen málo liší vždy od té, která je pro každou etapu zimy v grafu zachycena pro hloubku 2,5 cm. Jednotlivé regresní přímky velmi názorně demonstrují rozdíly mezi vyčleněnými etapami zimy z hlediska dynamiky rozhodujícího činitele. Zatímco v prosinci (etapa A) klesala teplota nejrychleji, byl její pokles nejpomalejší v lednu (etapa B). Podobné difference jsme získali též při hodnocení dynamiky zvedání podle času v jednotlivých etapách zimy.

Závislost průběhu vertikálních pohybů v hloubce půdy 3 cm na rychlosti poklesu půdní teploty demonstrují regresní přímky, sestojené pro každou ze tří etap zimy (graf 5). V etapě B, kdy byl pokles teploty půdy nejmírnější, byla



4. Regresní přímky poklesu teploty půdy v hloubce 2,5 cm podle času v jednotlivých etapách (A-C) zimy 1964–65



5. Regresní přímky vertikálních pohybů půdy v hloubce 3 cm podle teploty v hloubce 5 cm v jednotlivých etapách (A-C) zimy 1964–65

intenzita zvedání největší. Naopak při rychlém poklesu teploty (v etapě A) je vertikální pohyb půdy velmi malý.

Takto jsou i v podmínkách polních parcel potvrzeny výsledky a závěry vyvozené jak z pokusů za regulovaných podmínek, tak z pokusů v bednách na volném prostranství. Výše vertikálních pohybů ve vrchních vrstvách je tím větší, čím pomaleji klesá teplota příslušné části profilu půdy.

DISKUSE

Otázky vytahování rostlin ozimů na povrch půdy byly dosud experimentálně velmi málo prostudovány. Na omezení a potíže při takových fyziologických a pěstitelských výzkumech vedených v přirozených podmínkách jsme upozornili v předcházející práci (S e g e t a 1966). Při úsilí o upřesnění metod studia i v regulovaných podmínkách jsme narazili na některé základní otázky, jež nebyly dosud v dostatečné míře objasněny.

Kromě závislosti vertikálních pohybů na vlastnostech půdy, které bude věnována samostatná studie a jež má význam pro řešení tak praktických problémů, jako je vymezení oblastí kryomorfních půd u nás a hledání speciálních opatření k omezení škodlivého vlivu vytahování, jevila se nám jako velmi závažná otázka vztahu mezi průběhem a konečnou hodnotou teploty a rozsahem zvedání.

Tato otázka je důležitá nejen z hlediska již zmíněné nutné standardizace metod vhodných pro takové studie, ale též nezbytně nutné a dosud autory neuvažované diferenciaci přímých a nepřímých účinků vytahování a vlivu současně spolupůsobících teplot pod bodem mrazu na životnost a další vývin rostlin. Konečně není bezvýznamná též možnost vymezení těch období zimy, v kterých se vertikální pohyby půdy mohou ve větším rozsahu uplatnit.

Je pochopitelné, že nutno z hlediska zemědělských kultur uvažovat spíše pohyby ve vrchních horizontech půdy, než zdvihy uplatňující se v hlubších částech profilu. Vrchní vrstvy jsou mrazem ovlivňovány i v mírnějších zimách. Jestliže stav promrzlosti zde trvá dosti dlouho, aby na rozhraní zóny promrzlosti se přívodem vody z nižších částí profilu vytvořily mohutnější ledové vrstvy, dochází k zvedání celé výšky půdy nad touto vrstvou a tím i ke značnému poškození rostlin. V takových případech je tvorba ledové vrstvy podporována pomalým poklesem teploty v půdě. Tuto závislost naznačovala již některá dílčí pozorování různých autorů (S c h m i d 1935, K r e t s c h m e r 1956 aj.), avšak její zobecnění dovolují teprve naše výsledky. Jak v laboratorních pokusech, tak i v nádobovém a v polním pokusu za přirozených podmínek byla tato závislost velikosti vertikálních pohybů na rychlosti snížení teploty prokázána statisticky významnými korelačními koeficienty. O tom, že závislost má obecnou platnost, svědčí výsledky, v kterých jsme hodnotili pohyby jak povrchu půdy, tak i v hlubších jejích vrstvách.

Ve všech případech byla síla a významnost vztahu mezi průběhem teploty a velikostí pohybů v čase větší, když jsme při hodnocení užili údaje o teplotě v půdě, než když jsme užili údaje o teplotě na jejím povrchu. Z polního pokusu vyplývá dokonce možnost vymezení hloubky, v níž se led vytváří pomocí hodnoty korelačního vztahu. Bylo by to podstatně jednodušší, než přímé hledání založených ledových vrstev v cdkrytém profilu.

Protože v pokusu provedeném v bednách byla diferenciaci rychlosti promrzání půdy a tedy i rozsahu zdvihů dána rozdílným uložením beden, je potvr-

zena již dříve (Segeř 1957) uvedená vhodnost takové jednoduché metody pro analýzu rezistence ozimých obilovin vůči jednotlivým faktorům zimy. Ovšem na to, že za odlišných podmínek (např. při střídání oteplení a mrazů ve dne a v noci v předjarním období se mohou projevit, na rozdíl od pokusu zde popsaného, větší zdvihy u varianty na vyvýšeném parapetu, jsme upozornili již dříve (Segeř 1966).

Úlohu hraje kromě teploty též čas, po který teploty, indukující jak vznik krystalů ledu, tak především jejich růst do výšky, působí na jednotlivé zóny půdního profilu. Čím déle panují v určité vrstvě teploty umožňující růst ledových krystalů, tím silnější mezivrstva se tvoří a tím větší jsou vertikální zdvihy. Také obsah vody v půdě ovlivňuje zdvihy nejen jako substrát pro tvorbu ledových krystalů, ale i jako faktor regulující rychlost ochlazení půdy. Již Becquerel (citovaný Mosolov 1953) prokázal, že pronikání mrazu do suché půdy je dvakrát rychlejší než do půdy vlhké.

Výsledky prokazují, že k vertikálním pohybům půdy nedochází jen za výrazných kolísání denních a nočních teplot, jak se dosud předpokládalo, ale že probíhá zvláště intenzivně po celou dobu relativně mírných zim. Již dříve jsme zjistili zdvihy půdy i na začátku zimy na těžších půdách ve vyšších polohách (šlechtitelská stanice Polomka-Hámar). Zvedání půdy a vytahování rostlin v této době pak značně zhoršuje pravděpodobnost přezimování porostů (Segeř 1966).

ZÁVĚRY

Na základě podrobného rozboru dosavadních poznatků o mechanismu vertikálních pohybů půdy v průběhu zimy byla v rámci studia rezistence ozimých obilovin vůči vytahování prověřena teoreticky i prakticky důležitá otázka závislosti rozsahu zvedání půdy na průběhu teplot.

V laboratorním prototypovém zařízení, které zajišťovalo základní podmínky, nezbytné pro průběh pochodu umožňujících pohyby, bylo prokázáno, že čím pomaleji klesají teploty v půdě, tím většího rozsahu zvedání je dosaženo.

Tento závěr byl potvrzen v pokusu, provedeném v přirozených podmínkách v pokusných bednách, v nichž různá rychlost promrzání byla zajištěna jejich umístěním na vyvýšeném parapetu nebo na zemi, statisticky významnými korelačními koeficienty. Tato závislost byla významnější, jestliže se hodnotila teplota půdy, než teplota jejího povrchu.

Také na polních parcelách byla uvedená závislost prokázána srovnáním regresních přímků, získaných pro tři periody zimního období, jež se lišily teplotními poměry. Přitom nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů byly zjištěny v případě srovnání rozsahu pohybů a teplot ve stejných hloubkách profilu.

Zhodnoceny byly teoretické a praktické aspekty získaných výsledků.

Došlo dne 19. 1. 1966

Literatura

1. BESKOW, G.: Tjåbildningen och Tjållyftningen med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. = „Sver. geolog. undersökning“, Ser. C 26, 1955, s. 1-242.
2. CASAGRANDE, A.: Bodenuntersuchungen im Dienste des neuzeitlichen Strassenbaues. = „Die Strassenbau“ (Berlin), 1934, 3.
3. DOMBY, C. W. - KOHNKE, H.: The Effect of Freezing and Thawing on Structure of the Soil Surface. = „Agron. J.“, 1955, č. 47, s. 175-177.
4. van EIMERN, J.: Beobachtungen und Bemerkungen zu Wasserbewegung in Boden und zur Frosthebung des Bodens. = „Ztschft. f. Acker- u.

Pflanzenbau", 108, 1959, s. 375-383. — 5. FEDOSOV, A. E.: Eine neue Methode der Laboratoriumsbestimmung des Volumens des gefrierenden Bodens. Ref. N. Jahrb. f. Min., Ref. II., 1940, s. 56-57. — 6. GESLIN, M.: La temperature du sol. C. R. Comm. de l'As. I. S. S. Versailles, 1934. — 7. GLET, O.: Režim vlhkosti černozemních půd na hlubokých pleistocenních pokryvech. = „Vodohosp. čas. SAV“, 1964, č. 12, s. 16-33. — 8. HOEKSTRA, P. - E. CHAMBERLAIN: Electro-osmosis in frozen soil. = „Nature“ (London), 203, 1964, s. 116-117. — 9. HOLMES, R. M. - G. W. ROBERTSON: Soil heaving in alfalfa plots in relation to soil and air temperature. = „Can. J. Soil Science“, 40, 1960, s. 212-218. — 10. KINBACHER, E. J. & LAUDE, H. M.: Frost heaving of seedlings in the laboratory. = „Agr. Journ.“, 47, 1955, s. 415-418. — 11. KODÝTEK, K. - SEGETA, V.: Vliv vertikálních pohybů půdy (vytahování) během zimy na ozimé obiloviny. III. Přístroje pro sledování vertikálních pohybů půdy. = „Věd. práce ÚVÚRV Praha-Ruzyně“, 1966, č. 12 (v tisku). — 12. KOKKONEN, P.: Über das Verhältnis der Winterfestigkeit des Roggens zur Dehnbarkeit und Dehnungsfestigkeit seiner Wurzeln. — „Acta Forest. Fenn.“, 33, 1929, s. 1-45. — 13. KOKKONEN, P.: Beobachtungen über die durch Bodenfrost verursachte Hebung der Erdoberfläche und in der Frostschicht befindlicher Gegenstände. = „Erip. Maat. Aik.“, 1930, č. 3, s. 83-100. — 14. KRETSCHMER, G.: Das Verhalten gefrierenden Bodenwasser im Acker. Angew. = „Meteorol.“, 1956, č. 2, s. 193-211. — 15. KRETSCHMER, G.: Die Ursache für Eisschichtenbildung in Böden. = „Wiss. Zeitschrift d. F. Schiller-Universität Jena, Mathem.-Naturwiss. R.“, 1957/58, č. 7, s. 273-277. — 16. KREUTZ, W.: Einfluß des Bodenfrostes auf den Feuchtigkeitszustand insbesondere die Volumen-Änderung verschiedener Böden. = „Ztschft f. Acker- u. Pflanzenbau“, 113, 1961, s. 181-206. — 17. LEBEDEV, A. F. - TALALAJEVA, E. V.: Hidrologičeskije i klimatičeskije uslovija gibeli pšenice v 1927/28 g. i vozmožnyje agrikulturničeskije meroprijatija po borbe s gibeljju ozimych. = „Donskaja seleck. st.“, 1928, č. 2, s. 1-21. — 18. McCOLL, M. M. - BOUYOUCOUS, G. J.: Causes and effects of soil heaving. = „Mich. Agr. Exp. Sta. Bull.“, 192, 1929, s. 1-11. — 19. MOSOLOV, V. P.: Zimnaja agrotehnika. Sočin. Tom II. Selchoziz Moskva, 1953. — 20. PENNER, E.: Alternate freezing and thawing not a requirement for frost heaving in soils. = „Canad. J. Soil Sci.“, 41, 1961, s. 160-163. — 21. POST, F. H. - DREIBELBIS, F. R.: Some influences of frost penetration and micro-climate on the water relationships of woodland, pasture and cultivated soils. = „Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.“, 1943, č. 7, s. 95-104. — 22. ROTMISTROFF, W. G.: Das Wesen der Dürre. Leipzig 1926. — 23. RUCKLI, R.: Der Frost im Baugrund. Wien 1950. — 24. SEGETA, V.: Jednoduchá metoda určení odolnosti ozimých obilovin proti některým škodlivým činitelům zimy. = „Vědecké práce ČSAZV-ÚRV Praha-Ruzyně“, 1957, č. 3, s. 83-96. — 25. SEGETA, V.: Vliv vertikálních pohybů půdy (vytahování) během zimy na ozimé obiloviny. I. Příspěvek ke studiu resistance ozimé pšenice vůči vytahování. = „Vědecké práce ÚVÚRV Praha-Ruzyně“, 1966, č. 11. — 26. SEKYRA, J.: Působení mrazu na půdu. = „ČSAV-Geotechnika, sbírka prací z praktické geologie“, sv. 27, s. 1-164. — 27. SCHMID, J.: Der Bodenfrost als morphologischer Faktor. Heidelberg, A. Hüthig Verl. 1955. — 28. SILLANPÄÄ, M.: Maan kostenden ja ilman lämpötilan vaikutus maan routaantumiseen ja sulamiseen. = „Maataloustieteellinen aikakauskirja“, 33, 1961, s. 233-239. — 29. SNEDECOR, G. W.: Statistical methods. Iowa 1946. — 30. STELZER, F.: Das Aufrieren des Bodens. = „Wetter u. Leben“, 1959, č. 1, s. 1-8. — 31. TABER, St.: Frost heaving. = „Journ. of Geology“, 37, 1929, s. 428-461. — 32. TABER, St.: The mechanics of frost heaving. = „J. of Geology“, 38, 1930, s. 303-317. — 33. TRENEL, M.: Über Kondensationsvorgänge im Boden. = „Sitzgsber. d. D. Ak. d. Ldwissensch.“, II. 1954, č. 6. — 34. WEGER, N.: Die Wasserbewegung und die Wassergehaltsbestimmung in gefrorenen Boden. = „Met. Rundschau“, 1954, č. 7, s. 45-47.

Влияние вертикальных движений почвы (выпирания) в течение зимы на озимые зерновые культуры

II. Зависимость вертикальных движений почвы зимой от температуры

A. Резюме

На основе подробного анализа имеющихся данных о механизме вертикальных движений почвы в течение зимы, в рамках изучения устойчивости озимых зерновых к выпиранию изучался в теоретическом и практическом отношении важный вопрос зависимости меры подъема почвы от хода температуры.

В лабораторной экспериментальной установке, обеспечивающей основные условия, не-

обходимые для осуществления процессов выпирания, было доказано, что чем медленнее понижается температура в почве, тем больше подъем грунта.

Это заключение было подтверждено опытом, проведенным в естественных условиях в опытных ящиках, в которых различная скорость промерзания достигалась путем их установки на возвышенном парапете или на земле и выражалась статистически значимыми корреляционными коэффициентами. Зависимость была значительнее в том случае, когда измерялась температура почвы, а не ее поверхности.

Приведенная зависимость была также доказана на полевых делянках путем сравнения регрессивных прямых, установленных для трех периодов зимнего цикла и отличающихся температурными условиями. При этом самые высокие величины коэффициентов корреляции были установлены в случае сравнения размера движений и температур на одинаковых глубинах профиля.

Оценивались теоретические и практические аспекты полученных результатов.

Б. Тексты к диаграммам

1. Ход понижения температур почвы и ее вертикальных движений в лабораторной установке у варианта А и В
2. Регрессивные прямые вертикальных движений поверхности почвы согласно температурным условиям. Ящики на земле ($\hat{y} = 16,99 + 6,33 \cdot x$), ящики на возвышенном парапете ($\hat{y} = 11,68 + 3,84 \cdot x$)
3. Ход температуры на поверхности земли и на глубине 2,5 и 5 см; подъем земли на глубине 3 см (А), 5 см (В) и 10 см (С) при полевом опыте в 1964—65 гг. (усл. обозначение: абсцисса = время — дни, ордината = наверху подъем мм, внизу — температура °С)
4. Регрессивные прямые понижения температуры почвы на глубине 2,5 см в зависимости от времени в отдельные этапы (А—С) зимы 1964/65 г.
5. Регрессивные прямые вертикальных движений на глубине 3 см в зависимости от температуры на глубине 5 см в отдельные этапы (А—С) зимы 1964/65 гг.

Effect of Vertical Soil Movements (Heaving) during Winter upon Winter Cereals.

II. Dependence of Vertical Soil Movements during Winter on Temperature

A. Summary

On the basis of a detailed analysis of the present knowledge of the mechanism of vertical soil heavings during winter, studies have been done on a theoretically and practically very important problem i. e. how does the extent of soil heaving depend on the course of freezing temperatures in the soil.

In a laboratory prototype apparatus, which ensured the basic conditions necessary for the processes causing soil heaving, it has been experimentally proved that the slower the soil temperatures decreases, the greater is the extent of soil heaving.

This conclusion was confirmed by statistically significant correlation coefficients in the experiment which had been carried out in natural conditions in experimental boxes, in which the various rapidity of freezing of the soil had been secured by their placing on an elevated parapet or on the ground. This dependence was more significant in the case when there was being evaluated the temperature of soil than the temperature of its surface.

On the field plots, too, the above-mentioned dependence was proved by comparing the regressive lines obtained during three periods of the winter season, which differed by the temperature conditions, while the highest values of the correlation coefficients were found by comparing the extent of the heavings and temperature at equal depths of the profile.

The theoretical and practical aspects of the results obtained were estimated.

B. Text to figures

1. Course of the decrease of soil temperature and vertical soil movements in laboratory conditions in variants A and B
2. Regression lines of vertical movements of the soil surface according to temperature conditions. Boxes on the ground ($\hat{Y} = 16,99 + 6,33$), boxes on a raised parapet ($\hat{Y} = 11,68 + 3,84$)

3. Course of temperatures of the soil surface and at depths of 2.5 and 5 cm, and soil heaving at depths of 3 cm (A), 5 cm (B), and 10 cm (C) in a field trial during 1964—65 (legend: abscissa = time and days, ordinate = above lifting in mm, below temperature in degrees centigrade)
4. Regression lines of the decrease in soil temperature at a depth of 2.5 cm according to the individual time periods (A-C) during the winter of 1964—65
5. Regression lines of vertical movements at a depth of 3 cm according to temperature at a depth of 5 cm in the individual periods during the winter of 1964—65

Einfluß der vertikalen Bodenhebung (Aufziehen) während des Winters auf die Winter-Getreidearten

II. Abhängigkeit der vertikalen Bodenhebung im Winter von der Temperatur

A. Zusammenfassung

Auf Grund einer genauen Analyse der bisherigen Erkenntnisse über den Mechanismus der vertikalen Bodenhebungen während des Winters, wurde im Rahmen des Studiums der Resistenz von Wintergetreidearten gegenüber der Aufziehung eine theoretisch und praktisch wichtige Frage der Abhängigkeit des Ausmaßes der Bodenhebung von dem Temperaturverlauf überprüft.

In der Labor-Prototypeneinrichtung, die die Grundbedingungen sicherte, die für den Verlauf der Prozesse notwendig sind und die die Hebungen ermöglichen, wurde nachgewiesen, daß je langsamer die Temperaturen im Boden sinken, ein desto größeres Hebungsmaß erreicht.

Diese Schlußfolgerung wurde im Versuch bestätigt, der in den Naturbedingungen in Versuchskästen durchgeführt wurde, in denen eine verschiedene Schnelligkeit des Durchfrierens durch ihre Unterbringung an einem erhöhten Parapett oder am Boden durch statistisch bedeutungsvolle Korrelationskoeffizienten gesichert wurde. Diese Abhängigkeit war bedeutungsvoller, wenn die Bodentemperatur, anstatt der Temperatur ihrer Oberfläche bewertet wurde.

Auch auf den Feldparzellen wurde die angeführte Abhängigkeit durch den Vergleich der Regressionslinien, die für drei Winterperioden gewonnen wurden und die sich von den Temperaturverhältnissen unterschieden, bewiesen. Dabei wurden die höchsten Werte der Korrelationskoeffizienten im Falle des Vergleichs des Hebungsmaßes und der Temperatur in den gleichen Profiltiefen festgestellt.

Es wurden die theoretischen und praktischen Aspekte der gewonnenen Ergebnisse bewertet.

B. Text zu den graphischen Darstellungen

1. Verlauf der Bodentemperaturabnahme und der vertikalen Bodennhebungen in der Laboreinrichtung bei der Variante A und B
2. Regressionslinien der vertikalen Hebungen der Bodenoberflächen laut Temperaturbedingungen. Kästen am Boden ($\hat{Y} = 16,99 + 6,33 x$). Kästen auf einer erhöhten Brüstung ($\hat{Y} = 11,68 + 3,84 x$)
3. Temperaturverlauf auf der Bodenoberfläche und in der Tiefe von 2.5 und 5 cm und Bodenhebung in der Tiefe von 3 cm (A), 5 cm (B) und 10 cm (C) im Feldversuch 1964—65 (Legende: abscissa = Zeit-Tage, ordinata = Hub oben mm, Temperatur unten °C)
4. Regressionslinien der Bodentemperaturabnahme in der Tiefe von 2.5 cm laut Zeit in den einzelnen Etappen (A-C) Winter 1964—65
5. Regressionslinien der Vertikalen Hebungen in der Tiefe von 3 cm laut Temperatur in der Tiefe von 5 cm in den einzelnen Etappen (A-C) Winter 1964—65

Adresa autorů:

Doc. Ing. Vladimír Segeřa, CSc., Ing. Karel Kodýtek, Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně 507

■ Jeteloviny i jetelovinotravní směsky zařazené v polních osevních postupech zlepšují fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd, zvyšují úrodnost a tím i výnosy následných plodin. Tento široký význam víceletých pícev v osevních postupech se nesnižuje ani v době zvýšeného používání průmyslových hnojiv, jak také dokazují např. práce Wagnera (1961), Vrkoče a kol. (1965) aj.

Na prověření pěstování čistých porostů jetelovin a směsek byla založena u nás i v cizině celá řada pokusů. Z našich i cizích poznatků vyplývá, že na půdách jetele a vojtěškorodých, kde jeteloviny v čisté kultuře dovedou bezpečně obhájit stanoviště ve svůj prospěch, budeme pěstovat porosty čistých jetelovin (Steikhart 1960, Slepíčka a kol. 1965b). Naproti tomu jetelovinotravním směskám dáme přednost v takových podmínkách, kde jeteloviny jsou méně jisté, nedosahují plného zapojení porostu a tím ani maximálního výnosu (Slepíčka a kol. 1965b, Carda 1961). V takových přechodných oblastech je vhodné použít do směsek menší podíl trav (10 až 20 %).

Nepříznivý vliv jetelovinotravních směsek na výnos první následné plodiny, vyplývající z pomalejšího rozkladu trav (širší poměr C:N), lze značně redukovat zvýšenými dávkami dusíkatých hnojiv. Výnosy druhé a třetí následné plodiny bývají již stejné nebo i vyšší po jetelovinotravních směskách, pokud rozdílů nejsou překrývány hnojením (Vrkoč, Strnad, Kříšťan, Černý 1965).

Je třeba podotknout, že každé jednostranné nadhodnocení některého z uvedených druhů víceletých pícev je škodlivé a přináší našemu hospodářství značné ztráty. Při uplatnění názoru v této otázce musí být vždy uvažován komplex faktorů rozhodujících o úspěšném pěstování pícev na orné půdě, jako např. kvalita osiv, složení směsek, způsob výsevu, doba výsevu, otázka správné volby krycí plodiny, otázka hnojení, zejména jeho vliv na botanické složení směsky, otázka doby seči atd.

Od roku 1957 zabývali jsme se výzkumně řešením problematiky spojené se zakládáním honu pícev v oblasti Českomoravské vysočiny na pracovišti ÚVÚRV v Lukavci u Pacova. Pro dané podmínky bramborářské oblasti se ukázala být vhodná jetelovinotrava, zejména k jednoletému užítku. Výsledky také ukázaly, že trávy v jetelovinotravě se štírovníkem obecným nesnižují v prvním užítkovém roce produkci stravitelných bílkovin po jednotce plochy, neboť jsou doplňkem pro dokonalejší zápoj porostu a snižují tak jeho zaplevelování.

Pro dvouletý užitek byly čisté jeteloviny v Lukavci naprosto nevhodné a také jetelovinotravy svými nízkými výnosy ve druhé seči druhého užítkového roku byly méně vhodné. Ve druhém užítkovém roce docházelo k úbytku jetelovin (vyhynutí jetele červeného) a v porostu převládaly trávy (z 50–90 %). Stupeň vyzimování jetelovin je ovlivňován především kvalitou osiva, průběhem povětrnosti, způsobem zakládání pícevového honu, hnojením apod., jak je diskutováno v pracích Slepíčka a kol. (1965a, b).

Z důvodů zachování dvouletého jetelovinotravního drnu v devítihoném osevním postupu za účelem využití trav jednak ke zvýšení produkce píce a jednak

k využití jejich melioračního vlivu na půdu byla sledována v Lukavci další varianta honu pícnin. Výsledky přinášené v této práci jsou doplňkem předchozích sdělení (Slepíčka, Křišťan, Strnad 1965 ab).

STANOVIŠTĚ A METODIKA

Polní pokusy pícninařské byly založeny na pracovišti ÚVÚRV v Lukavci v letech 1957–1964 podle jednotné metodiky koordinované v Ruzyni (Slepíčka a kol. 1963a).

Půdy pracoviště Lukavec (okres Pelhřimov, výrobní typ bramborářský) jsou hlinité středně šterkovité s hloubkou ornice 16–23 cm, která přechází do písčito-hlinité zeminy s rulovou drtí. Obsah humusu 2,6–3,6, pH 5,5. Půdy se vyznačují vysokým obsahem K_2O a nedostatkem P_2O_5 . Půdní typ je slabě vyvinutá hnědozem. Průměrný roční úhrn srážek činí 668 mm, průměrná roční teplota vzduchu $7,33^{\circ}C$.

Základní varianty – víceleté pícniny (váhový poměr při výsevu):

- a) jetelovinná směska (jetel červený 70, štirovník obecný 30)
- b) jetelovinotrávní směska 80 : 20 (jetel červený 60, štirovník obecný 20, trávy 20)
- c) jetelovinotrávní směska 100 : 10 (jetel červený 70, štirovník obecný 30, trávy 10).

Ve sledované variantě byla náhradou za druhou seč víceletých pícnin v jejich druhém užitkovém roce zařazena luskovinoobilná směska v tomto složení (v kg/ha): bob koňský 57, peluška 52, vikev letní 37, kukuřice 40, oves 44.

Sled plodin v pokuse:

1. oves s podsevem
2. jeteloviny a jejich směsky s trávami (1. užitkový rok)
3. jeteloviny a jejich směsky s trávami (2. užitkový rok + luskovinoobilná směska (meziplodina))
4. pšenice ozimá.

Zasetí luskovinoobilné směsky bylo provedeno co nejdříve po včasné sklizené první seči víceletých pícnin. V prvním užitkovém roce byl aplikován dusík ve formě ledkové brzy z jara v dávce 40 kg N/ha na víceletý porost pícnin a v dávce 30 kg N/ha na list k luskovinoobilné směsce.

Výnosy luskovinoobilné směsky byly zjišťovány u jednotlivých variant na týchž sklizňových parcelách, kde byly zjišťovány výnosy krycí plodiny i výnosy víceletých pícnin.

Krmné hodnoty pícnin byly propočteny na základě botanických rozborů a podle tabulkových hodnot (Čvančara 1962).

Ekonomické hodnocení bylo provedeno na základě kalkulací za použití cen podle vyhlášky MZLVH č. 175 ze dne 9. 9. 1959 o výkupních cenách zemědělských výrobků. Ocenění průměrných krmných hodnot bylo stanoveno na základě vlastních nákladů na ověřovacím závodě SPS v Lukavci (1 kg škrobové hodnoty = 0,78 Kčs, 1 kg stravitelných bílkovin = 2,43 Kčs).

V podstatě byl hodnocen pícninový hon ve dvou provedeních:

1. klasickým způsobem (ke dvouletému užitku jetelovinotráv i jetelovin)
2. se zařazením meziploidy – luskovinoobilné směsky – ve druhém užitkovém roce jak po čistých jetelovinách, tak po jetelovinotrávních směskách.

VÝSLEDKY

V průběhu vegetace luskovinoobilné směsky zařazené do dvouletého pícninového honu byly zjištěny rozdíly v rychlejším růstu a tmavším zbarvení obilovin (oves, kukuřice) na parcelách po čistých jetelovinách, a naopak po jetelovinotrávách byly ve směsce mohutnější luskoviny, zejména bob koňský.

Po jetelovinách ve srovnání s jetelovinotrávami stouplo zaplevelení u luskovinoobilné směsky.

Sklizňové výsledky uvedené v tabulce I prokazují výhodnost zařazení luskovinoobilné směsky do dvouletého pícninového honu (způsob 2), neboť oproti tradičnímu způsobu (1) se zvyšuje produkce píce v zelené hmotě až o 62 %, ve stravitelných bílkovinách až o 151 %. K vysokým výnosovým rozdílům dochází především za použití čistých jetelovin, které jsou pro dvouletý užitok v daných podmínkách naprosto nevhodné. Vysokou kvantitu i kvalitu píce zajistila luskovinoobilná směska.

I. Průměrné sklizňové výsledky ve druhém užitkovém roce pícein

Varianta		Zelená hmota	Suchá hmota	Stravitelné bílkoviny	Škrobové jednotky
		q/ha		kg/ha	
Způsob 1	jeteloviny (2 seče)	137,0	27,3	160,6	992,8
	%	100	100	100	100
	jetelotráva I (10 % trav) (2 seče)	275,0	57,1	222,5	1973,6
	%	100	100	100	100
	jetelovinootráva II (20 % trav) (2 seče)	295,5	59,7	229,9	2014,9
	%	100	100	100	100
Způsob 2	jeteloviny (1 seč) + letní směska	409,9	65,2	559,0	3330,8
	%	209	238	347	335
	jetelotráva I (1 seč) + letní směska	446,1	70,2	554,7	3356,9
	%	162	123	249	170
	jetelinootráva II (1 seč) + letní směska	449,9	70,6	578,7	3322,5
	%	152	118	251	164

vinoobilní směska v kombinaci s jetelovinootrávou I (20 % trav) i s jetelovinootrávou II (10 % trav).

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

O vhodnosti navrhovaného opatření svědčí přepočít uvedený v tabulce II. Zařazením luskovinoobilné směsky byla zvýšena výroba stravitelných bílkovin

II. Ekonomické hodnocení dvouleté jetelovinootravy a náhradní luskovinoobilné směsky

Varianta	Způsob 1				Způsob 2			
	bez letní směsky				s letní směskou (náhrada za 2. seč)			
	suchá hmota		krm. hmota		suchá hmota		krm. hodnota	
	Kčs	%	Kčs	%	Kčs	%	Kčs	%
Jeteloviny	5310	100	5312	100	5760	108	6918	130
Jetelovinootráva I.	7110	100	6433	100	7515	105	8212	127
Jetelovinootráva II.	7200	100	6381	100	7760	105	8156	127
Ø	6540	100	6042	100	7011	106	7762	128

a škrobových hodnot na hektar cca o 1800 Kčs. Nahrazení druhé seče jetelovino-trav luskovinoobilnou směskou si vyžádalo toto zvýšení nákladů na hektar: osivo podle výkupních cen 510 Kčs, průmyslová hnojiva 187 Kčs, orba se setím 200 Kčs, celkem 897 Kčs.

Znamená to, že luskovinoobilná směska zvýšila hrubý důchod pícninového honu ve druhém užitkovém roce na 1 ha cca o 900 Kčs. Další zvýhodnění této varianty (mimo zúrodňující vliv na půdu) ve srovnání s jiným možným uspořádáním pícninového honu (2X jednoletá plodina) je v tom, že sklizeň první seče jetelovino-travy je získána bez nákladů na osivo, přípravu půdy a setí.

DISKUSE A OVĚŘOVÁNÍ VÝSLEDKŮ V PRAXI

Víceleté pícniny na orné půdě rozhodují stále o zajišťování krmivové základny v každém zemědělském závodě. Vysokou výkonnost pícninového honu zajišťuje pak komplex opatření vyplývajících z daných podmínek.

V podmínkách Českomoravské vysočiny (bramborářský výrobní typ, nadmořská výška asi 600 m, roční srážkový úhrn nad 650 mm, průměrná denní teplota kolem 7,3°C) na půdách středních, nevýrazně podzolovaných, slabě zásobených kyselinou fosforečnou a dostatečně zásobených draslem, s pH kolem 5,5, ukázalo se pěstování jetelovin ke dvouletému užítu jako velmi nevhodné (Slepička a kol. 1965 b).

Pro zachování dvouletého jetelovino-travního pícninového honu a zintenzívnění stávajícího osevního postupu je nutné ve druhém užitkovém roce po první seči zařadit jinou mezplodinu (směsku, předklíčované brambory, len, krmné okopaniny, kukuřici apod.). V našem případě bylo použito luskovinoobilné směsky, která se ukázala být mnohem výkonnější a jistější než ponechaná druhá seč jetelovino-trav.

Zaorání jetelovino-travního honu v letní době, jakož i zařazení vikvovitých plodin v letní směsce příznivě ovlivní výnosy následujících ozimů a odpadá u nich nebezpečí poklesu výnosů po jetelovino-trávě ve srovnání s čistými jetelovinami, jak uvádějí např. Šimon (1958), Kos (1964), König (1958) a jiní autoři.

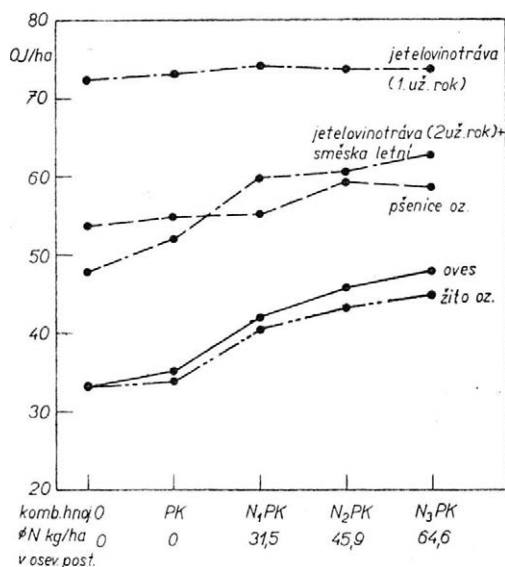
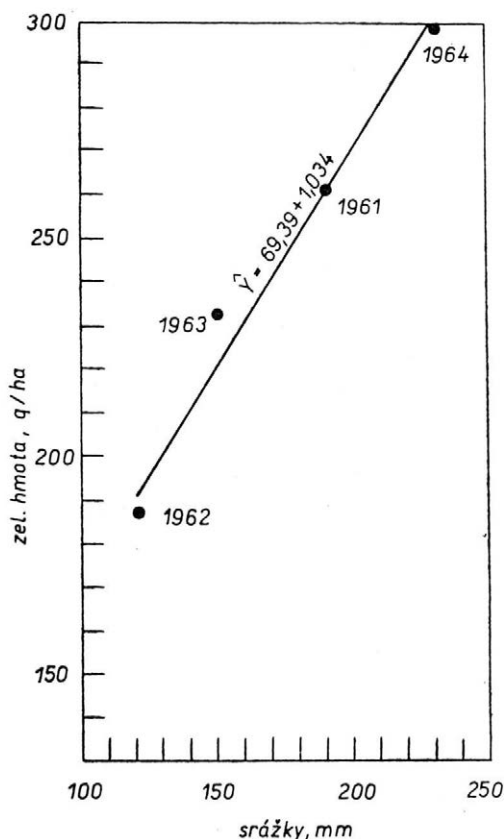
Získané průměrné hodnoty z víceletého výživářského osevního postupu v Lukavci (Křišťan 1963 a) svědčí o vhodnosti zařazení luskovinoobilné směsky

III. Vegetační podmínky a výnosy luskovinoobilné směsky (pokusu VOP v Lukavci)

Rok	Datum setí	Sklizeno dne	Vegetační období				Ø výnos v q/ha v z. h. na celé ploše pokusu	Koeficient jistoty
			počet dnů	Ø teplota v °C	množství srážek v mm	počet srážek dnů		
1961	17. 6.	23. 8.	67	15,58	192	39	296	1,09
1962	9. 6.	10. 8.	62	15,77	119	28	241	0,88
1963	5. 6.	5. 8.	61	16,67	150	21	248	0,91
1964	6. 6.	4. 9.	90	16,08	222	30	325	1,19
1961–1964	5.–17. 6.	5. 8.–4. 9.	70	16,02	171	29	278	Ø = 1

do dvouletého pícninového honu tam, kde za vegetační období (červen—srpen) spadne nejméně 150—160 mm srážek dobře rozdělených, jak uvádí tabulka III. Výše výnosu zařazené luskovinoobilné směsky je pak přímo závislá na množství spadlých srážek (znázorňuje graf 1).

