

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Rostlinná výroba

VÝŽIVA ROSTLIN

11

ROČNÍK 9 (XXXVI) – PRAHA, LISTOPAD 1963

CENA 18 Kčs

**ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ**

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada: DrSc. prof. dr. inž. Václav Káš, člen-korespondent ČSAV (předseda), CSc. inž. Ján Belej, CSc. dr. Jaroslav Brčák, CSc. inž. Jiří Fiedler, DrSc. doc. inž. Jiří Foltýn, inž. Josef Jasič, DrSc. prof. dr. Vladimír Kosil, doc. dr. inž. František Landovský, CSc. inž. Josef Lopatník, inž. František Mareček, člen-korespondent ČSAV, Antonín Piršel, doc. dr. Václav Rybáček, inž. Vladimír Segeta, inž. Miloslav Schmied, inž. Vladimír Skládal, CSc. inž. Antonín Straňák, inž. Josef Svitil, inž. dr. Pavel Škopík, inž. Juraj Uhliár, inž. Josef Zadina, RNI: inž. Jaroslav Zakopal, inž. Robert Zapletal. Vedoucí redaktorka Milena Sovová.

© Ústav vědeckotechnických informací MZLVH, Praha 1963

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

Neuberg J.: Úkoly výzkumu na úseku výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby 1127

Křišťan F.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v bramborářské oblasti
II. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výnosy jednotlivých plodin (výsledky z let 1957—1960)

Влияние высоких доз минеральных удобрений в севообороте в картофельной области. — II. сообщение: Влияние высоких доз минеральных удобрений на урожай отдельных культур (результаты 1957—1960 гг.)

Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben in den Fruchtfolgen im Kartoffelproduktionsgebiet

II. Mitteilung: Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben auf die Erträge der einzelnen Feldfrüchte (Ergebnisse aus den Jahren 1957 bis 1960) . . . 1129

Strnad P.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v řepářské oblasti
II. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výnosy jednotlivých plodin (výsledky z let 1957—60)

Влияние высоких доз минеральных удобрений в севооборотах в области свекловодства. — II сообщение: Влияние высоких доз минеральных удобрений на урожай отдельных культур (результаты 1957—1960 гг.)

Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben in den Fruchtfolgen im Rübenproduktionsgebiet

II. Mitteilung: Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben auf die Erträge der einzelnen Feldfrüchte (Ergebnisse aus den Jahren 1957 bis 1960) . . . 1149

Baier J., Smetánková M.: Využití inkubační metody ke studiu vztahu obsahu N v půdách a výnosu obilovin

Использование инкубационного метода при изучении отношения содержания N в почвах к урожайности зерновых

Die Ausnutzung der Inkubationsmethode zum Studium der Beziehung des Stickstoffgehaltes im Boden und des Getreideertrags 1163

Úkoly výzkumu na úseku výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby

Inž. Jaroslav NEUBERG, CSc.

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Ruzyně

Nezbytnost intenzifikovat naši zemědělskou výrobu klade na výzkumnou práci mimořádné nároky. Lze s plným oprávněním říci, že v důsledku převedení našeho zemědělství na velkovýrobní formy a ukončení politicko-organizačních opatření dostaly se otázky vědeckého řízení zemědělské výroby na první místo.

Intenzifikovat zemědělskou výrobu v základě znamená zvyšovat výrobu z jednotky plochy při důsledném snižování potřeby lidské práce. Přiblížit se stropu intenzifikace znamená využít do krajní míry všech možností, které v komplexu poskytují současné vědecké znalosti a maximálně využít všech výrobních prostředků, které na dané technické úrovni může poskytnout společnost. Je nutno ještě zvláště zdůraznit, jako důležitý znak správného uskutečňování intenzifikačního procesu, tu skutečnost, že výrobní práce obrací zřetel a v první řadě využívá těch výrobních prostředků a opatření, které mají rychlý návrat (krátkodobé investice). Takové významné intenzifikační prostředky jsou právě v oboru výživy rostlin. Je proto přirozené, že v období prudké intenzifikace zemědělství je nutno přenést tomuto úseku zemědělské výzkumné činnosti mimořádnou pozornost. Bude proto na místě povšimnout si, jaká je situace ve výživě rostlin u nás. Zejména jaké úseky tohoto oboru se dostávají do popředí a jaké výzkumné problémy vzniknou v budoucnosti, v důsledku uplatňovaných opatření.

Etapa rozvoje výživy rostlin v nejbližších deseti letech, pro kterou výzkum připravuje odhad materiálního zajištění o teoretické podklady pro její řízení, je charakterizována především strmým vzestupem spotřeby průmyslových hnojiv. Průmyslová hnojiva v tomto období vzrostou z dnešních 540 000 t (vyjádřeno v čistých živinách) na 1 430 000 t. Toto množství živin dodané do zemědělské výroby umožní tedy počítat s průměrnou každodenní spotřebou 60 kg N, 60 kg P_2O_5 a 84 kg K_2O na každý hektar zemědělské půdy. Je pochopitelné, že uvedená skutečnost vytvoří kvalitativně nové podmínky v celé zemědělské výrobě a zejména pak ve výrobě rostlinné, přičemž již nyní dochází na úseku výživy rostlin k zvlášť pronikavým změnám názoru a přehodnocování dosavadních hledisek. Oprávněně lze proto říci, že těžisko výživy rostlin se přesouvá do oblasti důsledného využití průmyslových hnojiv. Také ve výzkumné činnosti otázky vyšetření efektivnosti jednotlivých druhů průmyslových hnojiv a způsobu aplikace zaujmou prvotní místo. Půjde zejména o to, abychom celostátně určili agronomicky uspokojivý a národohospodářsky dosažitelný sortiment průmyslových hnojiv a navrhli nejvhodnější systémy hnojařských opatření v jednotlivých výrobních oblastech, popřípadě v některých výrazných lokalitách.

Byla-li až dosud organická hnojiva (převážně statková hnojiva) hlavním zdrojem živin, naplňujícím jejich koloběh mezi půdou a zemědělským závodem, přesouvá se jejich funkce stále více do oblasti humusotvorné. Nepočítáme tedy perspektivně již v takové míře s přínosem minerálních živin v těchto hnojivech a také k studiu otázek jejich ošetřování a použití přistupujeme výhradně z hlediska jejich funkce při zvyšování trvalé půdní úrodnosti. Jde zejména o studium způsobu ošetření a použití humusotvorného materiálu ke hnojení z hlediska dosažení maximálního a trvalého humusotvorného efektu. V mnoha případech vystoupí ještě do

popředí otázky, spojené se získáváním kvalitativně odlišných forem statkových hnojiv v důsledku uplatnění nových technologií v ustájení domácích zvířat.

Na úseku agrochemického vyšetřování půd vzniknou nová hlediska, přičemž důraz bude položen zejména na získávání jemnějších metod pro vyšetřování chování živin zapravených ve zvýšeném množství do půdy (zásobní hnojení P_2O_5 a K_2O) a na předstihové vyšetřování deficiencie dalších prvků a způsobu jejich úhrady. Jde zejména o hořčík, síru a mikroelementy.

Ze správných hledisek je nutno posuzovat funkci a význam mikroorganismů pro výživu rostlin. Důležité bude studovat společenstva mikroorganismů z širokého komplexního hlediska účasti mikroorganismů na tvorbě půdní úrodnosti, vazbě a uvolňování důležitých rostlinných živin v půdním substrátu. Všechna tato pozorování je nutno pochopitelně pro jednotlivé polní kultury provádět při použití vysokých dávek průmyslových hnojiv.

Mimofádně závažné otázky vznikají v důsledku změněných podmínek v oblastí studia postupu živin do rostlin a vyšetřování funkce jednotlivých živin při tvorbě rostlinné hmoty nejenom z hlediska kvantity, ale i získávání biologické kvality. Jsou to otázky, vyžadující si rozpracování a ovládnutí metod fyziologie a biochemie rostlin. I když považujeme praktické závěry tohoto studia za špičkové opatření ve výživě rostlin a domníváme se, že široká praxe je bude moci využívat teprve v pozdější době, nelze jejich řešení odkládat. Nelze je odkládat zejména proto, že si vyžadují velmi náročného a jemného výzkumu a dosažené výsledky je nutno odpovědně prověřit v provozních podmínkách. Řešení těchto úkolů vyžaduje, aby práce byla vedena v úzkém souladu s biologii příslušného druhu a jeho odrůdovými zvláštnostmi.

Intenzifikace zemědělství při použití vysokého množství průmyslových hnojiv přinese řadu nových úkolů, prohloubí význam některých dosavadních méně důležitých problémů a dá vzniknout úplně novým otázkám nejenom ve výživě rostlin, ale i v přídužených oborech. Nové úkoly vzniknou zejména na úseku genetiky a šlechtění rostlin, mechanizace zemědělské ekonomiky. V genetice a šlechtění jsou to zejména otázky výběru nových druhů a odrůd kulturních rostlin, které dokáží efektivně využít vysokého množství průmyslových hnojiv. Lze říci, že šlechtitelé přistoupili k těmto otázkám se zpožděním, ovšem přistoupili a při energickém řešení lze časovou ztrátu dohonit. S daleko pomalejším tempem je však umožňováno výzkumně řešit otázky manipulace s průmyslovými hnojivy a jejich skladováním. S největším podivem pak konstatujeme, že nutnost zhodnocení významu chemizace zemědělské výroby a potřebná ekonomická analýza podmínek vzniklých v důsledku jejího uplatnění jde dosud mimo náš ekonomický výzkum.

Dosud uvedené se týkalo výhradně problematiky výživy rostlin v normálních polních podmínkách. Je však nutno vidět, že i když je to rozhodující část problematiky výživy rostlin, nevyčerpává ji celou. Významnou pozornost bude nutno věnovat i dalším problémům, jako je řešení otázek výživy rostlin v extrémních půdně klimatických podmínkách, studium výživy některých zvlášť intenzivních plodin a studium výživy rostlin v umělých podmínkách. Umělými podmínkami rozumíme zejména pěstování rostlin v zasklených prostorách, hydroponii a kultivaci řas a jiných mikroorganismů. Tento úsek výzkumné činnosti získává oprávněně stále větší pozornost nejenom proto, že vytváří teoretický předtich ve výživě rostlin, a proto že pomáhá zevšeobecňovat dosažené dílčí poznatky, ale i proto, že umožňuje získávat hlediska a parametry pro budoucí průmyslovou syntézu těch látek, které jsou dnes výhradně záležitostí biologické říše.

Tato stať nerozebírá organizační a kádrové nedostatky a těžkosti na úseku výživy rostlin ne proto, že by nebyly, ale proto, že jsou to otázky týkající se celé struktury zemědělského výzkumu a ani sebedůkladnější jejich rozbor na tomto místě by neumožnil zlepšit dnešní neutěšený stav. Je však třeba upozornit na to, že dosavadní stav v řízení zemědělského výzkumu by mohl vážně ohrozit úkoly, které jsme si v zemědělské výrobě uložili.

Ačkoliv otázky spojené s intenzifikací zemědělské výroby jsou u nás řešeny na úseku výživy rostlin důsledně teprve několik let, považovali jsme za účelné informovat veřejnost alespoň výběrem několika prací, které by částečně ukázaly stav výzkumu v posledních letech.

Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v bramborářské oblasti

II. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výnosy jednotlivých plodin (výsledky z let 1957—1960)

Влияние высоких доз минеральных удобрений в севообороте в картофельной области

II сообщение: Влияние высоких доз минеральных удобрений на урожай отдельных культур (результаты 1957—1960 гг.)

Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben in den Fruchtfolgen im Kartoffelproduktionsgebiet

II. Mitteilung: Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben auf die Erträge der einzelnen Feldfrüchte (Ergebnisse aus den Jahren 1957 bis 1960)

Inž. František KŘIŠTAN

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, ředitel DrSc. doc. inž. J. Foltýn,
Ruzyně, pracoviště Lukavec u Pacova

V hodnocení celého osevního postupu (I. sdělení viz Sborník č. 3—4, 1963, str. 299—312) se skrývá vliv hnojení na jednotlivé plodiny zařazené do osevního postupu, a to co do výše hnojení a způsobu hnojení té které plodiny. Proto v tomto sdělení předkládáme pokusné výsledky získané v polních pokusech při použití různé intenzity hnojení minerálním dusíkem k některým plodinám v bramborářské oblasti.

O přímém účinku průmyslových hnojiv na výnosy plodin svědčí nesčetné množství prací. Z těchto výsledků vyplývající bezprostřední účinek použitých hnojiv na výnos je označován jako výnosnost hnojiv (rostlinných živin) a je vyjadřován v přírůstcích hlavního produktu na 1 kg použitého dusíku, kyseliny fosforečné a drasla. Podmíněn řadou faktorů (druh, dávka hnojiva, doba použití, půdní a klimatické podmínky, základní úrodnost apod.) kolísá přírůstek výnosu na jednotku živiny u jednotlivých plodin v různém rozmezí (Baier, 1963).

I.

Dávka dusíku v kg N/ha	22,4	44,8	89,5	134,3
přírůstek na 1 kg N				
Ozimé žito	19,2	18,2	16,0	—
Oves	19,2	15,2	11,9	—
Brambory		113,8	100,5	77,4

II.

Minerální hnojení

Plodina	Kombi- nace	Hnůj q/ha	N				P				K			
			celkem č. ž. kg/ha	dávka kg č. ž. na ha	druh hnojiva	dobu použití	celkem č. ž. kg/ha	dávka kg č. ž. na ha	druh hnojiva	dobu použití	celkem č. ž. kg/ha	dávka kg č. ž. na ha	druh hnojiva	dobu použití
			nehnojeno				nehnojeno				nehnojeno			
Pšenice ozimá	011	—	—	—	—	—	100	75	TM	O	160	100	DS	O
	012	—	—	—	—	—	25	25	SP	P	60	60	DS	P
	013	—	40	40	LO	L	100	75	TM	O	160	100	DS	O
							25	25	SP	P	60	60	DS	P
	014	—	60	40	LO	L	100	75	TM	O	160	100	DS	O
Oves							25	25	SP	P	60	60	DS	P
	015	—	80	40	LO	L	100	75	TM	O	160	100	DS	O
							25	25	SP	P	60	60	DS	P
	011	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	012	—	—	—	—	—	72	36	SP	O	120	60	DS	O
							36	36	SP	P	60	60	DS	P
							108	36	SP	O	240	60	DS	O
							36	36	SP	P	180	60	DS	P
	013	—	40	40	DV	P	72	36	SP	O	120	60	DS	O
							36	36	SP	P	60	60	DS	P
							108	36	SP	O	240	60	DS	O
							36	36	SP	P	180	60	DS	P
	014	—	60	60	DV	P	72	36	SP	O	120	60	DS	O
							36	36	SP	P	60	60	DS	P
							108	36	SP	O	240	60	DS	O
							36	36	SP	P	180	60	DS	P
							36	36	SP	P	180	60	DS	P
							36	36	SP	P	180	60	DS	P
							36	36	TM	P	180	60	DS	P

	015		80	80	DV	P	72	36 36 36 36	SP SP SP SP TM	O P O P P	120 240	60 60 60 180	DS DS DS DS	O P O P
Žito ozimé	011	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	012	—	—	—	—	—	72	36 36	TM SP	O P	100	60 40	DS DS	O P
	013	—	30	30	SA	P	72	36 36	TM SP	O P	100	60 40	DS DS	O P
	014	—	50	30 20	SA LV	P L	72	36 36	TM SP	O P	100	60 40	DS DS	O P
	015	—	70	30 40	SA LV	P L	72	36	TM SP	O P	100	60 40	DS DS	O P
Bram- bory	011	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	012	350	—	—	—	—	72	36 36	SP SP	O P	180	100 80	DS DS	O P
	013	350	40	40	SA	P	72	36 36	SP SP	O P	180	100 80	DS DS	O P
	014	350	60	40 20	SA LO	P L	72	36 36	SP SP	O P	180	100 80	DS DS	O P
	015	350	90	40 50	SA LO	P L	72	36 36	SP SP	O P	180	100 80	DS DS	O P
Sluneč- nice	011	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	012	200	—	—	—	—	72	36 36	SP SP	O P	220	100 120	DS DS	O P
	013	200	60	20 40	SA SA	P L	72	36 36	SP SP	O P	220	100 120	DS DS	O P
	014	200	80	40 40	SA SA	P L	72	36 36	SP SP	O P	220	100 120	DS DS	O P
	015	200	110	70 40	SA SA	P L	72	36 36	SP SP	O P	220	100 120	DS DS	O P

Pozn.: O — při orbě
P — při přípravě půdy

L — na list
SA — síran amonný

LO — ledek ostravský
LA — ledek vápenatý

DV — dusíkaté vápno
SP — superfosfát

TM — Thomasova moučka
DS — draselná sůl

III. Pěstitelské podmínky

Plodina Odrůda	Stu- peň	Rok	Výsev kg na ha	Vzdá- lenost řádků	Datum setí	Sklizeno	Počet vegetač- ních dnů
Slunečnice Maďarská		1957	36	19	29/4	1/8	94
		1958	28	28,4	14/5	8/9	117
		1959	35	27	16/5	31/8	107
		1960	35	26	11/5	1/8	82
		Ø	33,5	25,1			100
Chlumecká 12	E 6	*1957	185	9,5	17/10	9/8	296
Pšenice ozimá	M 2	1958	190	9,5	2/10	8/8	310
Žito ozimé	M 3	1959	150	10,5	30/9	3/8	308
České	M 2	1960	160	12,5	24/9	16/8	327
		Ø	171,2	10,4			310,2
	M 5	1957	25	40 × 62,5	24/4	18/9	116
Brambory	M 2	1958	25	40 × 62,5	6/5	10/9	127
Krasava	M 4	1959	25	40 × 62,5	15/4	9/9	147
	M 2	1960	25	40 × 62,5	22/4	15/9	146
		Ø	25,0	40 × 62,5			134,1
Oves Český žlutý	M 5	1957	180	9,5	4/4	9/8	127
	M 2	1958	190	9,5	30/4	21/8	114
	M 3	1959	180	10,5	3/4	6/8	125
	M 3	1960	170	12,0	13/4	29/8	138
		Ø	180	10,3			126,0

za pokusné údobí let 1957—1960

Množství srážek v mm	Počet srážkových dnů	Průměrná teplota °C	Kultivační práce	Použité ochr. prostředky	Ø výnos na celé pokusné ploše — q/ha	
					hlavní	vedlejší
312,80	40	13,92	ruční pletí, 2 × plečkovaní, 2 × proorávka	tabákový extrakt	371	
272,80	55	15,09	ruční pletí, 1 × plečkovaní, 2 × proorávka		510	
289,60	47	15,1	ruční pletí, 1 × plečkovaní, 2 × proorávka		513,9	
320,1	47	14,43	ruční pletí, 1 × plečkovaní, 1 × proorávka		575,8	
298,8	47,2	14,63			497,1	
689,6	140	6,51	ruční pletí, 1 × vláčení		27,35	51,25
552	140	5,16	ruční pletí, 1 × vláčení, 1 × válení		32,25	69,88
612,7	122	5,70	ruční pletí, 1 × vláčení, 1 × válení		33,65	63,78
753,10	141	6,26	3 × vláčení, 1 × válení		31,96	69,02
651,80	135,7	5,90			31,30	63,48
455,30	69	12,82	ruční pletí, 2 × vláčení, 1 × plečkovaní, 2 × proorávka, 2 × oborávka	Dynocit	269,1	
310,30	53	15,14	2 × vláčení, 1 × proorávka, 2 × oborávka	Dynocit	262,0	
339,2	52	13,3	ruční pletí, 3 × vláčení, 2 × proorávka, 2 × oborávka	Dynocit Cuprikol	265,25	
520,5	78	11,83	ruční pletí, 1 × vláčení, 1 × válení, 3 × proorávka, 2 × oborávka	Cuprikol	295,85	
486,3	63	13,27			273,05	
352,40	53	12,57	ruční pletí, 1 × vláčení, 1 × válení	Dikotex	27,86	44,90
316,90	49	15,18	ruční pletí, 1 × vláčení	Dikotex	31,99	79,66
295,20	55	13,2	1 × vláčení	Agriol	33,42	62,12
495,80	73	12,5	ruční pletí		24,70	84,44
365,00	57,5	13,36			29,46	67,78

U hlavních plodin bramborářské oblasti (žita, oves, brambor) bývají přírůstky většinou o něco vyšší než u hlavních plodin řepařské oblasti (pšenice, ječmen, cukrovka). Příčina vyššího využití živin na tvorbu výnosu hlavního produktu v bramborářské oblasti spočívá v tom, že přirozená zásoba přístupných živin v těchto půdách je menší než v půdách černozemních.

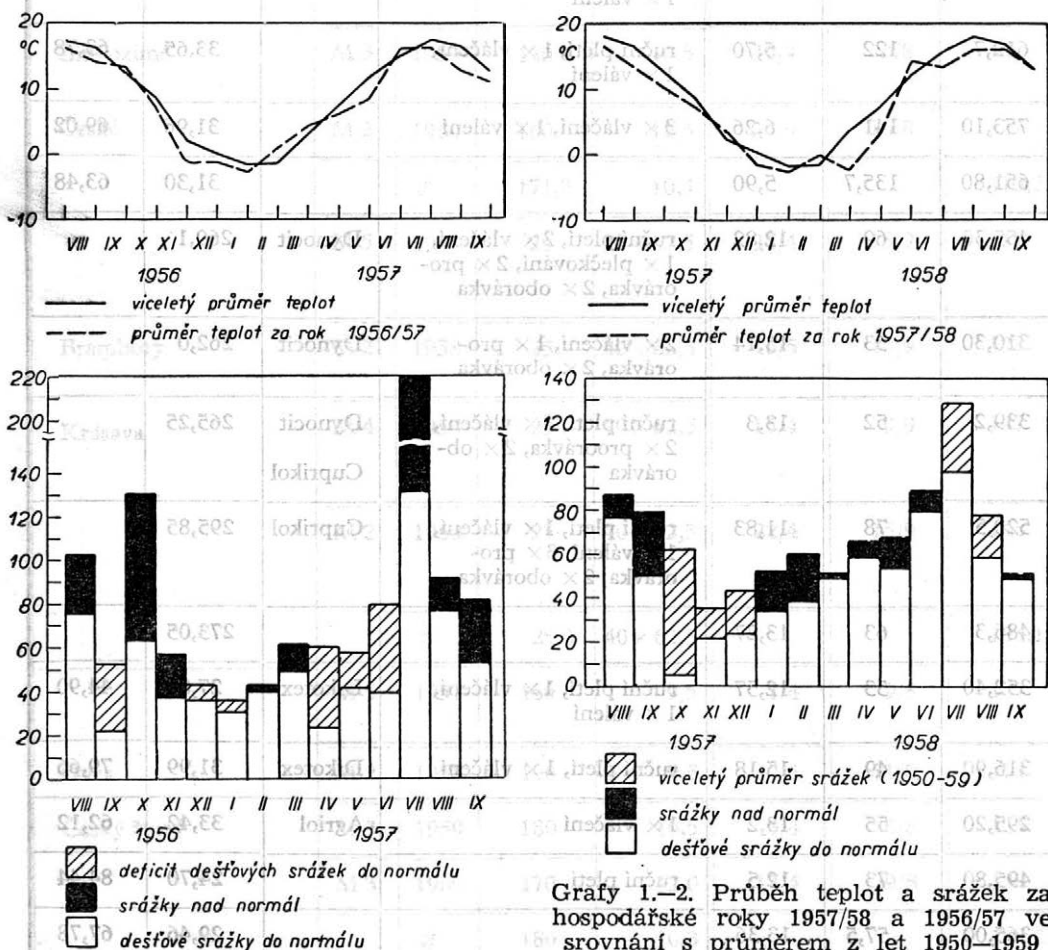
Naproti tomu však využití jedné živiny na tvorbu výnosu zrna (přírůstek na jednotku živin) je vyšší, když je půda ostatními živinami zásobena a naopak, jak prokazuje Franck (1954), který u ovesa dosáhl při téže dávce N (15,5 kg/ha) při špatné až střední zásobě P_2O_5 v půdě přírůstek zrna na 1 kg N ve výši 19,05 kg, zatímco při dobré zásobě mnohem větší (26,2 kg).

Při jednostranném stupňování jen některé živiny klesá přírůstek výnosu na její jednotku. Výsledky, které dosáhl Jürgens - Gschwind (1956) při stupňování dusíku u žita ozimého, ovesa a brambor, jsou uvedeny v tabulce I.

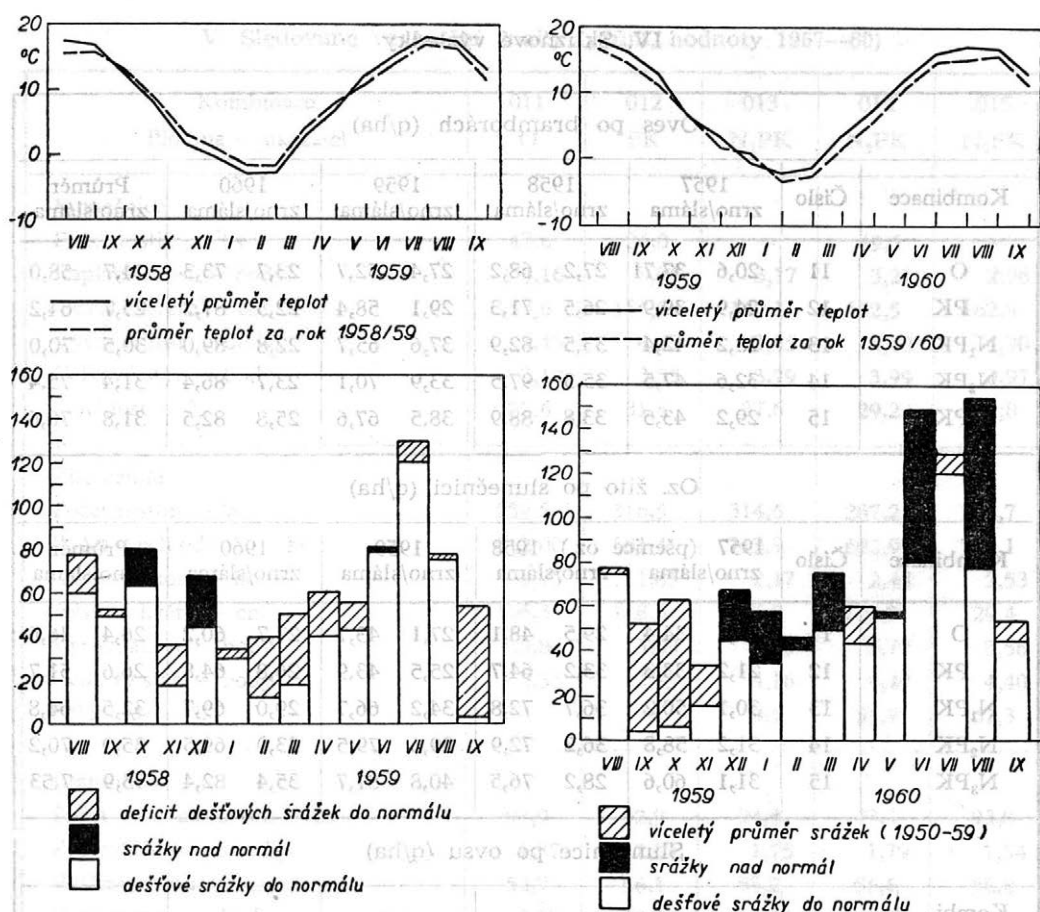
V našich pokusech provedených na podzolanové půdě v bramborářské oblasti u žita ozimého, ovesa, brambor a slunečnice na siláž šlo především o zjištění optimální dávky dusíku v průmyslových hnojivech, kterou jsou sledované plodiny schopny uspokojivě využít k tvorbě výnosů za předpokladu dostatečné zásoby ostatních živin.

Metodika a pracovní postup

Metodika a podmínky pokusu jsou uvedeny v I. sdělení (Sborník č. 3-4, roč. 1963, str. 299-312). Průběh povětrnosti v pokusných letech je vyznačen na grafu 1-4. Dávky živin, které byly na sledovaných kombinacích 011-015 dodány v průmyslových hnojivech, uvádíme v tabulce II.



Grafy 1.-2. Průběh teplot a srážek za hospodářské roky 1957/58 a 1956/57 ve srovnání s průměrem z let 1950-1959



Grafy 3.—4. Průběh teplot a srážek za hospodářské roky 1958/59 a 1959/60 ve srovnání s průměrem z let 1960—1959

Pěstitelské podmínky za pokusné období 1957—1960 u slunečnice na siláž, žita ozimého (pšenice ozimé), brambor a ovesa jsou shrnuty v tabulce III.

Výsledky

V přehledné tabulce IV jsou uvedeny výnosy hlavního i vedlejšího produktu v q/ha za období 1957—1960, které jsou dále hodnoceny bez ohledu na jejich průběh na honech a tudíž bez ohledu na reziduální působení průmyslových hnojiv použitých u předplodin. Sledované vegetační znaky jsou uvedeny v tabulce V.

Oves po bramborách

Oves následoval v osevním postupu vždy po organicky hnojených bramborách mimo roku založení, kdy byl předplodinou též oves.

Oves neobyčejně dobře reagoval na hnojení vápnodusíkem (tabulka IV). Nejlépe byla využívána první dávka dusíku, kde v průměru pokusných let činí využití 65,7 %. Nejvyšší použitá dávka N (80 kg/ha) zapravená do půdy ve vápnodusíku 14 dnů před setím působila oproti předcházející kombinaci depre-

IV. Sklizňové výsledky

Oves po bramborách (q/ha)

Kombinace	Číslo	1957 zrno/sláma	1958 zrno/sláma	1959 zrno/sláma	1960 zrno/sláma	Průměr zrno/sláma
O	11	20,6 37,71	27,2 68,2	27,4 52,7	23,7 73,3	24,7 58,0
PK	12	24,9 39,9	26,5 71,3	29,1 58,4	22,3 87,2	25,7 61,2
N ₁ PK	13	28,2 42,4	33,5 82,9	37,6 65,7	22,8 89,0	30,5 70,0
N ₂ PK	14	32,6 47,5	35,3 97,5	33,9 70,1	23,7 86,4	31,4 75,4
N ₃ PK	15	29,2 43,5	33,8 88,9	38,5 67,6	25,8 82,5	31,8 70,6

Oz. žito po slunečnici (q/ha)

Kombinace	Číslo	1957 (pšenice oz.) zrno/sláma	1958 zrno/sláma	1959 zrno/sláma	1960 zrno/sláma	Průměr zrno/sláma
O	11	21,3 34,4	29,5 48,1	27,1 43,7	27,7 60,2	26,4 46,6
PK	12	21,2 33,3	33,2 64,7	25,5 43,9	26,8 64,8	26,6 51,7
N ₁ PK	13	30,1 50,2	36,7 72,8	34,2 66,7	29,0 69,7	32,5 64,8
N ₂ PK	14	31,2 58,8	36,2 72,9	39,6 79,5	33,0 69,5	35,0 70,2
N ₃ PK	15	31,1 60,6	28,2 76,5	40,8 81,7	35,4 82,4	33,9 75,3

Slunečnice po ovsu (q/ha)

Kombi- nace	Parcela	1957	1958	1959	1960	Průměr
O	11	286	460	533,5	492	442,8
PK	12	293	435	533,5	465,5	431,7
N ₁ PK	13	406	533	543,0	679,5	540,4
N ₂ PK	14	440	569	576,0	653,0	557,6
N ₃ PK	15	435	576	529,0	660,5	550,1
Průměry	01					510,9

Brambory po oz. žitě

Kombi- nace	Číslo	1957	1958	1959	1960	Průměr
O	11	232	203	220	265	230
PK	12	233	252	224,7	255,5	241,3
N ₁ PK	13	257	265	279,7	316,5	279,5
N ₂ PK	14	291	313	271,5	341,5	304,2
N ₃ PK	15	302	292	260,5	339,5	298,5

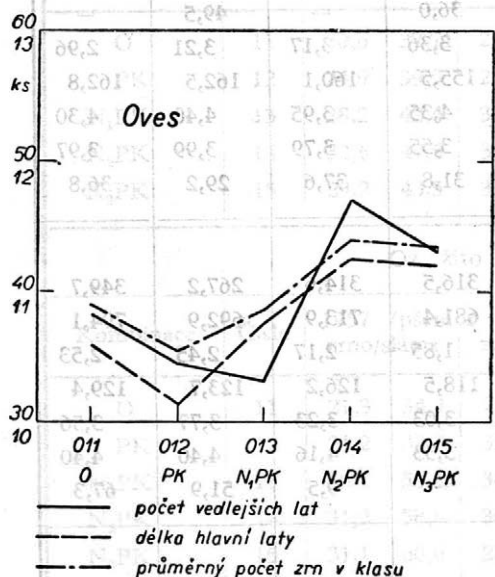
V. Sledované vegetační znaky (prům. hodnoty 1957—60)

Kombinace Plodina — ukazatel	011 O	012 PK	013 N ₁ PK	014 N ₂ PK	015 N ₃ PK
Slunečnice					
Počet rostlin — ks	47,6	36,0	—	49,5	—
Zaplevelenost — body	3,16	3,36	3,17	3,21	2,96
Výška v květu — cm	153,6	155,5	160,1	162,5	162,8
Vyrovnanost — body	3,45	4,35	3,95	4,40	4,30
Celkový stav — body	3,12	3,55	3,79	3,99	3,97
Polehlost — %	27,6	31,8	37,6	29,2	36,8
Žito ozimé					
Počet rostlin — ks	239,8	316,5	314,6	267,2	349,7
Počet všech odnoží — ks	512,00	681,4	713,9	692,9	794,1
Zaplevelenost — body	1,75	1,85	2,17	2,45	2,53
Výška v květu — cm	106,3	118,5	126,2	123,7	129,4
Vyrovnanost — body	2,86	3,03	3,23	3,77	3,56
Celkový stav — body	3,33	3,33	4,16	4,40	4,40
Polehnutí — %	—	—	9,5	51,9	67,3
Brambory					
Počet vzešlých rostlin — ks	93,9	92,9	94,8	93,3	93,8
Zaplevelenost — body	1,87	2,01	1,75	1,79	1,54
Výška v květu — cm	52,7	56,1	55,2	56,6	58,8
Vyrovnanost — body	3,37	3,71	4,06	3,88	4,11
Celkový stav — body	3,40	3,80	4,09	4,12	4,21
Oves					
Počet rostlin — ks	453,4	513,8	465,3	448,8	466,8
Počet odnoží — ks	560,7	595,6	649,1	605,3	669,3
Zaplevelenost — body	2,27	1,79	2,14	2,07	2,04
Výška v květu — cm	74,78	77,58	83,13	84,34	86,99
Vyrovnanost — body	3,61	3,74	3,97	4,27	4,20
Celkový stav — body	3,5	2,97	4,2	4,27	4,5
Polehnutí — body	1	1	1	1	3,5

sívně na výnos zrna i slámy, využití N bylo sníženo o 20 %. Na této kombinaci byla zjištěna nižší vzešlost rostlin ovsu na 1 m² (rozdíl činí 14 %). Střední dávka N (60 kg na ha) ve formě vápnodusíku zvýšila ve dvou pokusných letech výnos zrna a ve třech pokusných letech výnos slámy oproti nižší dávce (40 kg N na ha).

Hnojení PK bylo ve dvou pokusných letech pozitivní a ve dvou letech depresivní vůči kombinaci minerálně nehnojené. Využití fosforu a drasla na této kombinaci bylo odvislé od povětrnostních podmínek, které měly vliv zejména na intenzitu uvolněním dusíku z půdní zásoby.

V posledním pokusném roce 1960 nebylo z metodických důvodů hnojeno k ovsu minerálním dusíkem, a to proto, aby bylo možno zjistit působnost reziduálního dusíku z průmyslových hnojiv zapravených u předplodin — brambor. Sklizňové výsledky ukazují, že silné hnojení k předplodině touto živinou se u následné plodiny téměř neprojevovalo. Maximální zvýšení výnosu zrna na kombinaci N_3PK činí 5 %.



Graf 5.

Stupňovanými dávkami minerálního dusíku zapraveného ve formě vápnodusíku do půdy byla prodloužována délka rostlin, délka laty a zvýšil se počet vedlejších lat a váha zrna v latě (graf 5). Naproti tomu PK hnojením byly laty ve srovnání s kombinací minerálně nehnojenou zkráceny. Délka hlavní laty je v přímé korelaci s počtem vedlejších lat a počtem zrn v latě. Počet neproduktivních odnoží stoupal až ke kombinaci N_2PK , u další zvýšené dávky minerálního dusíku nastal pokles. Objemová váha zrna klesala se zvyšováním dusíku dodaného do půdy.

Z technologických rozborů vyplynulo, že vyšší dávky dusíku ve formě vápnodusíku snížily procento sušiny v zrně ovsa a zvýšily obsah bílkovin v sušině (tabulka VI).

VI. Obsah bílkovin v zrně ovsa

Kombinace hnojení					
O	PK	N_1PK	N_2PK	N_3PK	N_3aPK
10,17	10,20	9,99	10,98	11,31	11,64

Slunečnice po ovsu

Výsledky za čtyři pokusná leta ukazují, že se zvyšováním dávek minerálního dusíku stoupal výnos u slunečnice (na siláž) až do výše dávky 80 kg N/ha (komb. 014) (tabulka IV). Ve třech případech došlo při použití nejvyšší dávky dusíku, tj. 110 kg/ha, k depresi ve výnosech zelené hmoty. V posledním zkušebním roce 1960, kdy došlo při použití maximální dávky dusíku (v síranu amonném na kombinaci N_3PK) ke zvýšení výnosu, bylo toto poměrně malé, rozdíl oproti nižší dávce N činil jen 7 q/ha zelené hmoty.

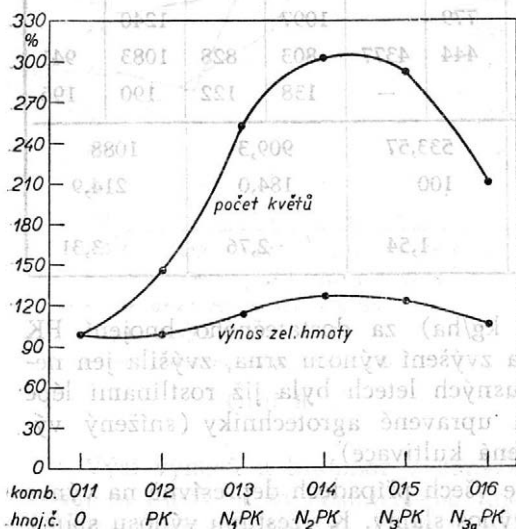
Stupňovaná intenzita hnojení minerálním dusíkem se projevila u slunečnice nejvýrazněji v zelené hmotě (v barvě i váze) v době počátku květu. Později docházelo na kombinacích se zvýšenými dávkami minerálního dusíku k proléhání a k prosýchání porostu. Slunečnice vzhledem ke své krátké vegetační době proto špatně využívala dusík dodaný později na list. Nejvyšší využití N na tvorbu

výnosu bylo dosaženo na kombinaci hnojení N_1PK při dávce 60 N kg/ha. Činilo v průměru 42 %.

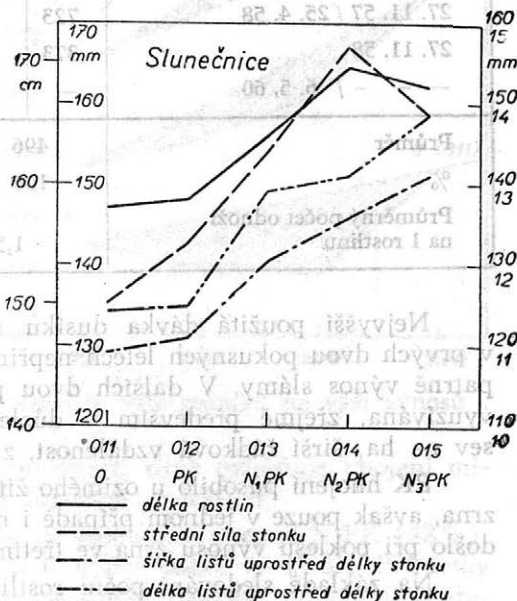
Další sledování ukázalo, že slunečnice není náročná na vláhu, ale má zvýšené požadavky na teplo. V roce 1957 za dostatečného množství srážek během vegetace bylo dosaženo nižšího průměrného výnosu — 371 q/ha — než v roce 1960, kdy za kratší vegetační dobu byl získán průměrný výnos z honu 578,8 q/ha. Průměrná teplota za vegetační období byla v tomto roce o $2,17^\circ C$ vyšší než v roce 1957.

Dusíkaté hnojení u slunečnice značně urychlilo vývoj a jmenovitě počátek květu. Počet květů (rozkvetlých rostlin) na jednotlivých kombinacích hnojení v době sklizně stoupal se zvyšovanými dávkami dusíku až ke kombinaci N_2PK (graf 6). S křivkou vyjadřující počet rozkvetlých rostlin je pak souběžný i průběh výnosové křivky.

Z botanických rozborů vyplynulo, že PK hnojení přineslo minimální hodnoty v délce i váze rostlin (graf 7). Stupňovanými dávkami minerálního dusíku byla zvětšena mohutnost rostlin zejména v olistění.



Graf 6. Počet květů u slunečnice před sklizní ve vztahu k výnosům



Graf 7.

Ozimé žito po slunečnici

V prvním pokusném roce bylo ozimé žito nahrazeno ozimou pšenicí. Vliv přihnojení dusíkem se velmi markantně projevil na kombinaci N_1PK (tabulka IV). Výnos se zvýšil o 8,9 q/ha. To znamená, že dávka 40 kg N v ledku ostravském byla využita na tvorbu výnosu ze 67 %.

Podobně i žito dobře využívalo nejnižší dávku minerálního dusíku (30 kg/ha) ve formě síranu amonného použitého při přípravě půdy na podzim. I zde bylo využití v průměru vyšší než 60 % (62 %).

Další zvýšená dávka minerálního dusíku (+20 kg/ha) zvýšila u ozimého žita výnos zrna v průměru za pokusné období o 2,50 q/ha a výnos slámy o 5,4 q/ha při velmi dobrém využití N z 50 %. Výjimkou byl rok 1958, kdy nemohla být tato dávka patřičně využita v důsledku předčasného polehnutí porostu.

VII. Podzimní a jarní zjišťování počtu rostlin a odnoží u ozimého žita

Datum zjišťování	Počet rostlin							
	na podzim				na jaře			
	kombinace hnojení							
	011	021	014	024	011	021	014	024
25. 10. 58 / 25. 4. 59	526	—	496	—	354	—	347	—
10. 11. 59	238	258	306	244	310	322	323	315
19. 10. 60 / 6. 5. 61	314	307	310	368	—	—	—	—
Průměr	328,6		345,4		328,7		328,3	
%	100		100		100		95	
Počet odnoží								
27. 11. 57 / 25. 4. 58	723	—	779	—	1097	—	1240	—
27. 11. 58	373	392	444	4377	803	828	1083	941
— — — / 6. 5. 60	—	—	—	—	138	122	190	196
Průměr	496		533,57		909,3		1088	
%	100		100		184,0		214,9	
Průměrný počet odnoží na 1 rostlinu	1,5		1,54		2,76		3,31	

Nejvyšší použitá dávka dusíku (70 kg/ha) za dostatečného hnojení PK v prvních dvou pokusných letech nepřinesla zvýšení výnosu zrna, zvýšila jen nepatrně výnos slámy. V dalších dvou pokusných letech byla již rostlinami lépe využívána, zřejmě především v důsledku upravené agrotechniky (snížený výsev na ha, širší řádková vzdálenost, zvýšená kultivace).

PK hnojení působilo u ozimého žita ve všech případech depresivně na výnos zrna, avšak pouze v jednom případě i na výnos slámy. K vzestupu výnosu slámy došlo při poklesu výnosu zrna ve třetím a čtvrtém roce pokusu.

Na základě sledování počtu rostlin a odnoží prováděného na podzim před zámrzem a z jara na počátku vegetace bylo zjištěno, že za normálního průběhu zimního počasí jsou poškozovány rostliny výmrzem na kombinaci hnojení N₂PK o 5 % více než na kombinaci minerálně nehnojené (tabulka VII).

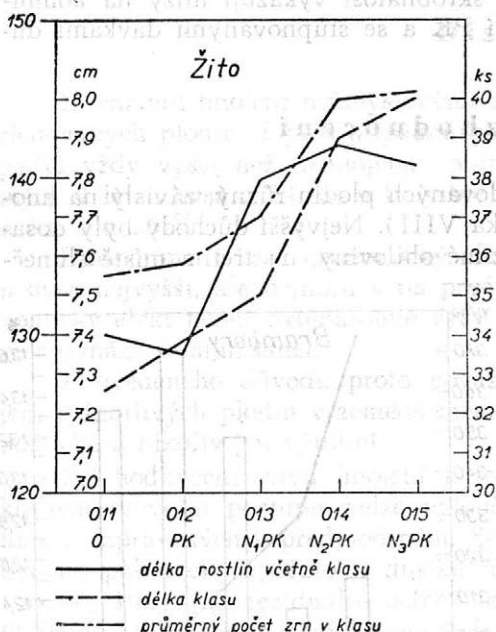
Dále bylo zjištěno, že žito ozimé vytvářelo v průběhu pokusných let na podzim pouze cca 50 % odnoží z celkového počtu všech odnoží zjištěných na jaře. Počet odnoží i výška rostlin stoupaly se stupňovanými dávkami minerálního dusíku. Odnožování žita se zpožďovalo na kombinaci minerálně nehnojené.

Botanické rozboru u ozimého žita svědčí o jisté koleraci mezi délkou rostlin, délkou klasu a počtem zrn v klasu v závislosti na minerálním hnojení (graf 8).

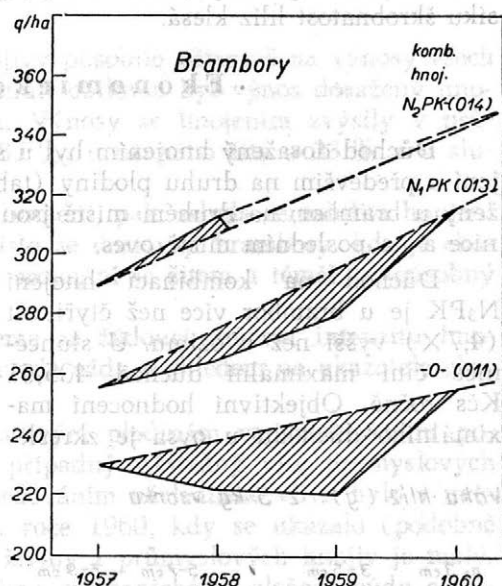
Brambory po ozimém žitě

Brambory byly zařazeny v osevním postupu po ozimém žitě, výjimkou byl rok založení pokusu, kdy následovaly po ovse, a ve druhém roce pokusu po ozimé pšenici.

Draselné a fosforečné hnojení bez přihnojení minerálním dusíkem působilo příznivě na zvýšení výnosů oproti základně hnojené kombinaci v roce 1958 a nepatrně též v roce 1959, zatímco v roce 1957 byly výnosy na těchto kombinacích hnojení na stejné výši a v roce 1960 působilo PK hnojení u brambor depresivně (tabulka IV). Z toho je zřejmé, že hnojení fosforem a draslem našlo uplatnění v letech, kdy povětrnostní činitele byly příznivé pro nitrifikační procesy v půdě.



Graf 8.



Graf 9. Vliv ročníků na výši výnosů

Výši výnosů u brambor v daných podmínkách silně ovlivňuje hnojení minerálním dusíkem za dostatečného hnojení fosforem a draslem.

Nejvyššího využití dusíku bylo dosaženo na kombinaci hnojení N₁PK (42 %), ale i na ostatních kombinacích byl dusík u brambor dobře využíván. Přírůstky výnosů v roce 1957 nejvíce odpovídaly zvyšovaným dávkám minerálního dusíku. V následujícím roce 1958 přinesla maximální výnos kombinace hnojení N₂PK (60 kg N/ha). Zvýšením dávky dusíku na kombinaci N₃PK 90 kg N/ha došlo k depresi ve výnosu hlíz v důsledku silného napadení porostu brambor plísní bramborovou (*Phytophthora infestans*). Z toho vyplývá, že hnojení vyššími dávkami dusíku je účinné za předpokladu, že dostatečně zajistíme ochranu porostu proti plísní bramborové, která zkracuje vegetační dobu u brambor. Podobně jako u ostatních plodin je i u brambor patrná tendence zvyšování výnosů při soustavném intenzivním hnojení všech plodin v osevním postupu. Soustavné intenzivní hnojení všech plodin v osevním postupu má značný vliv i na zajištění vyrovnaných sklizní brambor v letech nepříznivých. Z grafu 9 je patrné, že zvýšené dávky dusíku do jisté míry paralyzovaly nepříznivé povětrnostní vlivy.

Porosty hnojené vyššími dávkami dusíku byly tmavší a měly delší vegetační dobu, neboť žloutnutí natě počalo nejprve na kombinaci PK a na parcelách hnojených jen organicky bez minerálních hnojiv. Kombinace hnojené PK a kombinace minerálně nehnojená byly rovněž relativně více napadeny fytoftorou. Po-

dobně i virové choroby byly nejvíce patrné na porostech nehnojených minerálním dusíkem (kombinace hnojení 011 a 012).

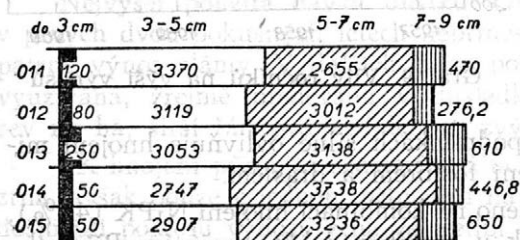
Z botanických rozborů vzorků hlíz vyplynulo, že samotné organické hnojení podporuje tvorbu hlíz v kategorii 3–5 cm, PK hnojení zvýšilo podíl hlíz o velikosti 5–7 cm a intenzivní hnojení minerálním dusíkem zvýšilo podíl hlíz vyšších velikostních skupin (graf 10). Škrobnatost hlíz klesala se stupňovanými dávkami minerálního dusíku, naproti tomu výnos škrobu v q/ha stoupal se zvyšovanými výnosy brambor po ha. Nejvyšší škrobnatost vykazují hlízy na kombinaci hnojené organicky (011). Při hnojení PK a se stupňovanými dávkami dusíku škrobnatost hlíz klesá.

Ekonomické zhodnocení

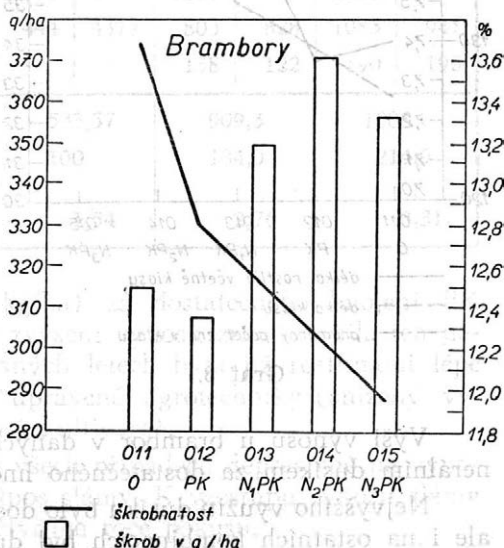
Důchod dosažený hnojením byl u sledovaných plodin různý, závislý na hnojení a především na druhu plodiny (tabulka VIII). Nejvyšší důchody byly dosaženy u brambor, na druhém místě jsou ozimé obiloviny, na třetím místě slunečnice a na posledním místě oves.

Důchod na kombinaci hnojení N₃PK je u brambor více než čtyřikrát (4,7X) vyšší než u ozimu. U slunečnice činí maximální důchod 405,61 Kčs ročně. Objektivní hodnocení maximálního důchodu u ovsa je zkrse-

Váha hlíz (g): z 5 kg vzorku



Graf 10.



Graf 11.

VIII.

Průměry za období 1957–60	Důchod dosažený hnojením				Efektivnost ($\frac{\text{přírůstek}}{\text{náklady}} \times 100$)			
	PK (012)	N ₁ PK (013)	N ₂ PK (014)	N ₃ PK (015)	PK (012)	N ₁ PK (013)	N ₂ PK (014)	N ₃ PK (015)
Žito ozimé a ozimá pšenice	– 223,46	+ 409,86	+ 695,88	+ 523,1	37,06	188,80	230,17	188,24
Brambory	+ 104,20	+ 1354,0	+ 2265,76	+ 2466,71	124,76	350,14	458,48	374,66
Oves	– 173,35	+ 94,55	+ 177,60	+ 44,70	40,78	124,43	140,99	109,99
Slunečnice	–	+ 274,76	+ 405,61	+ 239,61	–	141,62	156,90	129,92

no tím, že oves v posledním pokusném roce nebyl hnojen dusíkem a že bylo k němu hnojeno zvýšenými dávkami PK pro následný podsev. Nízkých, popřípadě negativních hodnot důchodů bylo dosaženo u kombinací nehnojených dusíkem (PK). Vysoká ekonomická výhodnost hnojení brambor je potvrzena i vysokou efektivností s maximem na kombinaci hnojení N_2PK (458,48 %). U ozimů činí maximum efektivnosti 230,17 % na téže kombinaci hnojení.

Diskuse

Intenzivní hnojení průmyslovými hnojivy působilo příznivě na výnosy všech sledovaných plodin. I přes případné polehnutí obilovin byl výnos dosažený hnojením vždy vyšší než nehnojená kontrola. Výnosy se hnojením zvýšily v průměru 4 let u ovsa o 54 %, u brambor o 35 %, u ozimého žita o 33 % a u slunečnice o 26 %.

Hodnotíme-li však ekonomický efekt hnojení, pak nebyla rentabilita hnojení u ovsa nejvyšší, ale nejnižší a na prvé místo se dostávají brambory, kde je ekonomický efekt téměř dvojnásobně vyšší ve srovnání se žitem a téměř trojnásobný ve srovnání se slunečnicí.

Z uvedeného důvodu proto považujeme za žádoucí určovat intenzitu hnojení jednotlivých plodin v zemědělském závodě vždy s ohledem na ukazatele ekonomické a nikoliv jen výrobní.

Při hodnocení vlivu hnojení k jednotlivým plodinám ve stacionárním pokusném osevním postupu nelze vyloučit případný následný vliv průmyslových hnojiv zapravených k předplodinám. Se sledováním následného vlivu bylo v uvedených pokusech započato u dusíku až v roce 1960, kdy se ukázalo (podobně i v roce 1961), že reziduální účinek této živiny z průmyslových hnojiv je malý. Odpovídá to malé sorpční kapacitě, lehkému mechanickému složení půdy a humidnímu klimatu stanoviště pokusu, podmiňujícímu intenzivní vyluhování. Otázka reziduálního účinku ostatních živin je řešena od roku 1961 a jeví se pozitivní. Naše výsledky jsou v souladu s údaji Čvančary (1962), který u dusíkatých hnojiv neuvádí následnou účinnost, zatímco u fosforečných hnojiv 25–50 % a u draselných cca 30 %.

Očekávaný vliv reziduálního působení hnojiv při intenzivním prohnojování půdy v osevním postupu se u brambor projevil, absolutní výnosy i přírůstky výnosů při dávce 40 kg N/ha měly od roku 1957 do roku 1960 vzestupnou tendenci. Ke stejným závěrům došel Black (1958) v dlouhodobých pokusech s bramborami.

Naše zjištění, že intenzivní hnojení dusíkem při dostatečném hnojení PK vyrovnává nepříznivý vliv povětrnosti a zmenšuje riziko špatné úrody, je ve shodě se závěry exaktních pokusů prováděných Kůrtěnem (1954). Dále jsme mohli potvrdit snižování projevů symptomů chorob po zvýšeném dusíkatém hnojení pozorované Schulzem (1958). Snižování obsahu škrobu ve hlízách bramborů při používání zvyšovaných dávek průmyslových hnojiv bylo pozorováno např. již též Palienkem (1958).

Vliv průmyslových hnojiv na brambory byl velmi výrazný. Při intenzivním hnojení fosforem (72 kg P_2O_5 /ha) a draslem (180 kg K_2O /ha) působily jednoznačně na zvyšování výnosu dávky dusíku do 40 kg N/ha. Dodaný dusík byl využit na tvorbu výnosu hlíz v průměru ze 42 %, což je o 6 % více než udává jako optimum Kolářík (1959). Při dávce 40 kg N/ha bylo dosahováno nej-

většího zastoupení hlíz sadbové velikosti. Proto ji považujeme za optimum pro hnojení sadbových brambor (základně hnojených hnojem).

U slunečnice byl výnosový efekt velmi závislý na době sklizně, to znamená na objemu zelené hmoty, jejíž maximum tvorby u různých kombinací hnojení nespadá do termínu, v němž byla provedena sklizeň všech kombinací současně.

Pozorovali jsme přímou závislost mezi výnosem v době květu a počtem květů. V době plného květu však nastal již úbytek na váze zelené hmoty. Souhlasíme proto s V e n c l a v i č e m (1954), který uvádí, že nejvhodnější dobou sklizně slunečnice na siláž je období, kdy polovina rostlin rozkvétá.

Při dostatečném hnojení fosforem ($72 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) a draslem ($220 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$) se ukázala jako optimální dávka $80 \text{ kg N}/\text{ha}$, i když nejvyšší průměrné využití dusíku na tvorbu výnosu (42%) bylo dosaženo při dávce $60 \text{ kg}/\text{ha}$. Zdůraznění dusíkatého hnojení pro silážní kukuřici nacházíme obecně v literatuře. Tak např. D u c h o ň (1948) doporučuje $80 \text{ kg N}/\text{ha}$ v síranu amonném.

Ozimá pšenice, která byla zařazena v pokuse pouze v prvním roce, a to po ovsu, ukázala výraznou reakci na dávku $40 \text{ kg N}/\text{ha}$ z jara na list, přírůstek na 1 kg činil $22,3 \text{ kg}$ zrn, což odpovídá maximu udávanému D u c h o ň e m - H a m p l e m (1959), A s d o n k e m - J a k o b e m (1943), B i e d e r - e c k e m - K e e s e r e i t h e m (1938).

Rovněž u žita ozimého bylo vysoké využití dávky 30 kg N ve formě síranu amonného při předsetové přípravě (62%), což leží nad hranicí optima udávanou K o l á ř í k e m (1959). Zatímco u ozimé pšenice dokazuje řada prací v mnohých podmínkách lepší účinek N použitého na jaře, ukázaly naše pokusy, že u žita je výhodnější aplikace většího podílu N v síranu amonném na podzim. Také K a l i n k e v i č - M o l o s o v (1955) uvádějí řadu výhod podzimního dusíkatého hnojení. Vyšší dávky N působily v našich pokusech u ozimého žita často poléhání, ale úprava normy výsevu je zčásti odstranila. Na nebezpečí poléhání obilovin ve vztahu k hustotě setby upozorňuje například L a r s o n (1955), který udává ekonomickou hranici dávek dusíku u ozimů mezi 50 až $100 \text{ kg}/\text{ha}$ v závislosti na stanovištních podmínkách.

Oves reagoval velmi dobře na dávku $40 \text{ kg N}/\text{ha}$ v dusíkatém vápnu (využití = $65,7 \%$). Při dalším stupňování dusíku na $80 \text{ kg}/\text{ha}$ docházelo k výnosovým depresím, nezpůsobeným polehlými porosty.

U obilovin jsme sledovali vliv hnojení na tvorbu produktivních odnoží, kde se ukázala souvislost se sklizní. Se zvyšováním počtem produktivních odnoží stoupal výnos zrna.