Reakce výnosů na stupňované dávky minerálního dusíku v osevním postupu byla na upraveném pícninovém honu (jetelovino tráva + letní směska) ve víceletém průměru zmíněného pokusného osevního postupu v Lukavci vyšší než u obilovin (viz graf 2).



2. Vliv stupňovaných dávek minerálního dusíku na výrobnost jednotlivých plodin (vyjádřená v obilních jednotkách) v průměru let 1957—1964 na pracovišti ÚVÚRV v Lukavci

1. Grafické znázornění regrese (vliv spadlého množství srážek na výnosy letní směsky na pracovišti ÚVÚRV v Lukavci 1961—1964)

Ze zjištěného vyplývá, že takto organizovaný pícninový hon nalézá plně uplatnění při zvýšené intenzitě hnojení průmyslovými hnojivy zejména v místech dostatečného množství srážek a dobré organizace rostlinné výroby.

Vegetační doba takto použité luskovinoobilné směsky i rozklad jetelotrávního drnu spadá v podmínkách ověřování do maxima měsíčních srážek a vyšších teplot. Rychlý růst a včasná sklizeň směsky umožňují i včasnou a snadněji proveditelnou seťovou orbu pro následný ozim.

Podobně v pokusech s různou dobou zaorávky jetelotrávního drnu (P o k o r n ý a kol. 1962, K o s 1963) byla prokázána v daných i podobných podmínkách vhodnost včasné jeho zaorávky (do 20. 8.), která poskytovala oproti pozdějším způsobům zaorávání nejvyšší výnos u následné pšenice ozimé. Meliorační účinek trav ve spojení s příznivým vlivem luskovin na půdu zajišťuje

vysoký základní (nehnojený) výnos následné plodiny ozimé pšenice, jak bylo dále v pokusech zjištěno (viz graf 2).

Na ověřovacím závodě — hospodářství SPS v Lukavci — byly uplatněny v celém komplexu všechny nejnovější poznatky při zakládání honu pícnin především na základě prací těchto autorů: Slepíčka a kol. (1965 b), Schmied (1958), Baier (1961), Carda (1961, Schmied, Kopřiva (1961) a dalších. V devítihonném osevním postupu bramborářském při zvýšené intenzitě hnojení průmyslovými hnojivy (nad 150 kg č. ž. na hektar z. p.) a komplexem opatření byla zvýšena výroba píce na orné půdě v tříletém průměru (u jetelovino-tráv ze 68 q/ha na 86 q/ha suché hmoty, u luskovinoobilné směsky ze 300 q/ha na 378 q/ha zelené hmoty) i výnos následné plodiny ozimé pšenice (z 26 q/ha až na 41 q/ha zrna). Za použití zvýšených dávek průmyslových hnojiv se i na provozních honech ukázalo, že u krycí plodiny musí být hnojeno minerálním dusíkem opatrně, aby vývoj trav nebyl podpořen na úkor jetelovin. Při ponechání jetelovino-travní směsky na dvouletý užitek bylo využito ve druhém roce k první seči optimální produkce trav za použití zvýšené dávky N 40—60 kg/ha ve formě ledků. Následná luskovinoobilná směska rovněž přihnojena 30—40 kg N ve formě ledků zkvalitnila krmivovou základnu a popřípadě i velmi dobře doplnila kukuřici do siláže.

Při použití luskovinoobilné směsky zůstává zachován dvouletý pícninový hon v rámci devítihonného osevního postupu a podmínka se zasetím směsky po sklizni první seče jetelovino-trávy nedělá provozní potíže, jelikož spadá do období před hlavní senosecí a výsev směsky je možno vykonat současně s orbou pomocí agregátu (Kříšřan 1963 b).

Správně sestavená luskovinoobilná směska (nejméně 60 % luskovin) dává vyšší výnosy ve hmotě i v krmných hodnotách než ponechává druhá seč jetelovino-trávy.

ZÁVĚR

V podmínkách bramborářské oblasti Českomoravské vřsočiny při nevhodnosti pěstování jetelovin a jejich směsek s travami ke dvouletému užtku se ukázalo, že lze v rámci požadované struktury plodin zachovat v osevním postupu dva hony jetelovino-travní směsky při intenzivním využití s tímto účelným postupem:

Jetelovino-travní směsku je nutné v jejím druhém užtkovém roce na jaře silně pohnojit dusíkem ve formě ledků v dávce 40—60 kg, popř. i více na hektar, a po první včasné seči zařadit další mezipločinu (letní směsku, kukuřici, len, předklíčené brambory, krmné okopaniny apod.).

Zařazená luskovinoobilná směska při složení 60 % luskovin (bob koňský 20 %, peluška 20 %, vikev 20 %) a 40 % chlovin (kukuřice 20 %, oves 20 %) zvýšila oproti klasickému dvouletému jetelotravnímu honu podstatně výnos píce (až o 60 %) a přes zvýšenou úrodnost půdy zvedla výnosy u následného ozimu (pšenice).

Došlo dne 12. 5. 1965

Literatura

1. BAIER, J.: Jak ekonomicky hnojit. Praha, 1961, s. 102. — 2. CARDA, J.: Nejvhodnější složení jetelotravních směsí pro bramborářskou oblast. = „Rostlinná výroba“, 7. 1961, č. 1, s. 31-95. — 3. ČVANČARA, F.: Zemědělská výroba v číslech. Praha, 1962. — 4. KOS, M.: Vliv předplodin na ozimou pšenici. = „Rostlinná výroba“, 10. 1964, č. 10, s. 37-46. — 5. KÖNIG: Untersuchungen über die Wirkung von Klee, Roggen und Luzerne auf einige fruchtbarkeitsbestimmende Bodeneigenschaften und die Erträge der Nachfrüchte. Inst. f. Pflanzenbau d. Rhein. Friedr.

Wilh. Universität Bonn, 1968. — 6. KŘIŠTAN, F.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v bramborářské oblasti, II. sdělení. = „Rostlinná výroba“, 9, 1963a, č. 11, s. 1129-1148. — 7. KŘIŠTAN, F.: Pícniny, základní článek osevního postupu v bramborářské oblasti. = „Za soc. zeměd.“, 1963b, č. 12, s. 910-917. — 8. POKORNÝ, V. - ČERNÝ, V. - KŘIŠTAN, F. - STRNAD, P.: Vliv různé doby a způsobu zoražky jetelovínotravních směsek na první následnou plodinu. = „Vědecké práce VÚRV Ruzyně“, Praha, 1962, s. 119-138. — 9. SCHMIED, M.: Význam jetelovin a jejich směsek s travami. Soustava základ, agrotech. opatření v rostl. výrobě. SZN Praha, 1958, s. 125. — 10. SCHMIED, M. - KOPŘIVA, J.: Výzkum vlivu různého osevu jetelovínotravních směsek na jejich botanické složení a produktivnost. = „Rostlinná výroba“, 7, 1961, č. 9, s. 1244-1260. — 11. SLEPIČKA, J. - KŘIŠTAN, F. - STRNAD, P.: Vliv normy krycí plodiny na výnos krycí plodiny a vývoj podsevu. I. sdělení. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965a, č. 7, s. 717-732. — 12. SLEPIČKA, J. - KŘIŠTAN, F. - STRNAD, P.: Vliv normy krycí plodiny na výnosy jetelovin a jejich směsek s travami v 1. a 2. užítkovém roce, II. sdělení. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965b, č. 7, s. 733-752. — 13. STEIKHARDT, H.: Ergebnisse mehjähriger Anbauversuche mit Rotklee und Rotklee-grasmischungen in Thüringen. = „Die deutsche Landw.“, 6, 1960, č. 11, s. 329-331. — 14. ŠIMON, J.: Poznatky z pokusů s osevními sledy polních plodin v travoplných osevních postupech. Soustava základních agrotechn. opatření v rostl. výrobě. SZN Praha (kap. II). 1958, s. 16-39. — 15. VRKOČ, F. - STRNAD, P. - KŘIŠTAN, F. - ČERNÝ, V.: Příspěvek ke zjištění vlivu víceletých pícnin na výnosy následných plodin. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965, č. 5, s. 477-488. — 16. WAGNER, E.: Bodenbiologische Untersuchungen im Fruchtfolgenversuch Bärenrode. = „Wiss. Z. d. M. Luther Universität, Halle-Wittenberg, Mat. Nat.“, 1961, č. 10, s. 339-340.

Интенсивное использование двухлетних бобовозлаковых культур в севообороте в картофельной области

A. Резюме

В условиях картофельной области Чешскоморавской Возвышенности при непригодности выращивания бобовых и их травосмесей для двухгодичного пользования, выяснилось, что в рамках требуемой структуры культур в севообороте можно сохранить два поля бобовозлаковой смеси при ее интенсивном использовании в следующем целевом порядке:

Бобовозлаковые смеси на втором году пользования необходимо весной обильно удобрить азотом в форме селитры в дозе 40—60 и больше кг на га, а после первого своевременного укоса включить дальнейшую промежуточную культуру (летнюю смесь, кукурузу, лен, яровизированный картофель, кормовые пронашны и др.).

Включенная зернобобовая смесь с содержанием 60 % бобовых (конские бобы 20 %, пелюшка 20 %, вика 20 %) и 40 % зерновых (кукуруза 20 %, овес 20 %), по сравнению с классическим двухлетним бобовозлаковым полем существенно увеличила урожай зеленого корма (на 60 %) и, несмотря на повышенное плодородие почвы, повысила урожай последующей озимой культуры (пшеницы).

Б. Текст к таблицам

I. Средние урожаи на втором году пользования кормовых трав

II. Экономическая оценка двухлетних бобовозлаковых культур и резервной зернобобовой смеси

III. Вегетационные условия и урожаи зернобобовой смеси (опыты в Лукавце)

В. Текст к диаграммам

1. Графическое изображение регрессий (влияние выпавшего количества осадков на урожай летней смеси на объекте Центрального научно-исследовательского института растениеводства в Лукавце, 1961—1964 гг.)

2. Влияние дифференцированных доз минерального азота на урожаи отдельных культур (выражено в зерновых единицах) в среднем за 1957—1964 гг. на объекте ЦНИИР в Лукавце

Efficient Use of Biennial Clover-Grasses Grown in Crop Rotation in a Potato Region

A. Summary

Under the conditions of the potato region of the Bohemian and Moravian Highland, during improper growing of clover-grass mixtures for biennial use, it was found possible to maintain in the crop rotation, within the frame of the required

structure of the products, two plots of clover-grass mixtures for efficient use by means of the following method:

In the spring of the 2nd cropping year, nitrogen should be applied in the form of saltpetre, 40–60 kg and more per hectare, to clover-grass mixtures, and after the first timely cutting another intercrop (summer mixture, maize, flax, pregerminated potatoes, fodder root-crops, etc.) should be inserted.

The included legumes and cereals mixture containing 60 % of pulse crops (horse bean 20 %, field pea 20 %, vetch 20 %) and 40 % of cereals (maize 20 %, oats 20 %) substantially increased the fodder yield (by up to 60 %) in comparison with the classical biennial clover-grass plot and also raised, despite the increased soil fertility, the yields of the succeeding winter cereals (wheat).

B. Text to tables

- I. Average yield results in the 2nd cropping year of fodder plants
- II. Economic evaluation of biennial clover-grasses and substitute mixtures of legumes and cereals
- III. Vegetation conditions and yields of mixtures of legumes and cereals (trials conducted at the VOP at Lukavec)

C. Text to graphs

1. Graphical representation of regressions (effect of precipitations on the yields of the summer mixture obtained by the ÚVÚRV at Lukavec)
2. Effect of increased rates of mineral nitrogen on the productivity of the individual plants (expressed in cereal units), average for the time-period of 1957–1964 obtained by the ÚVÚRV at Lukavec

Intensive Ausnützung der zweijährigen Klee-grasgemengearten in der Fruchtfolge im Kartoffelgebiet

A. Zusammenfassung

In den Bedingungen des Kartoffelgebiets Českomoravská vysočina bei einer Angelegenheit der Züchtung von Kleearten und ihren Gemengearten mit Gras zu einem zweijährigen Nutzen zeigte sich, daß im Rahmen der erfordernten Struktur der Fruchtarten in der Fruchtfolge zwei Schläge der Klee-grasgemenge erhalten werden können, und zwar bei einer intensiven Ausnützung mit diesem zweckmäßigen Vorgang:

Es ist notwendig die Klee-grasgemenge in ihrem zweiten Nutzzjahr im Frühjahr stark mit Stickstoff in Form von Salpeter in einer Gabe von 40–60 und mehr kg je ha zu düngen und nach der ersten rechtzeitigen Mahd eine weitere Zwischenfrucht (Sommergemenge, Mais, Flachs, vorgekeimte Kartoffeln, Futterhackfrüchte u. ä.) einzureihen.

Die eingereihte Leguminosen-getreidegemenge bei einer Zusammensetzung von 60 % Leguminosen (Ackerbohnen 20 %, Peluschken 20 %, Wicken 20 %) und von 40 % Getreidearten (Mais 20 %, Aussaat 20 %) erhöhte gegenüber dem klassischen zweijährigen Klee-grasgemenge wesentlich den Futterertrag (bis um 60 %) und trotz der erhöhten Bodenfruchtbarkeit wurden die Erträge bei nachfolgender Wintersaat (Weizen) erhöht.

B. Text zu den Tafeln

- I. Durchschnittliche Ernteergebnisse im zweiten Nutzzjahr der Futterpflanzen
- II. Ökonomische Bewertung der zweijährigen Klee-grasgemenge und des Ersatz-Leguminosen-Getreidegemenges
- III. Vegetationsbedingungen und Erträge der Leguminosen-Getreidegemenge (Versuche in der Getreide-Forschungsarbeitsstätte Lukavec)

C. Text zu den graphischen Darstellungen

1. Graphische Regressionsdarstellungen (Einfluß der niedergefallenen Niederschlagsmenge auf die Erträge der Sommergemenge in der Arbeitsstätte des Zentralen Forschungsinstitutes für pflanzliche Produktion in Lukavec im Jahre 1961–1964)
2. Einfluß der abgestuften mineralen Stickstoffgaben auf die Produktivität der einzelnen Fruchtarten (in Getreideeinheiten ausgedrückt) im Durchschnitt der Jahre 1957–1964 in der Arbeitsstätte des Zentralen Forschungsinstitutes für pflanzliche Produktion in Lukavec

Adresa autora:

Ing. František Křišťan, Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby Ruzyně, pracoviště Lukavec u Pacova

■ S rozvojem zemědělské výroby v podhorských oblastech úzce souvisí udržování a zvyšování půdní úrodnosti. Zejména na vzdálených, svažitých a méně přístupných pozemcích je zlepšování půdních vlastností obtížné, z různých příčin nebývá dodržován správný osevní postup, hnojení, zvláště statkovými hnojivy je nedostatečné a dosahované hektarové výnosy jsou proto často nízké a nepříznivě ovlivňují výsledky celého hospodaření.

Ke zlepšení půdních vlastností i ke zvýšení hektarových výnosů mohou v těchto oblastech významně přispět i vhodně provedené podsevy jílků (*Lolium*), popřípadě i jejich směsi s jinými pícninami. Posuzování vhodnosti podsevu nemůže však vycházet pouze z hlediska krmivářského, které dosud převládá, ale má přihlížet i k možnostem využití vyprodukované hmoty podsevu na zelené hnojení.

Možnosti využití různých plodin jako meziplodin v jednotlivých výrobních oblastech našeho státu sledoval a velmi podrobně hodnotil Navrátil (1964) na základě pokusů prováděných v roce 1957 až 1961. Vzájemně porovnává výsledky podsevu jednotlivých druhů, poukazuje na poměrně malé využívání jílku mnohokvětého. Pro jednotlivé výrobní oblasti navrhuje nejvhodnější sestavy. Strída (1963) hodnocení podsevu a meziplodin sleduje především z pícninářského hlediska, uvádí výhodnost jarního podsevu jílku mnohokvětého. Přímé náklady na 1 q zelené hmoty byly průměrně 5,10 Kčs. Eich a Smukalski (1964) sledovali význam meziplodin již také z hlediska obohacení půdy organickou hmotou a ovlivnění výnosu následné plodiny. Mezi neúspěšnější meziplodiny zařazují na základě výsledků provedených pokusů kombinace červeného jetele a jílku mnohokvětého, uvádějí, že využitím produkované hmoty na zelené hnojení došlo ke zvýšení výnosu brambor o 26,8 q/ha. Černý, Fucimán (1965) upozorňují na velké rezervy našeho zemědělství, které mimo jiné spočívají i v nedostatečném využití meziplodin, doporučují podstatně více využívat podsevy trav a jetelovin. Dosavadní neúspěchy v pěstování meziplodin přičítají především nedostatečné agrotechnice, hlavně v přípravě půdy a hnojení. Vorobjov, Krupeninová (1965) připomínají, že podmínky pro rozšíření podsevu jsou všude tam, kde ve druhé polovině léta je dostatek srážek, sluneční energie a teplých dnů. Při jejich zavádění sledují i množství organické hmoty narostlé po sklizni hlavní plodiny. Caenka (1965) uvádí holandské zkušenosti s využíváním podsevu jílku. Jílek jednoletý vysévají po sklizni hlavní plodiny na široko (50 kg/ha) nebo jej přisévají do hlavní plodiny (5–6 kg/ha) s předpokladem, že do sklizně hlavní plodiny nastane vysemenění jílku a tím se zajistí další vývoj podsevu i výnos strništní píce. Lošakov (1965) věnuje pozornost podsevům především z hlediska jejich využitelnosti na zelené hnojení a ovlivnění výnosů následných plodin. U brambor dosáhl zvýšení hektarových výnosů o 12–32 %, u jarního ječmene o 4–10 %. Dančík (1965) uvádí výsledky různých podsevu, především z kukuřičné oblasti, a kromě pícninářské stránky sleduje i zlepšování půdních vlastností. Jde o komplexní hodnocení některých meziplodin a strništních plodin.

METODIKA A PRACOVNÍ POSTUP

Problém byl řešen polními pokusy v podhorské oblasti, na pracovištích VSZ Rožnov p. Radh. v Zubří (Beskydy) a na Lapači u Kelče (Hostýnské vrchy). Současně se některé kombinace celoprovazné ověřovaly na účelovém hospodářství stánice v Brankách na Mor. a v JZD Zašová, okres Vsetín.

CHARAKTERISTIKA POKUSNÝCH MÍST

Zubří — pozemek 385 m nadmořské výšky, po jetelotrávě (výnos sena 68 q/ha), ornice 16–22 cm, hlinitopísčité, pH/KCl 6,9, ve 100 g 7,1 mg P₂O₅ a 13,0 mg K₂O, spodina 90–110 cm tmavošedá hlína, následuje štěrky s pískem. Začátek jarních prací v první polovině dubna, koncem září přízemní mrazy. Podle víceletého průměru činí srážky ročně 866 mm a teplota 7,5⁰ C. Průběh povětrnosti v době setí ozimého žita a provádění podzimních podsevů byl normální, poněkud vlhčí a chladnější konec podzimu působil příznivě na vývoj a růst rostlin. V jarní a letní vegetaci následujícího roku působil sucho a teprve dešťové srážky v srpnu (stále ještě pod víceletým průměrem) podporují růst podsevů. Příští pak rok, kdy byl sledován účinek podsevů jako zeleného hnojení na výnosech následné plodiny (ovsa), byl charakterizován deštivým jarem.

Lapač — pozemek 345 m nadmořské výšky, předplodina jetelotráva (výnos sena 79 q/ha), ornice 20–28 cm, hlinitopísčité, pH/KCl 6,6, ve 100 g 7,3 mg P₂O₅ a 14,0 mg K₂O, začátek jarních prací o 4–6 dnů dříve než v Zubří, podzimní mrazy začínají až v polovině října. Podle víceletého průměru činí roční srážky 750 mm a teplota 7,5⁰ C. Průběh povětrnosti při setí ozimého žita a podzimních podsevů odpovídá víceletému průměru, v následujícím roce byl vývoj a růst jařin i podsevů ovlivněn dlouhodobým suchem, ne však tolik jako v Zubří, neboť červen a srpen byly srážkově normální. Vegetaci následné plodiny ovlivnilo opět deštivé jaro, ale i v tomto ohledu ne však tolik jako v Zubří.

Rozdělení srážek během vegetace podle měsíčních průměrů je uvedeno v tabulce I.

I. Rozdělení srážek během vegetace

Pracovní stanoviště	Rok	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
Zubří	1921–1962	58,5	47,5	95,7	105,1	121,4	119,1	69,9
	1963	38,1	31,1	135,0	56,4	43,6	136,0	81,7
	1964	33,5	37,1	47,1	61,9	85,0	99,7	43,2
	1965	39,20	113,0	185,5	209,2	136,0	75,6	52,5
Lapač	1957–1962	47,6	54,2	67,4	111,2	119,6	99,5	48,2
	1963	39,6	31,7	107,7	65,8	112,2	105,8	94,0
	1964	36,8	23,0	33,8	118,3	73,0	83,8	41,8
	1965	39,0	113,4	137,8	153,1	97,1	72,8	95,5

Postup zakládání a ošetřování polních pokusů a technické provádění podsevů byly voleny z hlediska snadné další aplikace v praxi. Podsevy se prováděly většinou současně se setím hlavní plodiny a jen některé přisevy na jaře, na začátku vegetace, dodatečně na široko.

POUŽITÝ MATERIÁL

Hlavní plodiny: ozimé žito 'České' (*Secale cereale* L.) — 160 kg/ha
ovs 'Český žlutý' (*Avena sativa* L., var. *aurea* Körn) — 150 kg/ha
ječmen jarní 'Valtický' (*Hordeum vulgare*, var. *nutans* Schübl.) — 150 kg/ha
Příprava půdy normální, hnojení NPK 30-40-80 Kg č. ž./ha.

SESTAVA KOMBINACÍ

a) v žitě ozimém:

K = kontrola, obilovina bez podsevu, po sklizni podmínka;

1 = podsev jílku mnohokvětého (*Lolium multiflorum* LAM.)

12,5 kg/ha + jilek vytrvalý (*Lolium perenne* L.)

15,0 kg/ha, vyséváno současně s osivem ozimého žita;

2 = podsev jílku mnohokvětého (*Lolium multiflorum* LAM.)

25,0 kg/ha, seto současně s ozimým žitem;

3 = podsev jílku mnohokvětého (*Lolium multiflorum* LAM.)

25,0 kg/ha, v začátku jarní vegetace, na široko do porostu ozimého žita;

4 = podsev jílku jednoletého (*Lolium westerwoldicum annuum* L.)

25,0 kg/ha, na začátku jarní vegetace, na široko do porostu ozimého žita;

b) v jařinách (oves, jarní ječmen):

K = kontrola, obilovina bez podsevu, po sklizni podmínka;

5 = podsev jílku mnohokvětého (*Lolium multiflorum* LAM.)

25,0 kg/ha, současně se setím obiloviny;

6 = podsev jílku jednoletého (*Lolium annuum* L.)

25,0 kg/ha, současně se setím obiloviny;

7 = podsev jílku jednoletého (*Lolium annuum* L.)

12,5 kg/ha + jilek mnohokvětý (*Lolium multiflorum* LAM.)

12,5 kg/ha, současně s obilovinou;

8 = podsev jílku mnohokvětého (*Lolium multiflorum* LAM.)

12,5 kg/ha + jilek vytrvalý (*Lolium perenne* L.)

15,0 kg/ha, současně se setím obiloviny (osiva smíchána).

Sestava kombinací v systému dlouhých parcel, vedle sebe.

VARIANTY

I. = obiloviny + podsevy samotných trav;

II. = obiloviny + podsevy trav + přísev jetele bílého (*Trifolium repens* L.) – 6 kg/ha. V kombinaci 1 a 2 přísev na podzim, na široko, v kombinaci 3 a 4 na jaře současně s podsevem trávy. V jařinách (kombinace 5, 6, 7, 8) osivo jetele bílého rozházeno na široko, ihned po založení pokusu;

III. = obiloviny + podsev trav + přísev vikví (100 kg/ha). V kombinaci 1 a 2 vikev ozimá (*Vicia pannonica* Cr.), na široko, po vysetí ozimého žita a trav, v kombinaci 3 a 4 podsev jarní vikve (*Vicia sativa* L.) na široko do porostu ozimého žita, v začátku jarní vegetace. V jařinách ve všech kombinacích (5 až 8) podsev jarní vikve (*Vicia sativa* L.) na široko, ihned po vysetí obiloviny a podsevu jílku.

Uspořádání variant v blocích, vedle sebe.

Velikost základní parcelky 25 m² + okraje k odběru vzorků pro pícninářské hodnocení, opakování: 4krát. Po sklizni hlavních plodin přihnojení podsevu 20 kg N/ha (ledek ostravský), na kontrolách podmínka a později uvláčení. V celém pokuse následná plodina oves, při jednotně prováděné agrotechnice, základní hnojení NPK 30–40–80 kg č. ž./ha.

VÝSLEDKY

A) ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTŮ PODLE SKUTEČNÉHO STAVU

Zjišťování bylo prováděno po plném vzejití, počet rostlin jednotlivých komponentů na 1 m² odpovídá uplatněným výsevkům i stanovištním podmínkám. Při vzházení jařin, zvláště ovesa, nepříznivě působilo začínající a trvající sucho.

V ozimém žitě (25. 9. 1963) byl průměrný počet rostlin 350 oz. žita, 870 jílků, 220 jetele bílého a 150 ozimé vikve.

V ječmeni (25. 4. 1964) bylo 336 jar. ječmene, 1000—1200 jílků, 80 až 100 jetele bílého, 230—290 jarní vikve (průměrné počty rostlin na 1 m²).

V ovse (5. 5. 1964) bylo 250 ovsa, 950—1300 jílků, 170—300 jetele bílého a 130—140 jarní vikve (průměrné počty rostlin na 1 m²).

B) VYUŽITÍ PODSEVŮ K VYŠŠÍM VÝNOSŮM OZIMÉ SMĚSKY — NA SILAŽ

Část pokusů s podsevy v ozimém žitě, kombinace 1 a 2 a varianta III, včetně příslušné kontroly, byla v první seči (23. 5. 1964) využita k produkci silážní hmoty. Dosažené výnosy byly velmi dobré a v přepočtu na 1 ha v průměru činily:

K — III	312 q
komb. 1/III	346 q
komb. 2/III	373 q

Botanické rozborů vzorků potvrzují, že největší váhové zastoupení ve sklizené silážní hmotě má ozimé žito (91,4—91,8 %), dále jílky (6,4—7,5 %) a ozimá vikve (1,1—1,8 %). Ovšem i poměrně malé váhové zastoupení podsevů příznivě ovlivnilo obsah živin, který uvádíme v přepočtu na 100 % sušinu:

	Š. H.	O. J.
K — III (žito bez podsevu)	44,28	73,81
komb. 1/III (žito — jílek mn., v., oz. vik.)	46,09	76,54
komb. 2/III (žito — jílek mn. — oz. vikve)	46,89	78,16

Po sklizni ozimé směsky následovala II. seč (23. 8. 1964): v komb. 1/III byl dosažen výnos přírodního osiva jílku 7,3 q/ha, slámy 38,3 q/ha; v komb. 2/III výnos přírodního osiva jílku 6,2 q/ha, slámy 33,4 q/ha. Při ekonomickém hodnocení odpočítáváme z výnosu přírodního osiva jílku 22 % na odpad čištění.

V další vegetaci byl sledován vývoj a růst III. seče s využitím na zelené hnojení (zaoráno 10. 11. 1964).

C) VLIV PODSEVŮ NA VÝNOS HLAVNÍCH PLODIN

V základních tabulkách II a III jsou uvedeny průměry.

Výnosy ozimého žita bez podsevů jsou velmi dobré: 30 q/ha zrna a 56 q/ha slámy, což je v daných výrobních podmínkách nad průměrem a dokumentuje výhodnost dodržení zásad správné agrotechniky.

Posuzujeme-li celkově výnosy ozimého žita, ve kterém byly podsevy, zjišťujeme, že v průměru došlo jen k nepatrnému snížení oproti kontrole u zrna o 3 % (0,8 q/ha), naproti tomu se zvýšil výnos slámy o 20 % (11,8 q/ha), a to při její lepší kvalitě. Z jednotlivých kombinací ovlivnil nejméně výnos zrna hlavní plodiny jarní podsev jílku mnohokvětého a jednoletého; příslušné korelační koeficienty prokazují nezávislost vztahů vlivu podsevů k výnosům zrna u komb. 3 $r = 0,14$, u komb. 4 $r = 0,07$. Nejvyšší výnos slámy je při podzimním podsevu jílku mnohokvětého, zvýšení charakterizuje korelační koeficient $r = 0,33$.

II. Kombinace podsevů jílků: Ø výnosy q/ha

Kombinace číslo	Hlavní plodina			Dne: 15. 9. 1965		Dne: 10. 11. 1965		Dne: 10. 11. 1965		Následná plodina	
	zrno	sláma celkem	z toho podsev	zelená hmota	sušina	zelená hmota	sušina	celková hmota*)	sušina	zrno	sláma
1 2 3 4 Ø 1-4 Kontrola	Ozimé žito			Strništní píce				Zelené hnojení		Oves	
	29,1	72,2	10,4	50,0	14,3	172,5	32,5	312,5	82,5	37,93	68,50
	28,4	75,2	11,0	48,1	16,1	137,5	30,0	285,0	62,5	39,65	73,01
	29,7	59,8	1,2	48,0	14,3	167,5	33,5	300,5	69,3	36,09	69,44
	29,6	64,3	6,0	53,2	15,9	202,0	40,0	310,0	62,5	38,05	71,18
	29,2	67,8	7,1	49,8	15,1	170,0	34,0	302,0	69,2	37,93	70,53
	30,0	56,0								36,05	67,45
	Jarní ječmen			Strništní píce				Zelené hnojení		Oves	
	19,2	46,6	13,5	70,1	15,5	185,0	35,5	337,0	82,0	23,27	32,83
	18,9	41,0	11,5	82,2	22,6	105,0	20,5	230,0	58,0	20,75	34,82
5 6 7 8 Ø 5-8 Kontrola	19,8	47,3	12,3	84,5	30,3	160,0	31,0	308,5	74,0	24,36	36,57
	21,5	45,8	10,3	90,1	23,6	190,0	41,0	360,0	90,0	28,52	40,81
	19,9	45,1	11,9	81,7	23,0	160,0	32,0	309,0	76,0	24,22	36,25
	23,8	33,8								23,13	35,66
	Oves			Strništní píce				Zelené hnojení		Oves	
	19,1	39,8	5,9	29,3	10,3	110,0	27,5	197,0	45,0	23,94	60,56
	19,3	35,9	4,7	32,5	12,7	90,0	25,0	142,0	35,7	23,72	60,78
	18,4	38,0	5,6	25,7	10,1	106,0	28,5	185,0	46,3	28,01	70,49
	20,8	42,6	6,0	34,6	13,5	121,0	32,0	216,0	51,0	30,64	69,88
	19,4	39,0	5,5	30,5	11,6	107,0	28,2	185,0	44,5	26,58	65,43
	19,5	35,7								20,43	54,81

Kombinace - 1 - jílek mnohokv. + vytrvalý (na podzim)
 2 - jílek mnohokvětý (na podzim)
 3 - jílek mnohokvětý (na jaře)
 4 - jílek jednoletý (na jaře)

5 - jílek mnohokvětý
 6 - jílek jednoletý
 7 - jílek jednoletý + mnohokvětý
 8 - jílek vytrvalý + mnohokvětý

*) strništní píce
 + strniště
 + kořeny v ornici

III. Zhodnocení podsevů podle variant: Ø výnosy q/ha

Varianty	Hlavní plodina			15. 9. 1965		Následná plodina	
	zrno	sláma celkem	z toho podsev	zelená hmota	sušina	zrno	sláma
	Ozimé žito			Strništní píce		Oves	
I.	29	67	7	40	12	38	70
II.	29	68	7	56	17	37	70
III.	29	68	7	j. 56	j. 13	j. 37	j. 70
K	30,0	56,0		oz. 51	oz. 19	oz. 39	oz. 73
						36,05	67,45
	Jarní ječmen			Strništní píce		Oves	
I.	19	36	10	54	16	21	32
II.	19	46	11	136	40	25	38
III.	21	13	15	55	13	26	38
K	23,8	33,8				23,13	35,66
	Oves			Strništní píce		Oves	
I.	20	39	3	29	11	27	65
II.	19	36	2	29	11	27	67
III.	19	42	11	33	12	25	65
K	19,5	35,7				20,43	54,81

Varianty podsevů – I – samotné trávy

II – trávy + jetel bílý

III – trávy + vikev (u jařin – jarní)

(u ozimů – ozimá – oz.)

– jarní – j.)

Hodnotíme-li výsledky podle variant, jsou výnosy velmi vyrovnané a při $K = 100 \%$ vykazují:

výnosy	zrna %	slámy %
varianta I	98,–	119,–
varianta II	96,–	121,–
varianta III	98,–	121,–

Výnosy jarního ječmene bez podsevu jsou průměrné: zrna 23,8 q/ha, slámy 33,8 q/ha. Vlivem podsevů jílku a jejich směsí nastalo v celém pokusu celkově snížení výnosu zrna hlavní plodiny o 16,4 % (3,9 q/ha), zatímco výnos slámy byl vyšší o 33,4 % (11,3 q/ha). Nejlepší byla kombinace č. 8, podsev směsi jílku mnohokvětého a vytrvalého, která nejméně snížila výnos zrna hlavní plodiny (korelace $r = 0,18$) a průkazně zvýšila výnos slámy (korelace $r = 0,64$).

Výsledky jednotlivých variant v porovnání s kontrolou ($K = 100 \%$) jsou vzájemně dosti vyrovnané, především I a II:

výnosy	zrna %	slámy %
varianta I	78,9	106,–
varianta II	79,4	137,–
varianta III	87,3	173,–

Výnosy o v s a jsou v důsledku působení sucha pod průměrem; bez podsevu bylo dosaženo hektarového výnosu zrna 19,5 q, slámy 35,7 q. Podsevy celkově ovlivnily výnos hlavní plodiny nepatrně, u zrna 0,5 % (0,1 q), výnos slámy byl vyšší o 9,2 % (3,3 q/ha). Podobně jako u ječmene jeví se jako nejvýhodnější kombinace č. 8, podsev směsi jílku mnohokvětého a vytrvalého, která neprůkazně zvýšila výnos zrna ($r = 0,08$) a téměř průkazně výnos slámy ($r = 0,44$).

V jednotlivých variantách jsou opět výsledky vcelku vyrovnané ($K = 100\%$):

	výnosy	zrna %	slámy %
varianta I		101,5	109,—
varianta II		98,4	100,—
varianta III		98,9	118,—

Z krmivářského hlediska je v podhorských oblastech zvláště důležitá produkce slámy jařin. Na základě dosažených výnosových výsledků u o v s a i jarního ječmene s podsevy došlo všeobecně nejen ke zvýšení výnosů slámy, ale zlepšila se také podstatně její krmná hodnota. Jde zejména o podíl travního sena (slámy), u kterého byl obsah živin ve 100% sušině tento:

varianta I (seno-sláma trav + 6,5 q/ha)	str. b. ‰	š. h. ‰	o. j. ‰
v komb. č. 5 (jílek mnohokv.)	6,29	28,09	46,82
v komb. č. 6 (jílek jednoletý)	2,87	23,09	38,49
v komb. č. 8 (jílek mnohokv. + vytrv.)	7,62	23,48	39,14
varianta II (seno-sláma trav — 6,5 q/ha)			
v komb. č. 5 (jílek mnohokv.)	7,34	29,95	49,92
v komb. č. 6 (jílek jednol.)	2,82	23,14	38,57
v komb. č. 8 (jílek mnohokv. + vytrv.)	7,57	22,88	38,14
varianta III (seno-sláma trav — 13 q/ha)			
v komb. č. 5 (jílek mnohokv.)	7,38	27,04	45,07
v komb. č. 6 (jílek jednol.)	6,39	24,98	41,64
v komb. č. 8 (jílek mnohokv. + vytrv.)	6,50	24,—	40,—

D) VÝNOSY STRNIŠTNÍ PÍCE

Zjišťování výnosů strništní píce bylo prováděno na okrajích jednotlivých parcel z plochy 1 m², a to ručním pokosením 15. 9. a 10. 11. 1964. Bezprostředně před provedením zimní orby 10. 11. 1964 bylo současně na okrajích parcel provedeno vyrytí plošek porostů 50 × 50 cm do hloubky ornice a zjišťována ještě hmota kořenů a strniště.