Souhrn

1. Intenzivním hnojením průmyslovými hnojivy bylo dosaženo za čtyřleté pokusné období (1957–1960) vysokých průměrných přírůstků výnosů, které činily u ovsa 54% , u brambor 35% , u žita 33% a u slunečnice 26% . Z ekonomického hlediska byla rentabilita hnojení nejvyšší u brambor (458%), žita ozimého (230%) a slunečnice (156%).

2. Nejvyššího využití dusíku z průmyslových hnojiv na tvorbu výnosu bylo dosaženo při dostatečném hnojení fosforem a draslem u brambor při dávce 40 kg v síranu amonném použitým v době přípravy půdy, u slunečnice při dávce $50 \text{ kg N}/\text{ha}$ v síranu amonném ($20 \text{ kg N}/\text{ha}$ při přípravě půdy a $40 \text{ kg N}/\text{ha}$ na list), u ozimého žita při dávce $30 \text{ kg}/\text{ha}$ v síranu amonném použitým při přípravě půdy a u ovsa při dávce $40 \text{ kg}/\text{ha}$ N v dusíkatém vápnu použitým 14 dnů před setím.

3. Následné působení dusíku z průmyslových hnojiv bylo u ovsa v bramborářské oblasti nepatrné (5 %).

4. Na výnosy brambor mělo značný vliv soustavné prohnožování půdy v rámci osevního postupu. Absolutní výnosy i přírůstky výnosů při dávce 40 kg/ha N měly od roku 1957 stále vzestupnou tendenci.

5. Potvrdilo se, že se zvyšovanými dávkami minerálního dusíku klesá u brambor škrobnatost. Výroba škrobu v q po ha však stoupala. Podíl sadbových hlíz při dávkách N nad 40 kg klesal a projevy chorob byly svěží barvou nati zastírány.

6. Při sledování vlivu živin z průmyslových hnojiv na tvorbu produktivních odnožování obilovin se ukázala souvislost mezi optimálním počtem rostlin na jednotce plochy, řádkovou vzdáleností a intenzitou hnojení vzájemně na sebe působící. Tyto faktory při optimálním poměru vytvářejí předpoklady pro maximální sklizně v závislosti na odnožovací schopnosti jednotlivých druhů a odrůd obilovin.

7. Vyrovnané hnojení na kombinaci N_2PK mělo většinou velmi příznivý vliv na tvorbu výnosů. U ozimého žita bylo dosaženo největšího počtu zrn v klase při vysokém podílu velkých zrn. Poměr živin dodaných v průmyslových hnojivech ($N : P_2O_5 : K_2O$) na uvedené kombinaci u žita byl 1 : 1,2 : 1,65.

3. Z dosavadních výsledků je možno odvodit praktickou hnojařskou zásadu, že na lehčích půdách v humidnějším klimatu je třeba dodávání živin v průmyslových hnojivech poměrně dosti přizpůsobit časovým nárokům hnojených ploidin na živiny, a to s ohledem na jejich pohotovou zásobu v půdě v daném období.

Došlo, dne 10. 7. 1963.

Literatura

1. Asdonk T., Jacob A.: Zusammenfassung der Ergebnisse der in den Jahren 1935–38 durchgeführten Kalidüngungsversuche der Landwirtschaftliche-Technischen Kalistelle und der Landwirtschaftlichen Abteilung des Deutschen Kalisyndikates. Z. f. Pflanzenern., Düngung u. Bodenk. 32, 77, 16–35, 1943. — 2. Baier J.: K výzkumu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR, Rostlinná výroba 9, 3–4, 271–286, 1963. — 3. Biederbeck A., Keese H., Reith H.: Ergebnisse von Stickstoffdüngungsversuchen aus den Jahren 1925–1936. Z. f. Pflanzenern., Düngung u. Bodenkunde 7, 52, 200–222, 1938. — 4. Black W. N., Cairns R. R.: The effect of varying levels of nitrogen, phosphorus and potassium and manure on the yield and starch content of potatoes. Canad. Jour. Soil Sci 38, 1, 1–7, 1958. — 5. Čvančara F.: Zemědělská výroba v číslech. Praha 1962. — 6. Duchon F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha 1948. — 7. Duchon F., Hampl J.: Agrochemie. Praha 1959. — 8. Jürgens-Gschwind S.: Düngemittel und Düngung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Deutschland. Phosphorsäure 16, 200–216, 1956. — 9. Franck O.: Einige Gesichtspunkte über die Phosphatdüngung unserer Mineralböden. Phosphorsäure 14, 259–262, 1954. — 10. Kalinkevič A., Mosolov I.: Osenjaja podkormka ozimych kultur. Selskoe chozajstvo 211, 2, 1955. — 11. Kolářík J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. Pra-

ha 1959. — 12. Kürten P. W.: Schwefelsaures Ammoniak zu Kartoffeln. Der Kartoffelbau 6, 146-148, 1954. — 13. Larsson C.: Kvävegödsling till sträsäd. Jordbrukarnas Föreningsblad 25, 50. Příloha: Försök och Forskning 12, 11/12, 115-116, 1955. — 14. Palijenko T. E., Meržvinskaja I. M., Korbut G. A.: Vlijaniye različnykh sposobov vnesenija navoza i mineralnykh udobrenij na urožaj kartofelja. Udobrenije i urožaj 3, 5, 19-21, 1958. — 15. Schulze E.: Zusammenwirkungen von Tageslänge und Höhe der Stickstoffgabe bei Kulturkartoffeln. Zeitschr. f. Acker- u. Pflanzenbau 105, 3, 258-270, 1958. — 16. Vencla-Vovič F. S.: Podsolnečnik na silos. Moskva 1954.

Влияние высоких доз минеральных удобрений в севообороте в картофельной области

II сообщение: Влияние высоких доз минеральных удобрений на урожай отдельных культур (результаты 1957—1960 гг.)

1. Благодаря интенсивному удобрению минеральными удобрениями, за четырехлетний опытный период (1957—1960 гг.) были достигнуты высокие средние приросты урожая, которые составляли у овса 54 %, у картофеля — 35 %, у ржи — 33 % и у подсолнечника — 26 %. С экономической точки зрения рентабельность удобрения, однако, была самой высокой у картофеля (458 %), озимой ржи (230 %), подсолнечника (156 %).

2. Наибольшее использование азота минеральных удобрений в образовании урожая было достигнуто у картофеля при достаточном удобрении фосфором и калием дозой 40 кг в форме сернокислого аммония, внесенного во время подготовки почвы, у подсолнечника при дозе 60 кг/га N в форме сернокислого аммония (20 кг N/га при подготовке почвы и 40 кг N/га на лист), у озимой ржи при дозе 30 кг/га в форме сернокислого аммония, внесенного при подготовке почвы, и у овса при дозе 40 кг/га N в форме цианмида кальция, внесенного за 2 недели до начала посева.

3. Последствия действия азота минерального удобрения в картофельной области у овса были незначительны (5 %).

4. Большое влияние на урожай картофеля оказала систематическая подкормка почвы в рамках севооборота. Абсолютные урожаи и приросты урожаев при дозе 40 кг/га N, начиная с 1957 г., имели постоянно возрастающую тенденцию.

5. Подтвердилось, что с повышением доз минерального азота крахмалистость в картофеле понижается. Производство крахмала в ц/га, однако, повышалось. Доля посадочных клубней при дозах N, превышающих 40 кг, уменьшалась, а проявления болезней маскировались свежим цветом ботвы.

6. В ходе изучения влияния питательных веществ минеральных удобрений на образование продуктивных кущений зерновых была установлена зависимость между оптимальным числом растений на единицу площади, междурядием и интенсивностью удобрения, которые между собой взаимосвязаны. Эти факторы в оптимальных условиях создают предпосылки для максимального урожая в зависимости от способности к кущению отдельных видов и сортов зерновых.

7. Выравненное удобрение в комбинации N_2PK в большинстве случаев оказало положительное воздействие на урожайность. У озимой ржи было достигнуто наибольшее количество зерен в колосе с большой долей крупных зерен. Отношение питательных веществ минеральных удобрений ($N : P_2O_5 : K_2O$) к приведенной комбинации у ржи следующее: 1 : 1, 2 : 1,65.

8. На основании полученных результатов можно установить практический принцип удобрения: на более легких почвах с влажным климатом внесение питательных веществ минеральных удобрений необходимо приспосабливать к по временным требованиям удобряемых культур по отношению к питательным веществам, с учетом доступного резерва в данный момент в почве.

Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben in den Fruchtfolgen im Kartoffelproduktionsgebiet

II. Mitteilung: Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben auf die Erträge der einzelnen Feldfrüchte (Ergebnisse aus den Jahren 1957 bis 1960)

1. Durch die intensive Düngung mit Mineraldüngemitteln wurden in einer vierjährigen Versuchsperiode (1957 bis 1960) hohe durchschnittliche Ertragssteigerungen erzielt, die bei Hafer 54 %, bei Kartoffeln 35 %, bei Roggen 33 % und bei Sonnenblumen 25 % betragen. Vom ökonomischen Gesichtspunkt war aber die Rentabilität der Düngung am höchsten bei Kartoffeln (458 %), bei Winterroggen (230 %) und bei Sonnenblumen (156 %).

2. Die beste Ausnutzung des Stickstoffs aus den Mineraldüngern für die Fruchtbildung wurde bei einer zusätzlichen Düngung mit Phosphor und Kali bei Kartoffeln bei einer Düngergabe von 40 kg/ha N im Ammoniumsulfat in der Zeit der Bodenvorbereitung erzielt, bei Sonnenblumen bei einer Gabe von 60 kg/ha in Ammoniumsulfat (20 kg N/ha bei der Bodenbearbeitung und 40 kg N/ha als Kopfdüngung), bei Winterroggen bei einer Gabe von 30 kg/ha im Ammoniumsulfat in der Zeit der Bodenbearbeitung und bei Hafer bei einer Gabe von 40 kg N/ha im Stickstoffkalk 14 Tage vor dem Drillen.

3. Die Nachwirkung des Stickstoffs aus Mineraldüngemitteln war bei Hafer in Kartoffelanbaugesieten unwesentlich (5 %).

4. Auf den Kartoffelertrag hatte die systematische Düngung des Bodens im Rahmen der Fruchtfolgen einen hohen Einfluß. Vom Jahre 1957 an wiesen die absoluten Erträge und die Ertragszunahmen bei einer Dosis von 40 kg N/ha eine dauernd steigende Tendenz auf.

5. Es bestätigt sich, daß durch die Steigerung der Gaben an mineralischem Stickstoff der Stärkegehalt der Kartoffeln sinkt. Die Stärkeproduktion in Dezitonnen je Hektar nahm aber zu. Bei Stickstoffgaben über 40 kg nahm der Anteil an Pflanzkartoffeln ab und die Krankheitserscheinungen wurden durch die frische Farbe des Kartoffelkrauts verdeckt.

6. Bei der Verfolgung des Einflusses der Nährstoffe aus Mineraldüngern auf die produktive Bestockung von Getreide zeigte sich eine Abhängigkeit zwischen der

optimalen Pflanzenanzahl je Flächeneinheit, der Reihenentfernung und der Düngungsintensität. Die Faktoren, die sich gegenseitig beeinflussen, bilden bei einem optimalen Verhältnis und in Abhängigkeit von der Bestockungsfähigkeit der einzelnen Arten und Sorten des Getreides Voraussetzungen für einen maximalen Ertrag.

7. Eine ausgeglichene Düngung in der Kombination N_2PK hatte auf den Ertrag meistens einen sehr günstigen Einfluß. Bei Winterroggen wurde die größte Körneranzahl in der Ähre bei einem hohen Anteil an großen Körnern erzielt. Das Verhältnis der in den Mineraldüngern zugeführten Nährstoffe ($N : P_2O_5 : K_2O$) war in der angeführten Kombination bei Roggen 1 : 1,2 : 1,65.

8. Aus den bisherigen Ergebnissen kann der praktische Grundsatz für die Düngung abgeleitet werden, daß auf leichteren Böden und in humiderem Klima die Nährstoffzuführung in den Mineraldüngemitteln verhältnismäßig stark den augenblicklichen Ansprüchen der gedüngten Früchte an die Nährstoffe anzupassen ist, und zwar mit Rücksicht auf den in der gegebenen Zeit verfügbaren Nährstoffvorrat im Boden.

Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v řepářské oblasti

II. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výnosy jednotlivých plodin (výsledky z let 1957–60)

Влияние высоких доз минеральных удобрений в севооборотах в области свекловодства

II сообщение: Влияние высоких доз минеральных удобрений на урожай отдельных культур (результаты 1957—1960 гг.)

Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben in den Fruchtfolgen im Rübenproduktionsgebiet

II. Mitteilung: Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben auf die Erträge der einzelnen Feldfrüchte (Ergebnisse aus den Jahren 1957 bis 1960)

Inž. Přemysl STRNAD

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, ředitel DrSc. doc. inž. J. Foltýn, Ruzyně, pracoviště Čáslav

Výsledky dlouhodobého stacionárního hnojařského pokusu (VOP) v řepářské oblasti (Čáslav) uvedené v I. sdělení (Strnad, 1963) ukázaly sumární vliv zvýšených dávek průmyslových hnojiv na výrobnost osevního postupu. Přitom zůstal zatím nepovšimnut vliv soustavného prohnojování půdy na výnosy jednotlivých druhů plodin, které byly ve sledovaném úseku našeho osevního postupu zařazeny.

V tomto sdělení je proto podrobně hodnocen vliv zvýšených dávek průmyslových hnojiv na výnosy zrna a slámy ozimé pšenice a jarního ječmene, na výnos bulev a chrástu cukrovky a na výnos hlíz u brambor v úseku čtyř let.

Již samo založení víceletých stacionárních pokusů v různých výrobních oblastech ČSSR (Baier, 1963) sledovalo možnost zabývat se sumárním účinkem průmyslových hnojiv na výnosy především těch plodin, které jsou pro příslušnou ob-

I.

Plodina	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Pšenice oz. — zrno	10—22 kg	4—7 kg	2—5 kg
Ječmen j. — zrno	8—15 kg	4—6 kg	3—7 kg
Cukrovka — bulvy	60—100 kg	40—70 kg	29—80 kg
Brambory — hlízy	50—120 kg	20—50 kg	18—42 kg

last typické. Pro řepařskou oblast je to především cukrovka, sladařský ječmen a pšenice ozimá (méně již brambory). Přímý vliv průmyslových hnojiv vyjádřený přírůstkem výnosu na 1 kg č. živin byl již zkoumán četnými autory. Podle údajů, které zjistili Duchoň — Hampl (1962), Asdonk a Jacob (1943), Biederbeek — Keese, Reith (1938), se přírůstek hlavního produktu na 1 kg živiny pohybuje v rozmezí uvedeném v tabulce I.

Již tato čísla svědčí o zvýšené potřebě živin především u těch plodin, pro něž ostatní vegetační faktory jsou v řepařské oblasti tak příznivé, že umožňují při dostatku živin dosahovat vysokých výnosů.

Největší spotřebu z hlavních plodin v řepařské oblasti má cukrovka. Kolářík (1959) uvádí pro cukrovku na výnos 450 q bulev spotřebu 180 kg N, 72 kg P_2O_5 a 225 kg K_2O . Kürten — Wermke (1957) a Kürten — Wobst (1960) používají pro cukrovku dávky 80, 120 a 160 kg N, 90–110 kg P_2O_5 a 160–180 kg K_2O na 1 ha.

Z plodin sledovaných v našem pokuse má nejmenší spotřebu živin ječmen jarní. Např. Kolářík (1959) uvádí pro cukrovku na výnos 40 q zrna potřebu 96 kg N, 48 kg P_2O_5 a 96 kg K_2O . Vogler (1958) používá u ječmene dávky 30–50 kg N, 40–50 kg P_2O_5 a 80–160 kg K_2O .

Baier, Němec a Škopík (1961) doporučují jen slabé hnojení ječmene po cukrovce, a to do 45 kg P_2O_5 a do 100 kg P_2O s tím, že po silně hnojené cukrovce, zejména je-li do ječmene podséván podsev, upouštějí od hnojení nejen dusíkem, ale i fosforem a draslem.

Metodika a pracovní postup

Podmínky pokusu, půdoznalecká charakteristika, klimatické a povětrnostní podmínky, agrochemická charakteristika stanoviště jakož i schéma a postup při založení pokusu byly uvedeny v I. sdělení (Strnad, 1963).

Sledované plodiny — cukrovka, jarní ječmen, ozimá pšenice a brambory byly v letech 1957–60 umístěny na následujících honech (tabulka II).

II. Umístění plodin na honu

Plodina	1957	1958	1959	1960
Cukrovka	4	3	6	5
Ječmen jarní	5	4	3	6
Brambory	6	5	4	3
Pšenice ozimá	3	6	5	4

Dávky živin v průmyslových hnojivech použité k jednotlivým plodinám v jednotlivých letech na kombinacích PK, N_1PK , N_2PK a N_3PK jsou uvedeny v přehledné tabulce III. Formy hnojiv a technika hnojení byly uvedeny v I. sdělení.

Výsledky

Cukrovka (tabulka IV a grafy 1 a 2)

Zařazení cukrovky v osevním postupu v roce 1957 po ozimé pšenici odpovídalo zásadám správného sledu plodin. Samotné hnojení hnojem stačilo spolu s půdní zásobou živin k dosažení vysokého výnosu 439,8 q bulev z 1 ha. Po přihnojení fosforem a draslem se zvýšil výnos bulev i chrástu. Zvýšení výnosu bylo

III. Schéma hnojení průmyslovými hnojivy a dávky v jednotlivých letech

Plodina	Rok	Kombinace hnojení														
		O			PK			N ₁ PK			N ₂ PK			N ₃ PK		
		dávky průmyslových hnojiv v kg č. ž. / ha														
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Pšenice ozimá	1957	—	—	—	—	100	160	40	100	160	60	100	160	80	100	160
	1958	—	—	—	—	72	100	40	72	100	60	72	100	80	72	100
	1959	—	—	—	—	72	100	40	72	100	60	72	100	80	72	100
	1960	—	—	—	—	72	100	40	72	100	60	72	100	80	72	100
Cukrov- ka	1957	—	—	—	—	111	220	60	111	220	90	111	220	120	111	220
	1958	—	—	—	—	72	180	60	72	180	90	72	180	120	72	180
	1959	—	—	—	—	72	180	60	72	180	90	72	180	120	72	180
	1960	—	—	—	—	72	180	60	72	180	90	72	180	120	72	180
Ječmen	1957	—	—	—	—	93	140	20	93	140	40	93	140	60	93	140
	1958	—	—	—	—	54	100	20	54	100	40	54	100	60	54	100
	1959	—	—	—	—	54	100	20	54	100	40	54	100	60	54	100
	1960	—	—	—	—	96	220	—	96	220	—	96	220	—	96	220
Bram- bory	1957	—	—	—	—	111	260	60	111	260	80	111	260	110	111	260
	1958	—	—	—	—	72	220	60	72	220	80	72	220	110	72	220
	1959	—	—	—	—	72	220	60	72	220	80	72	220	110	72	220
	1960	—	—	—	—	72	220	60	72	220	80	72	220	110	72	220

IV. Výnosy cukrovky v q/ha

Kombi- nace	1957		1958		1959		1960		Průměr	
	bulvy	chrást	bulvy	chrást	bulvy	chrást	bulvy	chrást	bulvy	chrást
O	439,8	334,6	433,7	261,2	326,40	104,9	442,8	183,0	410,67	220,92
PK	450,2	374,0	477,6	314,16	370,40	111,2	505,0	209,4	450,80	252,30
N ₁ PK	443,7	449,8	505,4	433,50	349,20	126,4	524,3	271,2	455,65	320,22
N ₂ PK	447,9	522,1	502,0	466,80	371,60	178,1	551,4	361,5	468,22	382,12
N ₃ PK	453,7	547,3	508,0	487,00	372,50	161,2	553,9	416,9	472,02	403,10

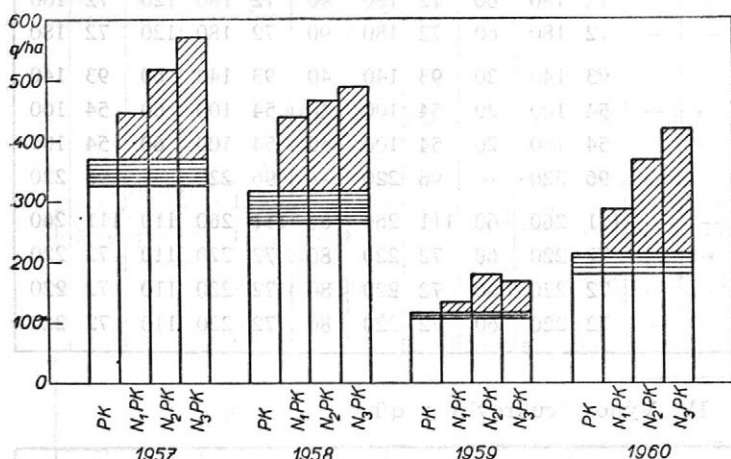
ovlivněno již známým faktem o výhodnosti zaorávání hnoje s fosforečnými a draselnými hnojivy. Po přihnojení dusíkem z průmyslových hnojiv u kombinace N₁PK v dávce 60 kg/ha výnos bulev nestoupal, zvyšoval se pouze výnos chrástu. Rovněž dalším stupňováním dávek dusíku stoupal pouze výnos chrástu. Zvyšování výnosu chrástu je velmi zřetelné z poměru bulev : chrástu (tabulka V).

V roce 1958 se již uplatnil příznivě dusík u kombinace N₁PK na zvyšování výnosu bulev. Dalšími dávkami dusíku se výnos bulev však již nezvyšoval.

Kombi- nace	1957		1958		1959		1960		PrŮmĚr	
	bulvy	chrášt	bulvy	chrášt	bulvy	chrášt	bulvy	chrášt	bulvy	chrášt
O	1	0,76	1	0,60	1	0,32	1	0,41	1	0,53
PK	1	0,83	1	0,65	1	0,30	1	0,41	1	0,55
N ₁ PK	1	1,01	1	0,85	1	0,36	1	0,51	1	0,70
N ₂ PK	1	1,16	1	0,92	1	0,47	1	0,65	1	0,81
N ₃ PK	1	1,20	1	0,95	1	0,43	1	0,75	1	0,85

Shodně s předcházejícím rokem se stupňovanými dávkami dusíku stoupal výnos chrástu.

Rok 1959 byl mimořádně suchý, nedostatek srážek nepříznivě ovlivnil jak využití dusíku z hnoje, tak i z průmyslových hnojiv. I v tomto extrémně suchém

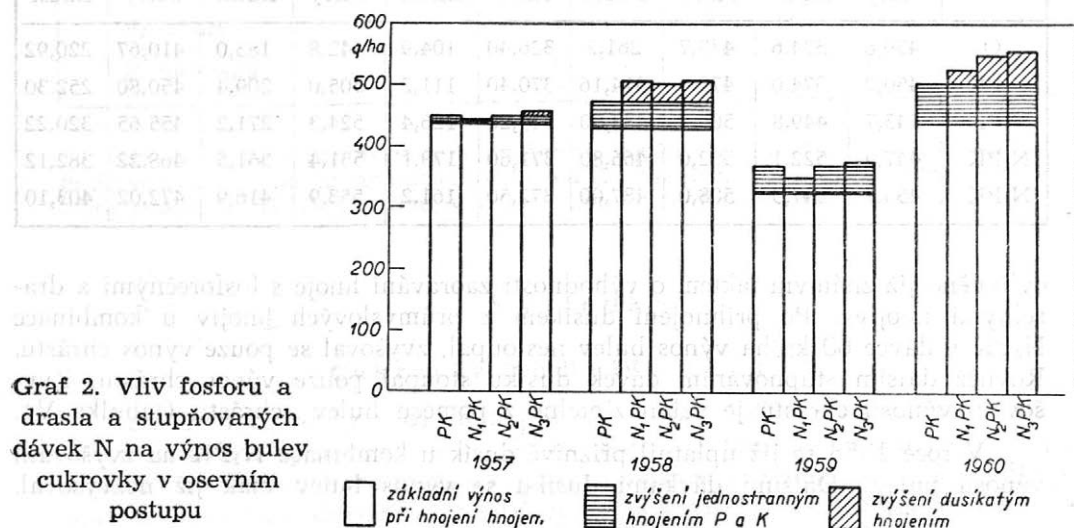


Graf 1. Vliv fosforu a drasla u stupňovaných dávek N na výnos chrástu cukrovky v osevním postupu

□ základní výnos při hnojení

▨ zvýšení jednostranným hnojením P a K

▩ zvýšení dusíkatým hnojením



Graf 2. Vliv fosforu a drasla a stupňovaných dávek N na výnos bŮlev cukrovky v osevním postupu

□ základní výnos při hnojení

▨ zvýšení jednostranným hnojením P a K

▩ zvýšení dusíkatým hnojením

roce působilo velmi příznivě fosforečné a draselné hnojení při současném zaorávání hnoje. Výnos chrástu se i přes nepříznivé povětrnostní podmínky se stupňovaným dusíkatým hnojením zvyšoval.

V roce 1960 bylo dosaženo téměř shodného základního výnosu bulev na kombinaci hnojené pouze hnojem jako v letech 1957 a 1958. Přírůstky výnosu bulev byly však oproti těmto letům podstatně vyšší. Maximální využití dusíku na tvorbu výnosu bulev se posunulo až na kombinaci N_2PK .

Ječmen jarní (tabulka VI)

V roce 1957 při založení pokusu byl jarní ječmen zařazen po ozimé pšenici. Nevhodnost předplodiny se projevila i na výnosech, na kombinaci 0 byl výnos zrna pouze 24,30 q/ha. Hnojením fosforečnými a draselnými hnojivy se zvýšil nepatrně výnos zrna, podstatně však stoupl výnos slámy. Dusíkatým hnojením za dostatku fosforu a drasla se výnos ječmene zvyšoval dávkou 20–40 kg N/ha cca o 2 q zrna na každých 20 kg N. Při dávce 60 kg N došlo již k výnosové depresi, ječmen polehl, snížil se výnos zrna, výnos slámy však ještě stoupl. Maximální využití dusíku v tomto roce z průmyslových hnojiv bylo dosaženo u kombinace N_2PK — 36 %. U této kombinace bylo dosaženo nejvyššího využití dusíku na tvorbu výnosu z průmyslových hnojiv přírůstkem výnosu, a to dávkou 20 kg N/ha.

V roce 1958 využití dusíku z průmyslových hnojiv na tvorbu výnosu zrna dosáhlo u první dávky dusíku (kombinace N_1PK) 45 % a snižovalo se s vyššími dávkami. Vysoké využití dusíku u této kombinace oproti roku 1957 odpovídá nižší hladině dusíku v půdní zásobě, která byla snížena vysokou sklizní cukrovky v roce 1957.

Výnos jarního ječmene v roce 1959 oproti letům předcházejícím podstatně

VI. Výnosy jarního ječmene v q/ha

Kombinace	1957		1958		1959		1960		Průměr			
	zrno sláma		zrno sláma		zrno sláma		zrno sláma		zrno		sláma	
									4 r.	3 r.	4 r.	3 r.
O	24,30	36,70	22,75	34,90	35,66	39,24	41,96	46,34	31,16	27,57	39,29	36,94
Poměr zrna : slámě										1,00		1,33
PK	26,20	48,50	22,40	37,80	35,67	47,43	42,59	55,31	31,71	28,09	47,26	44,57
Poměr zrna : slámě										1,00		1,58
N_1PK	28,05	46,20	26,15	41,85	43,14	46,06	48,72	57,88	36,51	32,44	47,99	44,70
Poměr zrna : slámě										1,00		1,37
N_2PK	32,20	55,20	28,30	46,00	46,31	51,49	47,34	55,96	38,53	35,60	52,16	50,89
Poměr zrna : slámě										1,00		1,42
N_3PK	31,70	57,05	28,05	48,10	42,49	64,61	48,51	57,79	37,68	34,11	56,88	56,58
Poměr zrna : slámě										1,00		1,65

stoupl. Byla změněna odrůda, ječmen Stupický-Hanácký byl nahrazen Valtickým. Jestliže v roce 1957 a 1958 výnosy u kombinace N₁PK při dávce 20 kg N/ha stouply cca o 2–4 q oproti kombinaci PK, v roce 1959 se zvýšil výnos zrna o 7,47 q/ha a využití dusíku dosáhlo 89,6 %. Přidaný dusík u kombinace N₂PK (20 kg/ha) byl využit ze 36 %. Další zvyšování dusíku na 60 kg/ha působilo na výnos zrna již depresivně, stoupl pouze výnos slámy.

V roce 1960 nebylo již hnojeno vůbec dusíkem, abychom si ověřili jeho reziduální působení. Hnojení dusíkatými průmyslovými hnojivy k předplodině (cukrovce) se příznivě projevilo na výnos jarního ječmene. Vlivem reziduálního působení dusíku se zvýšil výnos jarního ječmene v zrně až o 6,13 a slámy o 2,57 q/ha. Při tom však nebyl zjištěn zřetelný rozdíl ve výnose mezi třemi kombinacemi se stupňovanými dávkami dusíku k cukrovce (60, 90 a 120 kg N/ha). Na vyšší hladinu dusíku, který měl jarní ječmen k dispozici, se však dalo soudit z poněkud vyššího polehnutí porostu na kombinaci N₃PK.

Pšenice ozimá (tabulka VII)

V roce založení pokusu, kdy musela být ozimá pšenice zařazena opět po ozimé pšenici, bylo dosaženo intenzivním hnojením vysokých sklizní zrna i slámy. Jednostranné hnojení fosforečnými a draselnými hnojivy výnos zvyšovalo pouze nepatrně. Podstatné zvýšení výnosu ozimé pšenice bylo dosaženo po přihnojení 40 kg N/ha v ledku lovosickém brzy na jaře. Tato dávka dusíku byla využita na tvorbu výnosu zrna ze 60 %, dalšími dávkami dusíku stoupal podstatněji ještě výnos slámy, výnos zrna se však zvyšoval již pomaleji. Celkové využití dusíku však u kombinace N₂PK dosáhlo ještě 44 %, u kombinace N₃PK 39 %.

V roce 1958 byla ozimá pšenice v osevním postupu zařazena již po bramborách. Jiné zařazení v osevním postupu a odlišné povětrnostní podmínky (velmi teplý a vlhký květen a srážkově nadnormální červen) ovlivnily průběh vegetace tak, že kombinace hnojené dusíkem polehly již ke konci června po prudkých deštích. Výnos slámy zůstal neovlivněn silným polehnutím, zvyšoval se se stoupajícími dávkami dusíku, depresivní vliv se však projevil na výnose zrna.

V roce 1959 byla změněna agrotechnika ozimé pšenice i odrůda. Pyšelka byla nahrazena Kaštickou osinatkou. Výsev byl proveden do dvojřádků 12,5 X 25 cm, porost byl dvakrát plečkován a ošetřen herbicidními prostředky proti plevelům. Touto změněnou agrotechnikou bylo dosaženo toho, že kombinace N₁PK a N₂PK hnojené dávkami 40 a 60 kg N/ha nepolehly, při dávce 80 kg N/ha porost polehl až krátce před sklizní.

V roce 1960, kdy byla ozimá pšenice opět vyseta do pásků, došlo k citel-

VII. Výnosy ozimé pšenice v q/ha

Kombi- nace	1957		1958		1959		1960		Průměr	
	zrno	sláma	zrno	sláma	zrno	sláma	zrno	sláma	zrno	sláma
O	30,30	50,75	26,40	59,60	37,45	61,25	26,06	42,24	30,05	53,46
PK	31,50	52,40	27,65	65,25	42,10	71,90	29,45	41,85	32,67	57,85
N ₁ PK	39,50	67,90	25,60	70,70	44,39	76,11	36,14	48,06	36,40	65,69
N ₂ PK	40,30	76,90	24,10	77,20	44,65	78,85	38,30	52,40	36,83	71,28
N ₃ PK	42,10	77,50	22,80	67,80	41,56	74,74	38,72	56,78	36,29	69,20

VIII. Tabulka odnožování a počtu rostlin oz. pšenice na začátku květu

Kombi- nace	Rok	Počet rostlin na 1 m ²	Počet prod. odnoží 1 rostliny	Počet prod. stébel na 1 m ²	Výnos v q/ha	Průměrný výnos za léta 1957, 59–60
O	1957	220,00	2,2	484,00	30,3	
PK		250,00	2,5	625,00	31,5	
N ₁ PK		230,00	2,82	648,6	39,5	
N ₂ PK		220,00	2,63	578,6	40,3	
N ₃ PK		230,00	2,38	547,4	42,10	
O	1958	248,01	1,38	342,25	26,40	
PK		274,80	1,47	403,93	27,65	
N ₁ PK		248,71	1,59	395,44	25,60	
N ₂ PK		284,12	1,96	556,87	24,10	
N ₃ PK		278,27	1,86	517,58	22,80	
O	1959	230,50	1,75	403,37	37,45	
PK		234,00	1,79	418,86	42,10	
N ₁ PK		231,50	1,76	407,44	44,39	
N ₂ PK		241,00	1,90	457,90	44,65	
N ₃ PK		249,00	2,04	507,96	41,56	
O	1960	58,50	2,70	157,95	26,64	
PK		70,00	2,52	176,40	29,45	
N ₁ PK		90,50	2,83	256,11	36,14	
N ₂ PK		82,50	2,94	242,55	38,30	
N ₃ PK		84,50	2,91	245,89	38,72	
O	průměr 1957–60	189,25	2,00	346,89	30,05	31,46
PK		207,20	2,07	406,04	32,67	34,35
N ₁ PK		200,17	2,25	426,89	36,40	40,01
N ₂ PK		206,90	2,35	458,98	36,83	41,08
N ₃ PK		210,45	2,29	454,70	36,29	40,79

němu poškození vyzimováním, takže porost byl velmi řídký a počet rostlin se pohyboval od 60 do 90 ks na 1 m². Intenzivním hnojením se i při velmi nízkém počtu rostlin zvýšil počet produktivních odnoží natolik, že bylo dosaženo ještě uspokojivých výsledků. Dávka 40 kg N/ha v ledku lovosickém zvýšila výnos zrna o 6,69 q/ha při 50% využití, přidavek dusíku 20 kg/ha u kombinace N₂PK zvýšil výnos o 2,18 q/ha při 32% využití.

Z výsledku tohoto roku je zřejmé, že při řídkém porostu hnojení minerálním dusíkem na jaře při dostatečném hnojení fosforem a draslem na podzim při předseťové přípravě přineslo pronikavé zvýšení výnosu a je vysoce efektivní. Výsev do pásků v tomto roce nebyl rozhodující, neboť porost byl velmi řídký, rozhodujícím faktorem zde bylo zvýšení počtu produktivních stébel právě dusíkatým hnojením.

Na počátku květu byly u ozimé pšenice zjišťovány počty rostlin a produktivních odnoží z plochy 1 m² (tabulka VIII). U kombinace, která nebyla vůbec hnojena průmyslovými hnojivy, je patrné snižování počtu rostlin ve všech letech. Podstatný rozdíl v počtu rostlin oproti ostatním letům byl zjištěn zejména v roce 1960, kdy ozimá pšenice špatně přezimovala. Počet produktivních odnoží byl ve všech letech nejnižší u kombinace nehnojene průmyslovými hnojivy a stoupal při hnojení fosforem a draslem a dále u dusíkových kombinací. Počet klasů, který je násobkem počtu produktivních odnoží a počtu rostlin, je rozhodující pro tvorbu výnosu. U ozimé pšenice Kaštické osinatky bylo dosahováno maximálních výnosů při průměrném počtu cca 400 klasů na 1 m².

Brambory (tabulka IX)

Brambory v osevním postupu byly zařazovány po jarním ječmeni, pouze v roce 1957 po ozimé pšenici. V roce 1957 samotné fosforečné a draselné hnojení působilo příznivě na zvýšení výnosů hlíz. Hnojení dusíkem v dávce 60 a 80 kg/ha sice zvyšovalo výnos hlíz, využití dusíku však bylo velmi nízké. Dávka 110 kg N/ha působila již na výnos hlíz depresivně.

Rovněž v roce 1958 hnojení fosforečnými a draselnými hnojivy příznivě ovlivnilo výnosové výsledky. Hnojení dusíkem však výnosy nezvyšovalo, neboť působení dusíku bylo omezeno časným výskytem plísně bramborové.

V roce 1959, kdy bylo proti plísní bramborové dvakrát stříkáno Kuprikolem, hnojení dusíkem bylo účinné u kombinace N₁PK a N₂PK, dávka 110 kg N/ha u kombinace N₃PK působila však i v tomto roce na výnos hlíz depresivně.

Teprve v roce 1960 hnojení průmyslovými hnojivy příznivě ovlivnilo výši výnosů u všech kombinací. Přitom rozdíly ve výnosech hlíz jednotlivých kombinací byly největší ze všech sledovaných let. Na vzestup výnosu působilo nejen fosforečné a draselné, ale i dusíkaté hnojení. Nejvyšší výnos byl dosažen při nejvyšší dávce dusíku na kombinaci N₃PK. Využití dusíku z průmyslových hnojiv na výnos hlíz bylo nejvyšší u kombinace N₁PK — 42 %, ale ani u ostatních dusíkatých kombinací nebylo využití dusíku podstatně nižší.

IX. Výnosy brambor v q/ha

Kombinace	Hlízy				Průměr
	1957	1958	1959	1960	
O	291,60	263,00	327,30	196,90	269,70
PK	306,50	291,50	343,20	245, 0	296,75
N ₁ PK	312,00	297,40	365,10	297,00	317,87
N ₂ PK	324,00	285,00	367,00	305,50	320,37
N ₃ PK	312,00	302,70	347,20	330,80	323,30

Ekonomické hodnocení

V ekonomickém hodnocení vlivu průmyslových hnojiv na výnos hlavního produktu jsme sledovali dva důležité ukazatele, ukazatel důchodu a ukazatel efektivnosti (tabulka X). Ukazatel důchodu „D“ vyjadřuje v Kčs rozdíl celkových nákladů na hnojiva (do kterých je započtena cena hnojiv a náklady na manipu-

X. Ekonomické hodnocení přírůstu výnosů hlavního produktu na 1 ha vlivem použitých hnojiv (4letý průměr)

Kombinace	Ječmen (zrno)		Pšenice (zrno)		Cukrovka (bulvy)		Brambory (hlízy)	
	ukazatel důchodu v Kčs	ukazatel efektivnosti v %	ukazatel důchodu v Kčs	ukazatel efektivnosti v %	ukazatel důchodu v Kčs	ukazatel efektivnosti v %	ukazatel důchodu v Kčs	ukazatel efektivnosti v %
O								
PK	-221,76	19,82	30,35	116,31	355,93	201,21	615,41	251,20
N ₁ PK	356,98	222,19	423,90	188,18	235,98	146,28	1248,53	308,19
N ₂ PK	565,16	250,17	421,60	176,87	382,42	166,84	1276,28	290,70
N ₃ PK	412,66	210,84	289,90	143,84	368,11	151,55	1301,36	273,89

XI. Ekonomické hodnocení přírůstu výnosu chrástu cukrovky na 1 ha vlivem použitých hnojiv (4letý průměr)

Kombinace	Přírůstek výnosu v q	Stravitelné bílkoviny v kg	Výroba 1 mléka	Ukazatel důchodu v Kčs 1 litr = 0,80 Kčs
PK	31,38	47,07	941,40	753,12
N ₁ PK	99,30	148,95	2979,00	2383,20
N ₂ PK	161,20	241,80	4836,00	3868,80
N ₃ PK	182,18	273,27	5465,40	4372,32

laci) a tržní hodnoty přírůstu hlavního produktu. Ukazatelem efektivnosti „E“ je vyjádřen podíl celkových nákladů na průmyslová hnojiva na přírůstu tržní hodnoty hlavního produktu. (Aby použití hnojiv bylo efektivní, musí ukazatel efektivnosti překročit 100 %.) Vedlejší produkt obilovin — sláma nebyl uvažován, poněvadž lze předpokládat, že hodnota tohoto produktu se přinejmenším vyrovná spotřebovaným vícenákladům při zvýšené sklizni. Nebyla uvažována ani bramborová nať, poněvadž s touto se zpravidla v krmné bilanci nepočítá. U cukrovky však pouze s ekonomickým hodnocením hlavního produktu nevystačíme, neboť chrást, jehož výnos se intenzivním hnojením podstatně zvyšuje, je včetně řízků cenným krmivem, který zvyšuje pěstování cukrovky při vysoké intenzitě hnojení průmyslovými hnojivy.

Pro vyčíslení ekonomického efektu přírůstků chrástu bylo použito přepočtu na stravitelné bílkoviny a výrobu mléka. Hodnota řízků a melasy z přírůstků výnosů bulev byla uvažována jako protihodnota nevyčíslených vícenákladů při sklizni (tabulka XI).

Ekonomická výhodnost používání průmyslových hnojiv je nesporná. Při tom zejména u cukrovky vyniká její vysoká efektivnost, která je ovlivňována cennými vedlejšími produkty.

Diskuse

Množství používaných průmyslových hnojiv souvisí s dosahovanými výnosovými výsledky, neboť plodiny odčerpávají vyššími výnosy více živin a tyto je nutno stále doplňovat. U cukrovky bylo dosaženo vysokých výnosů při průměr-

ném hnojení 90 kg N (81 kg P_2O_5 a 190 kg K_2O),¹⁾ ovšem za předpokladu dostatečného hnojení všech plodin osevního postupu. Brambory poskytly maximální výnos při hnojení 80 kg N (81 kg P_2O_5 a 320 kg K_2O),¹⁾ jarní ječmen při hnojení 40 kg N (67 kg P_2O_5 a 110 kg K_2O),¹⁾ pšenice ozimá při dávkách 60 kg N (79 kg P_2O_5 a 115 kg K_2O).¹⁾ Sumární intenzita hnojení NPK u jednotlivých plodin je vysoká, protože dávky fosforu a drasla byly upraveny tak, aby v poměru k dusíku byly více než dostatečné i při nejvyšších dávkách dusíku.

Dávky dusíku zejména u cukrovky jsou v zahraničních pokusech používány podstatně vyšší, jak uvádí např. Kürten-Wermke (1957), Kürten-Wobst (1960) a Primost (1957). Dávka 120 kg N/ha zkoušená v našich pokusech ovlivňovala však již podstatně jenom výnos chrástu.

Pro zvyšování výnosu zejména okopanin mělo zřejmě velký význam vytvoření zásoby kyseliny fosforečné a drasla v sorpčním komplexu intenzivním hnojením všech plodin osevního postupu. Jak zjistili Boischot a Simon (1958), větší podíl dodaného drasla je v normálních půdách poután, zatímco do roztoku přechází jen asi 5 %. Lze proto soudit, že vysoké dávky drasla jsou používány vysoce sorpčními jílovitými minerály ve vnitřní vrstevnaté roztažitelné krystalové struktuře. Toto draslo není zjišťováno při běžných agrochemických půdních rozbořech, ale může podle citovaných autorů později sloužit k výživě rostlin, neboť je snadněji výměnné.

Intenzivní hnojení obilovin dusíkatými hnojivy zvyšovalo nebezpečí polehání a tím snižování výnosů. Při zařazování ozimé pšenice po bramborách byl reziduální dusík za příznivých povětrnostních podmínek příčinou silného polehnutí porostu. Pro zajištění maximálního výnosu ozimé pšenice bylo třeba dosáhnout optimálního počtu rostlin, který při vhodném odnožení poskytl vysoký výnos. Rozšíření řádkové vzdálenosti bylo sice vhodné pro vytvoření silnějších a odolnějších stébel, předpokladem však byl optimální počet rostlin, neboť vyšší počet rostlin při vysokém odnožení polehl a nízký počet rostlin i při vysokém odnožení nedosáhl vyšších výnosů. Rozšíření řádkové vzdálenosti u ozimé pšenice vyžadovalo intenzivní boj proti plevelům jak agrotechnickými zásahy (vláčením a plečkováním), tak i chemickou cestou pomocí herbicidů. Na nutnost spojení širokořádkové kultury obilovin s meziřádkovým obděláváním upozorňuje též Duchoň (1948).

Z vysokých přírůstků výnosu zrna jarního ječmene vlivem reziduálního dusíku vyplývá, že tento „zbytkový dusík“ z průmyslových hnojiv v půdních podmínkách řepářské oblasti byl zčásti půdou poután a ovlivňoval příznivě výnosy následné plodiny. Nutno tedy počítat nejen s následným působením fosforečných a draselných hnojiv, jak uvádí Čvančara (1962), ale podle našich poznatků i s následným působením hnojiv dusíkatých.

Souhrn

Čtyřleté výsledky s intenzivním hnojením cukrovky, jarního ječmene, ozimé pšenice a brambor v řepářské oblasti (Čáslav) ukázaly nejen příznivý vliv soustavného používání průmyslových hnojiv na stálý vzestup výnosů, ale i řadu nových poznatků a problémů, které intenzifikaci zemědělství vysokými dávkami hnojiv doprovázejí.

¹⁾ Fosforečné a draselné hnojení nebylo stupňováno.

1. Při dostatečném hnojení hnojem bylo k dosažení dobrých výnosů bulev cukrovky nutné i hnojení fosforečnými a draselnými hnojivy, dusíkaté hnojení působilo více na zvyšování výnosu chrástu.

2. Intenzivní hnojení všech plodin ve sledovaném osevním postupu mělo postupně stále příznivější vliv na výši výnosu bulev cukrovky a zlepšování poměru bulev : chrástu. Dusíkaté hnojení, které v prvním roce pokusu zvyšovalo pouze výnos chrástu, v dalších letech působilo i na výnos bulev.

3. U jarního ječmene se uplatnilo maximálně 40 kg N/ha za předpokladu dostatečného hnojení fosforem a draslem, a to při aplikaci 20 kg N/ha v síranu amonném před setím a 20 kg N/ha v ledku lovosickém na list po vytvoření třetího listku.

4. Při použití vysoké dávky dusíku pro jarní ječmen (60 kg/ha) stejně jako při nehnojení dusíkem se zvyšoval neúměrně podíl slámy : zrna.

5. Nebyl-li jarní ječmen po cukrovce hnojen dusíkem, mohl být pozorován reziduální účinek dusíku použitého k předplodině — cukrovce. Výnos zrna byl až o 6,13 q/ha vyšší.

6. Účinek stupňovaných dávek dusíku u ozimé pšenice byl dosti závislý nejen na ročníku, ale i na odrůdě, předplodině a agrotechnice. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u Kaštické osinatky seté do dvojřádků při snížené normě výsevu, meziřádkové kultivaci a chemickém boji proti plevelům. Za těchto podmínek působil stupňovaný dusík až do 60 kg N/ha progresivně na výnos zrna, porost nepolehl, i když pšenice následovala po dobře hnojených bramborách.

7. Obdobně jako u cukrovky je u brambor patrná tendence stálého vzestupu výnosů při soustavném intenzivním hnojení všech plodin osevního postupu. Při tom působilo velmi dobře již pouhé dohnojení fosforem a draslem k základnímu hnojení hnojem.

8. Zvýšené dávky dusíku působily na výnos hlíz velmi dobře, pokud nebyl jejich účinek snížen nebo brzděn plísní bramborovou (*Fytoftora infestans*). Pravidelná chemická ochrana porostu je proto při intenzivní výživě nutná.

9. Ekonomické hodnocení ukázalo, že aplikace zvýšených dávek průmyslových hnojiv byla velmi efektivní a je zdrojem růstu peněžního důchodu. Nejvyššího důchodu bylo dosaženo u cukrovky.

10. Z provedených pokusů vyplývá, že za daných podmínek lze jako optimální považovat v řeparské oblasti tyto průměrné hektarové dávky čistého dusíku:

cukrovka hnojená hnojem po obilovině	90 kg N,
jarní ječmen po hnojem hnojené cukrovce	30 kg N,
ozimá pšenice po hnojem hnojených bramborách	40 kg N,
brambory hnojené hnojem po obilovině	60 kg N.

Došlo dne 10. 7. 1963

Literatura

1. Asdonk T., Jacob A.: Zusammenfassung der Ergebnisse der in den Jahren 1935 bis 1938 durchgeführten Kalidüngungsversuche der Landwirtschaftlichen Technischen Kalistelle und der Landwirtschaftlichen Abteilung des Deutschen Kalisyndikats. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenk. 32, 77, 16-35, 1943.
2. Čvančara F.: Zemědělská výroba v číslech. Praha 1962.
3. Baier J.: K výzkumu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostlinná výroba 9, 3-4, 271-286, 1963.
4. Baier J., Němec A., Škopík P.: Hnojení v osevních postupech. Praha 1961.
5. Biederbeck A., Keese H., Reith H.: Er-

gebnisse von Stickstoffdüngungsversuchen aus den Jahren 1925—1936. Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. 7, 52, 200-222, 1938. — 6. Boischot P., Simon G.: Die Bindung der Kalidüngung in dem Boden. Kal'-Briefe Bern, Fachgebiet 6, Folge 22, 1958. — 7. Duchoň F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha 1948. — 8. Duchoň F., Hampel J.: Agrochemie. Praha 1959. — 9. Kolářik J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. Praha 1959. — 10. Kürten P. W., Wermke M.: Einfluß steigender Stickstoffdüngung auf den Zuckerrüben-ertrag in Abhängigkeit von verschiedenen Wachstumsfaktoren. Zeitschr. f. Acker- u. Pflanzenbau 102, 3, 245-282, 1957. — 11. Kürten P. W., Wobst H.: Ergebnisse mehrjähriger Versuche mit Beregnung und Zusatzdüngung zu Zuckerrüben. Zeitschr. f. Acker- u. Pflanzenbau 111, 92-98, 1960. — 12. Primost E.: Über den Einfluß steigender Stickstoffgaben auf Ertrag und Qualität der Zuckerrüben. Zeitschr. f. die Zuckerindustrie 7, 332-335, 1957. — 13. Strnad P.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v řepářské oblasti. I. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výrobnost osevního postupu (výsledky z let 1957—1960). Rostlinná výroba 9, 3-4, 287-298, 1963. — 14. Vogler E.: La fumure de l'orge de brasserie en Allemagne. La Potasse 32, 253, 51-55, 1958.

Влияние высоких доз минеральных удобрений в севооборотах в области свекловодства

II сообщение: Влияние высоких доз минеральных удобрений на урожай отдельных культур (результаты 1957—1960 гг.)

Четырехлетние результаты с интенсивным удобрением сахарной свеклы, ярового ячменя, озимой пшеницы и картофеля в свекловодческой области (Часлав) показали не только положительное влияние систематического внесения минеральных удобрений на постоянное повышение урожая, но и ряд новых данных и проблем, которые сопутствовали интенсификацию сельского хозяйства при помощи высоких доз удобрений.

1. При достаточном удобрении навозом для достижения хороших урожаев корня сахарной свеклы было необходимо также удобрение фосфорными и калийными удобрениями; азотное удобрение больше действовало на повышение урожая ботвы.

2. Интенсивное удобрение всех культур в изучаемом севообороте постепенно оказывало все более благоприятное воздействие на высоту урожая корней сахарной свеклы и на улучшение отношений корней к ботве. Азотное удобрение, которое на первом году испытаний повышало лишь урожай ботвы, в последующие годы влияло и на урожай корней.

3. На яровой ячмень приходилось максимально 40 кг N/га при условии хорошего удобрения фосфором и калием, а именно при внесении 20 кг N/га в форме сернокислого аммония до посева и 20 кг N/га в форме ловосицкой селитры на лист после появления третьего листа.

4. С применением высоких доз азота на яровой ячмень (60 кг/га), точно так же как и без него, несоразмерно повышался % соломы : зерна.

5. В случаях, когда яровой ячмень, высеянный после сахарной свеклы, азотом не удобрялся, можно было наблюдать остаточное последствие азота, примененного к предшественнику — сахарной свекле. Урожай зерна был на 6,13 ц/га выше.

6. Действие возрастающих доз азота у озимой пшеницы в большой степени зависело не только от года, но и от сорта, предшественника и агротехники. Наилучшие результаты были достигнуты у Каштицкой осинатки, высеянной в два рядка при сниженной норме высева, междурядной культивации и при химической борьбе с сорняками. В этих условиях азот, вносимый в постепенно повышающихся дозах, доходивших до 60 кг N/га, оказывал прогрессивное воздействие на урожай зерна, культура не полежала, даже если пшеница следовала за хорошо удобрённым картофелем.

7. У картофеля, как и у сахарной свеклы, заметна тенденция постоянного повышения урожая при систематическом интенсивном удобрении всех культур севооборота. При этом очень хорошо влияло уже только добавочное удобрение фосфором и калием, прибавляемое к основному удобрению навозом.

8. Повышенные дозы азота оказали очень хорошее влияние на урожай клубней, поскольку это влияние не было понижено или заторможено картофельной гнилью (*Fytophthora infestans*). Поэтому химическая защита растений при интенсивном питании очень необходима.

9. Экономическая оценка показала, что применение повышенных доз минеральных удобрений очень эффективно и является источником денежных доходов. Наивысшие доходы были достигнуты у сахарной свеклы.

10. Из приведенных опытов следует, что в данных условиях оптимальными в области свекловодства можно считать следующие средние гектарные дозы чистого азота:

сахарная свекла, удобренная навозом, после зерновых	90 кг N
яровой ячмень после удобренной навозом сахарной свеклы	30 кг N
озимая пшеница после удобренного навозом картофеля	40 кг N
картофель после зерновых, удобренный навозом	60 кг N

Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben in den Fruchtfolgen im Rübenproduktionsgebiet

II. Mitteilung: Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben auf die Erträge der einzelnen Feldfrüchte (Ergebnisse aus den Jahren 1957 bis 1960)

Die vierjährigen Ergebnisse der intensiven Düngung von Rüben, Sommergerste, Winterweizen und Kartoffeln im Rübenproduktionsgebiet (Čáslav) zeigten nicht nur den günstigen Einfluß der systematischen Verwendung von Mineraldüngern auf eine stetige Ertragssteigerung, sondern auch eine Reihe neuer Erkenntnisse und Probleme, die die Intensivierung der Landwirtschaft durch hohe Düngergaben begleiten.

1. Bei einer ausreichenden Düngung mit Stallung war zur Erzielung guter Zuckerrüben-erträge auch eine Düngung mit Phosphor- und Kalidünger notwendig. Stickstoffdüngung wirkte mehr auf die Steigerung des Rübenblattertrags.

2. Die intensive Düngung aller Kulturen in der verfolgten Fruchtfolge hatte allmählich einen immer günstigeren Einfluß auf die Höhe des Ertrags an Zuckerrüben und die Verbesserung des Verhältnisses zwischen Rüben und Rübenblatt. Die Stickstoffdüngung, die im ersten Versuchsjahr lediglich den Blattertrag erhöhte, wirkte in den weiteren Jahren auch auf den Rüben-ertrag günstig.

3. Bei Sommergerste bewährte sich unter der Voraussetzung einer ausreichenden Phosphor- und Kalidüngung eine Maximalgabe von 40 kg/ha, und zwar bei der Applikation von 20 kg N/ha in Ammoniumsulfat vor der Aussaat und 20 kg N/ha in Lovosicer Salpeter als Kopfdüngung nach der Bildung des dritten Blattes.

4. Bei der Verwendung hoher Stickstoffgaben zu Sommergerste (60 kg/ha) erhöhte sich genauso wie bei Weglassung der Stickstoffdüngung das Verhältnis Stroh : Korn sehr unangemessen.

5. Falls die Sommergerste nach Zuckerrübe nicht mit Stickstoff gedüngt wurde, konnte eine residuale Wirkung des zur Vorfrucht – der Zuckerrübe – verwendeten Stickstoffs beobachtet werden. Der Körnerertrag war bis um 6,13 dt/ha höher.

6. Die Wirkung gesteigerter Stickstoffgaben bei Winterweizen war in hohem Maß nicht nur von dem Jahrgang, sondern auch von der Sorte der Vorfrucht und den ackerbaulichen Maßnahmen abhängig. Die besten Ergebnisse wurden mit der Sorte „Kaštická osinatka“, bei Aussaat in Doppelreihen mit gesenkter Saatgutnorm, Zwischenreihenkultivierung und chemischer Bekämpfung der Unkräuter erzielt. Unter solchen Bedingungen wirkten gesteigerte Stickstoffgaben bis zu 60 kg N/ha auf den Körnerertrag progressiv, die Bestände zeigten keine Neigung zur Lagerung, wenn auch der Weizen nach gut gedüngten Kartoffeln folgte.

7. Ähnlich wie bei der Zuckerrübe ist auch bei den Kartoffeln bei einer systematischen, intensiven Düngung aller Kulturen der Fruchtfolge, eine Tendenz zu einer stetigen Ertragssteigerung zu beobachten. Hierbei wirkte bereits eine ledigliche Nachdüngung mit Phosphor und Kali zur Grunddüngung mit Stallung sehr gut.

8. Erhöhte Stickstoffgabe beeinflussten den Knollen-ertrag von Kartoffeln sehr günstig, sobald ihre Wirkung nicht durch Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans) gesenkt oder gehemmt wird. Aus diesem Grund ist es bei einer intensiven Ernährung notwendig, an den Beständen regelmäßig chemische Schutzmaßnahmen durchzuführen.

9. Die ökonomische Wertung hat gezeigt, daß die Anwendung erhöhter Mineraldüngergaben einen großen Nutzeffekt bringt und eine Quelle für die Zunahme der

Geldeinkünfte darstellt. Der größte finanzielle Ertrag wurde bei Zuckerrüben erzielt.

10. Aus den durchgeführten Versuchen geht hervor, daß unter den gegebenen Bedingungen in Rübenanbaubetrieben nachstehende durchschnittliche Reinstickstoffgaben je Hektar als optimal angesehen werden können:

Zuckerrübe bei Düngung mit Stallung nach Getreide	90 kg N,
Sommergerste nach mit Stallung gedüngter Zuckerrübe	30 kg N,
Winterweizen nach mit Stallung gedüngten Kartoffeln	40 kg N,
Kartoffeln bei Düngung mit Stallung nach Getreide	60 kg N.

II. Mitteilung: Der Einfluß hoher Mineraldüngergaben auf die Erträge der ein-
zelnen Feldfrüchte (Ergebnisse aus den Jahren 1957 bis 1960)

Die vierjährigen Ergebnisse der intensiven Düngung von Rüben, Sommergerste, Winterweizen und Kartoffeln im Hohenheimversuch (Chalav) zeigten nicht nur den günstigen Einfluß der systematischen Verwendung von Mineraldüngern auf eine stetige Ertragssteigerung, sondern auch eine tiefe gezielte Erkenntnis und Probleme, die die Intensivierung der Landwirtschaft durch hohe Düngergaben be-
gleiten.

1. Bei einer ausstehenden Düngung mit Stallung war zur Erzielung guter Nüchternenerträge auch eine Düngung mit Phosphor- und Kalidünger notwendig. Stickstoffdüngung wirkte nicht auf die Steigerung des Rübenblatteintrags.

2. Die intensive Düngung aller Kulturen in der verholten Fruchtfolge hatte allmählich einen immer stärkeren günstigen Einfluß auf die Höhe des Ertrags an Zucker-
rüben und die Verbesserung des Verhältnisses zwischen Rüben und Rübenblatt. Die Stickstoffdüngung, die im ersten Versuchsjahr lediglich den Blattertrag er-
höhte, wirkte in den weiteren Jahren auch auf den Rübenblattertrag günstig.