Po sklizni o z i m é h o ž i t a, za 54 dnů, bylo dosaženo průměrného výnosu strništní píce ve všech sledovaných kombinacích 49,8 q/ha (sušiny 15,1). Maximálního výnosu bylo dosaženo v případě podsevu jílku jednoletého — 53,2 q/ha (15,9 q sušiny). Ve variantách se nejlépe uplatnil přísev jetele bílého, průměrný výnos strništní píce 56,— q/ha (17,— q/ha sušiny).

Před zimní orbou, za 110 dnů po sklizni ozimého žita, dosahuje výnos strništní píce v rámci celého pokusu 170 q/ha (34,— q/ha sušiny). Nejvyšší výnosy byly opět u podsevu jílku jednoletého: 202,— q/ha (40,— q/ha sušiny). Hmota strniště a kořenů činila v průměru 132 q/ha (35,2 q/ha sušiny).

Vysokých výnosů strništní píce bylo dosaženo v podsevech j a r n í h o j e č - m e n e. Za 44 dnů po sklizni hlavní plodiny dosahují průměrného výnosu 81,7 q/ha (23,— q/ha sušiny). Nejvyšší produkce je u podsevu směsi jílku jednoletého a vytrvalého, 90,1 q/ha (23,6 q/ha sušiny). Z hlediska variant nejvyšší výnos poskytuje podsev jetele bílého a to 136 q/ha (40 q/ha sušiny).

Před zimní orbou, za 100 dnů po sklizni hlavní plodiny, dosahuje výnos strništní píce celkového průměru 160 q/ha (32,— q/ha sušiny). Nejvyšší výnosy jsou u podsevů jílku jednoletého + vytrvalého, a to 190,— q/ha (41,— q/ha sušiny). Kořenová hmota a strniště v době provádění zimní orby činila v průměru 149,— q/ha (44,— q/ha sušiny).

Výnosy strništní píce podsevů u o v s a byly poměrně nižší. Za 47 dnů po sklizni hlavní plodiny dosahují průměrně 30,5 q/ha (11,6 q/ha sušiny). Nejvyšší výnos poskytuje opět podsev směsi jílku mnohokvětého a vytrvalého, 34,6 q/ha (13,5 q/ha sušiny). Podle variant jsou výsledky vcelku vyrovnané.

Před zimní orbou, za 103 dny po sklizni hlavní plodiny, činila produkce strništní píce v průměru 107,— q/ha (28,2 q/ha sušiny), nejvyšší výnosy u podsevů směsi jílku mnohokvětého a vytrvalého, tj. 121,— q/ha (32,— q/ha sušiny). Kořenová hmota a strniště v době zimní orby činí v průměru 78,— q/ha (16,3 q/ha sušiny).

Vzorky zelené hmoty při zjišťování výnosu strništní píce byly dále využity k chemickým rozborům. Strništní píce byla totiž zásadně určena na zelené hnojení, ke zlepšení půdních vlastností a ke zvýšení výnosů následné plodiny. Pro úplnost však považujeme za účelné uvést výsledky chemických rozborů strništní píce v kombinaci č. 5, 6 a 8 v ovse. Přepčet je proveden opět na 100 % sušinu a má přibližně charakterizovat využitelnost hmoty podsevů i k případnému zkrmení.

Stravitelné bílkoviny:

			%
var.	I	jen trávy	6,89
	II	trávy + jetel bílý	9,04
	III	trávy + vikev jarní	7,27

Škrobová hodnota:

var.	I	jen trávy	43,69
	II	trávy + jetel bílý	45,07
	III	trávy + vikev jarní	43,60

Ovesné jednotky:

var.	I	jen trávy	72,82
	II	trávy + jetel bílý	75,17
	III	trávy + vikev jarní	72,55

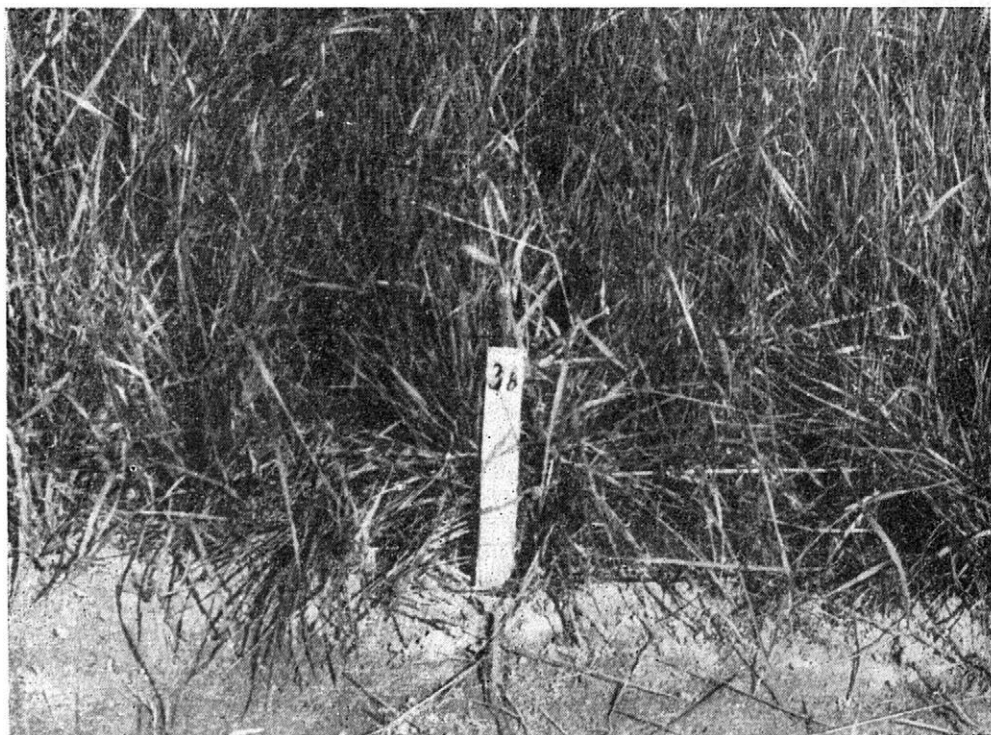
E) VYUŽITÍ PODSEVŮ NA ZELENÉ HNOJENÍ — NÁSLEDNÁ PLODINA OVES

Jde o důležitou část práce, jejíž závěry mají praktický význam. Celkově je prokázáno, že i při srážkově méně příznivých podmínkách, jaké byly pro vývoj a růst podsevů na jaře a v létě 1964, lze výběrem vhodné kombinace podsevů a při dodržení potřebné úrovně agrotechniky dosáhnout výnosu strništní píce v množství, které přispěje ke zlepšení půdních vlastností a ke zvýšení výnosů plodin následných.

Oves po ozimém žitě s podsevem ve všech případech zaznamenává zvýšení hektarových výnosů: zrna o 5,2 %, slámy o 4,7 % při současně vysokém výnosu kontroly (36,05 q/ha zrna a 67,45 q/ha slámy). Nejvyšší zvýšení je v případech, kdy oves následoval po žitě s podzimním podsevem jílku mnohokvětého (korelační koeficient $r = 0,18$) a po jarním podsevu jílku jedno-



1. (2A) Podsev jílku mnohokvětého + vytrvalého do ozimého žita současně s jeho výsevem. Lze pozorovat jak trsy rostlin jílku mnohokvětého, tak i přízemní růžice jílku vytrvalého. Stav začátkem září 1964



2. (3B) Stav porostu po podsevu samotného jílku mnohokvětého, současný výsev ozimého žita i jílku. Stav porostu koncem září 1964. Přebírají stébelné plodné odnože jílku mnohokvětého



3. (4C) Uplatnění přístřiku jetele bílého při podsevu jílku mnohokvětého do ozimého žita na počátku jarní vegetace. Stav koncem září 1964



4. Přístřik jarní vikve do jarního ječmene s podsevem trav. Stav před sklizní hlavní plodiny. Porost nepolehl jen v důsledku jarního přisušku; pro praxi riskantní varianta

letého ($r = 0,37$). Výnosnost zrna i slámy v jednotlivých variantách je vcelku velmi vyrovnaná.

Oves po ječmeni s podsevem. V celém pokusu bylo dosaženo zvýšení výnosů zrna o 4,7 %, slámy o 1,6 %. Z kombinací se nejlépe uplatnil podsev směsi jílku mnohokvětého a vytrvalého, neboť podstatné zvýšení výnosnosti zrna je i statisticky prokázáno ($r = 0,66$) a vztah podsevu ke zvýšení výnosů slámy charakterizuje korelační koeficient $r = 0,27$. Posuzujeme-li vzájemně výsledky podle jednotlivých variant, jsou vyrovnané, u varianty I poněkud nižší, pod průměrem K.

Oves po ovse s podsevem zaznamenává nejprůkaznější výsledky zvýšení výnosů, a to zrna o 30 %, slámy o 19,4 %. Nejlépe se uplatňuje podsev směsi jílku mnohokvětého a vytrvalého, podobně jako po ječmeni, zvýšení vý-

IV. Přímé náklady na provedení podsevu a zvýšení ha výnosů zrna ovsa — následně plodiny, podle variant I, II, III

Podsevy	Rozmezí nákladů v Kčs/ha	Průměrné náklady Kčs/ha	Na výrobu 1 q ovsa (zvýšeného výnosu zrna) připadá Kčs
V ozimém žitě			
jen trávy (I.)	233,— až 353,—	264,50	121,30
trávy + jetel bílý (II.)	479,— až 599,—	510,00	372,30
jar.	833,— až 836,—	834,50	567,70
V jarním ječmeni			
jen trávy (I.)	233,— až 353,—	264,—	—
trávy + jetel bílý (II.)	479,— až 599,—	509,—	237,80
trávy + jarní víkev (III.)	834,— až 953,—	864,—	247,50
V ovse			
jen trávy (I.)	233,— až 353,—	264,—	39,60
trávy + jetel bílý (II.)	479,— až 599,—	509,—	73,40
trávy + jarní víkev (III.)	834,— až 953,—	864,—	194,10
Přímé náklady:			
Výsevky a ceny osiva podsevu: jílek jednoletý 25 kg/ha, 1 kg á 8,— Kčs,			
jílek mnohokvětý 25 kg/ha, 1 kg á 8,10 Kčs,			
jílek vytrvalý 30 kg/ha, 1 kg á 14,60 Kčs,			
jetel bílý 6 kg/ha, 1 kg á 40,94 Kčs,			
ozimá víkev 100 kg/ha, 1 kg á 800,— Kčs,			
jarní víkev 100 kg/ha, 1 kg á 600,— Kčs			
Ošetření podsevu — 100 kg ledku ostravského a jeho rozházení 53,50 Kčs/ha,			
Odpočet za provedení a ošetření podmítky 20,— Kčs/ha.			

Efektivnost kombinací 1 a 2 (varianta III.) v produkci OJ na ha

K	— žito bez podsevu	35,60 OJ
1,2	— silážní hmoty	39,5
	— semeno a sláma jílku	31,9
	— zvýšení výnosů ovsa (zrno, sláma)	3,2
		74,60 OJ

Vysvětlivka: OJ

1 q	— zrno obilí	1,0
	— sláma ozimů	0,1
	— zelená píce	0,11
	— sláma jařin	
	a trav	0,15
	— semeno jílku	5,0

nosů zrna je statisticky průkazné, korelační koeficient $r = 0,68$, u výnosů slámy $r = 0,13$. Hodnocení výsledků podle variant dokumentuje poměrnou vzájemnou vyrovnanost.

Průkaznost korelačních koeficientů (r) — $P\ 0,05 = 0,58$, $P\ 0,01 = 0,71$.

EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

V hodnocení významu a efektivity pěstování meziplojin převládá větší krmivářské hledisko. Dosahovaná produkce strništní píce je srovnávána s příslušnými přímými náklady na osivo a ošetřování porostů podsevů. Podsevy jílků, popřípadě jejich směsí s jinými pícninami jsou v podhorských oblastech využívány většinou pastvou, v poslední době také ke sklizni zelené píce (s pomocí cepových sklizečů). Pěstitelský zdar, tedy i ekonomické hodnocení, je ovlivněno především stavem pozemku, úrovní agrotechniky, vláhovými poměry nejen při zakládání podsevů, ale především v období po sklizni hlavních plodin.

VYUŽITÍ STRNIŠTNÍ PÍCE PODSEVŮ KE KRMENÍ

V provedeném pokuse byly výnosy píce zjišťovány orientačně, na okraji pokusných parcel.

a) Podsevy v ozimém žitě — k 15. 9. 1964 nejvyšší podíl přímých nákladů na 1 q vyprodukované zelené hmoty připadal na kombinace varianty I — 6,67 Kčs. V období zimní orby (10. 11. 1964) činily náklady na 1 q zelené hmoty v průměru všech podsevů v ozimém žitě 3,97 Kčs.

b) Podsevy v jarním ječmeni — k 15. 9. 1964 z přímých nákladů připadalo na 1 q strništní píce v průměru všech kombinací ve variantě I — 4,10 Kčs a nejméně nákladů ve variantě II — 3,72 Kčs. V období zimní orby (10. 11. 1964) v rámci celého pokusu připadlo na 1 q strništní píce nákladů 3,45 Kčs.

c) Podsevy v ovse — vyprodukovaná strništní píce z hlediska přímých nákladů je poměrně drahá; k 15. 9. 1964 na 1 q zelené hmoty ve variantě I připadá podíl nákladů 9,10 Kčs, při zimní orbě začátkem listopadu, v rámci celého pokusu na 1 q zelené hmoty 5,10 Kčs.

K tomuto hodnocení náleží také skutečnost, že uvedené podsevy poskytují píci v období, kdy možno zkvalitnit i prodloužit letní krmení, snížit náklady na výrobu mléka.

VYUŽITÍ PODSEVŮ NA ZELENÉ HNOJENÍ

a) Oves po ozimém žitě s podsevy — hospodářsky významný je podsev samotných jílků, jejichž osivo je levné, takže na 1 q zvýšeného výnosu zrna v následné plodině připadá 121,30 Kčs přímých nákladů.

Zintenzívnění rostlinné výroby značně umožňují ozimé směsky poskytující včasnou a levnou silážní hmotu, výnos semene a slámy jílků a konečně i vydatné zelené hnojení. Na hektar je možno vyrobit navíc (v porovnání se žitem ozimým bez podsevů) 39 o. j. při nákladech na 1 o. j. 28,— Kčs.

b) Oves po ječmeni s podsevy — zvýšení výnosů zrna a slámy v celém pokuse bylo malé, nedejvidalo nákladům za osivo podsevů. Pouze samotná kombinace č. 8 je perspektivní, na 1 q zvýšeného výnosu zrna ovsa v průměru všech variant připadá 101,10 Kčs nákladů.

c) Oves po ovse s podsevy — i když jde o nežádoucí střídání plodin, přece jen v praxi mnohých zemědělských závodů hospodařících v členitém a rozsáhlém

terénu se vzdálenými malými a méně přístupnými pozemky k takovým případům dochází.

Samotné podsevy jílků — varianta I — jsou ekonomicky výhodné, neboť na 1 q zvýšeného výnosu zrna ovsa připadá podíl nákladů pouze 39,60 Kčs. Rovněž i další varianta (II — podsev trav s jetelem bílým) přináší dobré výsledky. Na 1 q zvýšeného výnosu zrna ovsa připadá 73,40 Kčs nákladů.

Přísevy jarní vikve (varianta III) jak do ječmene, tak i ovsa, jsou velmi drahé, hrozí při nich nebezpečí polehnutí hlavních plodin, takže v praxi se málo uplatňují.

DISKUSE

Posuzování významu podsevů a meziplodin není zcela jednotné; autoři vycházejí často z různých místních podmínek i měnících se hledisek na zhodnocení a využití sklizní.

Podobně jako Vorobjov, Krupeninová (1965) přisuzujeme při zakládání podsevů a využívání meziplodin velký význam povětrnostním podmínkám, zejména množství a rozložení dešťových srážek. Význam vláhy u meziplodin zdůrazňují Ivanička (1960), který zavlažováním zvýšil výnos ozimých směsek o 21 %, a Baňoch (1958) o 29 %. Ze souboru agrotechnických opatření, stejně jako Klečka, Kunc (1947), Alexejev (1952), Černý, Fuciman (1965), považujeme za důležité: volbu vhodné kombinace, správný výsev a dodržení techniky setí, vhodný způsob zakládání a ošetřování porostů. Střída (1960), Navrátil (1964) považují rovněž možnost uplatnění podsevů jílku mnohokvětého a jetele bílého ve všech obilovinách. Také v našem pokuse podsevy v ječmeni poskytují nejvyšší výnosy strništní píce (Střída 1960), přesto však v celkovém hodnocení považujeme za výhodnější oves, a to právě ve smyslu zvýšení výnosu ovsa po ovse.

Při hodnocení vhodnosti a účelnosti meziplodin je důležitá úvaha, zda na daném pozemku lze provést zlepšení půdních vlastností jiným způsobem, zda je dostatek statkových hnojiv, za jakých nákladů a ve které době je možné jejich praktické upotřebení.

ZÁVĚR

Velmi dobré výsledky poskytly podsevy jílků do ovsa. Výnos zrna hlavní plodiny snížily jen o 0,5 %, zkvalitnily a zvýšily výnos slámy o 9,2 %. Při zimní orbě činila produkce zelené hmoty 107 q/ha (28,2 q/ha sušiny), celkové organické hmoty 185 q/ha (44,5 q/ha sušiny). Oves po následnosti ovsa s podsevy měl vyšší výnos zrna o 30 % a slámy o 19,4 %. Nejúspěšnější byl podsev směsi jílku mnohokvětého (12,5 kg/ha) + jílku vytrvalý (15 kg/ha).

Vhodnou plodinou k provádění podsevů je i ozimé žito. Výnosy zrna hlavní plodiny byly podsevem sníženy pouze o 3 %, výnos slámy byl průkazně vyšší o 20 %. Na zelené hnojení bylo vyprodukováno průměrně 170 q/ha zelené hmoty (34,0 q/ha sušiny), celkem organické hmoty 302 q/ha (69,2 q/ha sušiny). Oves v následnosti po ozimém žitě s podsevy měl vyšší hektarový výnos zrna o 5,2 %, slámy 4,7 %. Z podzimních podsevů byly nejlepší výsledky u jílku mnohokvětého (25 kg/ha), značně zvýšily výnos slámy; z jarních podsevů to byl jílek jednoletý (25 kg/ha), který udržuje výnosnost zrna hlavní plodiny a zvyšuje výnos slámy.

Podsevy jílku a jejich směsí do jarního ječmene potvrzují dosavadní zkušenosti, že lze jimi dosáhnout velmi dobré produkce strništní píce i celkové organické hmoty (309 q/ha zelené hmoty a 76 q/ha sušiny). Současné však podsevy snížily výnos zrna hlavní plodiny o 16,4 %, výnos slámy zvýšily o 33,4 %. Oves po ječmeni s podsevy projevil poměrně malé zvýšení hektarových výnosů: u zrna o 4,7 %, slámy o 1,6 %. Z kombinací se nejlépe uplatnil podsev směsí jílku mnohokvětého (12,5 kg/ha) a jílku vytrvalého (15 kg/ha).

Došlo dne 7. 2. 1966

Literatura

1. ALEXEJEV, J.: Plynulý pás zeleného krmení. SZN, Praha, 1962. — 2. BAÑOCH, Z.: Zkušenosti se závlahou polních plodin v oblasti jižní Moravy. Soustava zákl. agrotechnických opatření v rostlinné výrobě. Praha, 1958. — 3. CAENKO, G.: Holandské travní semenářství. Cest. zpráva delegace SSSR, překl. VTS Rožnov pod Radh., 1965. — 4. ČERNÝ, J. - TUCIMAN, J.: Věda zemědělské praxi. SZN, Praha, 1965. — 5. ČUMAKOV, V.: Zelený krmovinový pás. Oráč, Bratislava, 1949. — 6. DANCÍK, J.: Výsledky pokusů s letnými meziplodinami pri závlahe na juhozápadnom Slovensku v rokoch 1956-1960. = „Sbor. ČSAZV-Rostlinná výroba“, 7, 1961, č. 9, s. 1287-1302. — 7. DANCÍK, J.: Výskum pravidelného zaradovania meziplodin na zelené hnojenie a krmiv v osevných postupoch. Záv. zpráva výzk. úkolu R.I.4.3 VÚ Piešťany, 1965. — 8. EICH, E.: Pěstování meziplodin v NDR. = „Mezinár. zem. časopis“, 3, 1960. — 9. EICH - SMUKALSKI, J.: Die Deutsche Landwirtschaft“, 15, 1964, č. 3, s. 380-383. — 10. IVANIČKA, J.: Vplyv odvodnenia a zavlažovania pôd na ich zúrodnenie. = „Poľnohospodárstvo“, 7, 1960. — 11. JAHN - DEESBACH: Weiterwachsene Winterzwischenfrüchte. = „Mitteil. DLG“, 77, 1962, č. 34. — 12. KLEČKA, A. - KUNZ, E.: Směsky a sdružené kultury. SZN, Praha, 1947. — 13. KOTORA, E.: Krmivová základna. SZN, Praha, 1956. — 14. KRESS, H.: Futterbau mit Winterzwischenfrüchten. Berlin, D. L. Verlag, 1962. — 15. NAVRÁTIL, J.: Jílek mnohokvětý a jeho využití. = „Za vysokou úrodu“, 1964, č. 6/64, s. 224-225. — 16. NOTHDURFT, G.: Winterzwischenfrüchte. = Mitteil. DLG“, 76, 1961, 40. — 17. LOŠÁKOV, V. G.: Požnivnyje kultury v usloviach Moskovskoj oblasti i plodorodie dërnovo-polzolistoj počvy. Mosk. ord. Selchoz. akad. K. A. Timirjazeva, 1965. — 18. REGÁL, VI. - KRAJČOVIČ, VI.: Pícninářství. SZN, Praha, 1963. — 19. REVAY, J.: Ozimé miešanky. Bratislava 1955. — 20. RIEMANN, K. H.: Winterzwischenfruchtbaue in den nördlichen Bezirken der DDR. = „DDL“, 9, 1963. — 21. RÜTHER, H.: Der Zwischenfruchtbaue im Mitteldeutschen Trockengebiet. = „DDL“, 2, 1955. — 22. RÜTHER - KOSS, W.: Vlivanie meteorologických faktorov na úrodu promezutočných kultur. = „Selsch. za ru-bežom“, 8, 1962. — 23. STEIKHARDT, H.: Bericht über die Ergebnisse der Versuche, Stoppelfrüchte mit kurzer Wachstumszeit. = „Ztschr. f. landw. Vers. u. Unters.“, 7, 1961, č. 6. — 24. STEIHARDT, H.: Bericht über Versuche mit Zwischenfruchtunter-saaten. = „Ztschr. f. landw. Versuche u. Unters. DAV“, 10, Berlin, 1964, č. 2. — 25. STRÍDA, J.: Posouzení výnosové schopnosti a normy výsevu monokultur některých pícnin používaných do letních a strništních směsí. Záv. zpráva VÚK Pohořelice, 1957. „Meziplodiny“ Metodika ÚVTI. č. 39, Praha 1960. — 26. STRÍDA, J.: Využití meziplodin v osevních postupech. — Metodika ÚVTI, č. 18, Praha, 1963. — 27. VO-ROBJOV, S. A. - KRUPENINOVÁ, A. P.: Věda zemědělské praxi. Strniskové plo-diny a podsevy v nečernozemním pásmu SSSR. SZN, Praha, 1965. — 28. ZÜRN, J.: Anbau von Hafer zur Grünnutzung. = „Wirtschaftseigene Futter“, 9, 1963, č. 1.

Использование видов *Lolium* для подсева под покров зерновых в предгорных областях

A. Заключение

Очень хорошие результаты дает подсев райграса под овес. Урожай зерна основной культуры снижается всего на 0,5 %, урожай соломы становится качественнее и повышается на 9,2 %. При яблечевой вспашке продукция зеленой массы составляла 107 ц/га (28,2 ц/га сухого вещества), всей органической массы — 185 ц/га (44,5 ц/га). Овес, следующий по овсу с подсевом, имел урожай зерна на 30 % больше, соломы на 19,4 %. Самым лучшим оказался подсев смеси райграса итальянского (12,5 кг/га) + райграса многолетнего (15,0 кг/га).

Пригодной покровной культурой является и озимая рожь. Урожай зерна основной культуры снижался лишь на 3 %, урожай соломы был достоверно выше на 20 %. Продукция зеленого удобрения была в среднем 170 ц/га зеленой массы (34,0 ц/га сухого вещества), всего 302 ц/га органической массы (69,2 ц/га сухого вещества). Овес после озимой ржи с подсевом повышает урожай зерна на 5,2 %, соломы на 4,7 %. Наилучший результат при осеннем севе под покров дал райграс итальянский (25 кг/га), который намного повысил урожай соломы; из весенних подсевов райграс однолетний (25 кг/га) сохраняет урожай зерна основной культуры и повышает урожай соломы.

Посев райграса и его смесей под покров ярового ячменя подтверждает имеющийся опыт относительно достижения очень хорошей продукции пожнивного корма и всей органической массы после уборки основной культуры (309 ц/га орг. массы и 76,0 ц/га сухого вещества). Но одновременно подсевы снизили урожай зерна основной культуры на 16,4 %, тогда как урожай соломы был на 33,4 % выше. Овес после ячменя с подсевом дал относительно небольшое повышение урожая с 1 га: зерна — на 4,7 %, соломы — на 1,5 %. Лучшей комбинацией оказался подсев смеси райграса итальянского (12,5 кг/га) и райграса многолетнего (15 кг/га).

Б. Текст к таблицам

- I. Распределение осадков в течение вегетации
- II. Комбинации подсевов райграса: средние урожаи в ц/га
- III. Оценка подсевов по вариантам: средние урожаи ц/га
- IV. Прямые расходы на проведение подсевов и увеличение погектарных урожаев зерна овса — последующей культуры, на основе вариантов I, II, III

В. Текст к фотографиям

1. Подсев райграса итальянского + многолетнего в озимую рожь одновременно с ее высевом. Видны как пучки растений райграса итальянского, так и наземные розетки райграса многолетнего. Сентябрь, 1964 г.
2. Состояние культуры после подсева райграса итальянского, одновременный высев озимой ржи и райграса. Состояние посева в конце 1964 г., преобладают стеблевые продуктивные побеги райграса итальянского
3. Добавление белого клевера при подсеве райграса итальянского в озимую рожь в начале весенней вегетации. Состояние посева в конце сентября 1964 г.
4. Добавление яровой вики в посевы ярового ячменя с подсевом злаковых трав. Состояние до уборки основной культуры. Посев не полег, лишь благодаря весенней засухе — рискованный для практики вариант

The Use of *Lolium* spp. and Their Mixtures for the Undersowing of Grain Crops in Mountain Areas

A. Summary

Very good results were obtained when *Lolium* spp. were undersown into oats. The yield of grain of the main crop was decreased by only 0,5 %, while the yield of straw was improved and increased by 9,2 %. The production of green matter following winter ploughing was 10,7 metric tons/ha (2,82 m. t./ha of dry matter). The total production of organic matter was 18,5 m. t./ha (4,45 m. t./ha of dry matter). Oats in succession after oats + *Lolium* spp. increased the yield of grain by 30 %, and that of straw by 19,4 %. The combination of *Lolium perenne* and *L. multiflorum* (sowing rates 12,5 kg/ha and 15,0 kg/ha) was most satisfactory.

Winter rye also showed to be suitable as a main crop undersown with *Lolium* spp. The grain yield of the main crop was decreased by only 3 %, while the yield of straw averaged 17 m. t./ha (3,4 m. t./ha of dry matter). The total production of organic matter was 30,2 m. t./ha (6,92 m. t./ha of dry matter). Oats following winter rye + *Lolium* spp. averaged higher per hectare yields of grain by 5,25 %, and of straw by 4,7 %. In winter undersowing *Lolium multiflorum* showed the best results; in spring undersowing *L. italicum* was more satisfactory (sowing rates in either case 25 kg/ha).

Experience gained up to the present with undersowing *Lolium* spp. and their mixtures into spring barley confirmed the fact that a satisfactory production of fodder and organic matter may be obtained after the main crop has been harvested. Undersowing, however, decreased the yield of grain in barley by 16,4 %, increasing the production of straw by 33,4 %. Oats in succession after barley + *Lolium* spp.

increased the per hectare yields relatively slightly: in grain by 4.7 %, in straw by 1.6 %. Of the combinations the mixture of *L. multiflorum* (12.5 kg/ha) was most satisfactory.

B. Text to tables

I. Rainfall distribution during vegetation

II. Combinations of various undersowing of *Lolium* spp.: average yields in m. t./ha

III. Evaluation of various undersowing according to the variants: average yields in m. t./ha

IV. Direct expenses for the various undersowing and increasing of the per hectare yields of the grain of oats (in succession) according to the variants I, II and III

C. Text to photographs

1. Undersowing of *L. multiflorum* and *L. perenne* into winter rye together with the seed. Tufts of *L. multiflorum*; near the ground are the rosettes of *L. perenne*. September 1964
2. State of the stand after undersowing *L. multiflorum*; simultaneous planting of winter rye and *Lolium*. State of the stand at the end of September 1964; dominance of productive tillers of *L. multiflorum*
3. Additional mixing of white clover during the undersowing of *L. multiflorum* into winter rye at the beginning of spring vegetation. End of September 1964
4. Addition of spring vetch into spring barley and simultaneous undersowing of grasses. State before harvesting of the main crop. The stand did not lodge only owing to spring drought — a risky variant in the practice

Adresa autorů:

Ing. Jaroslav Janásek, CSc., Alois Jurečka, Výzkumná stanice zemědělská, Rožnov pod Radhoštěm

■ Významu světla jako výnosového činitele u chmele nebyla dlouhou dobu věnována náležitá pozornost.

Vlivem osvětlení na některé vlastnosti nadzemních orgánů chmele se zabýval Fruwirth (1928), který vychází z poznatku, že u všech rostlin má světelné záření velmi důležitý vliv na průběh fotosyntézy a zadržování dlouhivého růstu. V zastínění se u chmele vytvářejí dlouhá internodia, réva při ovíjení prudce stoupá, růst listů je slabý, hlávky jsou málo uzavřené, rozčechrané. Mohl (1924) zjistil, že intenzivně osvětlené rostliny mají kratší pazochy a kvalitnější hlávky. Zima a Zázvorka (1938) uvádějí, že čím intenzivnější je osvětlení rostliny, tím větší je nasazení hlávek v poměru ke chmelině. Kde je světla méně, jsou hlávky spíše bledé, velké, aroma nevýrazného. Ve stínu hlávky těžko dozrávají. Linke a Rébl (1950) zdůrazňují, že nedostatek světla vede k vytváření menšího množství květů a nedokonalých hlávek, jež pak nedorůstají do plné velikosti, zůstávají lehké a nezčechrané a pro nedostatek chlorofylu bledé. Werzele a Eugene (1948) zjistili, že hlávky z více osvětlených vrcholů rév obsahovaly více hořkých kyselin než hlávky z níže položených pazochů.

Kunz a Skládal (1954) uvádějí, že světelnost je snižována mlhou. Proto také mlhy, zejména v době nasazování květů a zrání chmele působí na chmel škodlivě. Zattler (1960), který se v letech 1955–1959 zabýval vlivem mikroklimatu na obsah hořkých látek v chmelných hlávkách, zjistil značné rozdíly v jejich obsahu při srovnávání hlávek vytvořených ve skleníku a ve volném ovzduší. U rév, které od počátku květu až do sklizně byly ve skleníku v částečném zastínění při vyšší, ale méně kolísavé teplotě, a dále při celkově nižší, avšak též méně kolísavé vzdušné vlhkosti, zjistil v hlávkách vždy vyšší obsah hořkých látek než u hlávek z rostlin ve volném ovzduší. Z toho vyvozuje, že v mikroklimatu ve skleníku mělo zvýšení teploty a snížení vlhkosti na obsah hořkých látek větší vliv než omezení světla způsobené umělým zastíněním.

Podle Merken Schlagera (1934) existují u chmelných rostlin v jejich poměru ke světlu dvě periody, a to:

- a) období stinné, významné pro vegetativní růst chmele, a
- b) období plného světla, které je podle Merken Schlagera hlavním předpokladem pro přechod chmele do fruktifikační fáze.

K podobným poznatkům došli při studiu planých chmelů u nás Blattný, Antipovič a Osvald (1950), kteří též uvádějí, že „chmel je rostlina ve své fruktifikační fázi bohatě světlo milná, to je dávno známo vytvářením plodenství nad zastíněným dole křovištěm“.

Podle údajů Linkeho a Rebla (1950) délka slunečního záření, která úzce souvisí s teplotou, činí v Žatci asi 1700 hod, v Holedavě 1590 hod, z toho do doby květu 712 hod a od květu do sklizně 878 hod. Osvald (1947) prokázal závislost těžkosti chmelných hlávek na délce slunečního svitu v srpnu. V letech s maximální délkou slunečního svitu v srpnu (306 hod) byla těžkost vysoká, v letech s minimální délkou (171–188 hod) byla těžkost nízká.

Vlivem mikroklimatu ve chmelnících s různými spony na utváření chmelných keřů se zabýval Sachl (1961). Zjistil, že intenzita osvětlení ve čtvercovém sponu

150×150 cm při dvou zavedených révách byla větší než u obdélníkového sponu 240×110 cm při zavedení čtyř rév.

Jiné konkrétní údaje v měření intenzity osvětlení ve chmelnicích jsme u nás v dostupné literatuře nenalezli. Údaje o vlivu intenzity osvětlení na výnosnost chmelných rostlin a na jakost jejich hlávek jsou důležité zejména pro stanovení správného sponu rostlin při výsadbě chmele, stanovení výšky stropu chmelnicové konstrukce a pro stanovení počtu a způsobu zavedení chmelných rév. Z biologických pochodů je třeba zejména prozkoumat vliv intenzity osvětlení na stárnutí i množství a jakost chmelných hlávek.

Za prvé údaje o některých změnách probíhajících ve stárnoucích listech a révách chmele po sklizni hlávek vděčíme Hanamannovi (1887), který zjišťoval změny v obsahu sušiny a obsahu složení popela ve dvou termínech, a to na počátku září a na počátku prosince. Podobné pokusy konali též Remy a Englisch (1900) a Zattler (1956), kteří zjišťovali změny v obsahu hlavních živin (dusíku, drasla a kyseliny fosforečné a vápna) v nadzemních orgánech ihned po sklizni a pak v druhém termínu po jejich odumření. Duchon (1948) změny způsobené stárnutím listů výstižně označuje jako kornatění listů, které je podle něho způsobeno zvyšujícím se obsahem vápníku, hořčíku a síry v listech. Blatný (1950) kromě přirozeného stárnutí listů (sklerózy listů) popisuje též náhlé stárnutí listů, které považuje za fyziologickou poruchu způsobenou jednak prudkými změnami teplot nebo odváděním zejména kyseliny fosforečné ze spodních do vrcholových částí rostliny a do hlávek.

Rozdíly v intenzitě slunečního záření jsou zejména patrné na okraji a uvnitř chmelnice, uvnitř chmelnice pak v jednotlivých patrech chmelných rostlin. Podle uvedených skutečností jsme také zaměřili metodiku naší výzkumné práce při sledování vlivu intenzity osvětlení hlavně na stárnutí, tvorbu i jakost chmelových hlávek a též na stárnutí a odumírání listů.

METODIKA

V roce 1957 jsme přikročili ke sledování intenzity osvětlení na vzájemné vztahy stárnutí listů a hlávek chmele. Pokusy jsme konali v Očihově u Žatce na chmelnici osázené Osvaldovým klonem č. 72 ve sponu 150×150 cm a výšce konstrukce 700 cm.