3. Bei Sommergerste bewährte sich unter der Voraussetzung einer ausreichen-
den Phosphor- und Kalidüngung eine Maximalgabe von 40 kg N/ha und zwar bei der Applikation von 20 kg N/ha in Ammoniumsulfat vor der Aussaat und 20 kg N/ha in Kalisalz vor der Aussaat. Die Stickstoffdüngung nach der Bildung des dritten Blattes.

4. Bei der Verwendung hoher Stickstoffgaben zu Sommergerste (60 kg N/ha) er-
höhte sich genauso wie bei Weizen die Stickstoffdüngung das Verhältnis Stroh/Korn sehr ungünstig.

5. Falls die Sommergerste nach Zuckerrübe nicht mit Stickstoff gedüngt wurde, konnte eine residuale Wirkung des zur Vorfrucht - der Zuckerrübe - verwendeteten Stickstoffs beobachtet werden. Der Körnerertrag war bis um 6,1% höher.

6. Die Wirkung gesteigerter Stickstoffgaben bei Winterweizen war in hohem Maß nicht nur vom Jahresgang, sondern auch von der Sorte der Vorfrucht und den ackerbaulichen Maßnahmen abhängig. Die besten Ergebnisse wurden mit der Sorte „Kastaka osinaka“ bei Aussaat in Doppelreihen mit gesenkter Saatgutnorm, Zwischenreihenkultivierung und chemischer Bekämpfung der Unkräuter erzielt. Unter solchen Bedingungen wirkten gesteigerte Stickstoffgaben bis zu 60 kg N/ha auf den Körnerertrag progressiv, die Bestände zeigten keine Neigung zur Lagerung, wenn auch der Weizen nach gut gedüngten Kartoffeln folgte.

7. Ähnlich wie bei der Zuckerrübe ist auch bei den Kartoffeln bei einer systematischen intensiven Düngung aller Kulturen der Fruchtfolge eine Tendenz zu einer stetigen Ertragssteigerung zu beobachten. Hierbei wirkte bereits eine solche Nachdüngung mit Phosphor und Kalium zur Grunddüngung mit Stallung sehr gut.

8. Erhöhte Stickstoffgaben beeinflussten den Kholnenertrag von Kartoffeln sehr günstig, sobald ihre Wirkung nicht durch Kraut- und Kholnkrankheiten (Phytophthora infestans) gesenkt oder gehemmt wird. Aus diesem Grund ist es bei intensiven Erträgen notwendig, an den Beständen regelmäßig chemische Schutzmaßnahmen durchzuführen.

9. Die ökonomische Wertung hat gezeigt, daß die Anwendung erhöhter Mineral-
düngergaben einen großen Nutzeffekt bringt und eine Quelle für die Zunahme der

Využití inkubační metody ke studiu vztahu obsahu N v půdách a výnosu obilovin

Использование инкубационного метода при изучении отношения содержания N
в почвах к урожайности зерновых

Die Ausnutzung der Inkubationsmethode zum Studium der Beziehung des Stickstoffgehaltes im Boden und des Getreideertrags

Inž. Jan BAIER, M. SMETÁNKOVÁ, prom. biol.

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení výživy rostlin,
vedoucí ScC. inž. J. Neuberg, Ruzyň

Ke stanovení obsahu tzv. přístupného dusíku v půdě byla vyzkoušena inkubační metoda, jejíž princip spočívá ve stanovení nitrátového a amoniakálního dusíku uvolněného po určité době inkubace v konstantních podmínkách teploty a vlhkosti. Zkušenosti a vlastní modifikaci metody uvádějí K o p p o v á a B a i e r (1963). Autoři došli k závěru, že hodnoty obsahu N podle inkubační metody se jen nepatrně mění při skladování půdního vzorku, což je důležitou podmínkou pro použití metody k sériovým rozborům.

V další etapě řešení v letech 1956 a 1960 jsme se zabývali otázkou, v jakém vztahu jsou hodnoty obsahu N podle inkubační metody k výnosu obilovin za různých podmínek. Získané výsledky jsme shrnuli do předložené práce.

Většina autorů různých modifikací tzv. inkubačních metod hledala možnosti jejich využití k stanovení potřeby hnojení.

Inkubační metoda, jak ji u nás vypracoval Ně m e c (1926), umožnila stanovit pro jednotlivé plodiny hraniční čísla, udávající do jaké hodnoty obsahu N v půdě je zapotřebí dusíkaté hnojení. Hraniční číslo pro cukrovku bylo 35, pro brambory 32, pro oves 19, ječmen 25, louku 20 mg N na kg zeminy. V novější době používají regresního vztahu výnosu k obsahu N podle inkubační metody k prognóze výnosu a ke stanovení potřeby hnojení na Výzkumné zemědělské stanici v Iowě (Fitts a spol., 1955). Schreven nalezl negativní závislost mezi mineralizační schopností půdy zjištěnou metodou inkubační a potřebou hnojení, přičemž vysoce průkazné koeficienty zjistil především u homogenních půd získaných odvodněním Zuider-ského moře (Harmsen, 1956). S a u n d e r a spol. (1957) potvrzují použitelnost inkubační metody pro půdy Jižní Rhodesie, kde zjišťovali potřebu hnojení N u kukuřice a tabáku. Tito autoři používají údaje obsahu N po inkubaci, nikoliv pouze přírůstek jako je tomu u Harmsena (op. cit.). C o o k e, W a r d e r a D o u g h t y (1957) zjistili, že u pšenice je možno dosáhnout průkazný přírůstek výnosu aplikací dusíkatých hnojiv, je-li hodnota obsahu N po inkubaci nižší než 50, popř. 40 mg/kg v půdě. C o o k, a C u n n i n g h a m (1958) doporučují používat inkubační metodu na lehkých půdách, zatímco na těžších, kde nedocházelo v jejich pokusech k vyplavování, postačí pro určení potřeby hnojení N stanovení okamžitého obsahu nitrátů. H a g i n a R a v i k o v i t c h (1958) použili výsledků stanovení N inkubační metodou

k dosažení do modifikované Mitscherlichovy rovnice, na základě které pak určovali potřebné množství N k dosažení určitého výnosu. Munson a Pesek (1958) srovnávali hodnoty odběru N výnosem ovsa v nádobovém pokusu s výsledky rozboru půdy inkubační metodou. U půdy, neobsahující organické zbytky, z níž nebyly odstraněny původní nitráty promytím a která nebyla hnojena dusíkem, je možno přibližně určit dostupnost dusíku pomocí inkubační metody.

Na rozdíl od těchto pozitivních výsledků zjišťují Kresge a Merkle (1957), že výsledky nitrifikační zkoušky (inkubační metody) nelze použít jako kritéria pro zjištění potřeby hnojení N. Důležitější jsou podle nich podmínky určující intenzitu nitrifikace a využití nitrátů rostlinou než samotná zásoba organicky vázaného N. Tato může být značně vysoká v kyselých půdách, v nichž se však za přirozených podmínek neuvolní. K podobnému závěru dochází Cornfield (1959), který rovněž zjistil intenzivnější uvolňování dusíku při inkubaci kyselých půd než u půd alkalických.

Rozdíl v názorech na možnosti a způsoby využití inkubační metody stanovení potřeby hnojení N nás vedly k studiu základního vztahu mezi obsahem N v půdě stanoveným inkubační metodou a výnosem.

Postup řešení

Stanovení obsahu dusíku inkubační metodou bylo prováděno v půdních vzorcích odebraných po sklizni plodin z exaktních polních pokusů provedených oddělením výživy rostlin Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Ruzyni v letech 1954 až 1960. Půdní a klimatické podmínky pracoviště, na nichž byly tyto pokusy provedeny, uvádí Baier (1963a).

Odebrané půdní vzorky byly usušeny na vzduchu, upraveny na jemnozem (1 mm) a analyzovány podle postupu uvedeného v práci Koppové a Baiera (1963). Hodnoty obsahu N podle inkubační metody odpovídají původnímu obsahu nitrátového a amoniakálního N před inkubací + přírůstkem dosaženému inkubací půdních vzorků nasycených na 60 % vodní kapacity, při 30 až 35° C. Tzv. obsah původního N byl zjišťován metodou Pázlerovou v modifikaci podle Koppové (Koppová, Baier, 1963, Baier, Smetánková, 1962).

Obsah N v půdě byl přepočítán z mg na kg jemnozeme vysušené při 105° C na kg N/ha, na základě průměrné váhy jemnozeme 3 mil. kg/ha v hloubce 0–20 cm. Výnosy zrna byly převedeny na tzv. paušální odběr N (kg/ha) podle průměrných hodnot spotřeby N na tvorbu výnosu hlavního produktu u různých plodin, které uvádí Kolářík (1959).

Výsledky

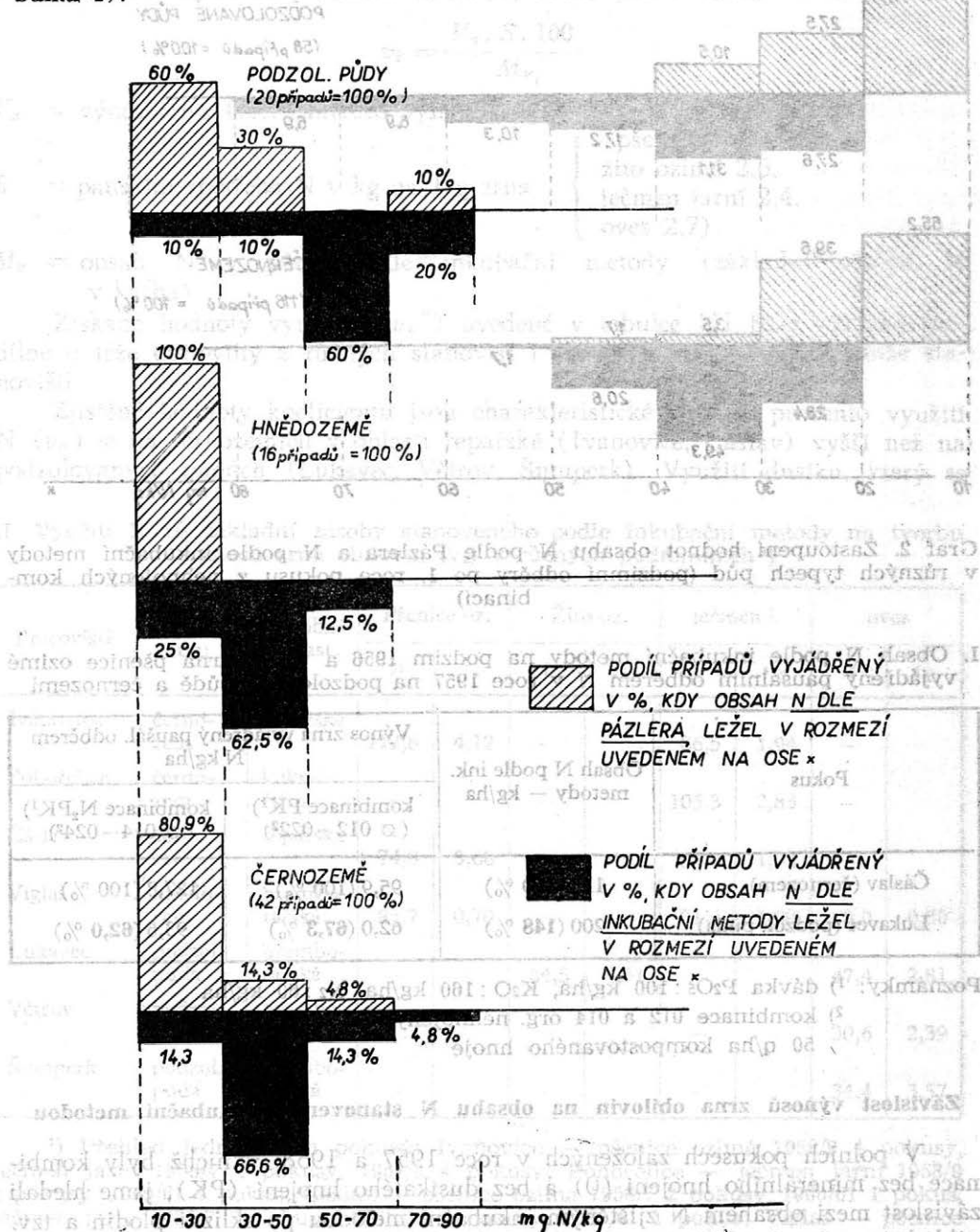
Závislost obsahu N podle inkubační metody na půdním typu

Obsah N podle inkubační metody v různých půdních typech jsme studovali proto, že některé typické znaky půdních typů jsou současně důležitými faktory ovlivňujícími obsah a formy N v půdě.

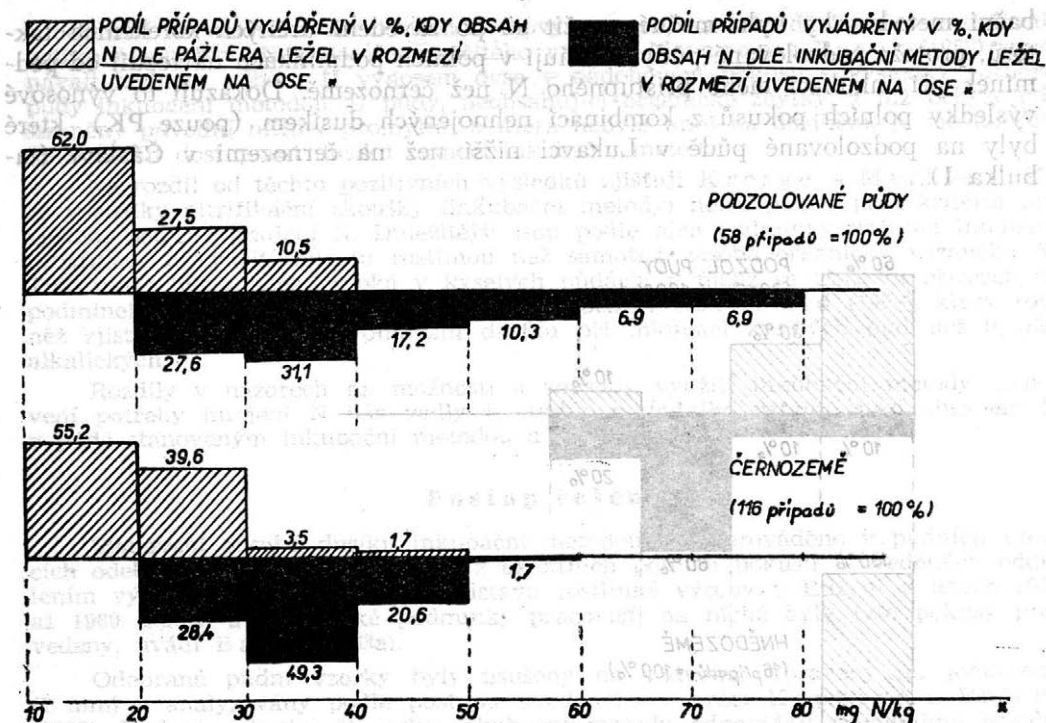
Vzorky půd pro rozbor byly odebrány jednak na podzim před založením pokusů, jednak po roce trvání pokusů na nehnojených kombinacích. Před založením pokusů ležely hodnoty obsahu původního N na všech třech typech půd přibližně v témže rozmezí, současně ale u podzolovaných půd byly dosaženy vyšší hodnoty N po inkubaci (graf 1). U hnědozemí a černozemí bylo rozmezí hodnot N po inkubaci nižší a navzájem se nelišilo. Porovnání z 1. roku trvání pokusů u vzorků odebraných na absolutně nehnojených kombinacích opět ukázalo, že hodnoty N po inkubaci byly častěji vyšší u podzolovaných půd než u černozemí, i když rozdíl byl méně patrný než před založením pokusu. Obsah původního N (podle Pázlera) se u srovnávaných dvou půdních typů podstatně nelišil (graf 2).

Již tato skutečnost ukazuje, že výsledky rozborů podzolovaných půd inkubační

bační metodou by bylo možné použít až po zavedení určitých korekčních faktorů, protože podzolované půdy uvolňují v polních podmínkách na rozdíl od podmínek při inkubaci méně přístupného N než černozemě. Dokazují to výnosové výsledky polních pokusů z kombinací nehnojených dusíkem (pouze PK), které byly na podzolované půdě v Lukavci nižší než na černozemi v Čáslavi (tabulka I).



Graf 1. Zastoupení hodnot obsahu N podle Pázlera a N podle inkubační metody v různých typech půd (podzemní odběry před založením pokusů)



Graf 2. Zastoupení hodnot obsahu N podle Pázlera a N podle inkubační metody v různých typech půd (podzimní odběry po 1. roce pokusu z nehnojených kombinací)

I. Obsah N podle inkubační metody na podzim 1956 a výnos zrna pšenice ozimé vyjádřený paušálním odběrem N v roce 1957 na podzolované půdě a černozemí

Pokus	Obsah N podle ink. metody — kg/ha	Výnos zrna vyjádřený paušál. odběrem N kg/ha	
		kombinace PK ¹⁾ (Ø 012—022 ²⁾	kombinace N ₂ PK ¹⁾ (Ø 014—024 ²⁾
Čáslav (černozem)	135 (100 %)	95,9 (100 %)	127,8 (100 %)
Lukavec (podzol. půda)	200 (148 %)	62,0 (67,3 %)	93,6 (62,0 %)

Poznámky: 1) dávka P₂O₅ : 100 kg/ha, K₂O : 160 kg/ha, N₂ : 60 kg/ha

2) kombinace 012 a 014 org. nehnojeny, 022 a 024 hnojeny 50 q/ha kompostovaného hnoje

Závislost výnosů zrna obilovin na obsahu N stanoveném inkubační metodou

V polních pokusech založených v roce 1957 a 1958, v nichž byly kombinace bez minerálního hnojení (0) a bez dusíkatého hnojení (PK), jsme hledali závislost mezi obsahem N zjištěným inkubační metodou po sklizni plodin a tzv. základním výnosem zrna u následných obilovin. (Pod pojmem „základní výnos“ rozumíme v daném případě výnos hlavního produktu dosažený bez hnojení minerálním dusíkem. V případě, že došlo přihnojením PK k výnosové de-

presi, uvažovali jsme jako základní výnos ten, který byl dosažen na kombinaci 0.) Studium uvedené závislosti jsme se zabývali u pokusů s obilovinami, provedených na různých půdách a v různých klimatických podmínkách. Vztah mezi obsahem N v půdě a výnosem zrna jsme vyjádřili tzv. koeficientem „ v_z “, který udává v procentech využití N ze základní zásoby (podle inkubační metody) na tvorbu výnosu hlavního produktu (Baier, 1963) podle vzorce

$$v_z = \frac{V_z \cdot S \cdot 100}{M_z}$$

V_z = výnos zrna (tzv. základní výnos) v q/ha

S = paušální spotřeba N v kg na 1 q zrna

(pšenice ozimá 3,0,
žito ozimé 2,6,
ječmen jarní 2,4,
oves 2,7),

M_z = obsah N v půdě podle inkubační metody (základní zásoba N v kg/ha).

Získané hodnoty využití („ v_z “) uvedené v tabulce III byly výrazně rozdílné u téže obiloviny z různých stanovišť i u různých obilovin na témže stanovišti.

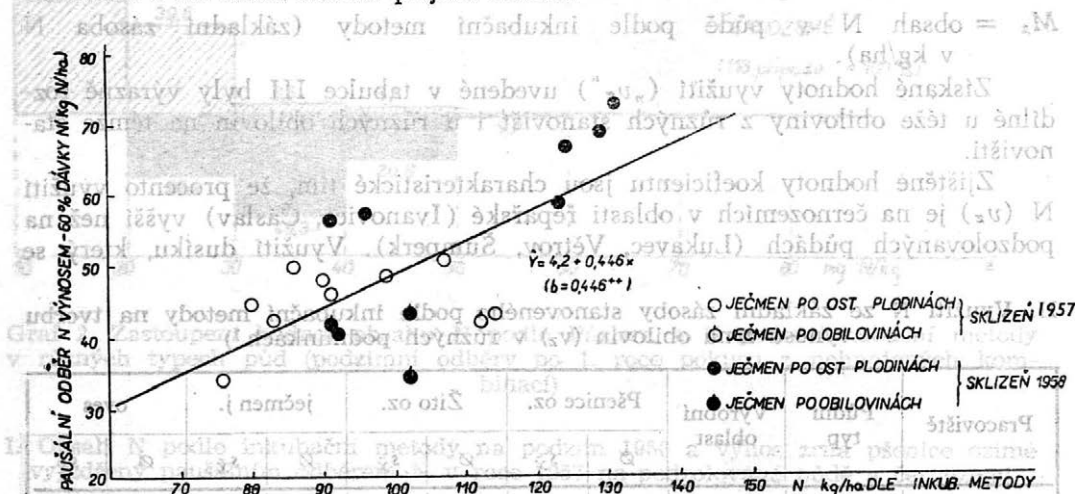
Zjištěné hodnoty koeficientu jsou charakteristické tím, že procento využití N (v_z) je na černozemích v oblasti řepařské (Ivanovice, Čáslav) vyšší než na podzolovaných půdách (Lukavec, Větrov, Šumperk). Využití dusíku, který se

II. Využití N ze základní zásoby stanoveného podle inkubační metody na tvorbu výnosu zrna obilovin (v_z) v různých podmínkách¹⁾

Pracoviště	Půdní typ	Výrobní oblast	Pšenice oz.		Žito oz.		ječmen j.		oves	
			$\bar{\varnothing}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{\varnothing}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{\varnothing}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{\varnothing}$	$s_{\bar{x}}$
Ivanovice	černo- zem	řepařská	112,8	4,12	—	—	86,5	1,94	—	—
Pohořelice	černo- zem	kuku- řičná	—	—	—	—	105,3	2,83	—	—
Čáslav	černo- zem	řepařská	74,8	3,68	—	—	55,9	1,92	—	—
Víglas	hnědo- zem	brambo- rářská	85,7	0,70	—	—	71,4	1,00	58,0	0,30
Lukavec	podzol. půda	brambo- rářská	—	—	64,5	4,51	—	—	47,4	2,81
Větrov	podzol. půda	brambo- rářská	—	—	—	—	—	—	30,6	2,39
Šumperk	podzol. půda	brambo- rářská	—	—	—	—	—	—	34,4	3,57

¹⁾ Přehled jednotlivých pokusů: Ivanovice — pšenice ozimá 1958/9 4 pokusy, ječmen jarní 1956/7 4 pokusy, 1957/8 4 pokusy; Pohořelice — ječmen jarní 1958/9 2 pokusy, 1960/61 1 pokus; Čáslav — pšenice ozimá 1956/7 2 pokusy, 1960/61 1 pokus, ječmen jarní 1956/7 2 pokusy, 1958/59 2 pokusy, 1960/61 1 pokus; Víglas — pšenice ozimá 1958/9 2 pokusy, ječmen jarní 1958/9 2 pokusy, oves 1958/9 2 pokusy; Lukavec — žito ozimé 1958/9 2 pokusy, 1960/61 1 pokus, oves 1958/9 2 pokusy, 1959/60 2 pokusy; Větrov — oves 1956/7 2 pokusy, 1957/8 2 pokusy; Šumperk 1956/7 2 pokusy, 1957/8 2 pokusy.

na přirozeném stanovišti ve skutečnosti uvolní z půdní zásoby, se však na černozemích a podzolovaných půdách nemusí lišit. Námi zjištěné rozdíly ve využití N spočívají zřejmě především v tom, že mineralizace v umělých podmínkách (při inkubaci) je u podzolovaných půd v bramborářských oblastech vyšší než na přirozeném stanovišti. Je proto nutno považovat obsah N podle inkubační metody za teoretickou hodnotu, neodpovídající skutečnému množství N mineralizovanému na přirozeném stanovišti, kterou je však přesto možno využít k prognóze tzv. základního výnosu, jestliže empiricky zjistíme v různých podmínkách (charakterizovaných půdně a klimaticky) koeficient využití „ v_z “ u jednotlivých plodin. Již z výsledků v tabulce II je patrné, že koeficient využití „ v_z “ u jařin je ve srovnání s ozimí ve všech sledovaných podmínkách nižší. Projevuje se zde vliv různé individuální schopnosti jednotlivých druhů rostlin využít dusík z půdní zásoby v závislosti především na mohutnosti a hloubce prokořenění a na délce období příjmu dusíku.



Graf 3. Závislost mezi obsahem N podle inkubační metody v půdě a základním výnosem zrna ječmene jarního vyjádřeným paušálním odběrem N (polní pokusy v Borovcích, odběr vzorků půd podzim 1956 a 1957, sklizeň ječmene 1957 a 1958)

Při známém (empiricky zjištěném) koeficientu využití a zjištěném obsahu N v půdě inkubační metodou lze pak odvodit základní výnos hlavního produktu podle níže uvedeného vzorce:

$$V_z = \frac{M_z \cdot v_z}{S \cdot 100}$$

Na podzim 1956 a 1957 se provádělo stanovení obsahu N inkubační metodou v půdních vzorcích z jednotlivých honů 4 pokusných osevních postupů, v nichž bylo zkoušeno nejvhodnější zařazení plodin v kukuřičné oblasti na pracovištích VÚRV Piešťany v Borovcích. Využili jsme těchto rozborů, abychom si ověřili, existuje-li i v těchto pokusech vztah mezi nalezeným množstvím N podle inkubační metody po sklizni plodin a výnosem zrna následného ječmene, vyjádřeným paušálním odběrem N (výnos $\times$ paušální spotřeba N).

V uvedených pokusech však nebyly zařazeny různé kombinace hnojení. Ječmen ve všech různých sledech byl plně hnojen průmyslovými hnojivy, jejichž dávky byly různé v závislosti na předplodině a obsahu živin v půdě. Postupovali jsme proto tím způsobem, že jsme vypočetli podle výše dávky N předpokládaný

přírůstek výnosu zrna. Uvažovali jsme, že 1 kg N zvýší výnos zrna o 25 kg, což odpovídá 60 % využití dodaného N na tvorbu výnosu. Odečtením předpokládaného přírůstku od skutečného výnosu jsme získali předpokládaný základní výnos, který by byl dosažen bez dusíkatého hnojení, mezi nímž pak a obsahem N stanoveným inkubační metodou by bylo možno hledat závislost. Propočty u ječmene byly relativně málo zatíženy chybou, protože k této plodině nebyla použita organická hnojiva a dávky dusíku v průmyslových hnojivech byly nízké a použity jednorázově na jaře před setím.

Získané výsledky ze 2 pokusných let ukázaly vysoce průkaznou regresi mezi obsahem N podle inkubační metody v půdě a základním výnosem ječmene vyjádřeným tzv. paušálním odběrem N (graf 3). Průměrné využití N z půdní hlavy, stanoveného metodou inkubační, činilo 51,6 %. Mimo uvedenou regresi ležely pouze srovnávané hodnoty u ječmene po obilovinách, což je možno vysvětlit horšími podmínkami pro využití dodaného N při tomto nevhodném sledu. Uvažujeme-li proto jen 30 % využití dodaného N v průmyslových hnojivech (přírůstek 12,5 kg zrna na 1 kg N), leží průsečíky srovnávaných hodnot rovněž v oblasti průkazné regrese vymezené u ječmene po ostatních předplodinách.

Diskuse

V práci jsou shrnuty výsledky studia vztahu mezi výnosy a obsahem N v půdách stanoveným inkubační metodou, které je v současné době věnována stále větší pozornost na různých výzkumných pracovištích. Metody spočívající na tomto principu jsou zdokonalovány a jsou zkoumány možnosti jejich využití ke stanovení požadavků rostlin na dusík (viz např. Eagle a Matthews, 1958, Hagin a Halevy, 1961).

K stanovení dusíku inkubační metodou jsme použili modifikace popsané v dřívější práci (Koppová a Baier, 1963).

Získané analytické hodnoty obsahu N byly přepočteny na kg N na ha. Tento přepočet by mohl být do jisté míry zatížen chybou na půdách, kde množství jemnozeme v hloubce 0–20 cm na 1 ha převyšuje nebo nedosahuje (např. na skeletovitých půdách) hodnoty 3 mil. kg. Přepočet analytických hodnot obsahu N v půdě na kg/ha jsme provedli proto, abychom mohli přímo vyjádřit vztah výnosu (vyjádřeného paušálním odběrem N) k obsahu N v půdě.

Hodnota tzv. paušálního odběru N, která je vlastně jen jiným vyjádřením výnosu zrna, zahrnuje průměrné množství dusíku potřebné k vytvoření jednotky výnosu hlavního produktu (zrna) včetně odpovídajícího množství vedlejšího produktu (slámy) a je průměrem z hodnot uváděných různými autory (Kolářík, 1959).

Vztah obsahu N v půdě a výnosu zrna (paušální odběr N) jsme vyjádřili tzv. koeficientem využití N na tvorbu výnosu (v_z). V jeho hodnotě, charakteristické pro různá stanoviště a plodiny, jsou zahrnuty i případné odchylky skutečného množství N na ha ornice od předpokládaného, popřípadě odchylky skutečné spotřeby N na tvorbu výnosu od paušálního odběru N, o nichž je rovněž možno předpokládat, že souvisí s příslušnými stanovištními podmínkami.

Hodnoty koeficientů využití N na tvorbu výnosů umožňují při známém obsahu N v půdě prognózu výnosu zrna obilovin v různých podmínkách při dostatečném zásobení rostlin ostatními živinami. Charakteristické pro koeficient v_z ve všech námi sledovaných půdních a klimatických podmínkách jsou nižší hod-

noty u jařin ve srovnání s ozimí, což souvisí s různou intenzitou a délkou odběru N u těchto dvou typů obilovin. Dále je nápadné nižší využití v_z u podzolovaných půd než u půd černozemních. Toto zjištění nemusí odpovídat skutečnému rozdílu ve využití N v přirozených podmínkách. Pravděpodobně je možno je vysvětlit spíše vyššími hodnotami obsahu N podle inkubační metody, jak jsme je všeobecně nacházeli u podzolovaných půd. K podobnému zjištění došel i Cornfield (1958), v jehož pokusech byly hodnoty N podle inkubační metody vždy vyšší v kyselých půdách než v půdách neutrálních. Vysvětlení je možno nalézt v nedostatečném uvolňování (mineralizaci) N v přirozených podmínkách u kyselých, resp. podzolovaných půd, což mimo jiné způsobuje též jejich nižší přirozenou úrodnost a vede k nahromadění N v organických formách nepřístupných pro rostliny. Po inkubaci proto potom u podzolovaných půd zjišťujeme vyšší celkový obsah N podle inkubační metody, způsobený vyšším přírůstkem obsahu N, než u půd černozemních, takže hodnoty koeficientu využití v_z u podzolovaných půd jsou nižší.