Vliv rozdílné intenzity osvětlení jsme sledovali u rostlin v plně osvětleném okrajovém řádu na jižní straně chmelnice a současně na normálně zastíněném řádu uvnitř chmelnice. U všech osvětlených i částečně zastíněných rostlin jsme odebírali vzorky z různých pater, abychom zjistili vliv intenzity osvětlení i jiných činitelů ve vertikálním směru chmelné rostliny od povrchu půdy až ke stropu chmelnice, v délce asi 700 cm jsme po sejmutí tyčí rozdělili na čtyři stejné části přibližně dlouhé 175 cm, které jsme od báze k vrcholu označili 0. I., II., III. Vrchol révy přerůstající přes strop chmelnice jsme zahrnovali do nejvyššího třetího patra. Vzorky listů jsme odebírali z I., II. a III. patra, vzorky hlávek většinou jen z II. a III. patra, protože v I. patře jich bylo malé množství. Vzorky listů i hlávek jsme odebírali z patnácti rostlin obvodových (o) a patnácti rostlin vnitřních (v) v pravidelných lhůtách ve dvou souběžných sériích. Ze vzorků jednotlivých pater jsme vytvářeli průměrné vzorky tím způsobem, že příslušný podíl (např. $\frac{1}{3}$ u listů, u hlávek $\frac{1}{2}$ váhy) z jednotlivých vzorků přišel do společného průměrného vzorku. Vzorky hlávek a listů byly po odebrání usušeny při teplotě 55–60 °C v laboratorní plynové sušárně v chemickém oddělení VÚCh v Žatci, jehož pracovníci provedli též chemické rozborů podle standardních metod. Obsah vody ve vzdušně suchých vzorcích byl zjišťován vázkově, veškerý dusík (N) metodou podle Kjeldahla. Sledované prvky v sušině (P, K, Ca) byly stanoveny v základním roztoku, ve kterém byly organické látky spáleny roztokem kyseliny dusičné a chloristé metodami používanými ve ÚVÚRV v Ruzyni (Koppová, Pirkel, Kalina 1955). Fosfor (P) byl stanoven fotokolorimetricky, draslík (K) a vápník (Ca) plamenometricky na plamenném fotometru Zeiss.

U výsledků rozborů jsme pak stanovili poměry jednotlivých hlavních živin k vápníku, který je všeobecně považován za prvek, jehož kumulace doprovází stárnutí rostlinných pletiv, orgánů i celých rostlin. O tom jsme se přesvědčili již dříve v r. 1948 při rozbořech listů stařeckých rév po sklizni hlávek. Proto jsme mohli přikročit k rozborům listů a hlávek odebíraných v pravidelných tří- a čtyřdenních lhůtách v období od 8. srpna do 20. září 1957, tedy od počátku tvorby hlávek až do jejich fyziologického dozrání.

VÝSLEDKY

Tvorba hlávek v jednotlivých patrech chmelových rostlin rostoucích uvnitř a na jižním okraji chmelnice probíhala v rozdílných mikroklimatických podmínkách. Nadzemní orgány okrajových rostlin byly intenzivněji osvětleny po celé své délce než u vnitřních rostlin, u kterých byl intenzivně osvětlen pouze vrchol a nižší patra byla značně zastíněna. V zastínění se také poněkud měnila vzdušná vlhkost a též i teplota vzduchu. Podle našich mikroklimatických měření se intenzita osvětlení v prostoru mezi rostlinami v zastíněných nižších patrech rostliny (I. a II. patro) v průběhu dne značně měnila oproti intenzitě osvětlení vrcholu vnitřních rostlin a celých okrajových rostlin, jak je zřejmé z tabulky I, ve které je udáno též osvětlení jednotlivých pater v procentech.

Vyšší intenzita osvětlení se příznivě odrazila ve výši nasazení plodonosných pazochů na révách a v řadě chemických a fyzikálních vlastností chmelných hlávek. Z těchto vlastností nás nejvíce zajímal průběh biologického věku listů

I. Intenzita osvětlení v jednotlivých patrech porostu chmele dne 23. 8. 1958

Doba zjištění	Intenzita osvětlení					
	v tisících luxů			v procentech		
	výška porostu v cm					
	nad 525	350—525	175—350	nad 525	350—525	175—350
v 9 hod.	55	43,75	20	100	79,5	36,4
v 11 hod.	95	48,75	29	100	51,3	30,5
v 13 hod.	115	110	100	100	95,6	86,9
v 15 hod.	92,5	38	30	100	62,7	32,4

II. Hlávky vnitřní

Dne	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
8. 8.	Hp/V 1	0,73	0,45	2,53	3,47	7,72	1,62	5,62
12. 8.	Hp/V 2	0,65	0,41	2,62	—	—	1,50	6,39
16. 8.	Hp/V 3	0,62	0,49	2,54	3,01	6,14	1,26	5,18
20. 8.	Hp/V 4	0,60	0,48	2,45	2,80	5,83	1,25	5,10
23. 8.	Hp/V 5	0,60	0,51	2,57	2,81	5,51	1,18	5,04
27. 8.	Hp/V 6	0,60	0,51	2,59	2,69	5,27	1,18	5,08
30. 8.	Hp/V 7	0,62	0,58	2,35	2,80	4,83	1,08	4,05
3. 9.	Hp/V 8	0,63	0,66	2,65	2,74	4,15	0,95	4,01
6. 9.	Hp/V 9	0,62	0,70	2,57	2,55	3,64	0,88	3,53
10. 9.	Hp/V 10	0,61	0,76	2,63	—	—	0,80	3,46
13. 9.	Hp/V 11	0,58	0,67	2,52	2,63	3,92	0,86	3,76
17. 9.	Hp/V 12	0,58	0,83	2,76	2,41	2,90	0,70	3,32
20. 9.	Hp/V 13	0,58	0,86	2,61	2,43	2,82	0,67	3,03

III. Hlávky obvodové

Dne	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
8. 8.	Hp/O 1	0,73	0,41	2,66	3,48	8,48	1,78	6,48
12. 8.	Hp/O 2	0,68	0,35	2,42	3,10	8,86	1,94	6,94
16. 8.	Hp/O 3	0,67	0,40	2,47	3,01	7,50	1,67	6,17
20. 8.	Hp/O 4	0,62	0,42	2,45	2,83	6,74	1,21	5,83
23. 8.	Hp/O 5	0,64	0,46	2,40	2,80	6,08	1,39	5,22
27. 8.	Hp/O 6	0,60	0,52	2,41	2,77	5,32	1,15	4,63
30. 8.	Hp/O 7	0,64	0,58	2,53	2,74	4,72	1,10	4,36
3. 9.	Hp/O 8	0,65	0,67	2,66	2,74	4,09	0,97	3,97
6. 9.	Hp/O 9	0,58	0,65	2,41	—	—	0,89	3,77
10. 9.	Hp/O 10	0,57	0,71	2,61	2,69	3,79	0,80	3,68
13. 9.	Hp/O 11	0,59	0,69	2,62	2,62	3,77	0,83	3,80
17. 9.	Hp/O 12	0,59	0,85	2,73	2,51	2,95	0,69	3,21
20. 9.	Hp/O 13	0,59	0,84	2,75	2,44	2,90	0,58	3,26

IV. Listy vnitřní

Dne	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
8. 8.	Lp/V 1	0,37	2,96	2,02	4,43	1,50	0,13	0,68
12. 8.	Lp/V 2	0,43	2,94	2,02	4,45	1,51	0,15	0,69
16. 8.	Lp/V 3	0,43	3,00	1,80	4,16	1,39	0,14	0,60
20. 8.	Lp/V 4	0,37	3,10	1,96	4,21	1,36	0,12	0,64
23. 8.	Lp/V 5	0,37	3,27	1,97	4,06	1,24	0,11	0,60
27. 8.	Lp/V 6	0,42	3,37	1,99	3,82	1,13	0,12	0,50
30. 8.	Lp/V 7	0,35	3,69	1,80	3,94	1,06	0,094	0,49
3. 9.	Lp/V 8	0,36	3,29	1,61	4,02	1,22	0,11	0,48
6. 9.	Lp/V 9	0,36	3,56	1,93	3,70	1,03	0,1	0,54
10. 9.	Lp/V 10	0,34	3,88	1,72	3,56	0,91	0,087	0,44
13. 9.	Lp/V 11	0,36	4,11	2,05	3,41	0,83	0,087	0,50

a hlávek. Proto jsme v průběhu dozrávání a přezrávání hlávek odebírali z celých chmelných rostlin z vnitřních i okrajových řadů Osvaldova klonu č. 72 vzorky hlávek a listů přesným způsobem tak, aby ve vzorku byly zastoupeny podle váhového poměru na rostlinách listy z přízemní části a ze všech tří pater, hlávky pak zejména z druhého a třetího patra, do kterého jsme zahrnovali též vrchol chmelných rostlin. Hlávky z prvního patra jsme u rostlin z vnitřku chmelnice neodebírali, protože v tomto patře jich bylo nepatrné množství, 1–2 % z celkové sklizně hlávek. V usušených vzorcích stanovili obsah dusíku, fosforu, draslíku a vápníku pracovníci chemické laboratoře Výzkumného ústavu chmelářského v Žatci pod vedením ing. Hautka, CSc. Výsledky rozborů jsou uvedeny v tabulkách II a III.

V. Listy obvodové

Dne	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
8. 8.	Lp/O 1	0,35	2,80	1,91	4,38	1,56	0,13	0,68
12. 8.	Lp/O 2	0,36	3,02	2,17	4,42	1,46	0,12	0,72
16. 8.	Lp/O 3	0,38	2,88	2,12	4,32	1,50	0,13	0,74
20. 8.	Lp/O 4	0,38	3,37	2,02	4,15	1,23	0,11	0,60
23. 8.	Lp/O 5	0,37	3,27	1,97	4,06	1,25	0,11	0,60
27. 8.	Lp/O 6	0,38	3,56	2,50	4,01	1,12	0,11	0,70
30. 8.	Lp/O 7	0,40	4,31	2,13	3,85	0,89	0,093	0,50
3. 9.	Lp/O 8	0,33	3,46	1,65	4,02	1,16	0,095	0,48
6. 9.	Lp/O 9	0,36	4,39	1,92	3,82	0,87	0,083	0,44
10. 0.	Lp/O 10	0,33	3,63	1,71	3,54	0,87	0,081	0,47
13. 9.	Lp/O 11	0,33	3,99	1,88	3,28	0,82	0,083	0,47

VI. Rozdíly v indexech biologického věku hlávek klonu č. 72

Datum 1957	Hlávky vnitřní			Hlávky obvodové		
	N/Ca	P/Ca	K/Ca	N/Ca	P/Ca	K/Ca
8. 8.	7,22	1,62	5,62	8,48	1,78	6,48
20. 9.	2,82	0,67	3,03	2,90	0,58	3,26
Rozdíl	4,40	0,95	2,59	5,58	1,20	3,22

VII. Rozdíly v indexech biologického věku listů klonu č. 72

Datum 1957	Listy vnitřní			Listy obvodové		
	N/Ca	P/Ca	K/Ca	N/Ca	P/Ca	K/Ca
8. 8.	1,50	0,130	0,68	1,56	0,130	0,68
13. 9.	0,83	0,087	0,50	0,82	0,083	0,47
Rozdíl	0,67	0,043	0,18	0,74	0,057	0,21

Z tabulek je zřejmé, že u rostlin z okrajových a vnitřních řadů chmelnice, které považujeme za kontrolní, postupují věkové změny listů i hlávek souběžně, jak ukazují vypočtené poměry dusíku, fosforu a draslíku k vápníku. Jako nej-spolehlivější, tj. nejméně kolísající ukazatel se jeví poměr dusíku k vápníku (dusíko-vápníkový index), což lze teoreticky vysvětlit především tím, že poměr dusíku k vápníku zjednodušeně vyjadřuje vztah mezi omlazováním, jehož znakem je zvyšování obsahu dusíku, a stárnutím rostlin, které je charakterizováno zvyšováním obsahu vápníku. Podobně jako dusíko-vápníkový index probíhal

VII. Hlávky vnitřní

Dne	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
8. 8.	H II/V 1	0,73	0,45	2,53	3,47	7,71	1,62	5,62
12. 8.	H II/V 2	0,65	0,41	2,62	—	—	1,59	6,39
16. 8.	H III/V 3	0,63	0,53	2,52	3,05	5,75	1,19	4,75
	H II/V 3	0,61	0,47	2,55	2,98	6,34	1,29	5,42
20. 8.	H II/V 4	0,60	0,40	2,43	2,97	7,42	1,50	6,07
23. 8.	H III/V 5	0,61	0,50	2,62	2,86	5,72	1,22	5,24
	H II/V 5	0,60	0,52	2,52	2,77	5,33	1,15	4,85
27. 8.	H II/V 6	0,60	0,51	2,59	2,69	5,27	1,18	5,08
30. 8.	H III/V 7	0,62	0,58	2,35	2,80	4,38	1,06	4,05
3. 9.	H III/V 8	0,59	0,71	2,18	2,74	3,86	0,83	3,07
	H II/V 8	0,61	0,68	2,38	—	—	0,90	3,50
6. 9.	H III/V 9	0,63	0,63	2,44	—	—	1,00	3,87
	H II/V 9	0,61	0,78	2,50	2,55	3,27	0,78	3,20
10. 9.	H III/V 10	0,64	0,70	2,52	—	—	0,91	3,60
	H II/V 10	0,59	0,71	2,75	—	—	0,83	3,87
13. 9.	H III/V 11	0,58	0,67	2,52	2,63	3,92	0,86	3,76
17. 9.	H III/V 12	0,58	0,79	2,45	2,51	3,18	0,73	3,10
	H II/V 12	0,58	0,94	2,77	2,35	2,50	0,62	2,95
20. 9.	H III/V 13	0,58	0,83	2,76	2,41	2,90	1,70	3,32

i poměr draslíku a vápníku, o nichž je známo, že jejich působení na permeabilitu buněčných povrchů je protichůdné; draslík zvyšuje permeabilitu, vápník ji snižuje.

Z tabulek II, III, IV a V vyplývá, že intenzita stárnutí hlávek je vyšší než u listů. Svědčí o tom rychlejší pokles biochemických indexů biologického věku.

Z tabulek je též zřejmé, že listy a hlávky okrajových rostlin biologicky stárnou rychleji než u rostlin vnitřních, jak je zřejmé z tabulek VI a VII. Z toho lze odvodit, že intenzivnější sluneční záření urychluje stárnutí listů a hlávek chmele.

V těchto přírodních a agrotechnických podmínkách uvnitř jedné chmelnice jsme u Osvaldova klonu č. 72 provedli ještě srovnání listů a hlávek z jednotlivých pater rostlin z vnitřku a okraje chmelnice. Výsledky rozborů jsou uvedeny v tabulkách VIII, IX, X a XI.

IX. Listy vnitřní – 1957

Datum	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
8. 8.	L III/V 1	0,41	2,55	2,95	4,56	1,79	0,16	1,16
	L II/V 1	0,43	2,22	2,22	4,48	2,02	0,19	1,00
	L I/V 1	0,39	3,53	1,98	4,29	1,21	0,11	0,56
12. 8.	L III/V 2	0,48	2,14	2,14	4,52	2,11	0,22	1,00
	L II/V 2	0,42	2,75	2,13	4,38	1,59	0,15	0,77
	L I/V 2	0,38	4,06	1,75	4,22	1,04	0,093	0,43
16. 8.	L III/V 3	0,40	2,22	1,97	4,38	1,97	0,18	0,89
	L II/V 3	0,35	3,02	1,94	4,17	1,38	0,11	0,64
	L I/V 3	0,43	3,37	2,12	4,05	1,20	0,13	0,63
20. 8.	L III/V 4	0,38	2,46	1,81	4,26	1,73	0,15	0,73
	L II/V 4	0,37	3,01	2,10	4,13	1,37	0,13	0,70
	L I/V 4	0,36	3,01	1,96	3,88	1,29	0,13	0,65
23. 8.	L III/V 5	0,41	2,48	1,95	4,06	1,64	0,16	0,79
	L II/V 5	0,39	3,18	1,84	3,97	1,25	0,12	0,58
	L I/V 6	0,36	3,50	1,84	3,69	1,05	0,10	0,52
27. 8.	L III/V 6	0,44	3,04	1,82	3,85	1,27	0,14	0,60
	L II/V 6	0,38	4,42	1,95	3,72	0,84	0,086	0,44
	L I/V 6	0,43	3,37	2,15	3,53	1,05	0,13	0,64
30. 8.	L III/V 7	0,43	2,82	1,91	3,90	1,38	0,15	0,68
	L II/V 7	0,40	3,61	1,93	3,57	0,99	0,11	0,53
	L I/V 7	0,38	4,03	1,85	3,48	0,86	0,09	0,46
3. 9.	L III/V 8	0,33	2,74	2,15	3,96	1,45	0,12	0,78
	L II/V 8	0,34	3,46	1,77	3,72	1,08	0,09	0,51
	L I/V 8	0,35	3,53	1,89	3,53	1,00	0,09	0,53
6. 9.	L III/V 9	0,39	3,54	1,95	3,88	1,09	0,11	0,55
	L II/V 9	0,37	4,06	1,87	3,64	0,90	0,09	0,46
	L I/V 9	0,35	3,89	2,15	3,50	0,90	0,09	0,55
10. 9.	L III/V 10	0,35	3,20	1,82	3,81	1,19	0,11	0,57
	L II/V 10	0,33	3,46	1,89	3,59	1,04	0,09	0,55
	L I/V 10	0,36	4,41	1,99	3,38	1,77	0,08	0,45
13. 9.	L III/V 11	0,36	3,77	2,04	3,48	0,92	0,09	0,54
	L II/V 11	0,37	4,46	2,06	3,35	0,75	0,08	0,46
18. 9.	L III/V 12	0,36	3,73	1,99	3,38	0,91	0,09	0,54
	L II/V 12	0,33	2,98	1,73	3,27	1,10	0,11	0,58

Dne	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
12. 8.	H III/O 2	0,66	0,28	2,55	3,19	11,39	2,36	9,11
	H II/O 2	0,71	0,37	2,35	3,02	8,16	1,92	6,35
16. 8.	H III/O 3	0,67	0,53	2,33	3,05	5,75	1,26	4,40
	H II/O 3	0,67	0,48	2,62	2,98	6,21	1,39	5,46
20. 8.	H III/O 4	0,59	0,35	2,22	2,91	8,31	1,68	6,34
	H II/O 4	0,64	0,38	2,51	2,83	7,45	1,68	6,60
23. 8.	H III/O 5	0,64	0,39	2,42	—	—	1,64	6,20
	H II/O 5	0,64	0,43	2,52	2,80	6,51	1,48	5,86
27. 8.	H III/O 6	0,61	0,41	2,25	2,80	5,07	1,49	5,49
	H II/O 6	0,58	0,42	2,57	2,74	6,52	1,38	6,12
30. 8.	H III/O 7	0,64	0,55	2,42	2,77	5,04	1,16	4,40
	H II/O 7	0,64	0,62	2,63	2,72	4,39	1,03	4,24
3. 9.	H III/O 8	0,62	0,59	2,40	—	—	0,10	4,07
6. 9.	H III/O 9	0,57	0,58	2,35	—	—	0,98	4,05
	H II/O 9	0,61	0,72	2,49	—	—	0,84	3,45
10. 9.	H III/O 10	0,59	0,61	2,48	—	—	0,97	4,06
	H II/O 10	0,55	0,77	2,67	2,69	3,49	0,71	3,47
13. 9.	H III/O 11	0,61	0,71	2,55	2,69	3,79	0,86	3,59
	H II/O 11	0,58	0,68	2,70	2,55	3,75	0,85	3,97
17. 9.	H III/O 12	0,60	0,79	2,70	2,51	3,18	0,76	3,42
	H II/O 12	0,58	0,91	2,77	—	—	0,64	3,04
20. 9.	H III/O 13	0,60	0,78	2,67	2,44	3,13	0,77	3,42
	H II/O 13	0,58	0,90	2,90	—	—	0,64	3,22

DISKUSE

Vzájemným poměrem hlavních půdních živin, zejména poměrem $N : P_2O_5 : K_2O$ nebo poměrem prvků $N : P : K$, se zabýval velký počet badatelů, jako např. Mitscherlich, Lundegaard aj. Podle Böresche (1933) zabývali se též někteří autoři poměrem některých hlavních prvků (P, K, Mg) k vápníku (Ca), ovšem především z hlediska vlivu silného vápenatého hnojení na půdu i na výživu rostlin.

Z hlediska stárnutí nadzemních orgánů chmelných rostlin a rostlin vůbec upozorňuje na hromadění vápníku ve stárnoucích orgánech rostlin Molisch (1928) a další.

XI. Listy obvodové — 1957

Datum	Označení	P	Ca	K	N	N : Ca	P : Ca	K : Ca
8. 8.	L III/O 1	0,41	1,68	2,17	4,52	2,69	0,24	1,29
	L II/O 1	0,38	2,59	2,04	4,38	1,69	0,15	1,55
	L I/O 1	0,38	3,79	1,97	4,22	1,13	0,10	0,52
12. 8.	L III/O 2	0,47	3,02	2,23	4,50	1,49	0,15	0,74
	L II/O 2	0,44	2,99	2,15	4,40	1,47	0,15	0,72
	L I/O 2	1,42	3,98	1,92	4,17	1,05	0,36	0,48
16. 8.	L III/O 3	0,40	2,07	2,13	4,38	2,11	0,19	1,03
	L II/O 3	0,36	2,85	1,92	4,20	1,47	0,13	0,68
	L I/O 3	0,39	3,44	1,82	4,09	1,19	0,11	0,53
20. 8.	L III/O 4	0,38	2,97	2,07	4,13	1,39	0,13	0,70
	L II/O 4	0,32	2,41	2,11	4,04	1,68	0,13	0,87
	L I/O 4	0,37	3,95	1,85	3,85	0,97	0,094	0,47
23. 8.	L III/O 5	0,38	2,61	1,93	4,17	1,59	0,14	0,74
	L II/O 5	0,40	3,15	2,05	3,98	1,26	0,13	0,65
	L I/O 5	0,38	3,71	1,96	3,85	1,04	0,10	0,53
27. 8.	L III/O 6	0,43	2,95	1,98	3,93	1,33	0,14	0,67
	L II/O 6	0,41	3,38	2,04	3,77	1,11	0,12	0,60
	L I/O 6	0,42	4,06	1,74	3,64	0,90	0,10	0,43
30. 8.	L III/O 7	0,39	3,20	1,89	3,89	1,12	0,12	0,59
	L II/O 7	0,38	3,97	1,82	3,69	0,93	0,096	0,45
	L I/O 7	0,38	4,15	1,98	3,53	0,85	0,091	0,48
3. 9.	L III/O 8	0,33	3,38	1,85	4,07	1,20	0,098	0,55
	L II/O 8	0,33	3,46	1,63	3,86	1,12	0,095	0,47
	L I/O 8	0,34	4,15	1,70	3,82	0,92	0,082	0,41
6. 9.	L III/O 9	0,35	3,12	1,83	4,02	1,29	0,11	0,58
	L II/O 9	0,33	3,53	1,89	3,72	1,05	0,093	0,53
	L I/O 9	0,38	4,73	1,76	3,15	0,66	0,08	0,37
10. 9.	L III/O 10	0,33	2,96	1,87	3,82	1,29	0,11	0,63
	L II/O 10	0,33	4,09	1,65	3,59	0,88	0,081	0,40
	L I/O 10	0,32	5,32	1,62	3,43	0,65	0,06	0,30
13. 9.	L III/O 11	0,37	3,61	2,03	4,00	0,83	0,10	0,56
	L II/O 11	0,31	4,37	1,73	3,57	0,82	0,071	0,39

Duchon (1948) uvádí, že „většina živin, a to hlavních, se však stěhuje především do hlávek, mnoho živin uvázne v listech (hlavně vápna, hořčíku a síry), kde způsobují jakési kornatění listů“.

Zvyšování obsahu vápna (CaO) v sušině chmelových listů sledovali též Tucker a Tollens (cit. podle Mohla 1924) a zjistili tyto přírůstky:

15. června	2,49 %	CaO v sušině
15. července	5,68 %	CaO v sušině
22. srpna	7,68 %	CaO v sušině
7. září	8,95 %	CaO v sušině

Remy (1901) zjišťoval obsah hlavních živin (N, P₂O₅, K₂O, CaO) ve starých listech do výšky révy 2 m a v mladých listech výše položených a stanovil tyto obsahy:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Staré listy dne 3. 7.	4,25	0,76	4,24	5,48
Staré listy dne 6. 8.	1,71	0,49	3,37	5,98
Mladé listy dne 3. 7.	5,69	1,43	6,24	1,64
Mladé listy dne 6. 8.	3,86	0,76	3,94	4,98

Poměrem hlavních živin k vápníku z hlediska stárnutí rostlinných orgánů se podle dostupné literatury nikdo nezabýval. Provedeme-li propočty podle naší metodiky u výsledků rozborů Remyho, můžeme je srovnat s našimi výsledky.

Poměr hlavních živin k vápnu (CaO) u starých a mladých listů chmele je:

	N : CaO	P ₂ O ₅ : CaO	K ₂ O : CaO
Staré listy dne 3. 7.	0,78	0,14	0,77
Staré listy dne 6. 8.	0,29	0,082	0,56
Mladé listy dne 3. 7.	3,63	0,87	3,80
Mladé listy dne 6. 8.	0,78	0,15	0,79

Stanovením obsahu hlavních živin v chmelových hlávkách se zabývala řada autorů u nás i v zahraničí. Všichni však stanovili obsah buď všech nebo jen některých hlavních živin u technicky dozrálých hlávek, takže z publikovaných výsledků autorů nelze sledovat dynamiku jejich změn v průběhu dozrávání hlávek. Přesto uvádíme níže obsah hlavních živin v sušině technicky dozrálých hlávek žateckého a úštěckého chmele, tak jak byl stanoven některými našimi badateli. Přehled jsme doplnili o výpočet indexů biologického věku.

Obsah a poměr hlavních živin k vápnu (CaO) u chmelných hlávek je:

Autor	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N:CaO	P ₂ O ₅ :CaO	K ₂ O:CaO
Farský I	2,269	0,756	2,648	1,004	2,260	0,753	2,637
II	2,058	1,875	2,128	0,799	2,576	2,347	2,660
Hanamann I	2,225	1,0521	2,841	0,747	2,980	1,409	3,803
II	2,620	1,002	2,869	0,816	3,211	1,228	3,516

Z indexů jsou patrné rozdíly ve stupni technické zralosti chmelných hlávek.

SOUHRN

1. Z výsledků našich pokusů a z provedených rozborů listů a hlávek vyplývá, že v průběhu jejich stárnutí ubývá obsah N, P, K a zvyšuje se obsah Ca. Zvyšování obsahu vápníku (Ca) nebo kyslíčnicku vápenatého (CaO) můžeme

proto v soulase s jinými autory považovat za znak stárnutí, zvyšování obsahu dusíku (N) za znak omlazování orgánů chmele i jiných rostlin.

2. Námi objevený vztah mezi obsahem dusíku a vápníku v rostlinných orgánech (listech a plodenstvích) je spolehlivým ukazatelem stavu jejich biologického věku i jeho změn.

3. Při sledování stárnutí listů a hlávek u celých rostlin Osvaldova klonu č. 72 z vnitřních řadů chmelnice jsme stanovili, že věkové změny listů a hlávek podle stanoveného dusíko-vápníkového indexu mají stejný směr, ovšem intenzita stárnutí je u hlávek vyšší než u listů.

4. Při sledování stárnutí hlávek u rostlin Osvaldova klonu č. 72 uvnitř i na okraji chmelnice jsme stanovili, že hlávky na okrajových rostlinách stárnuly rychleji než hlávky rostlin z vnitřku chmelnice. Stejný je průběh stárnutí u listů z rostlin na okraji a uvnitř chmelnice. To prokazuje, že intenzivnější záření urychluje stárnutí listů i hlávek chmele.

5. Při sledování hlávek ve II. a III. patře chmelových rostlin jsme zjistili, že rychleji stárnou hlávky v horních patrech než v dolních.

6. Ve stárnutí hlávek i listů v jednotlivých patrech je stejná tendence u rostlin uvnitř i na obvodu chmelnice s tím rozdílem, že postup biologického stárnutí u obvodových rostlin je intenzivnější.

Došlo dne 16. 3. 1966

Literatura

1. BORESCH, J.: Handbuch der Pflanzenernährung. I. Berlin, 1933. — 2. BLATTNÝ, C. - ANTIPOVIČ, D. - OSVALD, V.: Předběžné studie o planých chmelech. = „Sborník ČAZ“, 23, 1950, č. 3-4. — 3. BLATTNÝ, C. - OSVALD, V.: Jen zdravý a jakostní chmel. Praha, 1950. — 4. DUCHOŇ, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha, 1948. — 5. HANAMANN, F.: Stat z publikace Grass: Der Hopfenbau Böhmens. Česká Lípa, 1904. — 6. FARSKÝ, F.: Odborné práce z agrochemie a zemědělského průmyslu. Praha 1932. — 7. FRUWIRTH, G.: Hopfenbau. Berlin, 1928. — 8. KOPPOVÁ, A. - PIRKL, J. - KALINA, J.: Stanovení pope-lovin v rostlinném materiálu přesnými expeditivními metodami. = „Vědecké práce ÚVÚRV, Ruzyně, 1955. — 9. KUNZ, E. - SKLÁDAL, V.: Chmelařství. Praha, 1954. — 10. LINKE, W. - REBL, A.: Hopfenbau. Nürnberg, 1950. — 11. MERKENSCHLAGER, F.: Die Konstitution des Hopfens. = „Die Ernährung der Pflanze“, XXX/23, 1934. — 12. MOHL, A.: Chmelařství. II. díl, Praha, 1924. — 13. MOLISCH, H.: Die Lebensdauer der Pflanze. Berlin, 1928. — 14. OSVALD, K.: Vliv počasí na vývoj a stavbu chmelné hlávky. = „Sborník ČAZ“, Praha, 1947. — 15. RYBÁČEK, V.: Sklizňové ztráty u chmele. = Hbil. práce. Praha, 1959. — 16. REMY, F. - ENGLISCH, E.: Ernährungsphysiologische Studien an der Hopfenpflanze. = „Blätter für Gerste-, Hopfen- und Kartoffelbau“, 1900-1901. — 17. SACHL, J.: Utváření keřů a poměry mikroklimatu ve chmelnicích různých sponů. = „Chmelařství“, 1961, č. 3. — 18. WERZELE, M. - EUGENE, P.: L'évolution des acides amers pendant la période de la naturation du houblon. Bruxelles, 1948. — 19. ZATTLER, F.: Ovlivňování jakosti hlávek mikroklimatickými činiteli. = „Chmelařství“, 1960, č. 9. — 20. ZIMA, F. - ZÁZVORKA, V.: Chmelařství. Praha, 1938.

Влияние интенсивности освещения на старение листьев и шишек хмеля

A. Резюме

1. На основе наших опытов и анализов листьев и шишек хмеля можно заключить, что в ходе их старения убывает количество N, P, K и увеличивается количество Са. Поэтому увеличение количества кальция (Са) или окиси кальция (СаО), согласно и другим авторам можно считать признаком старения, а увеличение содержания азота (N) — признаком омоложения органов хмеля и иных растений.

2. Обнаруженное нами отношение между содержанием азота и кальция в органах растений (в листьях и соплодиях) является надежным показателем состояния их биологического возраста и изменений.

3. При изучении старения листьев и шишек у целых растений клона Освальда № 72 на внутренних рядах хмельника мы установили, что возрастные изменения листьев и шишек, определенные при помощи индекса азот-кальций, осуществляются в одинаковом направлении, однако интенсивность старения шишек выше, чем листьев.

4. При изучении старения шишек у растений клона Освальда № 72 внутри и по краям хмельника мы установили, что шишки периферийных растений старели быстрее, чем внутренних. Аналогичен ход старения листьев на периферии и внутри хмельников. Это доказывает, что интенсивное облучение ускоряет старение листьев и шишек хмеля.

5. При изучении шишек 2-го и 3-го яруса растений хмеля мы установили, что в верхних ярусах шишки стареют быстрее, чем в нижних.

6. Старение шишек и листьев в отдельных ярусах имеет одинаковую тенденцию как внутри, так и по краям хмельника, но с той разницей, что биологическое старение у периферийных растений протекает интенсивнее.

Б. Текст к таблицам

I. Интенсивность освещения отдельных ярусов насаждения хмеля 23. VIII. 1957 г.

II. Внутренние шишки

III. Периферийные шишки

IV. Внутренние листья

V. Периферийные листья

VI. Разница в индексах биологического возраста шишек клона № 72

VII. Разница в индексах биологического возраста листьев клона № 72

VIII. Внутренние шишки, 1957 г.

IX. Внутренние листья, 1957 г.

X. Периферийные шишки, 1957 г.

XI. Периферийные листья, 1957 г.

The Effect of the Light Intensity on the Aging of the Leaves and Cones of Hop Plants

A. Summary

1. From the results of trials and analyses of leaves and cones it follows that during their aging the content of N, P, and K decreases, while that of Ca increases. The increase in the content of calcium (Ca) or calcium oxide (CaO), may therefore be considered in agreement with other authors, as a sign of age, whereas the increase of the nitrogen (N) content as a sign of rejuvenescence of the organs of hop and other plants.

2. The ratio found between the content of nitrogen and calcium in plant organs (leaves and cones) is a reliable indicator of their biological age and its changes.

3. Studies on the aging of the leaves and cones of whole plants of the Oswald strain No. 72 from the inner rows of the hop-garden showed that the changes in the age of the leaves and cones exhibited a similar tendency according to the nitrogen and calcium index established; the intensity of aging, of course, was greater in cones than in leaves.

4. Studies on the aging of cones in plants of the Oswald strain No. 72 from the middle and the circumferential parts of the hop-garden revealed that the cones of the marginal plants grew old more quickly than did the cones of plants from the middle of the hop-garden. A similar process of aging was ascertained in the leaves of plants at the circumference and in the middle of the hop-garden. This confirms that a more intense solar radiation accelerates the aging of the leaves and cones of hop plants.

5. On following the cones of the second and third storeys of the hop plants, we found that the cones of the upper storeys grew old more quickly than did those of the lower storeys.

6. The aging of the cones and leaves of the individual storeys showed an identical tendency in plants from the middle and from the circumference of the hop-garden, with the exception that the process of biological aging in marginal plants was more intense.

B. Text to tables

I. Light intensity in the individual storeys of hop stands on August 23, 1957

II. Inner cones

III. Marginal cones

IV. Inner leaves

V. Marginal leaves

VI. Differences in the indices of biological age in cones of strain No. 72

VII. Differences in the indices of biological age in leaves of strain No. 72

VIII. Inner cones (1957)

IX. Inner leaves (1957)

X. Marginal cones (1957)

XI. Marginal leaves (1957)

Einfluß der Belichtungsintensität auf das Altern der Blätter und der Hopfendolden

A. Zusammenfassung

1. Aus den Ergebnissen unserer Versuche und aus den durchgeführten Analysen der Blätter und der Dolden geht hervor, daß im Verlaufe ihres Alterns der Gehalt an N, P, K abnimmt und der Gehalt an Ca steigt. Die Erhöhung des Kalziums (Ca) oder des Kalziumoxyds (CaO) können wir daher im Einverständnis mit anderen Verfassern als ein Zeichen des Alterns ansehen. Die Erhöhung des Stickstoffes (N) als ein Zeichen der Verjüngung der Hopfenorgane und anderer Pflanzen.

2. Die von uns entdeckte Beziehung zwischen dem Gehalt an Stickstoff und Kalzium in den pflanzlichen Organen (Blättern und Fruchtständen) ist ein verlässliches Kennzeichen des Standes ihres biologischen Alters und ihrer Änderungen.

3. Bei der Verfolgung des Alterns der Blätter und Dolden bei ganzen Pflanzen des Oswald-Klons Nr. 72 aus den Innenreihen des Hopfenfeldes haben wir festgestellt, daß die Altersänderungen der Blätter und Dolden laut des bestimmten Stickstoff-Kalziumindex eine gleiche Richtung haben, allerdings ist der Altersintensität bei den Dolden höher als bei den Blättern.

4. Bei der Verfolgung des Alterns der Dolden bei den Pflanzen des Oswald-Klons Nr. 72 innen und auch an den Rändern des Hopfenfeldes stellten wir fest, daß die Dolden an den Randpflanzen rascher altern als die Dolden der Pflanzen aus dem Inneren des Hopfenfeldes. Gleich ist der Verlauf des Alterns bei Blättern aus den Pflanzen am Rande und im Innern des Hopfenfeldes. Das erweist, daß die intensivere Strahlung das Altern der Blätter und auch der Hopfendolden Beschleunigt.

5. Bei der Verfolgung der Dolden in der II. und III. Schicht der Hopfenpflanzen stellten wir fest, daß die Dolden in den höheren Schichten rascher altern als in den unteren.

6. Im Altern der Dolden und der Blätter in den einzelnen Schichten ist die gleiche Tendenz bei den Pflanzen im Innern und auch am Hopfenfeldrand mit dem Unterschied, daß der Fortgang des biologischen Alterns bei den Randpflanzen intensiver ist.

B. Text zu den Tafeln

- I. Belichtungsintensität in den einzelnen Schichten des Hopfenbestandes am 23. 8. 1957
- II. Dolden im Innern
- III. Randdolden
- IV. Innere Blätter
- V. Randblätter
- VI. Unterschiede in den Indexen des biologischen Alterns bei Dolden des Klons Nr. 72
- VII. Unterschiede in den Indexen des biologischen Alterns bei Blättern des Klons Nr. 72
- VIII. Innere Dolden 1957
- IX. Innere Blätter 1957
- X. Randdolden 1957
- XI. Randblätter 1957

Adresa autora:

Doc. Ing. Václav Rybáček, Vysoká škola zemědělská v Praze, katedra rostlinné výroby, Suchbát u Prahy

■ Meruňkářská produkce je závislá na řadě činitelů. Z nejzávažnějších je to soubor ekologických podmínek, odrůda a podnož. S ohledem na tyto činitele je potřebné sledovat zejména výkonnost kvalitních konzervářsky cenných odrůd a poznávat podrobně v jednotlivých obdobích ontogeneze vztahy mezi růstem a plodností.

V ČSSR se zabýval zhodnocením výkonnosti meruňkových odrůd na různých podnožích Hladík (1963) v obdobích, která odpovídají podle Šitta (1958) období růstu a plodnosti a plodnosti a růstu. V západním Německu se uvedenou problematikou zabýval Duquesne (1965), v Bulharsku Stefanov (1964) a v NDR z hlediska školkařského Völkel a Schmadlak (1964).

V předkládané práci je hodnocena z hlediska růstu a plodnosti odrůda 'Velkopavlovická' v období plné plodnosti podle Šitta (1958).

Odrůda 'Velkopavlovická' je biologicky i ekonomicky významnou sortou, u níž byla sledována specifická plodnost, vyjadřující poměry růstu a plodnosti, a její vztah k ekonomice výsadby.

MATERIÁL A METODIKA

Výzkum byl proveden na polokmenné výsadbě meruňek na různých podnožích, vysazené v r. 1952 v Lednici na Mor. v letech 1961–1964 a navazují na zhodnocení vykonané zde Hladíkem (1963). V meruňkové výsadbě o sponu 8×8 m byly sledovány pro podrobné vyhodnocení odrůdy 'Velkopavlovická' růstové a sklizňové poměry v období plné plodnosti na 'Wangenheimově švestce', 'EM Damas C' (*Prunus insititia*), červené slíve (*Prunus insititia* var. *rubra*) a na meruňkovém semenáči. Po identifikaci odrůd, prováděné souběžně v letech 1961–1964, bylo vzato do vyhodnocení po 8–12 stromech na jedné podnoži ve dvou blocích. Půdní podmínky jsou charakterizovány spraší 60–70 cm hlubokou, s písčítým podložím. Pozemek je rovinný, k jedné straně se mírně svažující. Agrotechnika v sadu spočívala ve využití meziřadí polními plodinami a jako podnožové semeníště v jednom roce byla vyseta svazena na zelené hnojení. Průměrné roční srážky jsou 509 mm a teplota 9,2 °C.

Růstové poměry byly zjišťovány měřením průměru koruny v r. 1961 a v r. 1964 a obvodu kmene ve výšce 20 cm nad kořenovým krčkem. Sklízě byly zjišťovány individuálně podle stromů, sumarizovány a vypočteny průměry a vzájemné vztahy. Pro vyhodnocení kubatury koruny bylo použito vzorce $\pi \cdot r^2 \cdot v$ (r = poloměr, v = výška koruny), i když nevystihuje úplně přesně kubaturu koruny meruňek stejně, jako je tomu u jiných výpočtových metod (Neumanův vzorec). Pro výpočet průkaznosti rozdílu bylo použito běžných zásad variační statistiky.

VÝSLEDKY

Bylo provedeno podrobné vyhodnocení růstových vlastností 'Velkopavlovické' meruňky ve vztahu k plodnosti. Přitom bylo zjištěno, že odrůda 'Velkopavlovická' na sprašových půdách s písčítým podložím, začínajícím v průměru od

60–70 cm, dosahuje podle použité podnože v 11. roce růstu po výsadbě ne-
stejných prostorových rozměrů korun. Bylo zjištěno toto pořadí korun podle
vzrůstnosti, vyjádřené jejich kubaturou:

1. 'Velkopavlovická' na meruňkovém semenáči $54,80 \pm 1,89 \text{ m}^3$ (D),
2. 'Velkopavlovická' na 'EM Damas C' $38,61 \pm 3,99 \text{ m}^3$ (C),
3. 'Velkopavlovická' na *Prunus insititia* var. *rubra* $30,54 \pm 3,35 \text{ m}^3$ (B),
4. 'Velkopavlovická' na 'Wangenheimově švestce' $27,68 \pm 2,82 \text{ m}^3$ (A).

Podle měření provedených v r. 1961 a v r. 1964 se ukázalo, že plošná ve-
likost korun (půdorys) v průběhu čtyř let se průkazně nezvětšila v důsledku
zákonitosti o ubývání přírůstků po hlavní ose, nebo se v důsledku běžného prů-
klestu a převisání větví zmenšila. Průkazně to dokazuje i srovnání údajů
t-testem (tabulka I).

Obvod kmene se za období čtyř let (1961–1964) změnil průkazně na téže
podnoži (tabulka II). Jestliže byly srovnány plochy půdorysu korun u téže
odrůdy ve stáří 11 let, ale na rozdílných podnožích, byla zjištěna průkazná roz-
dílnost (při analýze variance F tab. = 2,86 a F vypočtené = 15,80). U jed-
notlivých variant to dokazuje t-test (tabulka III).

Vzhledem ke zjištěným růstovým vlastnostem byly srovnány sklizně zkou-
mané odrůdy 'Velkopavlovická'. V období 1961–1964 došlo k vzestupu sklizní

I. Srovnání průkaznosti rozdílu u půdorysu korun meruňky 'Velkopavlovická' na různých podnožích

Odrůda a podnož	Půdorys korun v m ²		t-test	
	1961	1964	t-tab.	t-vypočt.
A	11,19	11,41	2,10	0,13 –
B	14,02	12,78	2,10	1,03 –
C	18,48	16,07	2,14	1,65 –
D	21,01	17,03	2,08	3,72 +

A = 'Velkopavlovická' na 'Wangenheimově švestce

B = 'Velkopavlovická' na *Prunus insititia* var. *rubra*

C = 'Velkopavlovická' na 'EM Damas C'

D = 'Velkopavlovická' na meruňkovém semenáči

+ = rozdíl průkazný

– = rozdíl neprůkazný

II. Srovnání průkaznosti rozdílu obvodu kmene u meruňky 'Velkopavlovická' na různých podnožích

Odrůda a podnož	Obvod kmene v cm		t-test	
	1961	1964	t-tab.	t-vypočt.
A	36,7	42,9	2,10	3,32 +
B	43,6	51,7	2,10	4,19 +
C	49,0	56,0	2,12	4,11 +
D	51,4	63,2	2,08	6,42 +

III. Srovnání průkaznosti rozdílů některých vlastností odrůdy 'Velkopavlovická' na podnožích 'Wangenheimova švestka' (A), *Pr. insititia* var. *rubra* (B), 'EM Damas C' (C), meruňkový semenáč (D)

Vztahy variant A, B, C, D	Púdorys koruny		Výkonnost za 4 roky				Kubatura korun	
	t-test		kg	t-test		m ³	t-test	
	t-tab.	t-vypočt.		t-tab.	t-vypočt.		t-tab.	t-vypočt.
A : B	2,10	1,77 -	93,4 : 175,9	2,10	2,586 +	27,7 : 30,5	2,10	0,85 -
A : C	2,11	4,47 +	93,4 : 214,4	2,11	3,69 +	27,7 : 38,6	2,11	2,82 +
A : D	2,09	6,33 +	93,4 : 206,3	2,09	3,69 +	27,7 : 54,8	2,09	7,51 +
B : C	2,11	2,73 +	175,9 : 214,4	2,11	1,17 -	30,5 : 38,6	2,11	2,08 -
B : D	2,09	4,50 +	175,9 : 206,3	2,09	0,99 -	30,5 : 54,8	2,09	5,06 +
C : D	2,10	1,58 -	214,4 : 206,3	2,09	0,26 -	38,6 : 54,8	2,09	4,35 +

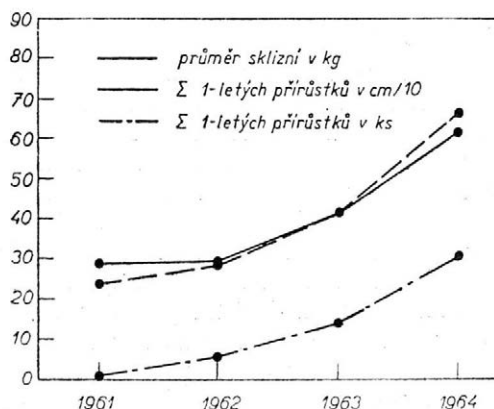
+ = průkazný rozdíl

- = neprůkazný rozdíl

u všech variant. Nestalo-li se tak průkazně ve spojitosti se zvětšováním průměru koruny, došlo k tomu zejména v důsledku zmnožení plodného jednoletého obrostu v korunové klenbě. Celková suma plodných přírůstků vyšších řádů v cm a jejich počet v témže období pochopitelně vzrůstá (graf č. 1). Při srovnání průměrných sklizní za stejné období bylo zjištěno, že elevace sklizňové křivky se velmi blíží k elevaci sestavené ze sum plodných přírůstků vyšších řádů v korunové klenbě, resp. jejich celkového počtu.

Analýzou variance byl pro období plné plodnosti zjištěn průkazný rozdíl sklizní u odrůdy 'Velkopavlovická' podle toho, na kterých podnožích byla naočkovaná. (F tab. = 2,86, F vypočtené = 6,03). Ze sklizně v letech 1961–1964 byla vypočtena průměrná výkonnost na 1 strom za 4 roky a vyhodnocena průkaznost rozdílů t-testem (tabulka III). Vzhledem k tomu, že i prostorová velikost korun se v řadě případů průkazně lišila (při F tab. = 2,86 a F vypočt. = 35,72 je srovnání průkaznosti t-testem pro kubaturu korun zřejmé rovněž z tabulky III), bylo nutné zjistit, zda je zvýšená plodnost u jednotlivých kombinací pouze funkcí velikosti koruny (její kubatury), tj., že specifická plodnost na 1 m³ je ve všech případech stejná, nebo zda jde o průkazné ovlivnění specifické plodnosti podnoží. I po přepočtu na 1 m³ byl zjištěn analýzou variance průkazný rozdíl (F tab. = 2,86 a F vypočtené = 6,297) a t-testem byla prokázána průkaznost rozdílů u několika kombinací (tabulka IV).

Výkonnost odrůdy na různých podnožích není za daných ekologických podmínek mechanickou funkcí velikosti koruny. Podnož vedle vzrůstnosti ovlivňuje specifickou plodnost, a to ne vždy ve stejném smyslu jako u velikosti ko-



1. Srovnání sklizní a přírůstků meruňky 'Velkopavlovické' v letech 1961–1964

IV. Srovnání průkaznosti rozdílu specifické plodnosti u meruňky 'Velkopavlovická' na různých podnožích

Vztah variant A, B, C, D	Sklizeň na 1 m ³	t-test	
		t-tab.	t-vypočt.
A : B	3,3 : 5,99	2,10	3,31 +
A : C	3,3 : 6,1	2,11	3,33 +
A : D	3,3 : 3,8	2,09	0,06 -
B : C	5,99 : 6,1	2,11	0,01 -
B : D	5,99 : 3,8	2,09	2,80 +
C : D	6,01 : 3,8	2,09	2,80 +

V. Koeficienty maximálního využití plochy meruňkou 'Velkopavlovická' podle podnoží

Odrůda/podnož	Průměr koruny v cm	Koeficient využití plochy v %
A	378,0	56
B	400,0	57
C	424,0	58
D	465,0	59

run. Dokazuje to pořadí jednotlivých kombinací co do specifické výkonnosti na m³ a pořadí vzrůstnosti ve srovnání s pořadím podle průměrné výkonnosti na strom.

Vzhledem k zákonitosti ubývání přírůstků po hlavní ose možno očekávat za daných podmínek relativní stabilitu půdorysu koruny, popřípadě se bude jevit nutnost detailního zmlazení řezem v dalších letech. Počítáme-li s pásovou výsadbou a pracovní uličkou mezi řadami minimálně 1,5 m vzdálenými, pak koeficient maximálního využití plochy meruňkového sadu (nepočítaje v to plochu na cesty a úvatě) se bude lišit tak, jak ukazuje tabulka V.

Hektarová výkonnost meruňky 'Velkopavlovická' bude odpovídat specifickým vlastnostem kombinací s různými podnožemi. Kombinace s podnoží 'Wagenheimova švestka' i při splnění požadavku na úpravu sponu vzhledem k menším rozměrům korun při dodržení systému pásové výsadby s pracovní uličkou už tímto faktem využívá plochu sadu maximálně jen z 56 %. Ani hustěji sázené menší stromy (koruny) nevyvážejí tedy ztrátu v hektarovém výnosu jednak v důsledku menšího využití plochy, jednak v důsledku menší specifické výkonnosti kombinace. Vzhledem ke specifické plodnosti způsobené ovlivněním podnoží nemusí být rozhodujícím pro výnos procento využití plochy korunami odrůdy 'Velkopavlovická'. Vezmeme-li v úvahu jednak procento využití plochy ovocnými rostlinami, jednak specifickou výkonnost, bude při výnosu u 'Velkopavlovické' na 'Wangenheimově švestce' 100 %, výnos z plochy 1 ha u ostatních odrůd v tomto pořadí: 'Velkopavlovická' na meruňkovém semenáči 161 %, na červené slívě 181 % a na 'EM Damas C' 210 %.

DISKUSE

Z hlediska výkonnosti odrůdy 'Velkopavlovická' na čtyřech sledovaných podnožích bylo dosaženo shodných výsledků pokud jde o pořadí výkonnosti s výsledky Hladíka (1963), jde-li o plodnost počítanou na jeden strom. Rozdíl u kombinace 'Velkopavlovická' na semenáči a 'Velkopavlovická' na 'EM Damas C' je průkazný. Ukázalo se tak, že za stejný časový interval pod vlivem jiné podnože narostlá koruna, lišící se velikostí, liší se i v celkové sklizni. Nemusí zde však být lineární korelace, což dokazuje výpočet specifické plodnosti (výkonnost na 1 m³ koruny). V období plné plodnosti při normálním průběhu vegetace by specifická výkonnost musela zůstat stejná pro všechny případy zvětšení koruny, kdyby platila přímá úměrnost mezi velikostí sklizně a velikostí koruny.

ZÁVĚR

1. Výkonnost odrůdy 'Velkopavlovická' není za stejných ekologických podmínek mechanickou funkcí vzrůstnosti koruny, pokud je tato způsobena rozdílnou podnoží.

2. Specifická výkonnost 'Velkopavlovické' je v období plné plodnosti meruňek pro kombinaci 'Velkopavlovická' na 'EM Damas C' 1,52 kg/m³, 'Velkopavlovická' na *Prunus insititia* var. *rubra* 1,49 kg/m³, 'Velkopavlovická' na meruňkovém semenáči 0,95 kg/m³ a 'Velkopavlovická' na 'Wangenheimově švestce' 0,85 kg/m³.

3. Při respektování specifických vlastností vzrůstnosti jednotlivých kombinací na spon bude výnos z 1 ha meruňek u kombinace 'Velkopavlovická' na 'EM Damas C' o 110 % vyšší, u 'Velkopavlovické' na *Prunus insititia* var. *rubra* o 81 % vyšší, u 'Velkopavlovické' na meruňkovém semenáči o 61 % vyšší než na švestce 'Wangenheimově'.

4. Za ekologických podmínek areálu Lednice, tj. zejména na půdách s písčítým podložím, nejvýhodnější spon je 6,5 X 5 m pro kombinaci 'Velkopavlovická' na 'EM Damas C' a na meruňkovém semenáči. Pro kombinaci 'Velkopavlovická' na *Prunus insititia* var. *rubra* je nejvýhodnější spon 6 X 4,5 m.

Došlo dne 13. 1. 1966

Literatura

1. FRIEDRICH, G.: Moderne Anbaugestaltung im landwirtschaftlichen Obstbau. Sonderdruck. Leipzig 1961. — 2. HLADÍK, F.: Příspěvek k otázce nejvhodnějších meruňkových podnoží. In: Vědecké práce ovocnářské. Sborník 2. Praha 1963. — 3. ROD, J. - VAGNEROVÁ, V.: Základy biometrie. Praha 1958. — 4. STEFANOV, N.: Gradinarska i lozarska nauka. 1964. — 5. ŠITT, P. G.: Učeniye o roste i razvitiji plodovych i jagodnyh rastenij. Moskva 1958. — 6. VÁVRA, M.: Kniha o ovocném stromu. Praha 1961. — 7. VÖLKE, H. - SCHMADLAK, J.: Verhalten von Aprikosensorten auf den Unterlagen Prunus Schwamborn 103 und Prunus Bunker in der Baumschule. = „Obstbau“, 1964, č. 7, s. 103-104.

Урожайность и вегетативный рост абрикосовых деревьев сорта 'Велкопавловица' в период полного плодоношения

A. Резюме

1. Урожайность сорта 'Велкопавловица' при одинаковых экологических условиях не является механической функцией роста кроны, поскольку последняя вызвана разным подвоем.

2. Специфическая урожайность сорта 'Велкопавловица' имеет место в период полного плодоношения абрикосовых деревьев при комбинациях 'Велкопавловица' на 'EM Damas C'

— 1,52 кг/м³, 'Велкопавловицка' на *Prunus insititia* var. *rubra* — 1,49 кг/м³, 'Велкопавловицка' на абрикосовом сеянце — 0,95 кг/м³ и 'Велкопавловицка' на сливе 'Вангенгейма' — 0,85 кг/м³.

3. При учете влияния специфических свойств роста отдельных комбинаций на площадь питания урожай с 1 га абрикосовых деревьев у комбинации 'Велкопавловицка' на 'ЕМ Damas C' будет на 110 % у 'Велкопавловицка' на *Prunus insititia* var. *rubra* на 81 %, а у 'Велкопавловицка' на абрикосовом сеянце на 61 % больше, чем на сливе 'Вангенгейма'.

4. В экологических условиях ареала Леднице, т. е. прежде всего на почвах с песчаным основанием, оптимальной представляется схема посадки, 6,5 X 5 м для комбинации 'Велкопавловицка' на 'ЕМ Damas C' и на абрикосовом сеянце. Для комбинации же 'Велкопавловицка' на *Prunus insititia* var. *rubra* — 6 X 4,5 м.

Б. Текст к таблицам

I. Сравнение достоверности разницы у схемы кроны абрикосового дерева 'Велкопавловицка' на различных подвоях

II. Сравнение достоверности разницы обхвата ствола у абрикосовых деревьев 'Велкопавловицка' на различных подвоях

III. Сравнение достоверности разницы некоторых свойств сорта 'Велкопавловицка' на подвоях сортов сливы 'Вангенгейма' (А), *Prunus insititia* var. *rubra* (В), 'ЕМ Damas C' (С) и абрикосового сеянца (D)

IV. Сравнение достоверности разницы специфического плодоношения абрикосового дерева 'Велкопавловицка' на различных подвоях

V. Коэффициент максимального использования площади абрикосовым деревом 'Велкопавловицка' в зависимости от подвоя

The Productivity and Vegetative Growth of the 'Velkopavlovická' Apricot Variety during the Period of its Full Fertility

A. Summary

1. The productivity of the 'Velkopavlovická' variety, if effected by a different root-stock, is not, under equal ecological conditions, a mechanical function of the growth rate of the crown.

2. The specific productivity of 'Velkopavlovická' during the greatest yield of apricots is 1.52 kg/m³ for the combination 'Velkopavlovická' on 'ЕМ Damas C' 1.49 kg/m³ for 'Velkopavlovická' on *Prunus insititia* var. *rubra*, 0.95 kg/m³ for 'Velkopavlovická' on an apricot seedling, and 0.85 kg/m³ for 'Velkopavlovická' on 'Wangenheim's plum'.

3. If the specific properties of the growth rate of the individual combinations are considered with regard to spacing, then the per hectare yield of apricots in comparison with 'Velkopavlovická' on 'Wangenheim's plum' will be higher by 110 % for the combination 'Velkopavlovická' on 'ЕМ Damas C', higher by 81 % for 'Velkopavlovická' on *Prunus insititia* var. *rubra*, and higher by 61 % for 'Velkopavlovická' on an apricot seedling.

4. Under the ecological conditions of the area of Lednice i. e. particularly on soils with a sandy substrate, the most suitable spacing is 6.5 X 5 m for the combination 'Velkopavlovická' on 'ЕМ Damas C' or on an apricot seedling; for the combination 'Velkopavlovická' on *Prunus insititia* var. *rubra* it is 6 X 4.5 m.

B. Text to tables

I. Comparison of the significance of the difference in the radius of the crown of the 'Velkopavlovická' apricot on various root-stocks

II. Comparison of the significance of the difference in the girth of the 'Velkopavlovická' apricot on various root-stocks.

III. Comparison of the difference in some properties of the 'Velkopavlovická' variety on the root-stocks of the varieties 'Wangenheim's plum' (A), *Prunus insititia* var. *rubra* (B), 'ЕМ Damas C' (C), and on an apricot seedling

IV. Comparison of the significance of the difference in the specific productivity of the 'Velkopavlovická' apricot on various root-stocks.

V. Coefficient of the maximum utilization of the area by the 'Velkopavlovická' apricot according to the root-stocks.

Die Leistungsfähigkeit und das vegetative Wachstum der Aprikose 'Velkopavlovická' im Zeitraum der vollen Fruchtbarkeit

A. Zusammenfassung

1. Die Leistungsfähigkeit der Sorte 'Velkopavlovická' ist unter denselben ökologischen Bedingungen keine mechanische Funktion der Kronenwüchsigkeit, sofern diese durch eine unterschiedliche Unterlage verursacht wird.

2. Die spezifische Leistungsfähigkeit der Sorte 'Velkopavlovická' beträgt im Zeitraum der vollen Fruchtbarkeit der Aprikosen für die Kombination 'Velkopavlovická' auf EM Damas C' 1,52 kg/m³, für die Sorte 'Velkopavlovická' auf *Prunus insititia* var. *rubra* 1,49 kg/m³, für 'Velkopavlovická' auf dem Aprikosensämling 0,95 kg/m³ und für 'Velkopavlovická' auf den 'Wangenheim-Pflaumenbaum' 0,85 kg/m³.

3. Beim Respektieren der spezifischen Eigenschaften der Wüchsigkeit der einzelnen Kombinationen auf den Pflanzverband wird der Ertrag von 1 ha Aprikosen bei der Kombination 'Velkopavlovická' auf 'EM Damas C' um 110 % höher sein, bei 'Velkopavlovická' auf *Prunus insititia* var. *rubra* um 81 % höher, bei 'Velkopavlovická' auf Aprikosensämling um 61 % höher als bei der Pflaume 'Wangenheim'.

4. Bei den ökologischen Bedingungen des Areals Lednice, d. h. besonders auf den Böden mit sandigem Untergrund, ist der geeignetste Pflanzverband 6,5×5 m für die Kombination 'Velkopavlovická' auf 'EM Damas C' und auf dem Aprikosensämling. Für die Kombination 'Velkopavlovická' auf *Prunus insititia* var. *rubra* 6×4, m.

B. Text zu den Tafeln

I. Vergleich der Signifikanz des Unterschiedes beim Grundriß der Aprikosenkrone 'Velkopavlovická' auf verschiedenen Unterlagen

II. Vergleich der Signifikanz des Unterschiedes des Stammumfanges der Aprikose 'Velkopavlovická' auf verschiedenen Unterlagen

III. Vergleich der Signifikanz des Unterschiedes einiger Eigenschaften der Sorte 'Velkopavlovická' auf Unterlagen der Sorte 'Wangenheim-Zwetsche' (A), *Pr. insititia* var. *rubra* (B), 'EM Damas C' und Aprikosensämling (D)

IV. Vergleich der Signifikanz des Unterschiedes der spezifischen Fruchtbarkeit bei der Aprikose 'Velkopavlovická' auf verschiedenen Unterlagen

V. Koeffizient der maximalen Flächenausnutzung durch die Aprikose 'Velkopavlovická' nach den Unterlagen

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Vachůn, CSc., VSZ Brno, katedra ovocnicko-vinařská, Ovocnický ústav, Lednice na Mor.

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA bude v roce 1967 pokračovat v uveřejňování původních vědeckovýzkumných prací nebo dílčích zpráv, příspěvků k aktuálním otázkám problematiky rostlinné výroby, tematických přehledů, studií a rozborů.

Zvýšená pozornost bude věnována zejména těmto otázkám:

- technologická hodnota zemědělských produktů (číslo 2)
- soustava hnojení (číslo 3)
- výživa rostlin (číslo 5)
- fyziologie rostlin (číslo 10)

Také z ostatních oborů rostlinné výroby budou v průběhu roku uveřejněny výsledky významných vědeckých bádání.

Například v obsahu prvního čísla r. 1967 jsou práce

Agrofyzikální charakteristika těžkých černozemních půd na křídových slínech (autor Ing. Glet, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby v Ruzyni)

K otázkám zákonitostí výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy (autor Ing. Neuberg, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby v Ruzyni)

Následný účinek mezidoplodín na úrody různých hlavních plodin (autor Ing. Dančík, CSc., Výzkumný ústav rostlinnej výroby, Piešťany)

Studium mezidruhových vztahů jarních obilnin, pěstovaných ve smíšených kulturách (autor Ing. Ullman, CSc., Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž)

Vymezení oblastí ČSSR podle přirozených výsušných vlastností vzduchu (autor Ing. Klabzuba, Vysoká škola zemědělská v Praze)

Ekologické indikační hodnoty nejrozšířenějších lučních rostlin ČSSR (autor profesor Dr. Regal, Vysoká škola zemědělská v Praze)

ROSTLINNÁ VÝROBA vyjde v roce 1967 opět 12krát v rozsahu po 112 tiskových stran, předplatné na celý ročník je 216 Kčs, jednotlivá čísla à 18.— Kčs. Objednávky přijímá Administrace časopisů Ústavu vědeckotechnických informací MZLH, Praha 2, Slezská 7.

SOUČASNÉ SMĚRY V PŮDNÍ MIKROBIOLOGII

Převládajícím směrem v půdní mikrobiologii v současné době je nesporně ekologie půdních mikrobů. Seifert (1965) ji definuje jako vědu zabývající se mikrobiálními společenstvy v půdě, jejich činností a vlivem půdního prostředí na tato společenstva. I když by bylo třeba doplnit tuto definici o jistě významný vliv mikrobů na půdní prostředí, je v ní nově a správně zdůrazněna existence komplexních mikrobiálních společenstev v půdě. Na mezinárodním sympoziu „Ecology of Soil Bacteria“, pořádaném v roce 1965 Botanickým ústavem university v Liverpoolu, které podle zpráv jeho účastníka Macury podalo dosud neúplnější přehled o stavu v problematice studia ekologie půdních bakterií, se ukázalo, že ekologie je tu ve světovém měřítku chápána jako studium interakcí mezi mikroorganismy a prostředím, při čemž je hlavní váha kladena na fyziologickou aktivitu mikrobů, a to jak z hlediska vlivu prostředí na metabolickou činnost mikrobů, tak i z hlediska vlivu mikrobiální aktivity na prostředí. Dokladem toho je i dřívější kritický přehled situace, podaný americkým mikrobiologem Alexanderem v r. 1964 pod názvem „Biochemical Ecology of Soil Microorganisms“, který podle jeho autora je souhrnem jen hlavních směrů současného vývoje biochemické ekologie půdních mikroorganismů. Je rozdělen na obvyklé tři oblasti: v první se zabývá biochemickými vlivy půdního prostředí na mikroorganismy, ve druhé biochemií vzájemných vztahů mezi různými mikroorganismy v půdním prostředí (interakcí mezi mikrobi v půdě) a třetí biochemickými vlivy mikroorganismů na jejich prostředí. Jistě správná je připomínka autora, že jasné rozhranění těchto tří oblastí není dobře proveditelné pro neustálou adaptaci a fluktuaci mikrobů (zejména uvažujeme-li společenstva mikrobů), což je v souvislosti s modifikacemi biologic-

kých a abiologických faktorů a heterogenitou živých a neživých komponent prostředí.

V souvislosti s řešením otázky vlivu vnějšího prostředí na změny vlastností, zvláště dědičné změny živých organismů vůbec a zejména mikrobů, jsem toho názoru, že je velmi těžké táhnout ostrou hranici i mezi vnějším a vnitřním prostředím organismu. Ani v čisté kultuře není možnost naprosto přesné definovatelných a tedy dokonale reprodukovatelných kultivačních podmínek, zvláště z hlediska vlastního živného substrátu, který má nejsilnější vliv na vnitřní prostředí, tj. procesy buněčného metabolismu. Tím, že se mikrobi s ním stýkají celým povrchem svého těla, že se neobyčejně rychle množí a rozvíjejí intenzivní činnost, tím také toto prostředí rychle a hluboko mění, a to z větší části jen velmi těžko definovatelně, při čemž tu nejde jen o metabolity mikrobů. Právě u mikrobů, a to zvláště pro jejich krátkou dobu života, je plynulý přechod nejen vnějšího prostředí do prostředí vnitřního, ale i vnitřního prostředí do prostředí vnějšího, hlavně autolýzou odumřelých jedinců, s možností transformací. Vnější prostředí v nejširším smyslu také nepůsobí na různě staré jedince stejně. Znamená to, že pojem prostředí z hlediska genetického je u mikrobů ještě komplikovanější než u vyšších organismů. V přirozeném prostředí a zvláště v tak komplikovaném prostředí jakým je půda, jsou ovšem poměry mnohem složitější, neboť zde nejde jako v čisté kultuře jen o vzájemné ovlivňování mikrobů prostředím a prostředím mikrobi, ale též o komplikované vzájemné vztahy mikrobů v jejich společenstvech, takže tu probíhá stálá selekce. Vnitrodruhové a mezidruhové hybridizace jsou jistě v přírodě časté a mají nesporně veliký význam, poněvadž jimi mohou vznikat jedinci životnější i odolnější vůči nepříznivým podmínkám (heterozní

efekt u mikrobů). Zjišťuje se, že v přirozených podmínkách, jako zvláště v půdě, jsou mikrobiy biochemicky i tvarově rozmanitější než je tomu v laboratorních kulturách. Neobyčejnou tvarovou rozmanitost ukázal příspěvek Nikitina na mezinárodním sympoziu o vzájemných vztazích mezi půdními mikroorganismy a kořeny rostlin, uspořádaném ČSAV roku 1963 v Praze. Pozoroval ji přímo v elektronovém mikroskopu v půdních suspenzích.

Zmíněný Alexanderův kritický přehled se však nezabývá jen biochemickou ekologií půdních mikroorganismů, nýbrž do značné míry i jejich biofyzikální ekologií, tj. fyzikálním komplexem prostředí, zvláště důležitou úlohou jílových minerálů a energetickými procesy probíhajícími v půdě a v živých organismech neoddelitelně od prostředí. V obou těchto základních složkách ekologie půdních mikroorganismů máme u nás starou a dobrou tradici, jejímž zakladatelem je Stoklasa. Jeho kniha „Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens“ (1926) je stále živá pro komplexní, dynamické pojetí půdy a její biologické složky. Je to metodická příručka, která ještě do značné míry vyhovuje nynějšímu experimentálnímu přístupu k ekologii, i když k poznávání biochemických a fyziologických principů je pochopitelně dnes potřebná a také požadovaná mnohem větší diferenciací. Stále intenzivněji je dále pocítována potřeba experimentovat s co největším zřetelem na přirozené podmínky, popřípadě přímo

v přirozených podmínkách. To je ovšem úkol velmi nesnadný vzhledem ke komplexnosti půdního prostředí i mikrobiální půdy — společenstev půdních mikrobů se složitějšími vzájemnými vztahy. Proto bude dále třeba vhodných modelových pokusů, vhodných jak pokud jde o složení prostředí, tak i kultury mikrobů. Je však nutné výsledky těchto modelových pokusů správně aplikovat na přirozené podmínky. Toho jsme si byli u nás hned zpočátku našich výzkumů vědomi (viz moji studii „Biologická činnost v přírodě a v laboratoři“, uveřejněnou v r. 1924).

Svoji důležitost v ekologii mikrobů si stále podržují i jen více méně popisné studie půdní mikrobiální v různých půdách a za různých poměrů vhodnými metodami. Pochopitelně zvláště důležité jsou soustavné výzkumy společenstev mikrobů, jejich složení a zákonitostí jejich změn (sukcesí mikrobů). Jak správně připomíná Seifert (1965, viz výše), nezáleží obtížnost ekologických studií jen v tom, že ekolog pracuje s mnohem komplikovanějším prostředím než fyziolog, ale že musí studovat proces tak jak probíhá v mikrobiální biocenose půdní.

Pokusím se nyní na podkladě Alexanderova přehledu o konfrontaci našich půdně ekologických výzkumů s hlavními směry tohoto výzkumu v cizině.

Snaha o hlubokou diferenciaci je zejména patrna v hlavní složce ekologie půdních mikrobů — v *biochemickém i biofyzikálním vlivu prostředí na mikrobiy*.

VLIV PROSTŘEDÍ NA MIKROBY

Vzhledem k veliké variabilitě fyzikálních a chemických vlastností půdy a v souvislosti s tím i společenstev mikrobů přechází se při studiu zákonitostí vlivu různých faktorů na mikrobiy od dosud obvyklých průměrných vzorků půdy k výzkumu *mikrolokalit*. Tento biochemický a biofyzikální výzkum na mikroskopické rovině je zatím velmi obtížný a zdoluhavý, čímž se vysvětluje jeho pomalý postup. Tak jenom velmi málo se vžila mikropedologická metodika, vypracovaná Kubienou (1936) pro výzkum půdy v přirozeném jejím uložení, a to jak přímo v přírodě, tak i na odebraných, přesně orientovaných vzorcích v laboratoři. Pro ekologickou mikrobiologii půdy je velmi vhodná jednak tím, že umožňuje pomocí speciálního půdního mikroskopu poznání mikromorfologie neporušené půdy, dynamiky přeskupování různých látek v nejmenším prostoru i rozmístění, případně sdružování mikrobů, v labora-

toři pak i jiných vlastností různých mikrostanovišť.

Veliká pozornost je v poslední době zejména sovětskými mikrobiology věnována *struktúře půdy*, neboť rozhoduje o dobrém poměru vzduchu a vody v půdě a v souvislosti s ním též o příznivém utváření teplotního režimu v půdě. Vztahy mezi biologickou aktivitou půdy, humifikací organické hmoty a agregací v půdě se u nás zabýval Ambrož (1956); své pokusy konal v luční půdě (rendzina) v průběhu celého roku. Silnou agregaci půdy zjistil na konci léta a na podzim. Napomáhá tomu údobí sucha s nižší mikrobiální činností, avšak podmínkami příznivými pro poutání humusových složek půdou, hlavně na jílové minerály. Tvorbu poutaných humusových frakcí vysvětluje biologickou přeměnou volných huminových kyselin, které jsou mikrobiálně rozkladem ochuzovány o dusíkaté látky. Povrch agregátů je osíd-

len mikroby relativně hustěji než bezstrukturní hmota; vnitřek agregátů se vyznačuje sníženou mikrobiologickou i biochemickou aktivitou, což je vysvětlitelné převážně anaerobními podmínkami. Seifert (1962) stanovil v humusokarbonátové lesní půdě zřetelnou závislost nitrifikační mohutnosti na velikosti agregátů. Největší nitrifikační mohutnost byla v agregátech menších než 1 mm. Pokles nitrifikační mohutnosti s rostoucí velikostí agregátů je přímo úměrný velikosti specifického povrchu agregátů. Korelace mezi nitrifikační mohutností a velikostí specifického povrchu agregátů v sérii studovaných frakcí má lineární průběh. Rozdrcením velkých agregátů se nitrifikační mohutnost zvyšovala. Roviřa a Greacen (1957) zjistili totéž pokud jde o mineralizaci organické hmoty. Vysvětlují to zrychlením rozkladu otevřením nepřístupných mikropórů pro mikroby rozdrcením velkých agregátů. V soulase s tím jsou i zkušenosti s orbou rotačními pluhy, kterou dochází k stejnoměrnějšímu promíslení organické hmoty s půdou (Řídký 1964).