Vztah mezi obsahem N v půdě a výnosem zrna se dále ověřoval v polních pokusech s ječmenem jarním, v nichž však byl mimo PK dodán i N v menší dávce před setím. Z výnosů zrna skutečně zjištěných bylo nutno proto odvodit tzv. teoretický základní výnos, dosažitelný při pouhém PK hnojení, na základě předpokládaného 60% využití dodaného N. Mezi takto odvozenými základními výnosy ječmene a obsahu N v jednotlivých pokusech byla nalezena vysoce průkazná regrese.

I tyto výsledky potvrzují, že inkubační metoda stanovení N poskytuje hodnoty, které po přepočtu závislém na stanovištních podmínkách udávají množství přístupného dusíku v půdě.

Souhrn

1. Výsledky stanovení obsahu N v různých půdních typech (před založením pokusů a po 1 roce trvání pokusů na nehnojených kombinacích) ukázaly, že zatímco se rozmezí obsahu tzv. okamžitého obsahu N podle Pázlera u hnědozemí, černozemí a podzolovaných půd výrazněji nelišilo, bylo rozmezí obsahu N podle inkubační metody vyšší u podzolovaných půd než u černozemí, přestože tzv. přirozená půdní úrodnost, patrná z výnosových výsledků polních pokusů na kombinacích nehnojených N, byla na podzolované půdě nižší.

2. Porovnáním základních výnosů zrna obilovin (vyjádřených tzv. paušálním odběrem N) s obsahy N v půdě podle inkubační metody na různých stanovištích a u různých druhů plodin jsme odvodili koeficient využití N na tvorbu výnosu zrna podle vzorce

$$v_z = \frac{V_z \cdot S \cdot 100}{M_z}$$

3. Nalezené hodnoty koeficientů v_z jsou charakteristické pro stanoviště a plodiny. Vyšší hodnoty byly nalezeny na černozemích než na podzolovaných půdách a u ozimů ve srovnání s jařinami na všech srovnávacích stanovištích.

4. Koeficienty v_z umožňují při stanovení obsahu N v půdě inkubační metodou prognózu základního výnosu (bez dusíkatého hnojení).

Došlo dne 26. 7. 1963

Literatura

1. Baier J.: Vliv zásoby živin na výnosy obilovin. Kandidátská práce, archiv ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1963. — 2. Baier J.: K výzkumu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostlinná výroba 9, 3-4, 271-286, 1963 (a). — 3. Baier J., Smetánková M.: Vyšetření způsobu stanovení fyziologicky účinného dusíku v půdě. Závěrečná zpráva II., archiv ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1962. — 4. Cooke G. W., Cunningham R. K.: Soil n'trogen II. Changes in levels of inorganic nitrogen in a clay-loam soil caused by fertilizer additions, by leaching and uptake by grass. III. Mineralizable nitrogen determined by an incubation technique. Jour. Sci. Food Agric. 9, 317-324, 324-330, 1958. — 5. Cook F. D., Warder F. G., Doughty J. L.: Relationship of n'trate accumulation to yield response of wheat in some Saskatchewan soils. Canad. Jour. Soil Sci. 37, 84-88, 1957. — 6. Cornfield A. H.: Mineralisation during incubation of the organic nitrogen compounds in sols as related to soil pH. Jour. Sci. Food Agric. 10, 27-28, 1959. — 7. Eagle D. H., Matthews B. C.: Measurement of nitrate-supplying power of soils by an incubation method and correlation with crop yield responses. Canadian Jour. of Soil Sci. 38, 2, 161-170, 1958. — 8. Fitts J. V., Bartholomew W. V., Heidel H.: Predicting nitrogen fertilizer needs of Iowa soils. I. Evaluation and control of factors in nitrate production and analysis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 19, 69-73, 1955. — 9. Hagin J., Halevy J.: Comparison of nitrification methods for estimating available nitrogen and validation of methods for evaluating the nitrogen requirements of hybrid corn. Israel J. Agric. Res. 11, 81-86, 1961. — 10. Hagin J., Ravikovitch S.: Development of a soil test for nitrogen availability to corn in Israel. Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. 84, 1, 110-116, 1958. — 11. Harmsen G. W.: Inquiry into the possibility of an analytical estimation of the nitrogen fertilization requirement of soil. — Rapports V. D. (Commissions IV. et VI.). VI^e Congrès International de la Science du Sol, Paris 1956. 457-463. — 12. Kolářík J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. Praha 1959. — 13. Koppová A., Baier J.: Ke stanovení dusíku v půdě inkubační metodou. Rostlinná výroba 9, 2, 173-186, 1963. — 14. Kresge C. B., Merkle F. G.: A study of the validity of laboratory techniques in appraising the available nitrogen producing capacity of soils. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. 21, 516-521, 1957. — 15. Munson R. D., Pesek J. T.: The effect of corn residue, nitrogen and incubation on nitrogen release and subsequent nitrogen uptake by oats: a quantitative evaluation. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. 22, 6, 543-547, 1958. — 16. Němec A.: Über ein neues Verfahren zur Feststellung des Stickstoffbedürfnisses von Ackerböden durch mikrochemische Analyse. Deutsche Landw. Presse 53, 629-642, 1926. — 17. Saunder D. H., Ellis B. S., Hall A.: Est mation of available nitrogen for advisory purposes in Southern Rhodesia. Jour. Soil Sci. 8, 301-312, 1957.

Использование инкубационного метода при изучении отношения содержания N в почвах к урожайности зерновых

1. Результаты установления содержания N в различных почвенных типах (до закладки опытов и после 1 года их проведения в неудобренных комбинациях) показали, что, в то время как предел содержания т. наз. моментального содержания N по Пазлеру у бурозема, чернозема и подзолистых почв не очень отличался, предел содержания N по инкубационному методу был большим на подзолистых почвах, чем на черноземных, несмотря на то, что т. наз. естественная плодородность почвы, очевидная из результатов урожаев в полевых опытах в комбинациях, неудобренных N, на подзолистых почвах была ниже.

2. При помощи сравнения основных урожаев зерна зерновых (выраженных т. наз. шаблонным отбором N) с содержаниями N в почвах путем инкубационного метода на различных местопроисхождениях и у различных видов культур, нами выведен коэффициент использования N в образовании урожая зерна по формуле

$$v_x = \frac{V_x \cdot S \cdot 100}{M_x}$$

3. Установленные величины коэффициентов v_z являются характерными для место-происхождения и культур. Более высокие величины были установлены скорее всего на черноземах, чем на подзолистых почвах, а у озимых — по сравнению с яровыми на всех сравниваемых местах.

4. Коэффициенты v_z при установлении содержания в почве с помощью инкубационного метода способствуют прогнозу основного урожая (без азотного удобрения).

Die Ausnutzung der Inkubationsmethode zum Studium der Beziehung des Stickstoffgehaltes im Boden und des Getreideertrags

1. Die Ergebnisse der Bestimmung des Stickstoffgehaltes in verschiedenen Bodentypen (vor der Anlage des Versuches und nach einjähriger Versuchsdauer auf den nicht gedüngten Parzellen) zeigten, daß während sich das Bereich des Gehaltes an sogenanntem sofort verfügbarem Stickstoff nach Pázler bei Braunerden, Schwarzerden und Podsolböden nicht wesentlich unterschied, das Bereich des Stickstoffgehaltes nach der Inkubationsmethode bei Podsolböden höher war als bei Schwarzerden, obwohl die sogenannte natürliche Bodenfruchtbarkeit, die aus den Ertragsergebnissen der Feldversuche auf den nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen ersichtlich ist, auf den Podsolböden niedriger war.

2. Durch Vergleich der grundlegenden Körnerträge bei Getreide (ausgedrückt durch die sogenannte pauschale Stickstoffaufnahme) mit dem Stickstoffgehalt im Boden nach der Inkubationsmethode auf verschiedenen Standorten und bei verschiedenen Arten leiteten wir einen Koeffizienten für die Stickstoffausnutzung zur Bildung des Körnerertrags nach nachstehender Formel ab

$$v_z = \frac{V_z \cdot S \cdot 100}{M_z}$$

3. Die ermittelten Werte der Koeffizienten v_z sind für den Standort und die Feldfrucht charakteristisch. Auf Schwarzerden wurden höhere Werte festgestellt als auf Podsolböden, und bei Wintersaaten im Vergleich mit Sommersaaten höhere Werte auf allen verglichenen Standorten.

4. Die Koeffizienten v_z ermöglichen bei einer Ermittlung des Stickstoffgehalts im Boden nach der Inkubationsmethode eine Prognose des Grundertrags (ohne Stickstoffdüngung).

Působení statkových hnojiv na výrobnost osevního postupu

Действие местных удобрений на эффективность севооборота

Die Einwirkung von Stalldünger auf die Produktivität der Fruchtfolge

Inž. Milan ŠKARDA

Výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení výživy rostlin,
vedoucí CSc. inž. J. Neuberg, Ruzyně

Organické hnojení má i při použití vysokých dávek průmyslových hnojiv důležitý hospodářský význam, jak ukazují práce autorů (Römmel, Scheffer, 1944, 1959, Turčin, 1948, Schulze, 1950, Seiberth, 1960, Paasch, 1960, Duchoně, 1961, Káš, 1961, Novák, 1961, Vlasjuk, 1961, Schmied, 1962, Škarda, 1963, Baier, 1961, 1962, Křišťan, 1963, Strnad, 1963, aj.). V našich podmínkách je nezbytné k udržení a zvyšování úrodnosti půdy jako dodavatel humusotvorného materiálu a důležitý zdroj živin.

Současná živočišná výroba v ČSSR se 7,5 mil. DJ dává reálné možnosti pro celostátní výrobu 50 mil. t čerstvé chlévské mrvy a 300 mil. hl močůvky ročně. Mimo 8,8 mil. t organických látek vyprodukujeme v tomto množství o 59 % více živin než je schopna současná distribuce dodat do zemědělství v průmyslových hnojivech. Při zlepšeném ošetřování a snížení ztrát by bylo možno vyrobit alespoň 70 q hnoje nebo kompostu na 1 ha orné půdy a vyhnojit každým třetím rokem 1 ha orné půdy dávkou 210 q statkových hnojiv.

K udržení půdní úrodnosti v průměru všech půdních podmínek je podle uznávaných zásad potřebné dodat ročně na 1 ha orné půdy statková hnojiva v dávce s minimálním obsahem 20 q/ha sušiny, jak vyplývá z prací Preuschena (1946), Rintelena (1958), Duchoně (1961), Káše (1961), Nováka (1961). Podle Mückenhausena leží obsah humusu většiny půd mezi 1–3 %. Pravidelné organické hnojení v ročním množství 100 q hnoje nebo kompostu na 1 ha orné půdy je pro udržení obsahu humusu na 1–3 % dostačující. (Roční dávka 120 q/ha hnoje v pokuse — der „Ewige Roggenbau“ v Halle zvýšila obsah humusu za 80 let z 2,1 % na 2,9 % — Schmalfluss, Kolbe, 1961). Tuto zásadu plníme však v zemědělské praxi zhruba na 50 %.

Působení hnoje, popříp. kompostu v osevním postupu závisí však také na jakosti chlévské mrvy, době a způsobu ošetření, na půdním druhu, půdní zásobě a dodaných živinách, na pěstované plodině a ostatních podmínkách prostředí. V současné době se používána statková hnojiva vlivem „ošetření“ a doby zapravení od sebe liší obsahem organických látek i živin, a proto s různým účinkem ovlivňují výnosy plodin a úrodnost půdy. Protože statková hnojiva zůstávají v perspektivní soustavě hnojení (Baier, Jelínek, Křišťan, Po-

korný, Strnad, Škarda, 1963) i při vysokých dávkách průmyslových hnojiv základním hnojařským opatřením, je zkvalitnění organického hnojení zásadním předpokladem pro zvýšení výrobnosti osevních postupů.

Zemědělskou praxi zajímá z provozních důvodů nejen výroba, ale i rozdělení, forma a doba použití statkových hnojiv v osevním postupu, aby jejich výrobní náklady byly vzhledem k dosaženým výnosům co nejnižší.

V řepařské výrobní oblasti jsme se pokusně zaměřili, kromě tradičně používaného chlévského hnoje, na výrobu rychlokompostu z čerstvé chlévské mrvy a zeminy pro jarní zapravení bez orby za účelem odstranění škodlivého jarního zaorávání hnoje. Cílem pokusů je sledovat vliv různých forem statkových hnojiv na účinnost perspektivních dávek průmyslových hnojiv a tím i na výrobnost osevního postupu a určit nejvhodnější formu, popřípadě kombinaci statkových hnojiv v soustavě hnojení řepařské výrobní oblasti.

Charakteristika prostředí

a) Pokusné místo: Dlouhodobý výživářský pokus s 8 osevními postupy jsme založili na podzim 1955 na pokusném pozemku ÚVÚRV Praha-Ruzyně. Pokusné plochy jsou umístěny na jižním svahu erozivní brázdy táhnoucí se od východu k západu v nadmořské výšce 340–350 m n. m. Geonomicky náleží stanoviště do výrobního typu řepařského a subtypu ječného.

b) Klimatické podmínky: Průměrná roční teplota vzduchu v letech 1956–1960 činila 7,8° C (průměrná maximální teplota 20,5° C, minimální –4,5° C). Nejchladnější byl rok 1956, který se vyznačoval nízkými teplotami, zejména v zimních a jarních měsících. Úhrnné množství srážek se v pokusných letech 1956–1960 pohybovalo kolem víceletého průměru 527,5 mm. Nejbohatší na srážky byl rok 1958 (701,2 mm). Rok 1957 byl srážkově podnormální (spadlo cca o 100 mm srážek méně oproti víceletému průměru). Nejchudší na srážky byl rok 1959 (spadlo téměř o 40 % méně srážek než udával normál). Srážky spadly převážně v období duben až srpen (243,3 mm). V době od 20. 8. do 20. 10. spadlo pouze 0,2 mm srážek, což se velmi nepříznivě projevovalo ve sklizni brambor, cukrovky, píce a ve vzcházení ozimu. Langův dešťový faktor je charakterizován hodnotou 60.

Sluneční svit byl v pokusných letech normální; pouze v roce 1959 byl téměř o 300 hod. vyšší než víceletý průměr (1888 hod.).

c) Půdoznalecká charakteristika pokusných ploch (Fáček, Damaška, 1963): Geneticky se půdy řadí k půdnímu typu hnědozemnímu, s místy typu černozemního; zrnitostně k těžším půdám hlinitým. Strukturní stav je poměrně labilní; půdy mají sklon k hrudkovitosti, rozhrdění a škraloupování.

Obsah uhlíkatů v celém profilu je zastoupen jen ve stopách. Sorpční komplex je nasycen především vápníkem a hořčíkem. Průměrné rozborové hodnoty: výměnné pH 7,1; P₂O₅ podle Egnera 20,3 mg/100 g; K₂O podle Schachtschabela 19,4 mg/100 g.

Metodika pokusu

Pro zhodnocení vlivu statkových hnojiv na výrobnost osevního postupu jsme si za období 1956–1960 vybrali z 8 9honných osevních postupů 3 hony, které jsme již od roku 1955/56 organicky hnojili, s tímto sledem plodin:

I.

Hon	1956	1957	1958	1959	1960
III.	cukrovka	jar. ječmen	brambory	oz. pšenice	cukrovka
V.	brambory	oz. pšenice	cukrovka	jar. ječmen	vojtěška
VII.	cukrovka	jar. ječmen	vojtěška	vojtěška	oz. pšenice

Uspořádání pokusu odpovídá metodice (Škarda, 1963); v technice hnojení jsme použili agrotechniky A.

Hnojení

1. Statková hnojiva. Organicky hnojíme pouze okopaniny (u ostatních plodin sledujeme následné působení): cukrovku dávkou 300 q/ha a brambory 200 q/ha čerstvé chlévské mrvy. Ze tří zkoušených forem statkových hnojiv jsme pro zhodnocení zvolili chlévský hnůj ukládaný 6 měsíců anaerobním způsobem v bloku, zaoraný na podzim a kompost z čerstvé chlévské mrvy a zeminy (v poměru 10 : 1), ošetřovaný 6 měsíců semi až aerobním způsobem, 2 X překopaný, zapravený na jaře bez orby.

II. Dávky statkových hnojiv za období 1956—1960

Hon	Celkové množství čerstvé chlévské mrvy		Celková dávka po ztrátách		Průměrná roční dávka	
	Hn	Kst*)	Hn	Kst*)	Hn	Kst*)
	q/ha					
III.	800	880	584	608	117	122
V.	500	550	365	380	73	76
VII.	300	330	219	228	44	46
Celkem	1600	1760	1168	1216	78	81

*) včetně zeminy (10 : 1).

III. Množství živin dodané ve statkových hnojivech

Plodina	Druh	Množství v q/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Celkem
			v kg/ha			
Cukrovka	Hn	219	100	37	107	244
	Kst	228	112	41	114	267
Brambory	Hn	146	67	25	71	163
	Kst	152	74	27	76	177

Poměr živin (NPK): Hn = 1 : 0,37 : 1,07 Kst = 1 : 0,37 : 1,02.

2. Průmyslová hnojiva. Hnojíme každoročně ke všem plodinám ve třech odstupňovaných hladinách:

Ø, I., II.

Roční průměr střední dávky

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Celkem
(I) NiPiK ₁ :	Hon III. 41,0	38,2	68,8	148,0
	Hon V. 26,2	43,8	81,6	151,6
	Hon VII. 24,4	26,6	80,0	131,0

Průměrný poměr živin (NPK): 1 : 1,2 : 2,5

Roční průměr vysoké dávky

(II) $N_2P_2K_2$:	Hon III.	62,0	58,6	136,0	256,6
	Hon V.	48,8	61,8	140,4	251,0
	Hon VII.	31,0	39,0	128,0	198,0

Průměrný počet živin (NPK): 1:1,1:2,8

3. Technika hnojení. Z fosforečných hnojiv jsme práškový superfosfát z části zaorali na podzim, v roce organického hnojení spolu s chlévským hnojem, z části (nebo i celou dávkou) zapravili do půdy při přípravě před setím, kdy jsme hnojili současně síranem amonným. Thomasovu moučku jsme použili pouze při podzimním hnojení vojtěšky. Z draselných hnojiv jsme draselnou sůl z části zaorali na podzim a z části zapravili při přípravě před setím, nebo celou dávku rozhodli před příchodem zimy na hrubou brázdou, příp. na vojtěšku. Dusík na list jsme aplikovali v jedné nebo ve dvou dávkách ve formě ledku lovosického, nebo ledku vápenatého, popř. ledku amonného.

4. Schéma hnojení:

IV. Roční dávky živin dodané ve statkových a průmyslových hnojivech
(Průměr 3 honů za období 1956—1960)

Kombinace hnojení	N	P_2O_5	K_2O	Celkem
	v kg/ha			
Hn	35,6	13,2	38,0	86,8
Kst	39,7	14,5	40,6	94,8
$N_1P_1K_1$	30,5	36,2	76,8	143,5
$Hn+N_1P_1K_1$	66,1	49,4	114,8	230,3
$Kst+N_1P_1K_1$	70,2	50,7	117,4	238,3
$N_2P_2K_2$	47,3	53,1	134,8	235,2
$Hn+N_2P_2K_2$	82,9	66,3	172,8	322,0
$Kst+N_2P_2K_2$	87,0	67,6	175,4	330,0

Statková hnojiva: nehnojená kontrola $\emptyset$
hnojeno chlévským hnojem Hn
hnojeno kompostem z chlévské mrvy a zeminy Kst

Průmyslová hnojiva: nehnojená kontrola $\emptyset$
hnojeno střední dávkou (I) $N_1P_1K_1$
hnojeno vysokou dávkou (II) $N_2P_2K_2$

Číselné označení pro kombinace hnojení v grafech:

1 ($\emptyset$), 2 (Hn), 3 (Kst), 4 ($N_1P_1K_1$), 5 ($Hn+N_1P_1K_1$),
6 ($Kst+N_1P_1K_1$), 7 ($N_2P_2K_2$), 8 ($Hn+N_2P_2K_2$), 9 ($Kst+N_2P_2K_2$).

Výsledky

V tabulce V jsme v přehledu uvedli absolutní a relativní výnosy hlavních a vedlejších produktů plodin, získané v průměru pokusných let 1956—1960 na třech sledovaných honech (III., V., VII.), které byly podkladem pro konečné

V. Průměrné výnosy sledovaných plodin za období 1956—1960 q/ha

Plodiny	Kombinace hnojení								
	Ø			N ₁ P ₁ K ₁			N ₂ P ₂ K ₂		
	Ø	Hn	Kst	Ø	Hn	Kst	Ø	Hn	Kst
	q/ha %	q/ha %	q/ha %	q/ha %	q/ha %	q/ha %	q/ha %	q/ha %	q/ha %
Cukrovka	258,0 100,0	295,0 114,3	300,0 116,2	328,0 127,1	333,0 129,0	354,0 137,2	338,0 131,0	358,0 138,7	374,0 144,9
Ječmen jarní	29,7 100,0	31,1 104,7	35,6 119,8	33,2 117,7	34,1 114,8	35,1 118,1	35,2 118,5	35,1 118,1	37,9 127,6
Brambory	208,6 100,0	227,7 109,1	253,5 121,5	264,0 126,5	258,3 123,8	288,3 138,2	267,4 128,1	278,8 133,6	312,2 149,6
Pšenice ozimá	38,6 100,0	38,0 98,4	40,8 105,6	44,4 115,0	43,8 113,4	45,4 117,6	46,9 121,5	44,0 113,9	46,3 119,9
Vojtěška	312,5 100,0	319,2 102,1	318,6 101,9	333,0 106,5	328,7 105,1	347,0 111,0	346,0 110,7	333,2 106,6	336,0 107,5
Hlavní produkty v OJ/ha	661,7 100,0	712,3 107,6	752,6 113,7	793,5 119,9	794,9 120,1	844,4 127,6	820,8 124,0	835,7 126,3	884,5 133,7
Vedlejší produkty v OJ/ha	97,0 100,0	104,8 108,0	106,4 109,7	120,8 124,5	122,4 126,2	129,3 133,3	134,9 139,1	139,2 143,5	139,2 143,5
Celkem OJ/ha	758,7 100,0	817,1 107,7	859,0 113,2	914,3 120,4	917,3 120,9	973,7 128,3	955,7 125,9	974,9 128,5	1023,7 134,8

VI. Výrobnost tří osevních postupů v sledovaných kombinacích hnojení v OJ/ha za období 1956—1960

	Kombinace hnojení								
	Ø			N ₁ P ₁ K ₁			N ₂ P ₂ K ₂		
	Ø	Hn	Kst	Ø	Hn	Kst	Ø	Hn	Kst
	v OJ/ha								
Výnosy plodin v OJ/ha	758,7	817,1	859,0	914,3	917,3	973,7	955,7	974,9	1023,7
Roční průměry	50,6	54,5	57,3	60,9	61,2	64,9	63,7	65,0	68,2
Průměrný přírůstek proti Ø	—	+3,9	+6,7	+10,3	+10,6	+14,3	+13,1	+14,4	+17,6

zhodnocení vlivu chlévského hnoje a kompostu z chlévské mrvy a zeminy spolu se stupňovanými dávkami průmyslových hnojiv na výrobnost osevního postupu. Hlavní produkty jsme rozepsali podle jednotlivých plodin, vedlejší produkty su-
márně

VII. Přírůstky výnosů v OJ/ha v přepočtu na 1 kg/ha NPK živin v ročním průměru na osevní postup

	Kombinace hnojení								
	Ø			N ₁ P ₁ K ₁			N ₂ P ₂ K ₂		
	Ø	Hn	Kst	Ø	Hn	Kst	Ø	Hn	Kst
Dávka NPK v kg/ha	—	86,8	94,8	143,5	230,3	238,3	235,2	322,0	330,0
Přírůstek výnosu v OJ/ha	3,9	6,7	10,3	10,6	14,3	13,1	14,4	17,6	
Přírůstek výnosu v OJ/ha na 1 kg/ha NPK	—	0,043	0,071	0,072	0,046	0,060	0,056	0,045	0,054

Celkovou výrobnost tří osevních postupů s ročním průměrem a ročním přírůstkem výnosů jsme shrnuli v tabulce VI.

V tabulce VII jsme zpracovali vliv použitých dávek živin ve statkových a průmyslových hnojivech na přírůstky výnosů hlavních a vedlejších produktů sledovaných plodin, vyjádřených v OJ/ha, v přepočtu na 1 kg/ha NPK živin organického a minerálního hnojení.

Za srovnatelnou jednotku výnosu různých plodin jsme v uvedených tabulkách použili obilní jednotky — OJ/ha — podle Woermann a Blohma (Brockhaus, 1957).

V průběhu pokusných let velmi nepříznivě ovlivnily vývoj vegetace plodin teplotní výkyvy, zejména květnové mrazíky, nerovnoměrně rozdělené srážky (až na rok 1960), téměř pravidelná květnová krupobití se silnými srážkami (především rok 1956 a rok 1958) a sucho v průběhu vegetace v letech 1957 a 1959.

Ekonomická efektivnost statkových hnojiv v osevním postupu

Pro ekonomické zhodnocení účinku chlévského hnoje a kompostu z čerstvé chlévské mrvy a zeminy ve třech sledovaných osevních postupech za období 1956 až 1960 jsme zpracovali v ročním průměru tyto hlavní ukazatele:

1. zvýšení hrubé produkce hnojením v Kčs/ha: přírůstky výnosů hlavních produktů dosažené hnojením jsme ohodnotili ve výkupních cenách platných pro střední kvalitu od roku 1960;
2. hrubý důchod dosažený hnojením v Kčs/ha: rozdíl mezi zvýšením hrubé produkce hnojením a náklady na hnojení příslušné kombinace hnojení;
3. koeficient ekonomické efektivnosti v Kčs/ha vyjadřuje zvýšení hrubé produkce hnojením na 1 Kčs/ha nákladů na hnojení.

Hrubou produkcí přírůstků výnosů vedlejších výrobků hradíme práci spojenou s vícesklizní všech přírůstků výnosů.

Náklady na hnojení tvoří u průmyslových hnojiv nákupní hodnota (v cenách platných od roku 1960) včetně všech nákladových položek od vyložení z va-

gónu až po rozmetání na poli. U statkových hnojiv náklady potřebné pro výrobu hnoje a kompostu s použitím běžné mechanizace od vyvezení chlévské mrvy ze stáje až po rozmetání, kromě hodnoty základních surovin.

V tabulce IX jsme ve výše uvedených ukazatelích zpracovali vliv hnoje a kompostu na ekonomickou efektivnost organickominerálního hnojení v osevním postupu.

Rozbor výsledků a diskuse

Vliv organického a minerálního hnojení na výrobnost osevního postupu

Při hodnocení dosažených výsledků vycházíme z komplexního působení statkových a průmyslových hnojiv na výrobnost osevního postupu v závislosti na různém účinku chlévského hnoje a kompostu z chlévské mrvy a zeminy.

Naše výsledky dokazují, že pravidelné organické hnojení rozhoduje o produktivnosti půdy, což v posledních desetiletích potvrzuje mnoho prací, ve kterých bylo hodnoceno především působení hnoje na výši výnosů (Dhein, 1959, Rauhe, Hesse, 1960, Košelkov, Oksenťan, Osipova, Char'kov, 1960, Ilin, 1960, Iversen, 1960, Schmalfuss, Kolbe, 1961, Schmied, 1962, aj.).

Dlouhodobé hnojařské pokusy v Halle/Salle, Dikopshofu, Dahlemu, Thyrowu, Lauchstädtu, Hohenheimu a jinde souhlasně ukázaly, že přírůstky výnosů bez hnojení hnojem po kratší nebo delší době klesají. Lemmermann a spolupracovníci zjistili k této otázce do roku 1932, že hospodařit na dlouho bez hnoje vede k znehodnocení půdy a vyžaduje rok od roku stále vyšších dávek průmyslových hnojiv, aby výnosy neklesaly. Baier (1961) uvádí, že půda delší dobu nehnojená statkovými hnojivy ztrácí úrodnost, účinek průmyslových hnojiv se snižuje a výnosy klesají. Podle Scheffera ukázaly také dlouhodobé pokusy v Göttingen, že i přes „humus šetřící“ osevní postup výnosy při samotném používání průmyslových hnojiv po 50 letech klesly. Tomuto snižování je možno zabránit současným organickým hnojením.