V ekologii půdních mikroorganismů a zvláště v jejich biochemické ekologii hraje důležitou úlohu *jílové minerály* i jiné koloidní látky anorganické a organické. Vyznačují se ohromným aktivním povrchem k poměru k objemu (1 g jílovité půdy má celkový povrch až 100 m²) a silnou sorpční schopností, což značně ovlivňuje migraci a metabolismus mikrobů a jejich exoenzymů, využitelnost anorganických i organických substrátů mikroby a účinek (rozklad) zplodin metabolismu mikrobů. Záleží tu na druhu jílových minerálů (různá sorpční schopnost), jejich koncentraci a v souvislosti s tím na druzích minerálů (různá sorpční schopnost), jejich částecích, a dále i na druhu mikroba. To ukázaly již práce Chudjakova a spolupracovníků (1926); pohyblivé bakterie jsou poutány mnohem slaběji než nepohyblivé, tak např. *Bac. mycoides* byl adsorbován ze suspense půdův z 93,5 %, kdežto pohyblivá *Escherichia coli* jen z 11,5 %. Nověji Zvjagincev (1937) zjistil, že na pryskyřici používané k studiu výměny iontů jsou sorbovány jenom některé druhy bakterií. Pryskyřice saturovaná jedním druhem bakterií nesorbuje ve větším množství další bakterie téhož druhu, avšak – což je zajímavé – bakterie jiných druhů.

Příčiny příznivého, resp. nepříznivého vlivu jílových minerálů na vývoj a činnost mikrobů nejsou dosud jasně vysvětleny. Jak již výše uvedeno, je směr jejich působení dán hlavně jejich typem a koncentrací. Různé typy jílových mine-

rálů se odlišují svými specifickými vlastnostmi (bobtnání, smršťování aj.), na nichž přímo závisí řada základních fyzikálních podmínek (vlhkost, provzdušnost, teplota půdy aj.) a v jejich komplexu celková dynamika půd. Příznivé působení jílových minerálů na vývoj a činnost mikrobů je vysvětlováno zvětšením aktivního povrchu prostředí a tím styku mikrobů se substrátem, na který působí, vhodným koncentrováním substrátu a specifickými exoenzymy, poutáním škodlivých zplodin metabolismu mikrobů, snížením účinnosti inhibitorů aj., nepříznivé působení pak při vyšší koncentraci jílových minerálů hlavně snižováním aktivity sorbovaných mikrobů a slabší metabolizovatelnosti silně sorbovaných substrátů (též následkem nižší aktivity silně sorbovaných enzymů). Japonští badatelé Hattori a Furusaka (1959, 1960) zjistili u *Escherichia coli* adsorbované na povrchu pryskyřice (Dovex I v chloridové formě) mnohem slabší aktivitu v oxydaci různých substrátů než u buněk suspendovaných v živném roztoku. Snižení aktivity vysvětlují tím, že u adsorbovaných buněk funguje jenom volná část jejich povrchu, takže mají omezenější styk se substrátem a slabší přístup kyslíku. Nahromadění většího množství organické hmoty na některých mikrolokalitách v půdě možno si vysvětlit její omezenou mineralizací zaviněnou tím, že vyšší koncentrace jílových minerálů ztěžuje migraci mikrobů v půdě a tím i jejich proniknutí do těchto mikrolokalit. Je ovšem známo, že v jílovitohumusových komplexech jsou humusové látky stabilnější, tj. více odolné vůči mikrobiálnímu rozkladu. Lynche, Cotnoir a Wright (1956, 1957) studovali rozklad různých rozpustných i nerozpustných uhlohydrátů, posklizňových zbytků a bílkovin za přítomnosti i nepřítomnosti jílových minerálů, a to půdními mikroby i samotnými enzymy a zjistili zejména u montmorillonitu v mnoha případech jeho ochranný vliv. Ziemiecka, Kobus a Pacewiczowa (1963) zjistili v laboratorních pokusech s písčitou půdou pohnojené na zeleno 5 % lupiny, že přidavek 10 % bentonitu, kaolinitu a jiných jílových minerálů zpomalil mineralizaci organické hmoty (nejméně bentonit); ztráty dusíku se snížily ze 45 % v kontrole na 20 %, a vzrostlo množství humusu. Naproti tomu Estermannová a McLaren (1959) pozorovali zvýšení rozkladu bílkovin za přídatku jílových minerálů (kaolinit, bentonit) některými kmeny *Flavobacterium* a *Pseudomonas*, při čemž nezáleželo na tom, byly-li tyto bakterie adsorbovány jílovými minerály nebo volně suspendo-

vány v živném roztoku. Tato stimulace, vysvětlována příznivým koncentrováním substrátu a enzymů na povrchu jílových minerálů, může mít význam v chudých mikrolokalitách. K podobným výsledkům dospěl u nás Ambrož (1965) při studiu proteolytické činnosti v půdě bez a za přidavku různých množství bentonitu (0, 1,0, 5,0 a 15,0 %). Přídavek bentonitu stimuloval mikroflóru k silnějšímu vylučování proteáz. Tento jev by mohl podle autora souviset se sorpcí přístupných bílkovin, na niž mikroby reagují zvýšeným vylučováním enzymů, nebo se sorpcí enzymů, které tím nejsou tak rychle inaktivovány a mohou se v prostředí hromadit. Shigenori Armine a Yoshiyuki Kobayashi (1964) zjistili snížení aktivity enzymů sorbovaných na allophan, montmorillonit a halloysit (frakce $< 0,2 \mu$), a to buď jako aniont nebo kationt. Dříve McLaren (1960) pozoroval slabší aktivitu chymotrypsinu sorbovaného na kaolinit (velikost částicek kolem 1μ) před přidáním substrátu. Optimum pH pro sorbovaný enzym leží o 2,0 výše než pro volný enzym (zkoušen chymotrypsin a lysozym). O některých enzymech jsou v literatuře protichůdné výsledky. Tak např. Kroll a Kramer (1955) nezjistili inaktivaci fosfatáz sorbovaných na jílové minerály, kdežto Estermannová a McLaren (1959) dospěli k opačným výsledkům. Všechny enzymy nemusí se také chovat, zvláště za různých podmínek, stejně.

Jílové minerály se mohou příznivě uplatňovat v průběhu nitrifikace, a to sorpcí volných NH_4 -iontů, které v silnější koncentraci mají inhibiční účinek na Nitrobaktera. Jak shledal Welch (1960), byly NH_4 -ionty sorbované na vermikulit, illit a bentonit za přítomnosti minimálního množství draslíku nutného pro činnost nitrifikačních bakterií ve značném množství nitrifikovány. Macura a Kunc (1965) zjistili kontinuální průtokovou metodou, že poměr první a druhé fáze nitrifikace závisí na koncentraci volných NH_4 -iontů a na výšce sloupce zeminy, na níž je přímo závislá sorpce NH_4 -iontů. Zatímco u nitrifikačních bakterií nemá koncentrace volných NH_4 -iontů vliv na jejich generační dobu, bylo u nitrifikačních bakterií pozorováno její prodloužení se stoupající koncentrací volných NH_4 -iontů. V pokusech provedených Macurou a Pavlem (1959) zvýšil přídavek 0,01-0,15 % montmorillonitu do živného roztoku značně produktivitu fixace vzdušného dusíku azotobakterem (množství dusíku fixovaného na jednotku spotřebované glukózy); zvýšení bylo tím větší, čím byl montmorillonit jemnější,

což ukazuje na to, že příznivý účinek úzce souvisí s jeho koloidními vlastnostmi. Podle McCally (1939) závisí množství dusíku fixovaného azotobakterem na stupni saturace jílových minerálů kationty.

Dosud málo vyjasněná je otázka významu substrátů z hlediska populací mikrobů. Rozlišují se populace primární a sekundární, což zhruba odpovídá staršímu dělení půdní mikroflóry na zymogenní a autochtonní. Za typické zástupce sekundární populace jsou považovány aktinomycety pro jejich schopnost rozkládat i látky těžko rozložitelné. Jasná diferenciací mezi uvedenými populacemi není však zatím možná. Za hlavní substrát pro sekundární populaci je pokládán humus, který ovšem nelze přesně chemicky definovat. Podle nejběžnější a z mikrobiologického hlediska asi nejlepší definice je humus komplexem mrtvých organických látek původu rostlinného, živočišného i mikrobiálního, které jsou v různém stupni rozkladu a zejména v různém stupni humifikace i v různém spojení s nerostným podílem půdy (význam jílovitohumusových komplexů pro stabilitu humusu). Také mikrobiální hmota je považována za substrát pro sekundární populaci, zejména některé její složky, jako chitin u hub. K primární populaci je řazena kořenová mikroflóra, jejíž počátečními substráty jsou kořenové exkrekty, v některých případech i odumřelá pletiva kořenů. Zahrnuje nejen vlastní rhizosféru mikroflóry, ale i mykorrhizní houby (ektotrofní symbionty) a rostlinné parazity. V kořenových exkretech byl zjištěn velký počet aminokyselin, několik mono- a disaccharidů, jednoduché organické kyseliny, puriny, pyrimidiny, glykosidy i jiné dosud neurčené specifické látky. Hlavními lokalitami pro vývoj primárních populací jsou pravděpodobně exkrecní místa. Tak ninhydrinpozitivní látky jsou uvolňovány z oblastí apikálního meristému, oblastí prodloužování vlasových kořínek a podobné prostorové uspořádání exkrece bylo zjištěno pro cukry. Proto jako primární populaci možno označit hlavně mikroflóru povrchu kořenů (rhizoplanu). Půda lpící na kořenech a zejména půda vzdálenější od kořenů je již velmi heterogenní pokud jde o složení substrátů. V tomto případě a stejně tak v metabolismu humusu a složitých substrátů vůbec je jasná diferenciací primárních a sekundárních populací nejen zatím nemožná, ale také podle mého názoru velmi pochybná. Mnohem přirozenější a správnější je zde hovořit o společenstvech mikrobů, jejichž složení je výslednicí měnících se ekologických pod-

mínek, v nichž rozhodující úlohu mají podmínky výživové, tj. substrát. V metabolismu složitých substrátů jsou zvláště důležité metabolické vztahy mezi mikroby, tj. že jeden druh nebo fyziologická skupina mikrobů připravuje nástup jiného druhu nebo fyziologické skupiny mikrobů.

Ve složení společenstev půdních mikrobů — podobně jako je tomu u asociací rostlin — možno sledovat určité sukcese vlivem měnících se ekologických podmínek a považují za jeden z hlavních úkolů ekologické půdní mikrobiologie studovat zákonitosti těchto sukcesí. Příkladem sukcesí daných hlavně změnou substrátu je charakteristické složení mikroflóry v různých fázích kompostovacího procesu (Káň 1947). V první fázi velmi energického rozkladu snadno odbouratelných organických látek převládají ve společenstvu mikrobů tyčinkovité bakterie a plísňe (stadium bakterioplísňové), ve druhé fázi hlavního zrání kompostu nastupují hlavně aktinomycety, a toto aktinomycetové stadium se pak střídá s méně výrazným stadiem bakterioplísňovým, ve třetí fázi dozrávání kompostu nabývají ve společenstvu mikrobů převahu kokovité bakterie.

Radu dokladů pro správnost mého názoru pokud jde o společenstvo rhizosférických mikrobů a sukcesí jeho složek v průběhu vegetace rostlin (zastoupení nebo i převládání charakteristické složky, již výživové podmínky nejlépe vyhovují) možno nalézt v příspěvcích domácích i zahraničních badatelů na mezinárodním symposiu o vztazích mezi půdními mikroorganismy a kořeny rostlin, konaném v Praze v r. 1963 (viz materiály vydané v r. 1965). Rozlišování primárních a sekundárních populací i při osídlování kořenů mikroby je velmi problematické. Vágnarová studovala osídlování kořenů pšenice bakteriemi půdními a bakteriemi z povrchu semen. Epifytní bakterie semen mohly osídlit kořeny jen za nepřítomnosti půdních bakterií, třebaže se např. ve sterilním písku v kořenových exkretách rychleji rozmnožují než půdní bakterie. Půdní mikroflóra je však schopna komplexnějšího využití kořenových exkretů. Během kultivace se složení půdní mikroflóry mění. Nejdříve se uplatňují sporulující bakterie, které mají minimální výživové požadavky, ty jsou vystřídány gramnegativními achromogenními tyčinkami, vyžadujícími aminokyseliny a po jejich vyčerpání nabývají převahu bakterie vyžadující růstové faktory. Jak zjistila Čatská, mění se v průběhu vegetace i kvalitativní složení mykoflóry v rhizosféře pšenice a hlavní podíl

v osídlování kořenů mají půdní houby. K podobným výsledkům dospěl i Parkinson (tamtéž). Podle Macury je složení kořenové i rhizosférické mikroflóry výslednicí velmi úzkých vzájemných vztahů mezi půdou, rostlinou a mikroflórou, které tvoří biologický celek; v kořenové mikroflóře jsou zastoupeny hlavně bakterie s komplexnějšími výživovými požadavky. Hlavním faktorem jsou tu nepochybně kořenové výměšky, jejichž množství i složení se v průběhu vegetace mění. Vančura a Hovádík zjistili u většího sortimentu plodin (obilnin, okopanin a zelenin) tři fáze kvalitativních změn kořenových exkretů v průběhu vegetace: první se objevuje při přechodu výživy ze semene a kotyledonů na fotosyntetickou, druhá v době květu a třetí během fruktifikace. Rovněž Sorokina hovoří o specifické komplexní mikroflóře pro různé druhy rostlin, která se vyvíjí během jejich vegetace. Specifita mikroflóry spočívá: 1. v různém poměru fyziologických skupin; 2. v odlišném druhovém složení fyziologických skupin; 3. v zastoupení určitých druhů charakteristických pro určitou rostlinu.

Zvláštní specifita určitých mikrolokality může být způsobována rozličnými, pravděpodobně specifickými chemotaktickými látkami, vylučovanými kořeny rostlin. Tak Cunningham a Hagedorn (1962; viz Alexander l. c.) pozorovali, že zoospory *Aphanomyces euteiches* jsou silně přitahovány kořeny hrachu i jiných rostlin, nejvíce v oblasti prodlužování kořenů hned za nejstarší partií kořenové čepičky; povaha těchto chemotaktických látek nebyla zatím zjištěna. Čatská (viz výše) zjistila, že spory hub izolovaných z povrchu kořenů pšenice (*Rhizopus arrhizus*, *Mucor racemosus*, *Penicillium chermesinum* a *Fusarium oxysporum*) klíčily lépe v půdě v těsné blízkosti kořenů než ve volné půdě, a to zejména spory *Rh. arrhizus*, které ve volné půdě vůbec nevyklíčily. Spory půdního izolátu r. *Fusarium* klíčily ve volné půdě a klíčení nebylo stimulováno kořeny. U hub, u nichž bylo klíčení spor v blízkosti rostoucích kořenů vyšší než ve volné půdě, dále pozorovala rozdíl v klíčovosti spor podél kořenů. Pouze u kořenového izolátu r. *Fusarium* byla klíčovost spor shodná podél celé délky kořenů. Spory kmenů r. *Penicillium* a *Rhizopus* klíčily zřetelně více v blízkosti bazální části kořenů, zatímco spory rovněž kořenového kmene r. *Mucor* a do určité míry i půdního kmene r. *Fusarium* v blízkosti kořenových vrcholů. Borchow (viz Plant Microbes Relationships, Praha 1965) shledal, že jenom křížaté

rostliny, jako praví hostitelé *Plasmodiophora brassicae*, v nichž tento parazit prodělává celý svůj vývoj, mohou svými kořenovými exkrekty podporovat klíčení jeho spor.

Naopak mohou látky vytvářené rostlinami působit inhibičně na některé mikroorganismy. Tak např. Rice (1965) zjistil takové látky, působící inhibičně na nitrifikaci a nitrifikační bakterie, u *Ambrosia elatior*, *Euphorbia corollata* a *Helianthus annuus*. Chromatografickými, bioautografickými a chemickými metodami bylo zjištěno, že u *A. elatior* jde hlavně o kyselinu izochlorogenovou, chlorogenovou a neochlorogenovou, u *H. annuus* o první dvě kyseliny, u *E. corollata* pravděpodobně o gallotaninovou kyselinu. Brzdivý účinek tříslovin a hlavně pryskyřičných látek na nitrifikaci v lesních půdách byl již dříve prokázán pokusy Kocha a Oelsnerové (1926).

Z hlediska biochemické ekologie je důležitá nejen vhodnost substrátu pro různé mikroby, ale i jeho přístupnost a často i jeho dostupnost mikrobům, tj. brání-li fyzické bariéry proniknutí mikrobů k substrátu (viz výše význam struktury půdy). Zatím je velmi těžko, jak uvádí Alexander (1964), zjistit stáří takových nepřístupných substrátů a nejsou ani dostatečně známy způsoby, jak se organické látky dostávají na jednotlivá mikrostanoviště. Hlavním limitujícím faktorem vývoje mikrobů v půdě bývá nedostatek energetických substrátů, buď organického uhlíku pro heterotrofní mikroorganismy, nebo redukovaných anorganických sloučenin pro chemoautotrofní mikroorganismy. Celkově můžeme říci, že půdní ekosystém je zpravidla bohatý organickým uhlíkem a často i amoniumionty, jejichž postupná oxydace je zdrojem energie pro nitrifikační bakterie. Značný podíl organických látek v půdě je ovšem nesnadno přístupný mikrobům, jako jsou zvláště látky humusové v komplexech s jílovými minerály, nebo bílkoviny v lignoproteinových komplexech, v nichž ochranný účinek ligninů je dokonce silnější než ochranný účinek jílových minerálů. Také ochranný účinek jílových minerálů záleží v podstatě na tvorbě komplexů s organickými látkami — sacharidy, bílkovinami, humusovými látkami — které jsou sorbovány jílovými minerály fyzikálně-chemickými silami.

O důležité úloze jílových minerálů v ekologii půdních mikroorganismů a zvláště v jejich biochemické ekologii bylo již hovořeno dříve. Složitost této problematiky se zračí v odchýlných a často i protichůdných názorech na vliv jílových minerálů na vývoj a hlavně činnost

mikrobů ve vztahu k sorbovanému substrátu. Záleží tu hlavně, jak již dříve řečeno, na druhu jílových minerálů (různá síla sorpce; např. u kaolinitu pouze povrchová, kdežto u montmorillonitu i vnitřní v značně roztažených mezerách mezi vrstevnatými strukturami), jejich koncentraci i na druhu mikrobů, které rovněž jsou různé silně sorbovány, ovšem jen na povrchu částicek jílových minerálů. Záleží tu dále i na pořadí sorpcí (substrát, enzymy, mikroby), druhu a koncentraci iontů, teplotě, vlhkosti, reakci prostředí aj. Vývoj a činnost mikrobů mohou být ovlivňovány též sorpcí intermediárních nebo finálních metabolitů. Tak v dříve již uvedené práci Estermannové a McLarena je proteolýza podporována jen tehdy, jestliže pořadí sorpcí na kaolinit je: enzym — substrát, kdežto při obráceném pořadí je naopak velmi omezena. Maximální adsorpce proteinu jílovými minerály je podle McLaren et al. (1958) při pH, které odpovídá izoelektrickému bodu proteinu. Sorpce aminokyselin jílovými minerály neovlivňuje jejich odolnost vůči rozkladu mikroorganismy (Putnam a Schmidt 1959). Stupeň jejich sorpce je však u jednotlivých aminokyselin značně rozdílný; nejvíce se sorbují zásadité aminokyseliny, nejslaběji neutrální aminokyseliny (Koter a Chodan 1964). Pokud jde o uhlohydráty, jsou všechny sorbovány do mezivrstev. Lynch a Cotnoir (1956) studovali vliv Ca-bentonitu, illitu a Ca-kaolinitu na rozklad posklizňových zbytků, kaseinu, želatiny, kvasničné nukleové kyseliny a dextrinu, a to stanovením rozkladem uvolněného CO₂. Zjistili, že kaolinit a illit neměl vliv na rozklad uhlohydrátů, kdežto Ca-bentonit snížil ve všech případech podstatně tvorbu CO₂. Ještě složitější poměry jsou u humusových látek, fulvokyselin a huminových kyselin, jejichž chemická struktura není zatím známá. K nejpevnějším vazbám dochází v mezivrstvách, nejčastěji montmorillonitem, při čemž nejsilnější jsou poutány šedé huminové kyseliny.

Přes obsáhlost literatury o tvorbě komplexů různých organických látek s různými jílovými minerály a odolnosti těchto komplexů vůči rozkladné činnosti mikroorganismů zůstává zde ještě mnoho nejasností, způsobených i přípravou těchto komplexů v laboratoři a případnými jejich změnami během přípravy. Nejsou ještě dostatečně objasněny vztahy v použitých směsích organických látek s jílovými minerály a vliv takových směsí na rozklad organické hmoty. Otázkou nammnoze zůstává i optimální množství

zkoušených jílových minerálů jak pro žádoucí stabilizaci organické hmoty, tak i pro vývoj a činnost společenstva mikro-
bů v půdě. Z tohoto hlediska je velmi zajímavé pozorování Stotzkyho (1964) o spojitosti mezi rozšířením *Fusarium banana* a jílovým složením půd v banánovníkových plantážích ve Střední Americe. V půdách, v nichž byl zastoupen třívrstevný silikát nasycený K⁺ (expanduje okolo 14 Å), bylo *F. b.* rozšířeno mnohem méně než v půdách, kde tento silikát obsažen nebyl. Výskyt *F. b.* nebyl v relaci s žádnou jinou vlastností půdy. Působení zmíněného jílů vysvětluje tím, že jíl může regulovat pH, které pak ovlivňuje výskyt jiných mikro-
bů v populaci (zastoupení antagonistic-
ké mikroflóry) a množství substrátu. Biologický vliv částic jílových minerálů se zdá být podle Stotzkyho spíše funkcí jejich výměnné kapacity a typu kationtu přítomného ve výměnném komplexu než funkcí specifického povrchu částic.

Za vhodných podmínek, zejména při optimálním pH pro adsorpci a vhodné koncentraci solí, nastává adsorpce mikroorganismů na jílové minerály velmi rychle. Tschapek a Garbovsky (1950) uvádějí, že doba k tomu potřebná je 10–20 minut.

Lahav (1962) studoval adsorpci jemných částic Na- a Ca-bentonitu (menších než bakteriální buňky) na buňky *Bac. subtilis*. Zjistil, že částičky Na-bentonitu zvyšují intenzitu pohybu této bakterie, kdežto částičky Ca-bentonitu ji naopak snižují. Podrobnější studium adsorpce Na-bentonitu na *Bac. subtilis* ukázalo, že tato je reversibilním procesem. Změny elektroforetické pohyblivosti bakterií způsobené Na-bentonitem závisí na pH, na iontové síle a elektrolytu. Pohyblivost je tím větší, čím je nižší pH a čím je větší iontová síla. U části bakterií se však pohyblivost nezvětšila, z čehož autor usuzuje, že v pokusech šlo nejméně o dva kmeny *Bac. subtilis*, z nichž jeden Na-bentonit na svůj povrch neadsorboval.

Adsorpce jemných částic jílových minerálů na buněčnou stěnu bakterií nepochybně ovlivňuje přijímání živin bakterií, činnost exoenzymů, exkreci metabolitů aj.

Zvjagincev (1959) sledoval vliv různých sorbentů na růstovou křivku a aktivitu *Bact. prodigiosum*, *Bac. mycoides*

a *Sarcina sp.* Zjistil, že sorbenty s biologicky inertním povrchem nemění ani aktivitu ani průběh růstové křivky. Biologicky aktivní sorbenty prodlužují lag-fázi těchto bakterií a snižují jejich aktivitu. Snižování aktivity závisí na druhu mikroba a jílového materiálu.

V našich pokusech (Káš, Nováková), jejichž výsledky nebyly dosud uveřejněny, byl rovněž studován vliv bentonitu (prakticky čistého montmorillonitu) a kaolinitu v různé koncentraci (0,1 %, 1 %, 3 %) na růstovou křivku *Escherichia coli*. Byly použity jednak separované formy těchto jílových minerálů, jednak formy satureované ionty sodíku a vápníku. Ukázalo se, že separovaný bentonit, Na- a Ca-bentonit výrazně zkracují dobu lagu (nejméně separovaný bentonit, více Na-bentonit a nejvíce Ca-bentonit). Rozdíly mezi těmito formami nejsou však tak výrazné jako mezi kontrolní růstovou křivkou *E. coli* a růstovými křivkami v přítomnosti bentonitu. Kaolinit naopak prodlužuje dobu lagu, a to v vzestupném pořadí: separovaný kaolinit, Ca-kaolinit, Na-kaolinit. Zkoušené koncentrace u obou jílových minerálů se od sebe neodlišovaly. Ostatní fáze růstové křivky nebyly jílovými minerály ovlivněny.

Podrobněji byl studován vliv různých forem uvedených jílových minerálů na charakter růstu *E. coli* v tekutém prostředí, zejména adsorbce této bakterie na povrchu částic jílových minerálů. Na-bentonit zůstává většinou v jednotlivých částicích povětšinou suspendovaných v živném roztoku, kolem nichž se tvoří menší shluky bakterií, Ca-bentonit tvoří agregáty, na nichž jsou sorbovány bakterie. Sedimentace je v tomto případě zřetelně rychlejší a silnější než u Na-bentonitu. U obou forem kaolinitu se tvoří agregáty a bakterie rostou kolem a na povrchu těchto agregátů, k jejichž tvorbě přispívají (tvorba velkých agregátů slepováním menších agregátů). Sedimentace těchto shluků je velmi rychlá. Toto rozdílné chování má nesporně značný vliv na využití substrátu a tím i aktivitu mikro-
bů. Jistě ovlivňuje i stanovení počtu mikro-
bů při sledování jejich růstové křivky. Tyto okolnosti jsou předmětem dalšího studia.*)

Zajímavé jsou výsledky pokusů s respirační komplexní půdní mikroflórou v tekutém prostředí s přidavkem jílových minerálů. Bentonit v prostředí

*) Hoffman (1964) shledal, že v mladých kulturách *E. coli* v masopeptonové vodě se vyskytují převážně izolované buňky, někdy ve skupinkách po dvou nebo třech buňkách, kdežto v přirozeném prostředí vytvářejí agregáty, které lze těžko dispergovat. Podrobný přehled o vlivu prostředí na agregaci mikro-
bů podal již dříve Mitchell (1951).

s glukózou v prvních dnech zvyšuje množství uvolněného CO₂, ale sumárně došlo ke snížení množství uvolněného CO₂ asi o 7 % (pokus trval 14 dnů), kdežto kaolinit v prvních dnech tvorbu CO₂ výrazně snižuje, sumárně ji však neovlivňuje. S peptonem je produkce CO₂ během celého pokusu nižší, a to asi o 12 % v přítomnosti bentonitu a asi o 5 % v přítomnosti kaolinitu. Zajímavé je, že v přítomnosti Ca-bentonitu je u glukózy produkce CO₂ sumárně vyšší, kdežto v přítomnosti Na-bentonitu sumárně nižší než u samotné glukózy. Bentonit a jeho saturované formy zvětšují zpočátku produkci CO₂ i bez přidání organického substrátu, takže přímo ovlivňují činnost půdních mikrobů. Z těchto výsledků je patrný značně rozdílný účinek jílových minerálů na využívání různých substrátů půdní mikroflórou. U glukózy přidávek jílových minerálů zvyšuje činnost mikroflóry, u peptonu dochází k vytváření komplexů s jílovými minerály a tím k menšímu nebo pomalejšímu využívání substrátu. Čím pevnější byl komplex peptonu s bentonitem, tím menší byla produkce CO₂. Naopak u glukózy se směs s bentonitem od komplexu s bentonitem prakticky neodlišovala; v obou případech nastávalo podstatné zvýšení produkce CO₂.

V ekologii půdních mikroorganismů a zvláště v jejich biochemické ekologii přísluší důležitá úloha *adaptaci mikrobů* na prostředí. O tom máme již v literatuře řadu dokladů. Tak je známo, že v půdě dosahují zejména větší mikroorganismy (plísňe, řasy, prvoci) podstatně menších rozměrů než v laboratorních kulturách (nebo než vodní řasy), známé jsou adaptace mikrobů na vysoké osmotické tlaky (sférický tvar kvasinek, kvasinkovité tvary plísňí v koncentrovanějších roztocích cukerných), na vysoké koncentrace solí (halofilní mikroorganismy, silné zastoupení aktinomycet v solných půdách), nebo větší tolerance *Nitrosomonas* z půd bohatých organickými látkami (možno ovšem vysvětlit i rychlým rozkladem organických látek komplexní půdní mikroflórou), větší výživové požadavky mikrobů ve vnitřní rhizosféře, nabytí schopnosti specifických rhizobií infikovat i jiné druhy bobovitých rostlin, přizpůsobení se kyselější reakci nebo specifickým podmínkám různých půdních typů. Tak např. rod *Beijerinckia* je obecně zastoupen v tropických oblastech (zejména v lateritových půdách), kdežto v půdách mírného pásma chybí. Becking (1961), který studoval fyziologii *B. indica* z lateritových půd, zjistil, že na rozdíl od azotobaktera nepotřebuje vápník pro fi-

xaci dusíku, roste lépe v živných roztocích chudých fosforečnany a toleruje vyšší koncentrace železa, hliníku a manganu. Také tropická rhizobia nevyžadují vápník (Hurris a Woodhine 1962). Z ekologického hlediska jsou dále významné adaptace mikrobů vůči vlivům antagonistickým a účinkům antibiotik. Tak např. Park (1957) shledal, že autochtonní půdní houby jsou odolnější vůči antagonistickým vlivům bakterií než houby cizí, Manning et. al. (1965) zjistili, že bakterie izolované z rhizosféry vyšších rostlin jsou méně citlivé vůči antibiotikům než bakterie půdní.

Působí-li změněné podmínky prostředí delší dobu, mohou se jim mikroby „trvale“ přizpůsobit, a tak vznikají v přírodě tzv. ekologickogeografické rasy mikrobů (podle Mišustina 1947), lišící se nejen vlastnostmi fyziologickými a biochemickými, ale i morfologickými. Mišustin to sledoval zejména u typické půdní bakterie *Bac. mycoides* a zjistil nejen horizontální, ale i vertikální pásmitost. Optimální i maximální teploty ekologicko-geografických ras *Bac. mycoides* postupně od severu k jihu stoupají. Jižní rasy mají nejen vyšší teplotní optimum, ale také se za optimální teploty rozmnožují rychleji a jsou činnější než rasy severní, čímž Mišustin vysvětluje silnější mineralizaci organických látek v jižních půdách. Celkově se nověji ukazuje, že rozhodující je komplexní působení ekologických faktorů, nikoliv geografická zonálnost jako taková. Při posuzování konkrétních případů je třeba si všimnout i faktorů určité mikrolokality. Zatím se však na tyto okolnosti nebere při hodnocení mikrobiální činnosti na různých stanovištích náležitý zřetel. Tak např. Seifert (1961, 1962, 1965) studoval přímý vliv vlhkosti a teploty na počet bakterií a na nitrifikaci v lesních půdách a zjistil, že teplota má ve srovnání s vlhkostí jen nepatrný vliv. Příčinou toho mohou být podle mého názoru ekologické rasy s nižším teplotním a naopak vyšším vodním optimem vzhledem k nižším teplotám a vyššímu obsahu vody v lesních půdách ve srovnání s půdami ornými. Novák (1965) zjistil v orných půdách průkazný vliv teploty na respiraci.

Alexander (1964) správně uzavírá, že stále nedostačující jsou naše poznatky o zákonitostech ovládajících zastoupení a dominanci specifických mikrobiálních skupin v jednotlivých ekosystémech. Málo pozornosti bylo zatím věnováno mikrobiálním adaptacím ve vztahu k osídlování přirozených stanovišť a vzniku specifických makro- a mikrolokalit. Namnoze ještě nerozřešena je otázka hlavních

(kritických) faktorů prostředí a povaha adaptace na dané podmínky.

Ekologické faktory jsou obvykle rozdělovány na faktory primární (teplota půdy, vlhkost půdy, stupeň aerace), jejichž vliv je jasně zjištělý, a na faktory sekundární (hloubka profilu, struktura půdy, propustnost půdy aj.). Toto rozdělování není však přesné, podobně jako již dříve zmíněné rozlišování mikroflóry primární a sekundární. Je to zejména proto, že působí komplexně a často není možno rozhodnout o jejich specifickém vlivu. Tak např. struktura půdy rozhoduje o poměru vzduchu a vody v půdě, který ovlivňuje provzdušňování půdy (složení půdního vzduchu), teplotní režim aj. Tedy změna jednoho faktoru, ať již primárního nebo sekundárního, může vyvolat změnu řady jiných faktorů. Tak např. i změna pH může mít za následek změnu řady fyzikálně-chemických vlastností ekosystému, takže je často nesnadné rozlišit přímé působení pH na mikroby od nepřímého přes změny fyzikálních a chemických vlastností půdy. Další komplikace je v tom, že změny ve složení společenstva mikroorganismů v půdě mohou být způsobeny nejen vnějšími podmínkami prostředí, ale mohou být i výslednicí vzájemných vztahů mikrobů (specifické mikrobiologické změny).

Z jiných ekologických faktorů je z hlediska aerobiosy a anaerobiosy důležitý oxoredukční potenciál půdy, třebaže jeho zařazení mezi faktory primární nebo sekundární není zatím jasné. Půdy často obsahují značné množství sloučenin ve vyšších stupních oxydace (např. sloučenin železa, manganu aj.), které jako terminální akceptory elektronů umožňují aerobním mikrobům existovat i za nepřítomnosti volného kyslíku v prostředí. Významným ekologickým faktorem je dále obsah CO_2 v půdním vzduchu, a to nejen pro autotrofy, ale i heterotrofy, a při vyšších koncentracích jako inhibitor růstu aerobních mikrobů. Z tohoto posledního hlediska je zajímavá různá citlivost mikrobů z povrchových a spodních vrstev půdy (větší tolerance mikrobů ve spodině na vyšší koncentrace CO_2 v půdním vzduchu). Micev (1958) našel ve většině živých prostředí zaočkovaných různými skupinami bakterií: aerobními — heterotrofními, anaerobními — heterotrofními a volně v půdě žijícími bakteriemi fixujícími molekulární dusík, větší množství mikrobů při vyšších koncentracích CO_2 . Znamý vliv na půdní mikroflóru má nesporně i střídavé vysychání a ovlhčování půdy, jednak přímý (zejména vyschnutí půdy), jednak nepřímý

ovlivněním fyzikálních a chemických vlastností půdy. Podle Káše (1926) reguluje střídavé vysychání a ovlhčování půdy poměr vzduchu (těž jeho složení) a vody, oběh živin a výměnu látek v půdě. Vyvložkováním koloidů se u těžkých půd zlepši životní podmínky mikrobů, což se projevuje v jejich vývoji a činnosti. Tak např. opakovaně vysoušení zahradní půdy (jílnatý, silně humózní písek) zvyšuje tvorbu CO_2 ; dvojnásobně vysoušení přibližně 4krát; trojnásobně 6krát ve srovnání s půdou nevysušovanou. U jílovité ornice (jílovitohlinatá zemina) se tvorba CO_2 podstatně nesnížila ani sedmkrát opakovaným vysoušením, nastalo jen zpoždění maxima. Vysvětluje se to tím, že v této půdě jsou mikroby přizpůsobenější nepříznivějším životním podmínkám. Optimální hranice opakovaného vysoušení bude pro různé půdy různá a její výše závislá na fyzikálních, chemických a biologických vlastnostech půdních. Výše fyziologického rozdílu v chování se půdy vysoušené ve srovnání s půdou nevysoušenou je přímo úměrná její úrodnosti. Nowak (1965) studoval vliv mrazu a sucha na půdní mikroorganismy. Pomocí Strugerovy fluorescenční metody zjistil v údobích sucha a chladu silné zastoupení zoogly, což vysvětluje jejich ochranou před suchem a mrazem slizovitými pouzdry.

Často není brán náležitý zřetel na vliv anorganických látek na biochemické procesy prováděné nebo katalyzované mikroby, zvláště na vliv různých mikroelementů a není zjišťováno jejich zastoupení v přístupných formách v půdě. Tak je známo, že molybden je nezbytný pro fixaci molekulárního dusíku nitrogenními mikroby žijícími volně v půdě i v symbióze s vyššími rostlinami, u posledních i k vytvoření efektivní symbiozy s leguminózami i jinými rostlinami. Podobnou funkci má též kobalt. Soustavnější pozornost nutno věnovat i tvorbě různých specifických, více méně toxických látek některými rostlinami, ale i látkám nespecifickým, vznikajícím při mikrobiálním rozkladu čerstvé zaorané organické hmoty (posklizňových zbytků a zejména zeleného hnojení), hlavně bílkovin (Kubista 1962, 1965), jako jsou některé cukry, aminokyseliny, peptony, močovina, thiomčovina aj.

Důkladná znalost vlivu všech těchto faktorů je nezbytná pro správné hodnocení jednotlivých článků agrotechniky oddělené a zvláště v celé soustavě zemědělské na úrodnost půdy, na níž, jak se čím dále tím více ukazuje, má rozhodující podíl biologická složka půdy. Ekologie mikrobů a zejména jejich bioche-

mická ekologie je tedy základní složkou agroekologie. Mikroby jsou citlivým ukazatelem vhodnosti osevních postupů, soustavy obdělávání a hnojení půdy se zřetelem na klimatickopůdní podmínky a správnosti melioračních zásahů. Ovšem v řešení těchto komplexních vztahů jsme teprve na začátku. Výsledky našich soustavných výzkumů v souvislosti s travoplnou soustavou a zvláště s jejím nejpodstatnějším článkem — travoplnými osevními postupy — jsou však velmi slibné (viz např. Ůlehlová 1956, 1960). Významným příspěvkem k řešení této problematiky je práce Řídkého (1965), ve které na podkladě dřívějšího rozsáhlého výzkumu mikrobiologických poměrů u všech plodin zkoušených osevních postupů, jehož účelem bylo jakési širší přehledné zhodnocení jejich vhodnosti v daných klimatickopůdních podmínkách, se soustředil na to, do jaké míry je podmíněn rozvoj a hlavně činnost fyziologických skupin mikrobů důležitých pro koloběh dusíku a uhlíku sledem předplodin u ozimé pšenice a jaký je optimální průběh jejich rozvoje a činnosti se zřetelem na výživu této plodiny. Zjistil, že vliv předplodiny je specifický a je dán hlavně množstvím a složením posklizňových zbytků. Velmi dobrým ukazatelem pro hodnocení stavu zmíněné mikrobiální složky se zřetelem na výnosy ozimé pšenice je početnost jednotlivých fyziologických skupin, vztažená na váhovou jednotku dosud nerozložených organických zbytků (v době podzimní, která je pro rozvoj mikroflóry ve vztahu k vývoji pšenice nesporně nejdůležitější), což je způsob hodnocení zcela původní. Tato početnost je v podzimním období v obráceném poměru k množství těchto zbytků, což dává možnost snadného uvolnění živin rozkladem organické hmoty a nehrozí tu nebezpečí biologické sorpce. Skutečně také za takových poměrů bylo dosaženo nejvyšších výnosů ozimé pšenice. Takový stav, event. rozvoj mikroflóry považuje Řídký za charakteristický pro *půdu zralou z mikrobiologického hlediska*. Vliv klimatických faktorů, převážně vláhových poměrů, se projevil na mikroflóru hlavně tam, kde jí bylo nejvíce na váhovou jednotku půdy, tj. zejména u honů s vysokým množstvím posklizňových zbytků. Mezi jednotlivými fyziologickými skupinami jsou rozdíly, některé reagují silněji (např. mikroby rozkládající aminokyseliny a mikroby využívající volné humusové látky). Půdní vlhkost a v menší míře i teplota udávají stupeň možnosti rozvoje mikroflóry a jenom při extrémních hodnotách jsou limitujícím faktorem. Rozhodujícím

faktorem, jak již výše řečeno, je množství posklizňových zbytků.

Správná *soustava obdělávání půdy* se zřetelem na klimatickopůdní podmínky a osevní postupy vcelku podporuje rozvoj a činnost půdní mikroflóry, i když snad zejména orba zpočátku narušením přirozené půdní biocenózy i rozrušením kolonií mikrobů má za následek určité oslabení biologické složky půdy. Toto narušení se mnohem silněji projevuje v životě makroedafonu a jeho nepříznivý vliv tu trvá obvykle déle než u mikrobů. Rušivé působení obdělávání půdy na život makroedafonu je nejlépe patrné ze srovnání lesních a orných půd, neboť se zjišťuje, že v lesních, kultivaci nejméně zasahovaných půdách a pak i v půdách trvalých luk a pastvin bývá množství makroedafonu značně větší než v půdách orných. Naše pokusy s podrýváním půdy ukázaly, že zvýšením provzdušení půdy se vyrovnávají rozdíly v intenzitě mikrobiálních procesů v podbrázdí a ornici. V podbrázdí klesá zvláště množství anaerobních mikrobů a zvyšuje se množství mikrobů aerobních a následkem toho též intenzita mineralizace organické hmoty (Řídký 1961). Velmi mnoho záleží na správném a včasné provedení jednotlivých způsobů obdělávání půdy (např. škodlivost jarní orby pro narušení struktury půdy).

Velmi hodnotným příspěvkem k poznání vlivu radikálních zásahů do půdy, totiž různých způsobů prohlubování ornice na půdní mikroflóru, je práce Habána (1965). V přesném srovnávacím polním pokuse na degradované černozemi v oblasti charakterizované poměrně velkým kolísáním teplot a nerovnoměrným rozdělením srážek sledoval v průběhu 4 roků vliv: 1. normální orby (27 cm), 2. orby s podrýváním (27+18 cm), 3. orby s postupným prohlubováním ornice (27 + 9 + 9 cm), 4. hlubokého kypření s diskováním — Malcevův způsob (45 cm) a 5. meliorační orby (45 cm) na půdní mikroflóru (bakterie celulolytické, pektolytické a amylolytické, bakterie rozkládající bílkoviny a aminokyseliny, bakterie rozkládající huminové látky) a na aktivitu enzymů (sacharáza, amyláza, ureáza a deamináza), a to v charakteristických údobích, ročních i vegetačních fázích (cukrovka, jarní ječmen, luskovinoobilná směska, kukuřice na zrno). Po stránce soustavnosti a důkladnosti jsou to první výzkumy toho druhu nejen u nás, ale v celosvětovém měřítku, neboť zachycují dynamiku půdní mikroflóry a její aktivity jak v průběhu roku, tak i za delší časové údobí (následné působení) v ornici

(5–20 cm) a v podorníci (30–40 cm). Výrazně nepříznivě na rozvoj mikroflóry a její aktivitu v ornici působila meliorační orba, a to v průběhu celého pokusného období, i když v posledním letech docházelo k částečnému vyrovnávání rozdílů. Naopak v podorníci se v rozvoji a aktivitě půdní mikroflóry nejpriznivěji projevilo hluboké kypření a zvláště meliorační orba (zaklopení činné ornice bohaté organickou hmotou do spodiny). Na dílci s meliorační orbou byla sklizeň po všech čtyřech pokusných letech nejvyšší, což znamená, že oživení podorníci nevyvážilo pokles mikrobiální aktivity v ornici. Příznivý vliv podrývání na rozvoj a aktivitu půdní mikroflóry v podorníci byl patrný jen v prvních dvou letech. Z celkového hodnocení dosavadních poznatků o těchto radikálních způsobech obdělávání půdy, zejména ze sovětské literatury, se ukazuje, že tu záleží hlavně na půdním typu, dále na klimatických podmínkách (srážky), hnojení a konečně i plodině (množství a složení posklizňových zbytků).

Pro podrobnější diferenciaci vlivu jednotlivých způsobů obdělávání půdy na vývoj půdní mikroflóry, zvláště různých fyziologických skupin mikrobů, nemáme zatím dostatek mikrobiologických výzkumů. Je třeba však zdůraznit, že vliv obdělávání půdy i na biologickou složku půdy lze možno správně hodnotit jenom v komplexu celé soustavy agrotechnických opatření. To ovšem platí i o ostatních článcích této soustavy. Ovšem na druhé straně jsou mikrobiologické testy velmi citlivým ukazatelem vhodnosti různých způsobů obdělávání půdy i jiných agrotechnických opatření.

Čelné místo v komplexu agrotechnických opatření zaujímá hnojení půdy, lépe řečeno *vhodná soustava hnojení* podle klimatickopůdních podmínek a osevních postupů, ve které statková hnojiva tvoří základ a průmyslová hnojiva nezbytný doplněk. Statkovými hnojivy (chlévský hnůj, různé komposty, zelené hnojení) dodáváme do půdy jednak značné množství organické hmoty jako zdroje potravy a energie pro půdní mikroby i zooedafon, jednak materiál humusotvorný, v dobře vyzrálých kompostech pak i značný podíl pravých humusových látek. Chlévským hnojem a dobrými komposty vnášíme do půdy též velké množství mikrobů i různých příslušníků zooedafonu, čímž si vysvětlujeme jejich pronikavý vliv na úrodnost půdy. Pokud jde o průmyslová hnojiva, možno celkově říci, že při správném poměru hlavních živin (N, P, K) působí na vývoj a činnost půdní mikroflóry příznivě,

i když jednotlivá hnojiva mohou na některé skupiny půdních mikrobů působit nepříznivě, např. zkyselováním půdy (fyziologicky kyselá hnojiva), nebo porušováním její struktury (rozplavovací účinek fyziologicky alkalických hnojiv, jako zvláště ledků), nebo také podporováním vývoje konkurenční mikroflóry (dusikátá hnojiva u mikrobů poustajících vzdušný dusík). Průmyslová hnojiva podporují vývoj a činnost půdních mikrobů i nepřímo tím, že zvyšují výnosy plodin, a tím i množství posklizňových zbytků, tj. organické hmoty v půdě. Z minerálních hnojiv působí na půdní mikroflóru, zejména na kyselých půdách, velmi silně vápnění, a to nejen úpravou reakce půdy, ale i příznivým vlivem na půdní strukturu. Zpravidla snižuje počet plísni a zvyšuje počet bakterií, mezi nimi azotobaktera a bakterií nitrifikačních, a též aktinomycet. Dále jsou to obecně i hnojiva fosforečná vzhledem k vysokým požadavkům mikrobů na fosfor. Velmi málo údajů je zatím o vlivu vysokých dávek průmyslových hnojiv na půdní mikroflóru. Z našich pokusů se ukazuje, že pro jejich efektivní využití je důležité základní hnojení organickými hnojivy, což jenom svědčí o tom, že v něm důležitý podíl připadá mikrobům v půdě (Novák 1960, Novák a Löbl 1965).

Vážným problémem, řešeným v poslední době na celém světě, je *působení různých chemických ochranných prostředků*, používaných v boji proti různým chorobám a škůdcům rostlin nebo proti plevelům na půdní mikroflóru. Vážným zejména vzhledem k jejich soustavnému používání. Záleží to ovšem na jejich druhu, výši dávky a také na druhu mikrobů. Dřívější výzkumy celkem ukazovaly, že některé z těchto prostředků působí v účinných dávkách sice na půdní mikroflóru nepříznivě, ale jen velmi dočasně. Pokud jde o organické přípravky, jsou většinou v půdě rychle různými mikroby rozkládány, a proto po počáteční depresi stavu půdní mikroflóry nastává za kratší nebo delší dobu naopak její intenzivnější rozvoj a činnost (příznivý efekt tzv. částečné sterilizace půdy). U různých herbicidů bylo pozorováno, že při dalších aplikacích probíhá jejich rozklad velmi rychle, neboť půda je již obohacena těmi druhy mikrobů, které jsou schopny herbicid rozkládat. Jak již výše uvedeno, není toxický účinek chemických ochranných prostředků na všechny mikroby stejný. Tak např. dinitroortokrezol je toxickejší na plísň než bakterie (Staněk a Řídík 1955). Hexachloran, s výjimkou vysokých dávek, působí na mikroby do-

konce stimulačně. Je zajímavé, že na vysoké dávky je nejméně citlivý azotobakter a hlízkové bakterie. Záleží též na druhu půdy a množství pohotových živin, na klimatických a jiných podmínkách (Staněk 1955). V poslední době se však množí údaje o tom, že mikroorganismy nejsou schopny rozkládat řadu používaných syntetických látek, takže se dlouho udržují v půdě a půdní mikroflóru buď inaktivují, nebo usmrcují. Tak např. Alexander (1965) zjistil zbytky chlorovaných uhlovodíků (DDT, HCH, Chlordane aj.) v půdě ještě za 6–12 roků, u jiných prostředků (Simazin, Atrazin a Tordon) až do 18 měsíců po použití. Tyto rozdíly se vysvětlují chemickou strukturou látek (chlorováním fenolového jádra).

Jen velmi povšechně jsou zatím také výzkumy vlivu různých *melioračních zásahů* na mikrobiální složku půdy, ať již jde o odvodňování, závlahy, zhutňování lehkých písčitých půd aj., třebaže je tato velmi citlivým ukazatelem jejich vhodnosti. Uvedu alespoň některé zajímavé výsledky novějšího srovnávacího pokusu, ve kterém Ambrožová (1955) sledo-

vala vliv různých závlah hlavně na půdní mikroflóru. Na černozemní půdě zkoušela: postřik deštěm, výtopu a brázdivý podmok. Při hodnocení vlivu těchto způsobů závlah na půdní mikroflóru je nutno uvažovat komplexní působení vlhkosti a teploty půdy. Výtopa silně ovlivňuje provzdušnost půdy, což se projevuje na vzrůstu anaerobních organismů. Po zavlažení vykazují bakterie nejrychlejší zvýšení na dílci zavlažovaném postřikem, u výtopy až čtvrtého dne, u brázdivého podmoku až jedenáctého dne od zavlažení (vlivem nejsilnějšího snížení teploty půdy). Na konci roku byla biologicky nejjednodušší půda zavlažovaná postřikem. Silné rozmnožení mikrobů nastává hlavně ve svrchní vrstvě (2–5 cm), a to zvláště mikrobů využívajících snadno přístupné látky. Ve spodní vrstvě (20–24 cm) stoupá naopak zastoupení mikrobů využívajících těžko rozložitelné látky. Plísňe jsou závlahou potlačovány. Půzoruhodné je, že vlhkomilné odrůdy pšenice mají při zavlažování v rhizosféře vyšší počet bakterií, suchomilné odrůdy a jařiny vyšší počet aktinomycet.

INTERAKCE MEZI MIKROBY V PŮDĚ

O významu vzájemných vztahů mikrobů pro složení společenstva půdní mikroflóry a v souvislosti s tím i pro její biochemickou ekologii byla již zmínka výše. Jsou to zejména vztahy antagonistické, resp. i vysloveně parazitické, dále vztahy metabiotické a symbiotické. Vzhledem k expanzivnosti mikrobů a poměrně omezenému životnímu prostoru v půdě možno *antagonismus* považovat za nejpřirozenější vztah mezi mikrobi, který také proto nejsilněji ovlivňuje složení společenstva půdních mikroorganismů. Je též, zvláště v poslední době, nejvíce studován, hlavně tzv. užitečné antagonismy pro jejich důležitou úlohu v potlačování fytopatogenních mikrobů. První studie o antagonistických mikrobech proti fytopatogenním mikrobům se objevovaly již delší dobu před druhou světovou válkou, ale popudem k soustavnému výzkumu na tomto poli bylo teprve úspěšné uplatnění antibiotik v lékařství. Aktivní vzájemné antagonismy byly zjištěny i mezi fytopatogeny, jako např. mezi původcem aktinomycózní strupovitosti brambor *Streptomyces scabies* a mikromycetou *Fusarium oxysporum*.

Nemusi tu však jít jen o pravé antagonismy, založené na tvorbě specifických antimikrobiálních látek nebo toxinů mikrobů, ale též o nespecifické látky pro-

dukované mikrobi, jako různé organické kyseliny, alkoholy, nebo amoniak a nitrity v silnější koncentraci. Silnější koncentrace posledně jmenovaných sloučenin potlačuje houby. Tak např. Sequiera (1963) našel korelaci mezi nahromaděním dusitanů a biologicky indukovanou toxicitou půdy vůči *Fusarium oxysporum*. Píkováská (1965) izolovala z frakce fulvokyselin, vypreparovaných z humusu červených půd Gruzie, látky antimikrobiálního účinku širokého spektra, které předběžně nazvala „geomikrocidy“. Připisuje jim důležitou úlohu v samočištění půd.

Vzhledem k veliké expanzivnosti mikrobů je častým zjevem i pouhá *kompetice* o životní prostor (zejména v těžkých půdách se špatnou strukturou), nebo nezbytné živiny (hlavně uhlík, pak dusík, často i fosfor, síra, resp. i některé mikroelementy), růstové látky aj., v níž vyhrávají rychleji rostoucí nebo méně náročné mikrobi (viz výše osídlování rhizosféry). Výzkum kompetice v půdě byl dlouho zanedbáván ve prospěch antagonismu (hlavně mikrobů produkujících účinná antibiotika), takže její fyziologické základy jsou zatím málo probádány. Obecně je však známo, že ve sterilní půdě se mikrobi mnohem lépe rozvíjejí než v půdě nesterilní. Tak bylo také zjištěno, že infekce fytopatogenní-

mi mikroby vnesená do sterilní půdy se projevuje silněji než v půdě nesterilní (Hovadík 1956).

Rovněž velmi mezerovité jsou dosud naše poznatky o *parazitismu* mezi mikroby a jeho významu v ekologii půdních mikrobů. Poněvadž převážnými patogeny rostlin jsou houby, je důležitý objev tzv. *mykolytických bakterií*, což je souborný název pro skupinu různých druhů bakterií rozrušujících různé saprofytické i fytopatogenní houby. Tak Chudjakov (1935) pozoroval lytické působení bakterií z rodu *Pseudomonas* na houby, z dalších Novogrudskij (1936), Klinkowskij a Köhler (1954), z našich Čatská (1957) na snět *Ustilago zeae*, Staněk zejména na *Fusarium moniliforme*, Stolp a Starr (1963) objevili drobnou zahnutou tyčinku, procházející bakteriálními filtry, jako obligátního parazita *Pseudomonas* a *Xanthomonas* spp., které lyzuje. Mitchell a Hurwitz (1965) izolovali z rhizosféry rajčat 2 kmeny *Arthrobacter*, které lyzovaly mycelium houby *Pythium debaryanum* a dále jeden kmen izolovaný z rhizosféry rýže lyzoval mycelium *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*. Vývoji patogenů možno zabránovat vůbec podporováním rozvoje saprofytických mikrobů, zejména dodáváním organické hmoty do půdy. Ukázaly to u nás již starší pokusy Vielwerthovy s tlumením strupovitosti brambor, nověji pokusy Menziesovy (1959) s toutéž chorobou i fusariózami. Menzies v pokusech *in vitro* zjistil silnější lyzu buněčné stěny hyf u některých fusarií přidávkou chitinu a β -1,3 glukanu do prostředí (tyto polysacharidy jsou zastoupeny v buněčné stěně hyf). Vysvětluje to indukováním tvorby specifických enzymů — chitinázy a glukonázy u mykolytických bakterií.

Naopak byl pozorován též příznivý vliv některých půdních mikrobů na vývoj fytopatogenů. O něm existuje v odborné literatuře již mnoho údajů. Vysvětluje se hlavně příznivým působením jimi produkováných biotických látek na fytopatogeny, jako např. u zelených půdních řas (Gäumann, Jagg 1953). Zajímavé je pozorování Staňka a Zakopala (1955) v pokuse s bakteriizací bramborových hlíz azotobakterem na pozemku zamořeném rakovinou brambor, totiž pozitivní ovlivnění průběhu infekce houbou *Synchytrium endobioticum* touto půdní bakterií.

Do přirozené mikrobiologické kontroly složení společenstva půdních mikroorganismů můžeme dále řadit *bakteriofágy* a *aktinofágy* a *požírání bakterií prvoky*.

Přestože se prvoci živí hlavně bakteriemi, nesmíme z toho usuzovat na jejich škodlivé působení v půdě. Jednak se tím mohou příznivě uplatňovat v samočištění půdy od choroboplodných bakterií, jednak — jak bylo čtenými badateli zjištěno (z našich Káš) — usnadňují tím ostatním intenzivní rozmnožování a tak vlastně podporují rychlejší rozvoj mladých, biochemicky aktivnějších jedinců (stálé osvěžování populací, a tím intenzifikace mikrobiálních procesů).

Není sporu o tom, že pro biochemickou ekologii, a to hlavně pro přeměnu organických látek, zvláště rozklad látek složitých, jsou velmi důležité *vztahy metabolismické*, charakterizované tím, že jeden druh mikroba nebo fyziologická skupina mikrobů připravuje půdu pro rozvoj jiného druhu nebo fyziologické skupiny. Jímí je zajišťován postupný rozklad i těch nejsložitějších organických látek, které jsou schopny rozkládat jen některé mikroby. Tyto vztahy jsou základem sukcese mikrobů a mají tedy důležitý význam pro složení společenstva půdních mikrobů z dynamického hlediska (viz např. výše zmíněnou sukcesii mikrobů v různých fázích kompostovacího procesu), a dále z biochemického hlediska zajišťují hlavně nezbytný biologický koloběh látek v přírodě. Takových metabolismů je známa řada, ať již jde o koloběh uhlíku, dusíku (postupný rozklad složitých bílkovin, amonizace — nitrifikace aj.) i jiných biogenních prvků (např. uvolňování fosforu z různých jeho organických sloučenin, jako nukleových kyselin aj.), nebo metabolismů mezi mikroby aerobními a anaerobními (azotobakterie — amylbakterie) aj. Přesto však nutno říci, že tu jde namnoze o poznatky jen povšechného charakteru a proto i na tomto poli bude třeba prohloubenějších a zejména též soustavnějších výzkumů.

Rovněž pomalu pokračuje výzkum *prospěšných asociací mikrobů*, tj. symbióz v širším slova smyslu. Možno říci, že četné mikroby žijí v takových asociacích — symbiózách s jinými a často i několika druhy mikrobů. Tyto symbiózy bývají tak těsné, že oddělení hlavní bakterie od tzv. bakterií průvodních je velmi obtížné. Ovšem na takové symbiózy je podle mého názoru třeba pohlížet jako na vyšší biologické celky, tak jako je tomu u lišejníků, kde jde o symbiózu houby s řasou. Tak je tomu např. u symbiózy azotobaktera s některými zástupci rodu *Pseudomonas*. Novák et al. (1954) shledali, že v těchto symbiózách poutá azotobakter mnohem více dusíku (v jednom případě dokonce více

než 38 mg N₂ na 1 g využití glukózy) a svou růstovou a fixační schopnost si dále udržuje i v čistě kultuře. Káš a Žák (1955) zjistili ochranný vliv průvodních bakterií, projevující se větší odolností azotobaktera proti antagonistickému působení sporulujících bakterií (*Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus*). Pozorovali dále, že v symbióze azotobaktera s pseudomonádou nepůsobily nepříznivě na jeho fixační mohutnost ani značně velké dávky síranu amonného a dusičnanu draselného. Jiná taková symbióza je u nitrifikační bakterie *Nitrosocystis*, charakteristické tvorbou opouzdřených zooglejí, které podle Imšeneckého (1946) jsou výsledkem symbiózy nitrosomonády s myxobakterií *Sorangium symbioticum*, jež ji podporuje spotřebováváním snadno přístupných organických látek, které působí jako inhibitory nitrifikace. Bylo zde popsáno mnoho dalších symbiontů, jako *Pseudomonas* (Stapp 1940), *Hyphomicrobium vulgare* (Gundersen 1955) aj. Známý jsou dále oboustranně velmi prospěšné symbiózy azotobaktera a rhizobií se sinicemi a řasami (prospěšné zejména ve vodách chudých organickými látkami, neboť slizovité látky na povrchu sinic a řas jsou pro nitrogenní bakterie výbornými zdroji uhlíku a energie), azotobaktera s celulólytickými bakteriemi atd.

Příčinou širších prospěšných asociací mikrobů mohou být látky uvolňované mikroby, složité i jednoduché, jako cukry, aminokyseliny, vitaminy aj. Tak Vágnarová a Vančura (1962) zjistili uvolňování aminokyselin rhizosférickými bakteriemi do půdy; tyto aminokyseliny mohou být zdrojem výživy nebo i růstovými faktory pro jiné bakterie.

Významná úloha připadá i symbiózám mikrobů s vyššími rostlinami, a to jak bakteriorhizám, tak i mykorrhizám. Z bakteriorhiz nejsoustavněji zkoumanou, avšak dosud málo objasněnou symbiózou je symbióza rhizobií s vřikvovitými rostlinami. Z nejvýznačnějších problémů je tu zejména omezení této symbiózy více méně jen na vřikvovité rostliny a v rámci této pak podstata druhové a v některých případech i výrazné odrůdové specifity rhizobií. Výrazná odrůdová specifita byla prokázána u nás Hamatovou (1965) zejména u *Rhizobium japonicum* s různými odrůdami soje. Přehled nejnovějších poznatků o vzniku symbiózy u vřikvovitých rostlin a morfogenezi tkáně kořenové hlízky (rhizosféra vřikvovitých rostlin, chemismus infekční-

ho procesu, stavba infekčního vlákna, uvolnění bakterií z infekčního vlákna do cytoplazmy hostitelské buňky, přeměna tyčinkovité formy rhizobií v „bakteroidy“, změny v hostitelské buňce po infekci rhizobiemi) byl v poslední době podán Škrdletou, Plíškovou a Marečkovou-Vintikovou (1966), na který odkazují. Současné poznatky týkající se mechanismu a chemismu fixace ovzdušného dusíku jsou těmito autory kriticky zpracovány v dalším přehledu (průběh fixačních reakcí, účast hemoglobinu a systému cytochromů na redukci molekulárního dusíku, tenze kyslíku v hlízkách, systém hydrogenáz, příjem fixovaného dusíku hostitelskou rostlinou) — Plíšková, Škrdleta, Marečková-Vintiková (1966).

Zdá se, že ještě větší význam bude příslušet mykorrhizám, zvláště endotrofní mykorrhize, vzhledem k jejímu obecnému rozšíření v přírodě. U některých endotrofních mykorrhizních hub byla bezpečně prokázána pomocí izotopického dusíku N¹⁵ schopnost fixovat molekulární vzdušný dusík. Velmi důležitý je objev Gelcerové (1961, 1964, 1965), totiž přímé závislosti mezi silně vyvinutou endotrofní mykorrhizou u brambor z horských poloh a jejich odolností proti virovým chorobám, nebo naopak silnou náchylností brambor z nížinných poloh k virovým chorobám se slabě vyvinutou endotrofní mykorrhizou. Takový vztah bude nepochybně též u jiných zemědělských plodin. V poslední své práci zjišťuje Gelcerová pozitivní korelaci mezi výnosovostí různých odrůd pšenice a jejich mykotrofností.

V závěru k této kapitole o interakcích mikrobů v půdě třeba připomenout, že jak při výzkumu tak i při hodnocení jeho výsledků nutno mít na zřeteli jejich složitost (zejména v rhizosféře rostlin) a zvláště též jejich dynamický charakter, hlavně pro neobyčejnou přizpůsobivost mikrobů. Jistě i vzájemné vztahy mikrobů jsou značně ovlivňovány prostředím (mikro- i makroprostředím), které především určuje převládání určitého vztahu (viz např. vynucené antagonismy). Jsou pravděpodobně podstatou autoregulace složení společenstva mikrobů určitého ekosystému. Podstata této autoregulace nebo brzdících mechanismů ekosystému není však ještě ani zdaleka jasná. Při jejím odkrývání je třeba veliké opatrnosti, abychom nepodlehli schematismu.

BICHEMICKÉ VLIVY MIKROBŮ NA JEJICH PROSTŘEDÍ

Již z dosavadních, spíše skrovných poznatků je jasně patrné, že mikrobům přísluší v geochemii klíčová úloha. Je to především při vzniku půdy zvětráváním hornin (hrají hlavní úlohu v tzv. biologickém zvětrávání) a v dalších půdotvorných pochodech, zejména z hlediska tvorby úrodné půdy. Alexander (1964) rozděluje činnost mikrobů v tomto směru do šesti hlavních skupin: 1. zvyšování chemické komplexnosti ekosystému biosyntetickými procesy autotrofů, tvorbou humusu aj.; 2. zmenšování chemické komplexnosti ekosystému rozkladem až mineralizací komplexních molekul; 3. oxydace anorganických a organických sloučenin; 4. redukce výše oxydovaných sloučenin; 5. rozpouštění nebo srážení; 6. změny obsahu určitého prvku v ekosystému, např. fixací molekulárního dusíku, nebo uvolňováním plyných forem uhlíku, dusíku, síry aj. Z těchto skupin jsou pro úrodnost půdy nejdůležitější první dvě skupiny, a to zvláště tvorba humusu – procesy humifikační, a za druhé procesy mineralizační, které zajišťují koloběh biogenních prvků v přírodě.

Mechanismus tvorby humusu není zatím znám, ale hlavní úloha v ní je nověji přisuzována mikrobům. Biochemických teorií tvorby humusu je řada. Uvedu z nich alespoň jednu z posledních, a to značně experimentálně podloženou teorii Nováka (1963), zejména proto, že kromě substrátu a mikroflóry řeší energetickou stránku složitých procesů humifikačních, která byla dosud opomíjena. Vlastní tvorba humusu je nesporně pochodem syntetickým, při němž jednoduché organické látky jsou postupně inkorporovány do stále větších a složitějších molekul, a to pomocí energie, která byla v paralelním nebo předchozím rozkladném procesu uvolněna. Množství energie potřebné k syntéze humusových látek bude zřejmě rozdílné podle toho, zda syntéza postupuje od nejjednodušších látek, nebo zda jsou v substrátu již hotové prekurzory humusových látek. Pokusy také ukázaly, že jakost substrátu má na intenzitu humifikace (množství humusových látek vytvořených za jednotku času) i produktivitu humifikace (množství humusových látek v poměru k množství mineralizovaného substrátu) značný vliv. Nezbytnou podmínkou tak složitých přeměn je dále široký enzymatický systém, který může plně zajistit jen početná a druhově i typově pestrá mikroflóra, jako zejména mikroflóra

půdní. Po splnění všech nezbytných nároků na substrát a za přiměřených podmínek teploty, vlhkosti a reakce je pak podle Nováka hlavním regulačním faktorem humifikace vztah aerobních a anaerobních pochodů. Anaerobní pochody jsou hlavním zdrojem nízkomolekulárních organických látek, které mohou být dále využívány k syntéze humusu. Při anaerobních pochodech se však uvolní jen malé množství volné energie, která je tu limitujícím faktorem syntézy humusu. Aerobní pochody jsou zase energeticky nepoměrně vydatnější, ale konečnými metabolity jsou minerální látky, které mají pro syntézu humusu malý význam. Maximální humifikace nastala při vzájemném funkčním vyvážení aerobních a anaerobních procesů. Jejich optimální poměr závisí v konkrétních podmínkách hlavně na jakosti substrátu, tj. jaké množství přímých prekurzorů humusových látek obsahuje a jaké množství musí být teprve syntetizováno. Ukázalo se (v laboratorních podmínkách), že předcházení anaerobních procesů po kratší dobu (vytvoření prekurzorů humusových látek) produktivnost humifikace zvyšuje, delší jejich trvání ji podstatně snižuje (nepříznivé přesuny v mikrobiální biocenóze z hlediska humifikace) a za trvale anaerobních podmínek byla produktivita humifikace prakticky nulová. V přirozených podmínkách v půdě mohou ovšem anaerobní a aerobní procesy probíhat současně (aerobní na povrchu, anaerobní uvnitř půdních agregátů). Důležitost energetické stránky humifikace byla dříve potvrzena pokusy (Novák a Franklová 1962), kdy při inhibici terminálních oxydací a oxydativních fosforylací, tedy drah, které v podstatě rozhodují o získávání energie při aerobních procesech, byla humifikace silně oslabena a zůstávala přibližně na úrovni humifikace za anaerobních podmínek.

Úlohou aerobiózy v tvorbě humusových látek se zabýval dále Mišustín (1965). Podle něho je tvorba humusových látek kondenzačním procesem, v němž kondenzují pravděpodobně aromatické látky fenolového typu s aminokyselinami a bílkovinami. Kondenzace probíhá za určitého přístupu vzduchu; větší množství vzduchu však proces inhibuje a vyvolává rychlou oxydaci produktů, které slouží pro tvorbu humusu.

V poslední době se množí práce, které se zabývají složitou problematikou vlastního mechanismu tvorby humusu, a to jak z hlediska humusotvorných zdrojů,

tak i mikroflóry zúčastněné na humifikačních procesech, často i vlivu zevních podmínek prostředí na procesy humifikační. Z nich jsou zvláště významné práce, ve kterých jsou mechanismus tvorby humusu a přeměna organických látek v půdě vůbec sledovány pomocí sloučenin nebo mikrobů značených radioaktivními nebo těžkými izotopy některých prvků, nejčastěji radioaktivním izotopem uhlíku ^{14}C , síry ^{32}S a fosforu ^{32}P , nebo těžkým izotopem dusíku ^{15}N , resp. uhlíku ^{13}C . Tak např. Mayaudon a Simonart (1958, 1959) a Simonart a Mayaudon (1958) studovali průběh rozkladu radioaktivní glukózy v půdě a její inkorporaci do humusových frakcí, Mayaudon a Simonart (1963) zjistili u azotobaktera a aspergila značených ^{14}C tvorbu huminových kyselin a fulvokyselin, sledovali tak dále i rozklad proteinů a hemicelulóz (1959), celulózy a ligninu (1959), stabilitu humusových látek (1960) aj. Řada nových prací je věnována přeměnám značených přirozených substrátů, jako rostlinných zbytků, slámy apod. (Szolnoki et al. 1963, Sörensen 1963, Hayes a Mortensen 1963, Freytag 1963 aj.). Tímto způsobem je možno odlišit mineralizaci přidaného substrátu od mineralizace půdní organické hmoty a tak zjišťovat tzv. *priming efekt* (přídavek snadno odbouratelné uhlíkaté látky vyvolává zvýšený rozklad půdní organické hmoty). Je to důležité z hlediska obohacování půd humusem, kdy procesy humifikační musí převládat nad procesy mineralizačními. Kunc (1965) sledoval v podmínkách kontinuální průtokové kultivace biologickou oxydaci některých aromatických sloučenin*) (kys. p-oxybenzoové, kys. chinové, vanilinu a kumarinu) a zjistil urychlení mineralizace, popřípadě i zvýšení jejího stupně u všech uvedených aromatických látek po předchozím obohacení půdního vzorku glukózou, což uvádí v souvislost s priming efektem. Totéž pozorovali dříve Macura et al. (1961, 1965) pokud jde o vliv glukózy na rozklad nativní organické hmoty v půdě.

Z hlediska optimálního poměru procesů mineralizačních a humifikačních v půdě je zajímavá práce Tjurina a Kononové (1963), kteří se pokusili graficky vyjádřit vztah mezi zásobou humusu v některých klimatogenetických typech půd SSSR a počtem mikrobů. Ukazuje se, že ani vysoká, ani nízká biogenost půdy není příznivá hromadění humusu. Produktivní humifikaci lze předpokládat

při středních hodnotách počtu mikrobů vztaženém na 1 g humusu. Podle Pavla (1956) je obsah humusu v genetických půdních typech dán dynamikou rovnováhy syntéza-hydrolyza humusových látek, podmíněné hydro-aero-termálními, živinnými a jinými podmínkami.

Z dalších prací, které se zabývají speciálně úlohou aminokyselin v tvorbě humusu, je důležitá např. práce Mazura a Račinského (1964), kteří sledovali přeměnu glycinu značeného ^{14}C v drno-podzolové půdě; zjistili, že 95 % ^{14}C -glycinu bylo úplně rozloženo a jen 1,4 % ^{14}C bylo inkorporováno v huminových kyselinách. Z hlediska imobilizace živin (biologické sorpce) jsou významné práce Stewarta et al. (1963), Mortenze (1963) a Janssóna (1963), v nichž se zabývali dusíkovou bilancí při rozkladu slámy a zelené organické hmoty, značených ^{14}C a ^{15}N . Pomocí izotopického ^{15}N podařilo se Nömmikovi (1961) diferencovat mineralizaci mikrobičích a humusových dusíkatých látek. Drobníková (1963), která studovala přeměny organických sloučenin fosforu (zejména nukleových kyselin) v půdě, mohla pomocí ^{32}P sledovat proces mineralizace odděleně od procesu imobilizace. Mimo jiné zjistila, že přítomnost NK podstatně zkracuje dobu primární oxydace glukózy a naopak glukóza podporuje mineralizaci a imobilizaci fosforu. K tomu, aby se přidaný minerální fosfát v dostatečné míře zařadil do půdní organické frakce, je při stacionárním způsobu kultivace třeba delší doby než 28 dnů. Koloběh fosforu v půdě je velmi složitý vzhledem k značné sorpci jeho anorganických i organických sloučenin.