Velký počet experimentálních prací potvrzuje, že dlouhodobě lze dosahovat stálých vysokých výnosů pouze kombinací organicko-minerálního hnojení (Schulze, 1950, Škopík, 1956, Rütger, Ansorge, 1959, Seiberth, 1960, Tamm, Schrenk, 1960, Sobolev, Černěckij, 1960, Gorškov, 1960, Vlasjuk, Lisoval, 1960, Bodrova, Ozolina, 1961, Jahn-Deesbach, 1962, Novák, 1960, Rauhe, 1962, Škarda, 1963, aj.). Iversen (1960) naproti tomu dokazuje na pokusech v Askovu, že půdní úrodnost lze udržet i bez živočišné výroby, tzn. bez hnoje, pouze průmyslovými hnojivy. Klapp a Schulze (1960) k článku Iversena „Dänische Versuche mit Stalldünger und Kunstdünger“ poznamenávají, že pokusům v Askovu chybí kombinace — hnůj + NPK — a poukazují na relativní výnosy v Dikopshofu a Lauchstädtu, kde přesvědčivě nejvyšších výnosů dosahuje kombinace — hnůj + NPK:

	Dikopshof (1904—1921)	Lauchstädt (1903—1942)
nehnojeno	100	100
hnůj	138,8	162,6
NPK	148,4	187,9
hnůj + NPK	176,3	204,4

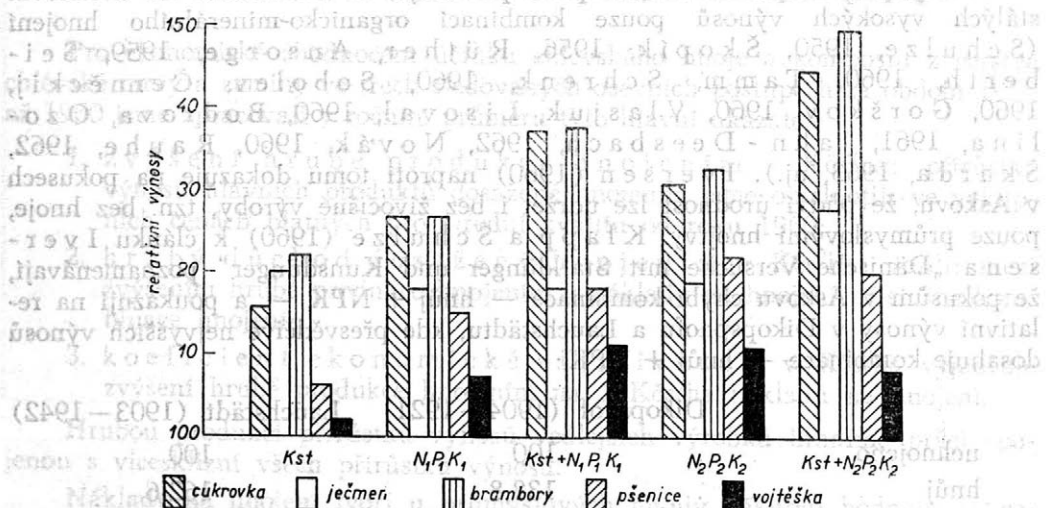
L a u (1956) zjistil v 18 švédských zemědělských závodech, že po 15–20 letech sice nedošlo v provozech bez živočišné výroby ještě k průkaznému snížení půdní úrodnosti, ale výnosy byly nižší.

Tento zásadní význam statkových hnojiv pro výrobnost osevního postupu zjišťujeme za období 1956–1960 i v našich pokusech. V přímém roce hnojení (tabulka V) zvýšila statková hnojiva samotná i s minerálním přihnojením výnosy proti kontrole v q/ha (graf 1):

VIII.

	Ø		N ₁ P ₁ K ₁		N ₂ P ₂ K ₂	
	Hn	Kst	Hn	Kst	Hn	Kst
u cukrovky	37,0	42,0	75,0	96,0	100,0	116,0
brambor	19,1	44,9	49,7	79,7	70,2	103,6
a v následném působení						
u obilovin	1,4	5,9	4,4	6,8	5,4	8,2
pícnin	6,1	6,7	16,2	34,5	20,7	23,5

Podobných výsledků dosáhli v odlišných výrobně a půdně klimatických podmínkách i v zahraničí. Seibert (1960) uvádí, že v Hohenheimu zvedlo organické hnojení v průměru 16 let výnosy brambor o 63,2 q/ha, jarního ječmene o 3,0 q/ha, červeného jetele o 9,9 q/ha. S minerálním přihnojením vzrostly přírůstky výnosů u brambor na 134,7 q/ha, u jarního ječmene na 10,2 q/ha a jetele na 18,4 q/ha. Vlasjuk (1960) zjišťuje, že minerální hnojení zvýšilo výnosy u cukrovky o 71,4 q/ha, u pšenice o 4,6 q/ha; v organickominerálním hnojení u cukrovky o 113,2 q/ha, u pšenice 6,4 q/ha. V Lauchstädtu (R ü t h e r,



Graf 1. Relativní výnosy plodin v kombinacích s kompostem (roční průměr ze 3 osevních postupů)

Ansorge, 1959, Ljubarskaja, 1960) získali nejvyšších přírůstků výnosů brambor a cukrovky v kombinaci hnůj + NPK. Proti samotnému NPK zvýšilo organické hnojení výnos cukrovky o 25,9 q/ha (u nás o 36,0 q/ha), u brambor o 26,0 q/ha (u nás 44,8 q/ha). V posledních 10 letech zvýšilo organické hnojení v dávce 200 q/ha s NPK v průměru výnosy pšenice o 3 q/ha (7 %) a ječmene o 3 q/ha (9 %) proti kombinaci NPK. V Dahlemu (Tamm, Schrenk, 1960) bylo dosaženo nejlepších výsledků v kombinaci hnůj + NPK. V Halle (Schmalfuss, Kolbe, 1961) vykazuje monokultura žita v průběhu 80 let větší nebo menší snížení výnosů: v kombinaci s hnojem o 5 %, kdežto s NPK o 20 %.

V závislosti na intenzitě hnojení jsme v ročním průměru vyprodukovali za pětiletý úsek osevního postupu 50,6—68,2 OJ/ha. Průměrný roční přírůstek se pohybuje od 3,9—17,6 OJ/ha. Statková hnojiva zvyšují výnosy plodin o 3,9 až 6,7 OJ/ha, s $N_1P_1K_1$ o 10,6—14,3 OJ/ha a s $N_2P_2K_2$ o 14,4—17,6 OJ/ha.

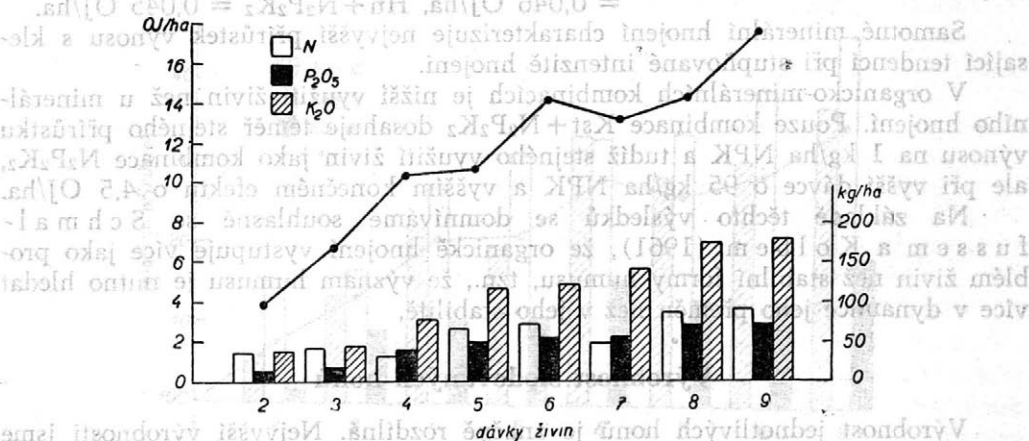
Vliv organického hnojení na přírůstek výnosů v OJ/ha

	Ø	$N_1P_1K_1$	$N_2P_2K_2$
hnůj	3,9	0,3	1,3
kompost	6,7	4,0	4,5

Ve všech kombinacích přispělo organické hnojení ke zvýšení výnosů a tím i výrobnosti osevního postupu. Ze sledovaných statkových hnojiv je v našich podmínkách vhodnější kompost z chlévské mrvy a zeminy, zapravený na jaře bez orby. Mělké zapravení ústrojné hmoty do povrchových vrstev ornice má na těžších půdách náchylných k škraloupování pronikavější vliv na výnosy plodin než na podzim zaoraný hnůj: v ročním průměru bez minerálního hnojení o 2,8 OJ/ha, s $N_1P_1K_1$ o 3,7 OJ/ha, s $N_2P_2K_2$ o 3,3 OJ/ha.

K podobným závěrům dospěl i Mamčenkov (1962), který uvádí, že kompost z chlévské mrvy a zeminy se vyrovná účinku hnoje, mnohdy je i lepší.

Porovnáme-li jednotlivé přírůstky výnosů dosažené ve sledovaných kombinacích hnojení z hlediska celkové výrobnosti osevního postupu, zjišťujeme následující zvýšení výnosů (graf 2):



Graf 2. Vliv stupňovaných živin v kg/ha na roční přírůstek výnosu v OJ/ha

organické hnojení:

Hn = 7,7 %

minerální hnojení:

Kst = 13,2 %

$N_1P_1K_1$ = 20,4 %

$N_2P_2K_2$ = 25,9 %

organicko-minerální hnojení:

Hn + $N_1P_1K_1$ = 20,9 %

Kst + $N_1P_1K_1$ = 28,3 %

Hn + $N_2P_2K_2$ = 28,5 %

Kst + $N_2P_2K_2$ = 34,8 %

Kompost zvyšuje výnosy plodin o 13,2 %, spolu s $N_1P_1K_1$ o 28,3 % a s $N_2P_2K_2$ o 34,8 %. V porovnání se samotným minerálním hnojením vzrostly přírůstky výnosů v kombinaci Kst + NPK vlivem kompostu u $N_1P_1K_1$ o 7,9 % a u $N_2P_2K_2$ o 8,9 %. Hnůj dosahuje v našich podmínkách pouze 58,3 %, spolu s $N_1P_1K_1$ 70,9 % a s $N_2P_2K_2$ 80,3 % účinnosti kompostu. Z uvedeného vyplývá že účinek organického hnojení jak u kompostu, tak i hnoje stoupá se zvyšovanou intenzitou minerálního hnojení (graf 3).

Podobných výsledků dosáhli i v zahraničí. Např. v pokusech ve Wollupu (Rauhe a Hesse, 1960) zvýšilo organické hnojení výnosy na těžší půdě o 5–13 % a v Thyrowu (Jahn – Deesbach, 1962) v průměru 21 let zvedlo 300 q/ha hnoje výnos v kombinaci s NPK o 9 %.

V přepočtu na 1 kg/ha NPK živin ve statkových a průmyslových hnojivech (tabulka VII) dosahuje kompost ve všech kombinacích vyššího přírůstku výnosů než hnůj. Se stoupající intenzitou hnojení přírůstek výnosu klesá: Kst = 0,071 OJ/ha, Kst + $N_1P_1K_1$ = 0,060 OJ/ha, Kst + $N_2P_2K_2$ = 0,054 OJ/ha. Naopak v kombinacích s hnojem přírůstek výnosu mírně stoupá, ovšem při nižších absolutních hodnotách než u kompostu: Hn = 0,043 OJ/ha, Hn + $N_1P_1K_1$ = 0,046 OJ/ha, Hn + $N_2P_2K_2$ = 0,045 OJ/ha.

Samotné minerální hnojení charakterizuje nejvyšší přírůstek výnosu s klesající tendencí při stupňované intenzitě hnojení.

V organicko-minerálních kombinacích je nižší využití živin než u minerálního hnojení. Pouze kombinace Kst + $N_2P_2K_2$ dosahuje téměř stejného přírůstku výnosu na 1 kg/ha NPK a tudíž stejného využití živin jako kombinace $N_2P_2K_2$, ale při vyšší dávce o 95 kg/ha NPK a vyšším konečném efektu o 4,5 OJ/ha.

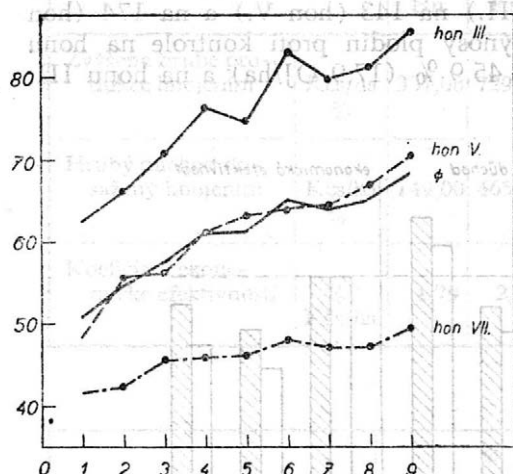
Na základě těchto výsledků se domníváme souhlasně se Schmal-fussem a Kolbem (1961), že organické hnojení vystupuje více jako problém živin než stabilní formy humusu, tzn., že význam humusu je nutno hledat více v dynamice jeho přeměn než v jeho stabilitě.

Výrobnost sledovaných honů

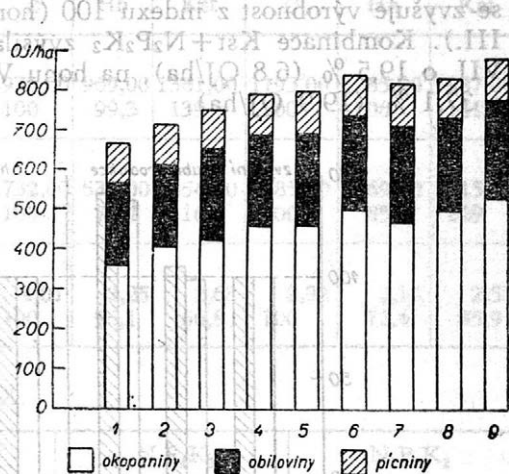
Výrobnost jednotlivých honů je značně rozdílná. Nejvyšší výrobnosti jsme dosáhli na honu III., nejnižší na honu VII. (graf 4).

Výrobnost ovlivnily nejen různá intenzita hnojení, ale i různý sled plodin

a jednotlivé ročníky. Nejintenzivněji jsme hnojili hon III., jak vyžadoval i zkoušený úsek osevního postupu (3 okopaniny a 2 obiloviny) a nejméně hon VII. (1 okopanina, 2 obiloviny, 2 pícniny). Graf 5 ukazuje, jak se podílely jednotlivé skupiny plodin na zvyšování výrobnosti osevních postupů. Z průměrného součtu výnosu všech kombinací hnojení, vyjádřeného v OJ/ha, připadá ze 100 % na okopaniny 58 %, na obiloviny 29 % a na pícniny 13 %.



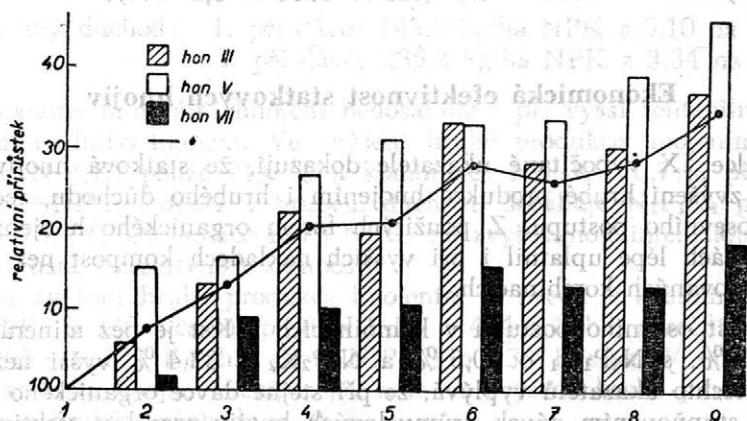
Graf 4. Výrobnost jednotlivých honů v letech 1956–60 v OJ/ha



Graf 5. Podíl hlavních skupin plodin na výrobě osevních postupů v OJ/ha

Spojením intenzivního osevního postupu s vyššími dávkami hnojiv jsme na honu III. vyprodukovali 62,2–85,3 OJ/ha (ϕ a $Kst+N_2P_2K_2$), na honu V. 48,1–70,2 OJ/ha = 80 % a na honu VII. 41,1–49,1 % OJ/ha = 61 % výrobnosti honu III.

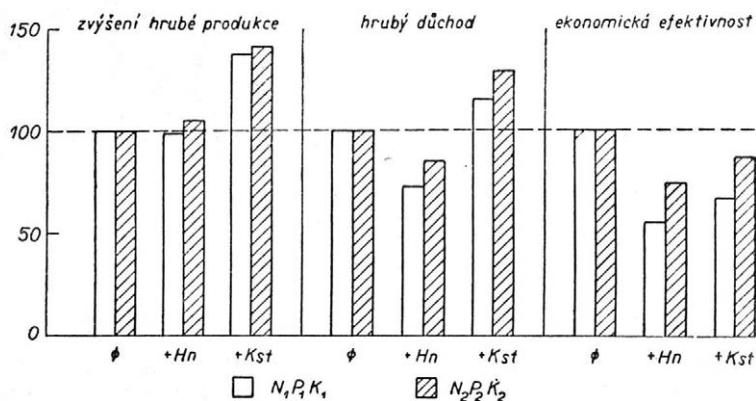
Vlivem hnojení jsme na honu VII. dosáhli průměrného ročního přírůstku výnosu 4,8 OJ/ha, na honu V. 14,5 OJ/ha a na honu III. 14,8 OJ/ha. Relativní přírůstky výnosů jsou nejvyšší na honu V., což svědčí o tom, že nejen hnojení, ale i osevni postup a příznivé ročníky pro jednotlivé plodiny rozhodují o využitelnosti živin a tím o výnosech plodin (graf 6). Z toho je zřejmé, že hnojení



Graf 6. Relativní přírůstky výnosů v osevním postupu v OJ/ha (roční průměr)

nelze oddělovat od osevního postupu, jak také vyplývá z prací Simona, 1954, Kolaříka, 1959, Kříšťana, 1963, Strnada, 1963.

Vliv různého sledu plodin za určitý časový úsek na výrobnost osevního postupu dokazují výsledky dosažené na kontrolních parcelách. Ohodnotíme-li výrobnost na těchto parcelách na honu VII. indexem 100, stoupá tato na 117 (hon V.) a na 151 (hon III.). S hnojením na nejlepší kombinaci Kst+N₂P₂K₂ se zvyšuje výrobnost z indexu 100 (hon VII.) na 143 (hon V.) a na 174 (hon III.). Kombinace Kst+N₂P₂K₂ zvýšila výnosy plodin proti kontrole na honu VII. o 19,5 % (6,8 OJ/ha), na honu V. o 45,9 % (17,9 OJ/ha) a na honu III. o 37,1 % (19,9 OJ/ha).



Graf 7. Porovnání relativní účinnosti N₁P₁K₁ a N₂P₂K₂ v hlavních ekonomických ukazatelích

O vlivu ročníků je možno se přesvědčit z porovnání právě sledovaných kombinací ∅ a Kst+N₂P₂K₂ na přírůstcích výnosů v OJ/ha:

cukrovka:	v r. 1956 = 13,1 (III.), 11,5 (VII.); 1958 = 45,3 (V.); 1960 = 45,8 (III.)
pšenice ozimá:	1957 = 10,8 (V.); 1959 = 6,8 (III.); 1960 = 5,7 (VII.)
ječmen jarní:	1957 = 4,1 (III.); 1959 = 8,5 (V.).

Ekonomická efektivnost statkových hnojiv

V tabulce IX vypočítané ukazatele dokazují, že statková hnojiva výrazně přispěla ke zvýšení hrubé produkce hnojením i hrubého důchodu, tedy k vyšší výrobnosti osevního postupu. Z použitých forem organického hnojení se v našich podmínkách lépe uplatnil i při vyšších nákladech kompost než hnůj, a to ve všech sledovaných kombinacích.

Výrobnost osevního postupu v kombinacích s Kst je bez minerálního hnojení o 116,3 %, s N₁P₁K₁ o 40,5 % a N₂P₂K₂ o 33,4 % vyšší než u hnoje. Současně z těchto ukazatelů vyplývá, že při stejné dávce organického hnojení se přidáním a stupňováním dávek průmyslových hnojiv rozdíl v efektivnosti mezi kompostem a hnojem zmenšuje pravděpodobně tím, že se stoupajícím minerálním hnojením se zvyšuje využití živin a tím i účinnost Hn+NPK.

IX. Ekonomické zhodnocení průměrných přírůstků výnosů v Kčs/ha
(Roční průměr tří osevních postupů za období 1956—1960)

Ukazatelé		Kombinace hnojení							
		Ø		N ₁ P ₁ K ₁		N ₂ P ₂ K ₂			
		Hn	Kst	Ø	Hn	Kst	Ø	Hn	Kst
Zvýšené hrubé produkce hnojením	Kčs/ha %	337,00	729,00	975,00 100	969,00 99,3	1361,00 139	1193,00 100	1265,00 106	1687,00 141,4
Hrubý důchod dosažený hnojením	Kčs/ha %	149,00	465,00	732,00 100	538,00 73,4	854,00 116,6	785,00 100	669,00 85,2	1015,00 129
Koeficient ekonomické efektivity	% Kčs/ha	1,79	2,76	4,01 100	2,25 56,1	2,68 66,8	2,92 100	2,12 72,6	2,51 85,9

X.

Ukazatelé	Ø		N ₁ P ₁ K ₁		N ₂ P ₂ K ₂	
	Kst	Hn	Kst	Hn	Kst	Hn
	v %					
Zvýšení hrubé produkce	100	46,2	100	71,2	100	75,0
Hrubý důchod	100	32,0	100	63,0	100	65,9

80 q/ha kompostu zvyšuje ročně na 1 kg NPK průmyslových hnojiv:

- hrubou produkci: 1. při dávce 143,5 kg/ha NPK z 6,79 na 9,48 Kčs/ha,
2. při dávce 235,2 kg/ha NPK z 5,07 na 7,15 Kčs/ha,
- hrubý důchod: 1. při dávce 143,5 kg/ha NPK z 5,10 na 5,95 Kčs/ha,
2. při dávce 235,2 kg/ha NPK z 3,34 na 4,32 Kčs/ha.

Samostatné minerální hnojení nedosahuje i při vyšší rentabilitě účinku organicko-minerálního hnojení. Ve zvýšení hrubé produkce hnojením představuje kombinace N₁P₁K₁ pouze 71,6 % a kombinace N₂P₂K₂ 70,7 % příslušné kombinace Kst+NPK. Rovněž v hrubém důchodu dosahuje N₁P₁K₁ pouze 85,7 % a N₂P₂K₂ 70,3 % kombinace Kst+NPK. Se zvyšovanou intenzitou minerálního hnojení vzrůstá i efektivnost kompostu.

Roční zvýšení hrubé produkce hnojením se zvedá v kombinaci Kst+NPK proti N₁P₁K₁ o 386 Kčs/ha, proti N₂P₂K₂ o 494 Kčs/ha, a roční hrubý důchod proti N₁P₁K₁ o 122 Kčs/ha, proti N₂P₂K₂ o 230 Kčs/ha. V obou ukazatelích je vyšší intenzita hnojení efektivnější, a to ve zvýšené hrubé produkci hnojením o 30 % a v hrubém důchodu o 88 %.

Kombinace Hn+NPK nedosahuje v těchto ukazatelích úrovně kombinace Kst+NPK. U N₁P₁K₁ jsou vypočítané hodnoty nižší než u samotného minerál-

ního hnojení a u $N_2P_2K_2$ vyšší pouze o 6 % ve zvýšené hrubé produkci hnojením.

U samotného minerálního hnojení při zvýšení dávek průmyslových hnojiv o 109,7 kg/ha NPK, tzn. o 76 %, vzrostla u $N_2P_2K_2$ proti $N_1P_1K_1$ zvýšená hrubá produkce hnojením pouze o 22,4 % a hrubý důchod o 7,2 %, což potvrzuje, že v našich podmínkách klesá se stoupající intenzitou minerálního hnojení jeho účinnost.

Zhodnotíme-li účinek $N_1P_1K_1$ a $N_2P_2K_2$ bez organického hnojení indexem 100, dosahujeme v organicko-minerálních kombinacích s hnojem a kompostem u $N_2P_2K_2$ většího zvýšení hrubé produkce hnojením i hrubého důchodu než u $N_1P_1K_1$ (graf 1). Se stupňovaným minerálním hnojením účinek statkových hnojiv stoupá, především u hnoje, u kterého je relativní vliv na efektivnost vyšší u zvýšené hrubé produkce hnojením a hrubého důchodu o 5 % než u kompostu, ale při nižších absolutních hodnotách u zvýšení hrubé produkce hnojením o 36,5 % a hrubého důchodu o 54,9 %.

Koeficient ekonomické efektivnosti je sice nejvyšší u samotného minerálního hnojení: u $N_1P_1K_1 = 4,01$ Kčs/ha, u $N_2P_2K_2 = 2,92$ Kčs/ha, ale se zvýšenou hrubou produkcí hnojením o 40 % a s hrubým důchodem o 17–29 % nižšími než u kombinace Kst+NPK. 1 Kčs/ha nákladů na hnojení je u $N_1P_1K_1$ o 50 % a $N_2P_2K_2$ o 16 % lépe zhodnocena než u Kst+NPK, ale z hlediska absolutního růstu objemu hrubé produkce a hrubého důchodu představuje kombinace Kst+NPK neekonomičtější způsob využití dodaných hnojiv. Současně však můžeme říci, že pokud 1 Kčs/ha nákladů na hnojení bude reprodukovat ≥ 1 Kčs/ha zvýšené hrubé produkce hnojením, je určitý použitý způsob hnojení odůvodněný.

Souhlasíme s Kříšťanem (1963), že ekonomické hodnocení výrobnosti osevního postupu vyjadřuje přesněji účinek určitých hnojařských opatření v osevním postupu než obilní jednotky.

Souhrn

Vliv organického hnojení v komplexním působení se stupňovanými dávkami průmyslových hnojiv na výrobnost osevního postupu sledujeme ve ÚVÚRV Praha - Ruzyně v dlouhodobém výživářském pokusu od roku 1956. Z 8 osevních postupů jsme k vyhodnocení účinku hnoje a kompostu z chlévské mrvy a zeminy použili výsledky tří honů, které jsme již při založení pokusu v roce 1956 organicky hnojili.

Za období 1956–1960 jsme zjistili, že

1. statková hnojiva v roční dávce 80 q/ha zvýšila výrobnost osevního postupu o 3,9–6,7 OJ/ha, při současném použití průmyslových hnojiv v dávce 143,5 kg/ha $N_1P_1K_1$ o 10,6–14,3 OJ/ha a v dávce 235,2 kg/ha $N_2P_2K_2$ o 14,4 až 17,6 OJ/ha;
2. účinek kompostu stoupá se zvyšovanou intenzitou minerálního hnojení. Kompost zvyšuje výnosu plodin o 13,2 %, spolu s $N_1P_1K_1$ o 28,3 % a s $N_2P_2K_2$ o 34,8 %. V porovnání se samotným minerálním hnojením vzrostly přírůstky výnosů v kombinaci kompost + NPK vlivem kompostu u $N_1P_1K_1$ o 7,9 % a u $N_2P_2K_2$ o 8,9 %;
3. se vzrůstající intenzitou minerálního hnojení se zvyšuje i působení hnoje.

Hnůj však dosahuje pouze 58,3 %, spolu s $N_1P_1K_1$ 70,9 % a s $N_2P_2K_2$ 80,3 % účinnosti kompostu;

4. přírůstky výnosů docílené kompostem dosahují u cukrovky 42,0 q/ha, u brambor 44,9 q/ha, u obilovin 5,9 q/ha; spolu s $N_2P_2K_2$ u cukrovky 116,0 q/ha, u brambor 103,6 q/ha a u obilovin 8,2 q/ha;

5. v přepočtu na 1 kg/ha NPK živin ve statkových a průmyslových hnojivech dosahuje kompost ve všech kombinacích vyššího přírůstku výnosu než hnůj. Se stoupající intenzitou hnojení přírůstek výnosu klesá: kompost = 0,071 OJ/ha, kompost + $N_1P_1K_1$ = 0,060 OJ/ha, kompost + $N_2P_2K_2$ = 0,054 OJ/ha. Naopak v kombinacích s hnojem přírůstek výnosu mírně stoupá, ovšem při nižších absolutních hodnotách než u kompostu: hnůj = 0,043 OJ/ha, hnůj + $N_2P_2K_2$ = 0,045 OJ/ha;

6. rozdíly ve výrobnosti jednotlivých honů odpovídají různé intenzitě hnojení, různému sledu plodin, příp. i vlivu ročníků. V nejintenzivněji hnojeném úseku osevního postupu s 3 okopaninami a 2 obilovinami jsme vyprodukovali v ročním průměru 62,2 (Ø) – 85,3 (kompost + $N_2P_2K_2$) OJ/ha = 100 %. Osevní postup s 2 okopaninami, 2 obilovinami a 1 píceinou dosáhl pouze 80 % a osevní postup s 1 okopaninou, 2 obilovinami a 2 píceinami 61 % výrobnosti nejefektivnějšího osevního postupu;

7. relativně nejvyšších přírůstků výnosů jsme dosáhli v osevním postupu 2 okopaniny, 2 obiloviny a 1 píčina, což potvrzuje, že ze sledovaných faktorů nejen hnojení, ale i osevní postup a příznivé ročníky spolurozhodují o výši sklizní;

8. nejlepší kombinace kompost + $N_2P_2K_2$ zvýšila výnosy plodin proti kontrole v osevním postupu s 61 % výrobností o 19,5 %, s 80 % výrobností o 45,9 % a se 100 % výrobností o 37,1 %;

9. na zvýšení výrobnosti osevního postupu se podílely v průměru všech kombinací hnojení okopaniny z 58 %, obiloviny z 29 % a pícininy ze 13 %;

10. ekonomické zhodnocení potvrzuje, že kompost je ve všech kombinacích a zde i ve všech ukazatelích efektivnější než hnůj;

11. kompost + NPK dosahuje ve zvýšení hrubé produkce hnojením u $N_1P_1K_1$ v ročním průměru 1361 Kčs/ha a u $N_2P_2K_2$ 1687 Kčs/ha; u hrubého důchodu 854 Kčs/ha ($N_1P_1K_1$) a 1015 Kčs/ha ($N_2P_2K_2$). Kompost + NPK zvýšil hodnoty těchto ukazatelů proti samotnému minerálnímu hnojení v hrubé produkci o 40 % ($N_1P_1K_1$) i ($N_2P_2K_3$) a v hrubém důchodu o 16 % ($N_1P_1K_1$) a 29 % ($N_2P_2K_2$);

12. samotné minerální hnojení nedosahuje i při vyšší rentabilitě účinku organicko-minerálního hnojení. Ve zvýšení hrubé produkce hnojením představuje $N_1P_1K_1$ pouze 71,6 % a $N_2P_2K_2$ 70,7 % a v hrubém důchodu $N_1P_1K_1$ 85,7 % a $N_2P_2K_2$ 77,3 % příslušné kombinace kompost + NPK;

13. při relativním srovnání ($N_1P_1K_1$ a $N_2P_2K_2$ = 100%) dosahujeme v organicko-minerálních kombinacích s hnojem i kompostem u $N_2P_2K_2$ vyšší hrubé produkce i hrubého důchodu než u $N_1P_1K_1$;

14. potvrzuje se závěr ad 2., že se stoupající intenzitou minerálního hnojení se zvyšuje v organicko-minerálních kombinacích efektivnost organického hnojení. Naopak u samotného minerálního hnojení se zvyšovanými dávkami hnojiv klesá jeho účinnost;

15. z hlediska absolutního růstu objemu hrubé produkce a hrubého důchodu představuje v našich půdně-klimatických podmínkách kombinace kompost + NPK nejekonomičtější způsob využití dodaných hnojiv.