K studiu metabolických cest při přeměně organických látek je využíváno též selektivních inhibitorů. Tak např. použitím 2-chlor-6-trichlormethylpyridinu se podařilo Shattuckovi a Alexandrovi (1963) zjistit podíl autotrofní a heterotrofní nitrifikace na celkové tvorbě dusičnanů v půdě.

Jak je patrné již z řady prací půdně mikrobiologického oddělení Mikrobiologického ústavu ČSAV (Macura et al. 1961–1965), je pro studium přeměny organických látek v půdě velmi vhodná a perspektivní metoda kontinuální průtokové kultivace, zvláště ve spojení s metodami chromatografickými a radiobiologickými. Jako metoda dynamická se velmi přibližuje přirozeným poměrům v půdě a v tom směru může být ještě dále zdokonalována. Pomocí této metody

*) Látky s aromatickým jádrem jsou podstatnou složkou nativní půdní organické hmoty.

řeší zmíněné oddělení ve spolupráci s oddělením půdních mikroorganismů Institutu mikrobiologie AN SSSR úlohu mikroorganismů v koloběhu organických látek v půdě, zejména vliv různých organických substrátů (glukózy, celobiózy, celulózy, rostlinných zbytků, asparaginu, citrónové kyseliny) na změny v obsahu různých frakcí humusových látek u podzolu a šedozemě jakožto půd s poměrně nízkým obsahem humusu (2–3 %). Ukázalo se, že jednodušší organické látky způsobují výraznější změny v obsahu pohyblivých humusových frakcí, jako jsou ve vodě rozpustné fulvokyseliny a hymatomelanové kyseliny. Složitější organické substráty vnesené do půdy mají za následek přeměnu nepohyblivých složek humusu. Současné prováděné mikrobiologické rozborů svědčily o souvislosti těchto přeměn s převážným rozvojem nesporelujících bakterií. Mezi podzolem a šedozemí nebyly zjištěny podstatné rozdíly v přeměnách humusových látek. U černozemě (obsah humusu 4,8 %) byly při kontinuálním dodávání glukózy do půdního vzorku nejlabilnější frakcí humusu hymatomelanové kyseliny, které mohou mikroorganismy využívat i jako zdroj dusíku. Obohacování černozemě uhlíkatými látkami má relativně menší účinek na metabolismus humusových látek než u podzolu a šedozemě. Uvedené změny v obsahu humusových látek byly v souladu se změnami v počtech mikroorganismů a jejich schopností rozkládat příslušné organické látky, i se změnami aktivity některých skupin enzymů v půdě (zejména fenoloxydáz a dehydráz).

Dobrým indikátorem mikrobiálních pochodů v půdě a zvláště procesů mineralizačních a humifikačních (tj. stavu organické hmoty v půdě) zůstávají však i *testy respirometrické* (metody mikro- a makrorespirometrické), a to zejména je-li plynule sledována kinetika respirací. Respirometrické metody jsou u nás nověji rozpracovávány Novákem, Drob-níkem a Drob-níkovou. Kritické zhodnocení makrorespirometrické metody v porovnání s testy mikrobiologickými na podkladě početných vlastních výsledků podal Novák (1965) ve svém habilitačním spise „Využití biochemických testů v půdní mikrobiologii“, Drob-níková a Drob-ník (1965) pak souborný metodický přehled půdní respirace (teorie, hlavní metodické problémy — polní

metody, odebrání a příprava vzorků, substráty, inkubace, vyhodnocení pokusů, dále speciální metody — makrorespirometrie, mikrorespirometrie a konečně rozbor a interpretace dosažených výsledků).

Konečně pokud jde o *složení humusu*, a to jak látek nespecifických tak a zejména látek specifických (kyseliny huminové, fulvokyseliny, huminy), umožnily nové metody dosažení řady základních poznatků. Tak např. u nás Pospíšil (1963) vypracoval novou metodu dělení humusových látek na katexu. Gradientovou elucí podle pH získal v kyselém prostředí žlutou frakci humusových látek s vysokým kvocientem $Q_{4.6}$, které řadí k fulvokyselinám. V prostředí slabě kyselém, neutrálním až slabě zásaditém se z katexu vymývaly huminové kyseliny, které se často rozdělovaly na dvě frakce ne sice ostře ohraničené, ale přesto při fotometrickém proměření eluatů patrné. Izolované huminové kyseliny podrobil hydrolýze a následně nitraci. V jejich makromolekule zjistil pomocí chromatografie, oscilografie, polarografie a spektrofotometrie přítomnost různých fenolů, aromatických kyselin, cukrů a aminokyselin. Na základě svých studií pak soudí, že makromolekula huminových kyselin je tvořena: 1. částí periferní, která je lehce odštěpitelná a skládá se z polyfenolů, glycidů a aminokyselin; 2. částí střední, složenou z polyfenolů a aromatických kyselin; 3. jádrem, které je těžko rozložitelné a skládá se z látek typu antracenu apod.

Z ostatních klíčových úloh mikrobů v geochemii je to jejich účast v *procesech oxidačních a redukčních*. Oxidační procesy mohou být spojeny s energetickým metabolismem, jako v heterotrofní oxidaci nebo chemoautotrofní oxidaci dusíku, nebo mohou být vedlejšími v energetickém metabolismu, jako v heterotrofní tvorbě dusičnanů a síranů. Redukční procesy mohou být buďto přímo spojeny s energetickým metabolismem (oxydované formy slouží jako akceptory elektronů), nebo jsou vedlejšími — vznik redukovaných látek vyčerpáváním O_2 z prostředí, pokles redox-potenciálu, nebo změna reakce způsobená činností mikrobů.

O vlivu mikrobů na rostliny bylo již pojednáno na několika místech tohoto kritického přehledu.

ZÁVĚR

Třebaže tento přehled současných směrů v půdní mikrobiologii je velmi mezerovitý, je z něho dobře patrný značný

pokrok v metodickém, a to zejména biochemickém přístupu a v technice řešení ekologických problémů. Vzhledem k je-

jich neobvyčejné složitosti, dané hlavně složitostí systému jakým je půda, je ovšem postup pomalý, ale důležité je, že nastoupená cesta je správná a velmi slibná. Potěšitelné je, že tato cesta byla nastoupena i naší půdní mikrobiologií. Je předznamenána snahou o prohloubení a soustavný výzkum, snahou o stále větší diferenciaci. Z toho ovšem vyplývá potřeba komplexního řešení hlavních úkolů kompletním kolektivem odborníků. Je to třeba i proto, že nové poznatky vnášejí sice čím dále tím silnější světlo do ekologických problémů, ale v tomto jasnějším

světě objevujeme i nový spleťtý labyrint, novou a novou problematiku, která si žádá dalšího a naléhavého řešení. Diferenciací ve výzkumu přibývá fakt a tím stoupají i nároky na jejich vzájemnou koordinaci, na jejich uvedení v širší souvislosti. Proto stoupající diferenciaci musí provázet integrace dosaženého faktologického materiálu, formulování zákonitostí. To je úkol velmi nesnadný, mnohem těžší než diferenciace. K správné integraci je totiž třeba znát hodnotu (významnost) jednotlivých faktů a faktorů, která ovšem nemusí být ve všech ekosystémech stejná.

Došlo dne 17. 5. 1966

Literatura

1. ALEXANDER, M.: Biochemical Ecology of Soil Microorganisms. = „Ann. Rev. Microbiol.“, 18, 1964, s. 217-252. — 2. ALEXANDER, M.: Persistence and Biological Reactions of Pesticides in Soils. = „Proc. Sci. Soc. America“, 29, 1965, 1, s. 1-7. — 3. AMBROZ, Z.: Sledování tvorby agregátů v závislosti na biologické aktivitě a různých formách humusu v luční půdě. = „Sborník ČSAZV - Rostlinná výroba“, 2 (XXIX), 1956, č. 6. s. 513-524. — 4. AMBROZ, Z.: O vlivu prostředí na produkci proteáz půdními mikroby. = „Rostlinná výroba“, 11 (XXXVIII), 1965, č. 10, s. 1081-1087. — 5. AMBROŽOVÁ, M. - BAÑOCH, Z.: Vliv zemědělských závlah na půdní a rhizosférickou mikrofloru (Předběžné sdělení). = „Sborník ČSAZV - Rostlinná výroba“, 1 (XXVIII), 1955, č. 8. — 6. BECKING, J. H.: citováno podle Alexandera, viz výše. — 7. CATSKÁ, V.: Výskyt a izolace bakterií antagonizujících vůči *Ustilago zeae* (Beckm) Unger. = „Čs. mikrobiologie“, 2, 1957, č. 5, s. 318-323. — 8. CATSKÁ, V.: Colonization of Wheat Roots by Fungi in Relation to Root Excretion, Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965, s. 60-68. — 9. DOMSCH, K. H.: Bodenatmung. Sammelbericht über Methoden und Ergebnisse. = „Zentralbl. f. Bakteriologie“, II. Abt., 116, 1962, s. 33-78. — 10. DROBNÍKOVÁ, V.: Přeměny organických sloučenin fosforu v půdě. Kand. disert. práce, Praha 1963. — 11. DROBNÍKOVÁ, V. - DROBNÍK, J.: Soil respiration. = „Zentralbl. f. Bakteriologie“, II. Abt., 119, 1965, s. 714-729. — 12. ESTERMANN, E. F. - McLAREN, A. D.: Stimulation of Bacterial Proteolysis by Adsorbents. = „J. of Soil Sci.“, sv. 10, 1959, č. 1. — 13. FREYTAG, H. E.: O rozkladu rostlinné hmoty v půdě. = „Rostlinná výroba“, 9 (XXXVI), 1963, č. 7-8, s. 798-802. — 14. GELCEROVÁ, F. J.: Význam endofytů v životě rostlin. = „Sborník ČSAZV - Rostlinná výroba“, 7 (XXXIV), 1961, č. 2, s. 211-218. — 15. GELCEROVÁ, F. J.: Plodородie půvy v světě sovremennych predstavlenij. = „Agrobiologija“, 2 (140), 1964, s. 286-294. — 16. GELCEROVÁ, F. J.: Mikotrofnost vysokoproduktivnych sortov sovetskich pšenic. = „Vestnik s.-ch. nauk“, 1965, č. 10, s. 35-39. — 17. HABÁN, L.: Vplyv rôznych spôsobov prehlbovania ornice na pôdnu mikroflóru. Kand. disert. práce, Piešťany 1965. — 18. HAMATOVA - HLAVÁČKOVÁ, E.: Vyhledávání kmenů *Rhizobium japonicum* schopných spolehlivě nodulace u československých odrůd soje. = „Vědecké práce ÚVÚRV v Praze-Ruzyni“, 1965, č. 9, s. 193-209. — 19. HATTORI, T. - FURUSAKA, Ch.: Chemical Activities of *E. coli* adsorbed on a Resin. „Dovex I“. = „Nature“, sv. 184, 1959. — 20. HATTORI, T. - FURUSAKA, Ch.: Chemical Activities of *E. coli* adsorbed on a Resin. = „J. of Biochem.“, sv. 48, 1961, č. 6. — 21. HOFFMAN, H.: Morphogenesis of Bacterial Aggregations (Review). = „An. Rev. of Microbiol.“, sv. 18, 1964. — 22. HOVADÍK, A.: Příspěvek ke studiu antagonizické schopnosti půd. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 2 (XXIX), 1956, č. 7. — 23. HURRIS, K. N. a WOODHINE, M.: citováno podle Alexandera, viz výše. — 24. CHUDJAKOV, N. N.: Selskochozjajstvennaja mikrobiologija, Moskva 1926. — 25. KÁŠ, V.: Biologická činnost v přírodě a v laboratorii. = „Zemědělský archiv“, 15, 1924, č. 9-10. — 26. KÁŠ, V.: Příspěvek k vysvětlení fyziologicky různého chování půdy vlhké, vyschlé a několikrát vysoušené. = „Sborník ČAZ“, I A, 1926, č. 1. — 27. KÁŠ, V.: Mikrobiologické metody v hodnocení kompostů. = „Sborník ČAZ“, 20, 1947, č. 2. — 28. KÁŠ, V. - ŽÁK, J.: Vývoj a činnost azotobakterie ve vztahu ke konkurenční mikroflóře v půdě a v rhizosféře různých plodin. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 1 (XXVIII), 1955, č. 1. — 29. KOTER, M. - CHODAN, J.: Sorbace aminokwasów v glebach. = „Rocz. Nauk rol.“, Ser. A, 88, 1964, s. 763-771. — 30. KROLL, L. - KRAMER, M.: Der Einfluß der Tonminerale auf die Enzym-Aktivität der Bodenphosphatase. = „Naturwiss.“, 1955, 42, s. 157-158, citováno podle Drobníkové, V.: Přeměny organických sloučenin fosforu v půdě. Kand. disert. práce, Praha 1963. — 31. KUBIENA, W. L.: Micropedology. Ames 1936. — 32. KUBISTA, K.: Příspěvek k vysvětlení mikrobi-

logické povahy únavy půdy. = In: Sborník agronomické fakulty VŠZ v Praze. 1962. - 33. KUBISTA, K.: The Effect of Organic Nitrogenous Substances on the Germination of the Seed and the Growth of Seedlings, Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965, s. 245-248. - 34. KUNC, F.: Studium přeměn některých organických substrátů v půdě. Kand. disert. práce. Praha 1965. - 35. LAHAV, N.: Adsorption of Sodium Bentonite Particles on *Bacillus subtilis*. = „Plant and Soil“, 17, 1962, s. 191-208. - 36. LYNCH, D. L. - COTNOIR, L. J.: The Influence of Clay Minerals on the Breakdown of Certain Organic Substances. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“, 20, 1956, s. 367-370. - 37. LYNCH, D. L. - WRIGHT, L. M. - COTNOIR, L. J.: „Nature“, 179, 1957, s. 1131. - 38. LÖBL F. a NOVÁK, B.: Vliv organického hnojení na výnosy plodin v různých klimatických a půdních podmínkách. = „Rostlinná výroba“, 11 (XXXVIII), 1965, č. 4, s. 397-408. - 39. MACURA, J. - PAVEL, L.: The Influence of Montmorillonite on Nitrogen Fixation by *Azotobacter*. = „Folia microbiologica“, sv. 4, 1959, č. 2. - 40. MACURA, J.: Continuous Flow Method in Soil Microbiology. I. Apparatus. = „Folia microbiologica“, 6, 1961, s. 328-334. - 41. MACURA, J. - KUNC, F.: Continuous Flow Method in Soil Microbiology. II. Observations on Glucose Metabolism. = „Folia microbiologica“, 6, 1961, s. 398-407. - 42. MACURA, J. - KUNC, F.: Continuous Flow Method in Soil Microbiology. III. Immobilization of Nitrogen and Phosphorus. = „Folia microbiologica“, 10, 1965, s. 36-43. - 43. MACURA, J. - KUNC, F.: Continuous Flow Method in Soil Microbiology. IV. Decomposition of Glycine. = „Folia microbiologica“, 10, 1965, s. 115-124. - 44. MACURA, J. - KUNC, F.: Continuous Flow Method in Soil Microbiology. V. Nitrification. = „Folia microbiologica“, 10, 1965, s. 125-135. - 45. MACURA, J. - SZOLNOKI, J. - KUNC, F. - VANCURA, V. - BABICKÝ, A.: Decomposition of Glucose Continuously Added to Soil. = „Folia microbiologica“, 10, 1965, s. 44-54. - 46. MACURA, J. - VANCURA, V.: Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965. - 47. MACURA, J.: Interrelations between Microorganisms and Plant in the Rhizosphere. Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965, s. 26-33. - 48. MACURA, J. - VANCURA, V.: Cestovní zpráva o účasti na sympoziu „Ecology of Soil Bacteria“ v Liverpoolu 1965. Praha 1965. - 49. MANNINGER, A. A. - WITKOVSKÝ, E. - KECSKES, M.: A Study on the Rhizosphere Microflora of the Grape Vine (*Vitis vinifera*). Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965, s. 134-138. - 50. MAYAUDON, J. - SIMONART, P.: Etude de la décomposition de la matière organique dans le sol, au moyen de carbone radioactif. II. Décomposition du glucose radioactif dans le sol. A Réparation de la radioactivité dans les fractions humiques du sol. = „Plant and Soil“, 1958, 9, s. 375-380. - 51. MAYAUDON, J. - SIMONART, P.: Etude de la décomposition de la matière organique dans le sol, au moyen de carbone radioactif. III. Décomposition des substances solubles dialysables, des protéines et hémicelluloses. = „Plant and Soil“, 1959, 11, s. 170-175. - 52. MAYAUDON, J. - SIMONART, P.: Etude de la décomposition de la matière organique dans le sol, au moyen de carbone radioactif. V. Décomposition de cellulose et de lignine. = „Plant and Soil“, 1959, 11, s. 181-192. - 53. MAYAUDON, J. - SIMONART, P.: Stabilité de l'humus du sol étudiée à l'aide d'humus marqués au C^{14} . = „Arch. Intern. Physiol. et Biochim.“, 1960, 68, s. 512-513. - 54. MAYAUDON, J. - SIMONART, P.: Humification des microorganismes marqués par C^{14} dans le sol. = „Ann. Inst. Pasteur“, 105, 1963, s. 257-266. - 55. MAZUR, R. - RAČINSKIJ, V. V.: „Počvoveděnie“, 1964, 3, s. 58 f. - 56. Mc CALLA, T. M.: The Adsorbed Ions of Colloidal Clay as a Factor in Nitrogen Fixation by *Azotobacter*. = „Soil Sci.“, 48, 1939, s. 281. - 57. Mc LAREN, A. D. - PETERSON, G. H. - BARSHAD, J.: The Adsorption and Reactions of Enzymes and Proteins on Kaolinite. IV. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“, 22, 1958, s. 239-243. - 58. MENZIES, J. D.: „Phytopathology“, 49, 1959; citováno podle Alexandera. 1. c. - 59. MICEV, N.: Uloga i značaj CO₂ kao ekološkog faktora kod adgajivanja i razmnožavanja zemljišne mikroflóre. = „Zemljište i biljka“, 8, 1958, 1-3, s. 241-248. - 60. MISUSTIN, J. N.: Ekologo-geografičeskaja izmenčivost počvennyh bakterij. Moskva 1947. - 61. MISUSTIN, J. N.: Rol aerobioza v obrazovanii gumusovyh soedinenij. = „Mikrobiologija“, 34, 1965, č. 3, s. 497-501. - 62. MITCHEL, P.: viz Werkman, C. H. a Wilson, P. W.: Bacterial Physiology, New York 1951, s. 163-177. - 63. MITCHEL, R. a HURWITZ, E.: Suppression of *Pythium debaryanum* by Lytic Rhizosphere Bacteria. = „Phytopathology“, 55, 1965, č. 2, s. 156-158. - 64. MORTENSEN, J. L.: Decomposition of Organic Matter and Mineralization of Nitrogen in Brookston Silt Loam and Alfa-alfa Green Manure. = „Plant and Soil“, 19, 1963, s. 374-384. - 65. NIKITIN, D. I.: Electronmicroscopy of Total Soil Microorganisms Preparation, Plant Microbes Relationships. Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965. - 66. NÖMMIK, H.: Acta Agr. Scand., 1961, 11, s. 211-226. - 67. NOVÁK, B. a kol.: Vliv přirozených symbios azotobaktera na fixaci molekulárního dusíku. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, XXVII, 1954, č. 6. - 68. NOVÁK, B.: Relativní působení statkových i minerálních hnojiv na výnosy cukrovky. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“,

- 6 (XXXIII), 1960, č. 1, s. 57-70. — 69. NOVÁK, B. - NOVÁKOVÁ, J.: Vliv přídavku organických látek na fyzikální, chemické a mikrobiologické změny zeminy se zvl. zřetelem na tvorbu humusu. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 6 (XXXIII), 1960, č. 10, s. 1399-1420. — 70. NOVÁK, B.: Mikrobiologie při studiu genese půd. = „Rostlinná výroba“, 6 (XXXIII), 1960, 8, s. 1029-1032. — 71. NOVÁK, B. - FRANKLOVÁ, S.: Použití enzymatických inhibitorů při studiu mikrobiologické tvorby humusu. Azid sodný. II. výr. sjezd Čs. spol. mikrobiol., Praha 1962. — 72. NOVÁK, B.: Contribution to the Theory of Microbial Formation of Humus. = „For Socialist Agricultural Science“, 12, 1963, č. 4, s. 401-418. — 73. NOVÁK, B.: Využití biochemických testů v půdní mikrobiologii. Habilitační spis, Praha 1965. — 74. NOWAK, W.: Beobachtungen über den Einfluß von Frost und Trockenheit auf Bodenorganismen. = „Naturwissenschaften“, 52, 1965, č. 5, s. 116 f. — 75. PARK, D.: citováno podle Alexandera, viz výše. — 76. PAVEL, L.: Diskusní příspěvek. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 2 (XXIX), 1956, č. 9-10, s. 1056 f. — 77. PIKOVSKAJA, R. I.: Vydělení z počvy antimikrobných veššestv gumusovoj prirody. = „Izvestija An SSSR, biol.“, 1965, č. 1, s. 131-137. — 78. PLÍSKOVÁ, M. - ŠKRDLA, V. - MAREČKOVÁ - VINTIKOVÁ, H.: Mechanismus a chemismus fixace ovzdušného dusíku. = „Rostlinná výroba“, 12 (XXXIX), 1966, č. 1, s. 88-94. — 79. POSPÍŠIL, F.: Frakcionace humusových látek hlavních půdních představitelů. Kand. disert. práce, Praha-Ruzyně 1963. — 80. PUTNAM, H. D. - SCHMIDT, E. L.: Studies on the free Amino Acid Fractions of Soils. = „Soil Sci.“, 87, 1959, s. 22-27. — 81. RICE, ELROY, L.: Inhibition of Nitrogen-fixing and Nitrifying Bacteria by Seed Plants. = „Physiol. Plantarum“, Copenhagen, 18, 1965, č. 1, s. 255-268. — 82. ROVIRA, A. D. - GREACEN, E. L.: The Effect of Aggregate Disruption on the Activity of Microorganisms in the Soil. = „Austral. J. Agric. Res.“, 6, 1957, s. 659. — 83. ŘÍDKÝ, K.: Výzkum orby s prohlubováním ornice podryváním v oblastech podzolových půd se zřetelem na jejich úrodnost. II. Mikrobiologická část. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 7 (XXXIV), 1961, č. 3-4, s. 445-456. — 84. ŘÍDKÝ, K.: Vliv rotační a plužní technologie orby na půdní mikrofloru. = „Zemědělská technika“, 10 (XXXVII), 1964, č. 12, s. 761-770. — 85. ŘÍDKÝ, K.: Půdní mikroflora a ozimá pšenice. I. část: Význam předplodin. II. část: Rozklad zbytků vojtěšky a vzházení pšenice. Kand. disert. práce, Praha 1965. — 86. SEIFERT, J.: The Influence of Moisture and Temperature on the Number of Microorganisms in the Soil. = „Folia microbiologica“, sv. 5, 1960, č. 3, s. 176-180; F. m., 1961, č. 4, s. 207-272. — 87. SEIFERT, J.: The Effect of Low Temperature on the Intensity of Nitrification. = „Folia microbiologica“, sv. 6, 1961, č. 5, s. 350-353. — 88. SEIFERT, J.: The Influence of the Soil Structure and Moisture Content on the Number of Bacteria and the Degree of Nitrification. = „Folia microbiologica“, sv. 7, 1962, č. 4, s. 234-238. — 89. SEIFERT, J.: Ecology of Soil Microbes. (A modern Trend in Soil Microbiology). = „Acta Universitatis Carolinae-Biologica“, Vol. 1965, č. 3, s. 245-272. — 90. SEQUEIRA, L.: „Phytopathology“, 53, 1963, s. 332-336. — 91. SHATTUCK, G. E. Gr. a ALEXANDER, M.: „Soil Sci. Amer. Proc.“, 27, 1963, s. 600-601. — 92. SHIGENORI - ARMINE - YOSHIYUKI - KOBAYASHI: Die Wirkung von Allophan auf die Tätigkeit einiger Enzyme, VIIIth Intern. Congress of Soil Sci., Bucharest, Rumania 1964. III. Soil Biology. — 93. SIMONART, P. - MAYAUDON, J.: Étude de la décomposition de la matière organique dans le sol au moyen de carbone radioactif. I. Cinétique de l'oxydation en CO₂ de divers substrates radioactifs. = „Plant and Soil“, 9, 1958, s. 367-375. — 94. SIMONART, P. - MAYAUDON, J.: Étude de la décomposition de la matière organique dans le sol, au moyen de carbone radioactif. II. Décomposition du glucose radioactif dans le sol. B. Répartition de la radioactivité dans l'z-humus. = „Plant and Soil“, 1958, s. 381-384. — 95. SOROKINA, T. A.: The Specificity of the Microflora Complex of the Plant Root System. Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965, s. 42-47. — 96. SÖRENSEN, H.: Studies on the Decomposition of C¹⁴ - labelled Barley Straw in Soil. = „Soil Sci.“, 95, 1963, s. 45-51. — 97. STANEK, M. - ZAKOPAL, J.: O současném použití desinfekce půdy přípravkem DNC a bakterizace azotobakterem. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 1 (XXVIII), 1955, č. 3-4. — 98. STANEK, M. a ŘÍDKÝ K.: Mikrobiologie půdy desinfikované přídavkem dinitro-ortokresolu. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 1 (XXVIII), 1955, č. 3-4, s. 306-309. — 99. STANĚK, M.: Vliv hexachloranu na půdní mikrofloru. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 1 (XXVIII), 1955, č. 3-4, s. 310-313. — 100. STEWART, B. A. - PORTER, L. K. - JOHNSON, D. D.: Immobilization and Mineralization of Nitrogen in Several Organic Fractions of Soil. = „Soil Sci. Soc. Amer. Proc.“, 27, 1963, s. 302-304. — 101. STOKLASA, J.: Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens. Berlin 1926. — 102. STOLP, H. a STARR, M. P.: „Bacteriol. Proc.“, 1963; cit. podle Alexandera, 1. c. — 103. STOTZKY, G.: Clay Mineral Composition as a Factor in the Ecology of Microorganisms in Soil. VIIIth International Congress of Soil Sci., Bukurest 1964. — 104. SZOLNOKI, J. - KUNC, F. - MACURA, J. - VANCURA, V.: Effect of Glucose on the Decomposition of Organic Materials added to Soil. = „Folia microbiologica“, 8, 1963, s. 356-361. — 105. ŠKRDLA, V. - PLÍSKOVÁ, M. - MAREČKOVÁ - VINTIKOVÁ, H.: Současné poznatky o vzniku symbiózy a o morfogenezi tkáně kořenové hlízky u vikvovitých rostlin. = „Rostlinná výroba“, 12 (XXXIX), 1966, č. 1, s. 79-87. — 106. TJURIN, I. V. - KONONOVA, M. M.:

„Počvovedění“, 1963, č. 3, s. 1 f. – 107. TSCHAPEK, M. - GARBOVSKY, A. J.: citováno podle Estermannová a Mc. Laren, 1959; viz výše. – 108. ŮLEHLOVÁ, B.: Změny ve složení půdní mikroflory během roku ve vztahu k vývoji kulturních rostlin. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 2 (XXIX), 1956, č. 9-10, s. 853-874. – 109. ŮLEHLOVÁ, B.: Specifita mikrobiálních pochodů v půdě a jejich funkce u jednotlivých kulturních plodin. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, 7 (XXXIV), 1961, č. 12. – 110. VÁGNEROVÁ K. - VANCURA, V.: Production and Utilization of Aminoacids by Various Species of Rhizosphere Bacteria. = „Folia microbiol.“, 7, 1962, č. 1, s. 55-60. – 111. VÁGNEROVÁ, K.: Properties of Seed and Soil Bacteria with Reference to the Colonization of Roots by Microorganisms, Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965, s. 34-41. – 112. VANCURA, V. - HOVADIK, A.: Composition of Root Exudates in the Course of Plant Development, Plant Microbes Relationships, Proceedings of a Symposium on Relationships between Soil Microorganisms and Plant Roots held in Prague, 1963. Praha 1965, s. 21-25. – 113. WELCH, L. F.: Nitrification of fixed Ammonium in Clay Minerals as affected by added Potassium. = „Soil Sci.“, 90, 1960, č. 2, s. 70-86. – 114. ZIEMIECKA, J. - KOBUS, J. - PACZEWICZOWA, T.: XV. sjezd Polskiego towarzystwa mikrobiologów. Wrocław 1963. – 115. ZVJAGINCEV, D. G.: (1957); citováno podle Alexandera, viz výše. – 116. ZVJAGINCEV, D. G.: Ob aktivnosti bakterij, adsorbirovannyh počvennymi časticami. = „Mikrobiologia“, 28, 1959, s. 527-533.

Prof. Ing. Dr. Václav KAŠ, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Praha, adresa: Suchbøl u Prahy

Podepsáno k tisku dne 2. prosince 1966

Cerný V., Belza J., Pešková E.: Vliv prohlubování půdy na změny fyzikálních vlastností hnědozemě	1211
Ulmann L.: Způsoby setí ozimého žita při zvyšovaných dávkách průmyslových hnojiv	1221
Vrkoč F.: Vliv kořenové hmoty víceletých píceň na výnosy následných plodin	1233
Kordík E., Moudrý F.: Příspěvek k otázce optimálních dávek průmyslových hnojiv	1243
Segefa V., Kodýtek K.: Vliv vertikálních pohybů půdy (vytahování) během zimy na ozimé obiloviny. II. Závislost vertikálních pohybů půdy v zimě na teplotě	1253
Křišťan F.: Intenzivní využití dvouletých jetelevinotrav v osevním postupu v bramborářské oblasti	1265
Janásek J., Jurečka A.: Využití druhů <i>Lolium</i> k podsevu do obilovin v podhorských oblastech	1273
Rybáček V.: Vliv intenzity osvětlení na stárnutí listů a hlávek chmele	1289
Vachůn Z.: Výkonnost a vegetativní růst meruňky 'Velkopavlovická' v období plné plodnosti	1303
Tematický přehled:	
Káš V.: Současné směry v půdní mikrobiologii	1311

СОДЕРЖАНИЕ

Черн В., Белза Я., Пешкова Я.: Влияние почвоуглубления на изменение физических свойств буросема (1218). — Урман Л.: Способы посева озимой ржи при повышенных дозах минеральных удобрений (1229). — Вркоч Ф.: Влияние ко- рневой массы многолетних кормовых трав на урожай и качества последующих культур (1240). — Кордик Е., Мудры Ф.: К вопросу оптимальных доз промышленных удобрений (1250). — Сеgefа В., Кодитек К.: Влияние вертикальных дви- жений почвы (выпирания) в течение зимы на озимые зерновые культуры. II. Зависи- мость вертикальных движений почвы зимой от температуры (1262). — Криšťан Ф.: Интенсивное использование двухлетних бобовозлаковых культур в севообороте в картофельной области (1271). — Янашек Я., Юречка А.: Использование ви- дов <i>Lolium</i> для подсева под покров зерновых в предгорных областях (1286). — Ры- бачек В.: Влияние интенсивности освещения на старение листьев и шишек хмеля (1299). — Вахун З.: Урожайность и вегетативный рост абрикосовых деревьев сорта 'Велкопавловicka' в период полного плодоношения (1307). — Каш В.: Со- временные направления в почвенной микробиологии	1211 1221 1233 1243 1253 1265 1273 1289 1303 1311
--	--

CONTENT

Cerný V., Belza J., Pešková E.: The Effect of Soil Deepening on the Changes in the Physical Properties of Grey-Brown Podzolic Soil (1218). — Ulmann L.: Methods of Sowing Winter Rye at Increased Doses of Industrial Fertilizers (1231). — Vrkoč F.: The Influence of the Root Substance of Perennial Fodder Crops on the Yields and Quality of Subsequent Crops (1241). — Kordík E., Moudrý F.: Comment on the Question of Optimal Doses of Commercial Fertilizers (1250). — Segefа V., Kodýtek K.: Effect of Vertical Soil Movements (Heaving) during Winter upon Winter Cereals. II. Dependence of Vertical Soil Movements during Winter on Temperature (1263). — Křišťan F.: Efficient Use of Biennial Clover-Grasses Grown in Crop Rotation in a Potato Region (1271). — Janásek J., Jurečka A.: The Use of <i>Lolium</i> <i>spp.</i> and Their Mixtures for the Undersowing of Grain Crops in Mountain Areas (1287). — Rybáček V.: The Effect of the Light Intensity on the Aging of the Leaves and Cones of Hop Plant (1300). — Vachůn Z.: The Productivity and Vegetative Growth of the 'Velkopavlovická' Apricot Variety during the Period of its Full Fertility (1308). — Káš V.: The Present Trends in Soil Microbio- logy	1211 1221 1233 1243 1253 1265 1273 1289 1303 1311
---	--

INHALT

Cerný V., Belza J., Pešková E.: Einfluß der Bodenvertiefung auf die Änderungen der physikalischen Eigenschaften der Braunerde (1219). — Ul- mann L.: Arten der Aussaat von Winterroggen bei erhöhten Gaben von Han-	1211 1221 1233 1243 1253 1265 1273 1289 1303 1311
---	--

delsdüngern (1231). — Vrkoč F.: Einwirkung der Wurzelmasse mehrjähriger Futterpflanzen auf die Erträge und Qualität der Folgefrüchte (1242). — Kordík E., Moudrý F.: Beitrag zur Frage der optimalen Gaben von Handelsdüngern (1251). — Segefa V., Kodýtek K.: Einfluß der vertikalen Bodenhebung (Aufziehen) während des Winters auf die Winter-Getreidearten. II. Abhängigkeit der vertikalen Bodenhebung im Winter von der Temperatur (1264). Křišťan F.: Intensive Ausnützung der zweijährigen Klee-Grasgemengearten in der Fruchtfolge im Kartoffelgebiet (1272). — Janásek J., Jurečka A.: Nutzung der *Lolium*-Grasarten und ihrer Kombinationen zu einjährigen Untersaaten in Getreidekulturen in Vorgebirgszonen (res. E/1287). — Rybáček V.: Einfluß der Belichtungsintensität auf das Altern der Blätter und der Hopfendolden (1301). — Vachůn Z.: Die Leistungsfähigkeit und das vegetative Wachstum der Aprikose 'Velkopavlovická' im Zeitraum der vollen Fruchtbarkeit (1309). — Káš V.: Gegenwärtige Richtungen in der Boden-Mikrobiologie

TABLE DES MATIÈRES

Černý V., Belza J., Pešková E.: Influence de l'approfondissement du sol sur les modifications des propriétés physiques des sols bruns lessivés (res. An/1218, Al/1219). — Ulmann L.: Modes de semis du seigle d'hiver lorsqu'on augmente les doses d'engrais industriels (res. An/1231, Al/1231). — Vrkoč F.: L'influence de la matière racinaire des plantes fourragères pluriannuelles sur les rendements des cultures suivantes dans l'assolement (res. An/1241, Al/1242). — Kordík E., Moudrý F.: Une contribution au problème concernant les doses optimales des engrais minéraux (res. An/1250, Al/1251). — Segefa V., Kodýtek K.: Influence des mouvements verticaux du sol (élévation) au cours de l'hiver sur les céréales d'hiver II. (res. An/1263, Al/1264). — Křišťan F.: Utilisation intensive des trèfles-graminées bisannuels dans l'assolement de la région à pommes de terre (res. An/1271, Al/1272). Janásek J., Jurečka A.: Utilisation des espèces *Lolium* comme semis sous couverture dans les céréales des régions des contreforts de montagnes (res. An/1287). — Rybáček V.: Influence de l'intensité de l'éclairage sur le vieillissement des feuilles et des cônes de houblon (res. An/1300, Al/1301). — Vachůn Z.: Rendement et croissance végétative de l'abricotier variété «Velkopavlovická» en période de pleine fécondité (res. An/1308, Al/1309). — Káš V.: Les courants contemporains dans la microbiologie du sol