Došlo dne 8. 7. 1963

1. Baier J.: Abeceda výživy rostlin. Praha, 1962. — 2. Baier J.: Jak ekonomicky hnojit. Praha, 1961. — 3. Baier J., Jelínek K., Křišťan F., Pokorný V., Strnad P., Škarda M.: Soustava hnojení v různých výrobních oblastech (dosud nepublikováno). — 4. Bodrova E. M., Ozolina Z. D.: Organické udobření a ich ispolzovanie. Moskva, 1961. — 5. Damaška J.: Zjištění hladiny živin v půdě se zřetelem k použitému způsobu hnojení a agrotechniky. ÚVÚRV Praha-Ruzyně. Závěrečná zpráva, 1963. — 6. Dhein A.: Zur Frage der Stallmistwirkung. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 103, 103-113, 1959. — 7. Duchoň F.: Základy úspěšného hospodaření se statkovými hnojivy. Praha, 1955. — 8. Duchoň F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha, 1948. — 9. Faccek Z.: Půdoznalecká charakteristika a sledování dynamiky půdních stavů při různém organickém a minerálním hnojení. Závěrečná zpráva, ÚVÚRV, Praha-Ruzyně, 1963. — 10. Gorškov P. A.: Rezultaty opytov po izučeniju sistemy udobrenija svėklovičnogo sevooborota na slabovyščelocennom černozemě. Moskva, Izdatel'stvo MSCH SSSR, 1960. — 11. Ilin V. F.: Vlijanije dlitel'novo primeněnija navoza i mineralnych udobrenij na supesčanoj podzolistoj počvě na urožaj i kačestvo kartofelja. Moskva, Izdatel'stvo MSCH SSSR, 1960. — 12. Iversen K.: Dänische Versuche mit Stall- und Kunstdünger. Z. J. Acker- u. Pflanzenbau, 110, 1-32, 1960. — 13. Jahn-Deesbach W.: Der Einfluß unterschiedlichen Düngungsmaßnahmen auf Boden und Pflanze im langjährigen Nährstoffmangelversuch in Thyrow bei Berlin. Z. f. Acker- und Pflanzenbau, 114, 2, 121-156, 1962. — 14. Káš V. a kolektiv: Obohacování půdy humusem. Praha, 1961. — 15. Káš V.: O rychlokompostech v teorii a praxi. Za social. zemědělství, VII., 6, 354-357, 1957. — 16. Klapp E.: Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. 5. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 1957. — 17. Klapp E. u. Schulze E.: Bemerkungen zu dem vorstehenden Beitrag über „Dänische Versuche mit Stalldünger und Kunstdünger“. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 111, 427-440, 1960. — 18. Kolařík J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. Praha, 1959. — 19. Košelkov P. N., Oksentjan U. G., Osipova Z. M., Char'kov D. V.: Vlijanije dlitel'novo vněsenija navoza i mineralnych udobrenij na plodородije děrnovo-podzolistoj tjaželosuglinistoj počvy. Moskva, Izdatel'stvo MSCH SSSR, 1960. — 20. Křišťan F.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v bramborářské výrobní oblasti. Rostlinná výroba, 9, 3-4, 299-312, 1963. — 21. Lemmermann O.: Ältere und neuere Untersuchungen über einige Wirkungen von Stalldünger und Mineraleüngern auf die Ernte und Boden. Z. f. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd., B. 11, 1-17, 1932. — 22. Lau G.: Erfolgreiche Rationalisierung. Schriftenreihe „Betriebs- u. Arbeitswirtschaft in der Praxis“, Verlag Paul Parey, Berlin, 1956. — 23. Ljubarskaja L. S.: Vlijanije navoza i mineralnych udobrenij pri dlitel'nom sistematičeskom primeněniji na urožaj kultur i plodородije počvy. Moskva, Izdatel'stvo MSCH SSSR, 1960. — 24. Mamčenkov I. P.: Komposty, ich prigotovlenije i primeněnije. Moskva, 1962. — 25. Mückenhause E.: Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland. Verlag Kommentator, Frankfurt a. M. — 26. Novák B.: Relativní působení statkových a minerálních hnojiv na výnosy cukrovky. Rostlinná výroba, 5 (XXXIII), 1, 57-70, 1960. — 27. Novák B.: Výroční zprávy ÚVÚRV Praha-Ruzyně. Praha, 1957. — 28. Novák B.: Výzkum nejvhodnějšího způsobu přípravy a využití statkových hnojiv za účelem zvýšení půdní úrodnosti a hektarových výnosů. Závěrečná zpráva — I. část. Praha ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1959. — 29. Paasch E. W.: Über Wirkungsweise und Kosten des Stalldüngers. Albrecht-Thaer Arch., 4, 5, 382-401, 1960. — 30. Preuschen G.: Der Wirtschaftsrahmen. Verlag Landwirtschaftskammer, Hannover, 1946. — 31. Rauhe K., Hesse M.: Über die Wirkung verschiedengelagerten Stalldüngers auf leichten und schweren Böden. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 110, 2, 135-152, 1960. — 32. Rauhe K.: Die komplexe Wirkung organischer Düngemittel auf Boden und Pflanze. Berlin. Tagungsber. DAL, 44, 143-164, 1962. — 33. Rintelen P.: Landwirtschaftliche Betriebsplanung. Bayer. Landwirtschaftsverlag München, 1958. — 34. Roemmer Th., Scheffer F.: Ackerbaulehre. 2. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin, 1944. — 35. Roemmer Th., Scheffer F.: Lehrbuch des Ackerbaues. 5. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hannover, 1957. — 36. Rütther H., Ansoerge H.: Ein halbes Jahrhundert „Statistischer Versuch“ Lauchstädt. II. Die Getreideerträge. Z. f. landwirtschaftlich. Versuchs- u. Untersuchungswesen, 5, 1, 99-121, 1959. — 37. Seiberth W.: Der Einfluß einer langjährigen kombinierten Stallmist- und Mineraleüngung auf Ertrag und Bodenfruchtbarkeit. Z. f. Pflanzen-

ernähr., Düng., Bodenkd., 90, 3, 219-228, 1960. — 38. Schmalfluss K., Kolbe G.: Der „Ewige Roggenbau“ in Halle nach 80 Jahren. Wiss. Z. Univ. Halle-Math.-Nat., X., 2-3, 425-430, 1961. — 39. Schmalfluss K.: Der Einfluß von organischer Düngung und Mineraldüngung auf der Fruchtbarkeitszustand und die biologische Tätigkeit des Bodens. Bodenkd. u. Pflanzenernähr., 3 (48), 3/4, 202-210, 1937. — 40. Schmid G.: Einfluß verschiedener organischer Dünger auf Bodenzustand und Pflanzenertrag. Bodenkultur, 13, 2, 118-132, 1962. — 41. Schulze E.: 36jährige Düngerwirkungen auf den Ertrag im Dauerdüngungsversuch Dikopshof (1906-1942). Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 93, 1, 95-139, 1950. — 42. Simon W.: Über die Anlage von Fruchtfolgeversuchen. Vorträge aus den Gebieten Acker- u. Pflanzenbau, Bodenkunde und Pflanzenzüchtung. Berlin, 52-66, 1954. — 43. Sine: Brockhaus ABC der Landwirtschaft. Veb. F. A. Brockhaus Verlag Leipzig, 469-470, 1957. — 44. Sobolev F. S., Černěckij A. I.: Dějstvie različnych doz i sočetanij navoza i mineralnych udobrenij v svěklovičnom sevooborotě. Moskva, Izdatel'stvo MSCH SSSR, 1960. — 45. Sobolev F. S.: Dějstvie navoza i mineralnych udobrenij v svěklovičnom sevooborotě na černozemnoj počvě. Moskva, Izdatel'stvo MSCH SSSR, 1960. — 46. Strnad P.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v řeparské oblasti. Rostlinná výroba, 9, 3-4, 287-298, 1963. — 47. Škarda M.: Výroční zpráva ÚVÚRV Praha-Ruzyně 1959, 1960, Praha. — 48. Škarda M.: Vliv statkových a průmyslových hnojiv na výnosy plodin v osevním postupu. Závěrečná zpráva ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1963. — 49. Škarda M.: Vliv statkových hnojiv na výnosy plodin v osevním postupu. Rostlinná výroba, 9, 3-4, 253-270, 1963. — 50. Škopík P.: Výroční zpráva ÚVÚRV Praha-Ruzyně, Praha, 1956. — 51. Tamm E., Schrenk A.: Der Einfluß langjährig differenzierter Düngungsmaßnahmen auf Boden und Ertrag eines lehmigen Sandbodens. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 110, 2, 173-215, 1960. — 52. Turčín F. V.: Pitanije rastěnij i priměnenije udobrenij. Počvověděnije, 6, 48-59, 1948. — 53. Vlasjuk P. A., Lisoval P. Z.: Effektivnost organo-mineralnoj sistemy udobrenija v zernovo-svěklovičnom sevooborotě. Kijev, Izdatel'stvo UASCHN, 1961.

Действие местных удобрений на эффективность севооборота

Влияние органического удобрения в комплексном действии со ступенчатыми дозами искусственных удобрений на эффективность севооборота исследуется в ЦНИИР Прага-Ружыне в одновременном опыте, посвященном питанию, с 1956 года. Из 8 севооборотов мы для оценки действия навоза и компоста из навоза и земли использовали результаты 3 клинов, которые мы уже при основании опыта в 1956 году органически удобрили.

За период 1956—1960 мы установили, что

1. Местные удобрения в годичной дозе 80 ц/га повысили эффективность севооборота на 3,9—6,7 ОЕ/га, при одновременном применении искусственных удобрений в дозе 143,5 кг/га $N_1P_1K_1$ на 10,6—14,3 ОЕ/га и в дозе 235,2 кг/га $N_2P_2K_2$ на 14,4—17,6 ОЕ/га;

2. действие компоста повышается по мере повышающейся интенсивности минерального удобрения. Компост повышает урожайность культур на 13,2%, в месте с $N_1P_1K_1$ на 28,3 % и с $N_2P_2K_2$ на 34,8 %. По сравнению с исключительно минеральным удобрением повышение урожайности в комбинации компост + NPK под влиянием компоста у $N_1P_1K_1$ возросло на 7,9 %, а у $N_2P_2K_2$ на 8,9 %;

3. по мере возрастающей интенсивности минерального удобрения возрастает также действие навоза. Навоз, однако, достигает только 58,3 %, вместе с $N_1P_1K_1$ 70,9 % и с $N_2P_2K_2$ 80,3 % эффективности компоста;

4. повышение урожайности вследствие применения компоста достигает у сахарной свеклы 42,0 ц/га, у картофеля 44,9 ц/га, у зерновых 5,9 ц/га; вместе с $N_2P_2K_2$ у сахарной свеклы 116,0 ц/га, у картофеля 193,6 ц/га и у зерновых 8,2 ц/га;

5. в пересчете на 1 кг/га NPK питательных веществ в местных и искусственных удобрениях достигает компост во всех комбинациях более высокого повышения уро-

жайности, чем навоз. По мере повышающейся интенсивности удобрения повышение урожайности снижается: компост = 0,71 ОЕ/га, компост + $N_1P_1K_1$ = 0,060 ОЕ/га, компост + $N_2P_2K_2$ = 0,054 ОЕ/га. Наоборот, в комбинациях с навозом повышение урожайности несколько возрастает, но конечно, при более низких абсолютных величинах, чем у компоста: навоз = 0,043 ОЕ/га, навоз + $N_2P_2K_2$ = 0,045 ОЕ/га;

6. разница в эффективности отдельных клинов отвечает различной интенсивности удобрения, различному чередованию культур, а при случае и влиянию характера лет. В интенсивнее всего удобряемом участке севооборота с 3 пропашными и 2 зерновыми мы получили в среднем за год 62,2 (контроль) — 85,3 (компост + $N_2P_2K_2$) ОЕ/га = 100 %. Севооборот с 2 пропашными, 2 зерновыми и 1 кормовой травой достиг лишь 80 %, а севооборот с 1 пропашной, 2 зерновыми и 2 кормовыми травами 61 % эффективного севооборота;

7. относительно самых высоких повышений урожайности мы достигли в севообороте 2 пропашных, 2 зерновых и 1 кормовая трава, что подтверждает, что из исследуемых факторов не только удобрение, но и севооборот и благоприятные годы также влияют на количество урожая;

8. лучшая комбинация компост + $N_2P_2K_2$ повысила урожай культур по сравнению с контролем в севообороте с 61 % эффективности на 19,5 %, с 80 % эффективности на 45,9 % и со 100 % эффективности на 37,1;

9. в повышении эффективности севооборота принимали участие в среднем от всех комбинаций удобрения пропашные на 58 %, зерновые на 29 % и кормовые травы на 13 %;

10. экономическая оценка подтверждает, что компост во всех комбинациях, а в данном случае и во всех показателях эффективнее навоза;

11. компост + NPK достигает в повышении валовой продукции удобрением у $N_1P_1K_1$ в среднем за год 1361 крон/га, а у $N_2P_2K_2$ 1687 кр./га; у валового дохода 854 крон/га ($N_1P_1K_1$) и 1015 крон/га ($N_2P_2K_2$). Компост + NPK повысил качество этих показателей по сравнению с исключительно минеральным удобрением в валовой продукции на 40 % ($N_1P_1K_1$) и ($N_2P_2K_2$) и в валовом доходе на 16 % ($N_1P_1K_1$) и 29 % ($N_2P_2K_2$);

12. исключительно минеральное удобрение не достигает и при более высокой рентабельности, чем у органо-минерального удобрения, его эффекта. В повышении валовой продукции удобрением представляет $N_1P_1K_1$ только 71,6 % и $N_2P_2K_2$ 70,7 % а в валовом доходе $N_1P_1K_1$ 85,7 % и $N_2P_2K_2$ 77,3 % соответственной комбинации компост + NPK ;

13. при относительном сравнении ($N_1P_1K_1$ и $N_2P_2K_2$ = 100 %) получается в органо-минеральных комбинациях с навозом и компостом у $N_2P_2K_2$ более высокая валовая продукция и валовой доход чем у $N_1P_1K_1$;

14. подтверждается вывод ad 2, что по мере повышающейся интенсивности минерального удобрения повышается в органо-минеральных комбинациях эффективность органического удобрения. Наоборот, у исключительно минерального удобрения по мере повышающихся доз удобрений снижается эффективность удобрения;

15. с точки зрения абсолютного повышения объема продукции и валового дохода представляет в наших почвенно-климатических условиях комбинация компост + NPK самый экономный способ использования поставленных удобрений.

Die Einwirkung von Stalldünger auf die Produktivität der Fruchtfolge

Der Einfluß der organischen Düngung in der komplexen Einwirkung mit gesteigerten Kunstdüngergaben auf die Produktivität der Fruchtfolge wird beim Zentralforschungsinstitut für pflanzliche Produktion in Prag-Ruzyně durch einen langfristigen Ernährungsversuch seit dem Jahre 1956 verfolgt. Von 8 Fruchtfolgen benutzen wir zur Auswertung der Einwirkung von Stalldünger und Kompost aus Stallmist und -erde die Ergebnisse von 3 Trieben, die wir bereits bei der Anlegung des Versuches im Jahre 1956 organisch gedüngt hatten.

Für den Zeitraum 1956–1960 haben wir festgestellt, daß

1. die Stalldünger in einer Jahresdosis von 80 q/ha die Produktivität der Fruchtfolge um 3,9–6,7 Getreideeinheiten/ha bei gleichzeitiger Anwendung von Kunstdünger in einer Dosis von 143,5 kg/ha $N_1P_1K_1$ um 10,6–14,3 GE/ha und in einer Dosis von 235,2 kg/ha $N_2P_2K_2$ um 14,4–17,6 GE/ha erhöhen;

2. die Einwirkung von Kompost mit erhöhter Intensität der Mineraldüngung ansteigt. Der Kompost erhöht die Pflanzenerträge um 13,2 %, zusammen mit $N_1P_1K_1$ um 28,3 % und mit $N_2P_2K_2$ um 34,8 %. Im Vergleich mit der Mineraldüngung stiegen die Zuwächse der Erträge in der Kombination Kompost + NPK unter dem Einfluß des Kompostes bei $N_1P_1K_1$ um 7,9 % und bei $N_2P_2K_2$ um 8,9 % an;

3. mit steigender Intensität der Mineraldüngung sich auch die Einwirkung der Stallmist erhöht. Der Stallmist erreicht lediglich 58,3 %, zusammen mit $N_1P_1K_1$ 70,9 % und mit $N_2P_2K_2$ 80,3 % der Wirksamkeit des Kompostes;

4. die durch den Kompost erzielten Ertragszuwächse bei der Zuckerrübe 42,0 q/ha, bei Kartoffeln 44,9 q/ha, bei Getreide 5,9 q/ha erreichen; zusammen mit $N_2P_2K_2$ bei der Zuckerrübe 116,0 q/ha, bei Kartoffeln 193,6 q/ha, bei Getreide 8,2 q/ha;

5. in Umrechnung auf 1 kg/ha NPK-Nährstoffen in den Stall- und Kunstdüngern der Kompost in allen Kombinationen einen höheren Ertragszuwachs als Stallmist erreicht. Mit steigender Intensität der Düngung sinkt der Ertragszuwachs: Kompost = 0,071 GE/ha, Kompost + $N_1P_1K_1$ = 0,060 GE/ha, Kompost + $N_2P_2K_2$ = 0,054 GE/ha. Dagegen ist in den Kombinationen mit Stallmist ein Ertragszuwachs mit mäßig ansteigender Tendenz zu beobachten, allerdings bei niedrigeren absoluten Werten als beim Kompost: Stallmist = 0,043 GE/ha, Stallmist + $N_2P_2K_2$ = 0,045 GE/ha;

6. die Unterschiede in der Produktivität der einzelnen Trieben der verschiedenen Düngungsintensität, der verschiedenen Fruchtfolge, beziehungsweise auch dem Einfluß der Jahrgänge entsprechen. In dem am intensivsten gedüngten Abschnitt der Fruchtfolge mit 3 Hackfrüchten und 2 Getreidearten produzierten wir im Jahresdurchschnitt 62,2–85,3 (Kompost + $N_2P_2K_2$) GE/ha = 100 %. Die Fruchtfolge mit 2 Hackfrüchten, 2 Getreidearten und 1 Futterpflanze erreichte lediglich 80 % und die Fruchtfolge mit 1 Hackfrucht, 2 Getreidearten und 2 Futterpflanzen 61 % der Produktivität der effektivsten Fruchtfolge;

7. die relativ höchsten Ertragszuwächse in einer Fruchtfolge von 2 Hackfrüchten, 2 Getreidearten und 1 Futterpflanze erzielt wurden, was bestätigt, daß von den beobachteten Faktoren nicht nur die Düngung, sondern auch die Fruchtfolge und günstige Jahrgänge für die Größe der Ernte mitentscheidend sind;

8. die beste Kombination Kompost + $N_2P_2K_2$ die Erträge der Pflanzen gegenüber der Kontrolle in der Fruchtfolge mit 61 % Produktivität um 19,5 %, mit 80 % Produktivität um 45,9 % und mit 100 % Produktivität um 37,1 % steigerte;

9. sich an der Steigerung der Produktivität der Fruchtfolge im Durchschnitt aller Düngungskombinationen die Hackfrüchte mit 58 %, das Getreide mit 29 % und die Futterpflanzen mit 13 % beteiligten;

10. die ökonomische Wertung ergibt, daß der Kompost in allen Kombinationen und hier auch in allen Kennziffern effektiver ist als Stallmist;

11. Kompost und NPK bei der Steigerung der Bruttoproduktion durch Düngung bei $N_1P_1K_1$ im Jahresdurchschnitt 1361 Kcs/ha und bei $N_2P_2K_2$ 1687 Kcs/ha erreicht; beim Bruttoeinkommen 854 Kcs/ha ($N_1P_1K_1$) und 1015 Kcs/ha ($N_2P_2K_2$). Kompost + NPK erhöhte die Werte dieser Kennziffern gegenüber der Mineraldüngung in der Bruttoproduktion um 40 % ($N_1P_1K_1$) und ($N_2P_2K_2$) und im Roheinkommen um 16 % ($N_1P_1K_1$) und 29 % ($N_2P_2K_2$);

12. die ausschließliche Mineraldüngung auch bei höherer Rentabilität der Einwirkung der organisch-mineralischen Düngung nicht gleichkommt. Bei der Steigerung der Bruttoproduktion durch Düngung ergibt $N_1P_1K_1$ lediglich 71,6 % und $N_2P_2K_2$ 70,7 % und beim Roheinkommen $N_1P_1K_1$ 85,7 % und $N_2P_2K_2$ 77,3 % der betreffenden Kombination von Kompost + NPK;

13. bei einem relativen Vergleich ($N_1P_1K_1$ und $N_2P_2K_2$ = 100 %) wir in den organisch-mineralischen Kombinationen mit Stallmist und auch mit Kompost bei $N_2P_2K_2$ eine höhere Bruttoproduktion und ein höheres Bruttoeinkommen als bei $N_1P_1K_1$ erzielen;

14. sich die Schlußfolgerung ad 2. bestätigt, daß mit steigender Intensität der Mineraldüngung sich in den organisch-mineralischen Kombinationen die Effektivität der organischen Düngung erhöht. Bei der ausschließlichen Mineraldüngung sinkt dagegen mit steigenden Düngergaben ihre Wirksamkeit:

15. vom Standpunkt des absoluten Anwachsens des Umfangs der Bruttoproduktion und des Bruttoeinkommens in unseren Boden- und Klimabedingungen die Kombination Kompost + NPK die effektivste Art der Ausnützung der zugeführten Düngemittel darstellt.

Výsledky I. cyklu agrochemického zkoušení půd v ČSSR

Результаты I цикла агрохимического испытания почв в ЧССР

The Results of the 1st Cycle of Agrochemical Testing of Soils in the ČSSR

Inž. Adolf NEMEC

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, ředitel J. Pěkný, Praha

Agrochemické zkoušení půd má v Československu již dlouholetou tradici. Se zjišťováním stavu rostlinných živin v orniční vrstvě půdy se pokusně začínalo více než před sto lety a od roku 1942 se zřizovaly laboratoře, které prováděly agrochemické zkoušení půdy ve větším měřítku. Nedostatkem bylo však nedostatečné využívání výsledků a nedokonalé vědecké zpracování základních organizačních principů. Tyto nedostatky se postupně odstraňovaly a zhruba od roku 1954 dostávalo agrochemické zkoušení půd v Československu pevnější základy, bylo podstatně rozšířeno a byly vyřešeny některé závažné metodické problémy. Zásadní obrát přineslo usnesení vlády ze dne 4. ledna 1961 o komplexním průzkumu půd v ČSSR: v tomto usnesení se ukládá Ústřednímu kontrolnímu a zkušebnímu ústavu zemědělskému ve spolupráci se strojně-traktorovými stanicemi zajistit počínaje rokem 1961 průběh soustavného agrochemického zkoušení půd, které znamená proti dřívější činnosti na tomto úseku značné prohloubení a zkvalitnění po všech stránkách.

Vzhledem ke změnám, které nastaly se zavedením soustavného agrochemického zkoušení půd, se jevílo účelné, aby dosavadní výsledky byly uzavřeny, vyhodnoceny a dány k dispozici k nejširšímu využití.

Metody a organizace zkoušení půd v ČSSR

Rízením agrochemického zkoušení půd v ČSSR je pověřen Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Praze — odbor agrochemie a výživy rostlin. Při pobočkách tohoto ústavu ve všech krajích jsou zřízeny agrochemické laboratoře — půdní zkušebny a skupiny agronomických pracovníků — výživářů, které zabezpečují metodickou stránku průzkumu a laboratorní zpracování odebraných půdních vzorků. Pro Středočeský kraj pracuje půdní zkušebna v Praze, pro Jihočeský kraj v Plané nad Lužnicí, pro Západočeský kraj zkušebna v Plzni, půdní zkušebna pro Severočeský kraj je umístěna v Liberci, pro Východočeský kraj v Havlíčkově Brodě, v Brně pracuje zkušebna pro Jihomoravský kraj a v Opavě pro Severomoravský kraj. Ve slovenských krajích je umístěna půdní zkušebna v Bratislavě pro Západoslovenský kraj, ve Zvolenu pro Středoslovenský kraj a v Košicích pro Východoslovenský kraj. Celková roční kapacita všech půdních zkušeben činila v období I. cyklu zhruba 300 000 kompletních rozborů půdních vzorků, po vydání usnesení vlády se však podstatně zvyšuje a činí zhruba 500 000 kompletních rozborů v rámci

soustavného agrochemického zkoušení půd ročně. Pro socialistické zemědělské závody je zkoušení půd bezplatné.

Odběr půdních vzorků v zemědělských závodech zajišťují okresní agronomické laboratoře STS za pomoci pracovníků zemědělských závodů, odebrané vzorky upravují a odesílají do půdních zkušeben k rozborům. Styk mezi půdními zkušebnami a okresními agronomickými laboratořemi STS nebo i zemědělskými závody zastávají agronomičtí pracovníci – výživáři, jejichž úkolem na tomto úseku je koordinace při sestavování plánů průzkumu a odběru vzorků půdy, instruktáže o odběru vzorků, kontrola kvality odběru a předávání výsledků rozborů zemědělským závodům, instruktáže pracovníků zemědělských závodů o způsobech využití výsledků rozborů půdy apod.

Plány odběru půdních vzorků v zemědělských závodech pro I. cyklus byly sestaveny tak, aby se dosáhlo rovnoměrnosti průzkumu v okresech a aby se do roku 1961 vyrovnaly nerovnoměrnosti, způsobené nedostatečnou systematickostí v předchozích letech. Při tom bylo nutno dbát na rovnoměrnost zastoupení výrobních obvodů, půdních a klimatických podmínek, výrobních podmínek a přihlížet k postupu socializace a k organizačním změnám v zemědělských závodech.

Výsledky rozborů zasílají půdní zkušebny okresním agronomickým laboratořím STS, které podle nich vypracují mapy agrochemických vlastností půd pro jednotlivé hony. Tyto mapy spolu s číselným materiálem předávají zemědělským závodům při instruktáži vedoucích pracovníků, přičemž projednávají zásadní otázky výživy rostlin a hnojení v daných podmínkách. Těžiště využití výsledků soustavného agrochemického zkoušení půd je při sestavování plánů hnojení, kdy umožňují správné určení dávek hnojiv podle agrochemických vlastností půd a tím i lepší využití živin dodávaných v hnojivech.

Při rozbořech půd byly stanoveny v I. cyklu tyto základní půdní vlastnosti:

1. Druh půdy, který byl stanoven makroskopicky.
2. Reakce půdy – jako výměnná reakce se stanovila potenciometricky na Láník-Janíčkově přístroji v suspenzi půdy v roztoku chloridu draselného.
3. Potřeba vápnění – stanovila se při jedné pracovní operaci spolu s reakcí půdy potenciometrickou titrací půdní suspenze louhem sodným podle Goy-Rosse.
4. Obsah uhličitánu vápenatého v půdě se stanovil objemovou metodou – Jankovým vápnoměrem.
5. Obsah přijatelného fosforu v půdě se stanovil kolorimetricky ve výluhu lak-tátem vápenatým podle Egnera.
6. Obsah přijatelného draslá v půdě se stanovil plamenometricky ve výluhu šťovanem a octanem amonným podle Schachtschabela.

Statistické zpracování výsledků agrochemického zkoušení půd nám umožňuje vypracovat základní agrochemické charakteristiky určitých územních celků a získat tak základní podklady pro řízení výživy rostlin. Těchto údajů se využívá při distribuci průmyslových hnojiv, při plánování a distribuci vápenatých hnojiv, při zpracování podkladů pro stanovení potřeby hnojiv, pro racionizaci apod. Agrochemické charakteristiky jsou dány procentickým zastoupením výměry půdy o určité agrochemické vlastnosti na celkové výměře. V rámci dané agrochemické vlastnosti posuzujeme pak její stav podle vzájemného poměru procentických podílů jednotlivých stupňů této vlastnosti. Pro zpracování agrochemických charakteristik obcí, okresů a krajů v ČSSR podle výsledků I. cyklu agrochemického zkoušení půd byla použita tato kritéria pro vyhodnocení jednotlivých stupňů agrochemických vlastností:

- | | |
|---------------------------------|--|
| a) obsah CaCO_3 v půdě | – 0,3 % a méně
více než 0,3 % |
| b) reakce půdy | – do pH 5,5: kyselá
pH 5,6–6,5: slabě kyselá
pH 6,6–7,5: neutrální
pH 7,6 a vyšší: zásaditá |
| c) potřeba vápnění | – 0 q/ha CaO : žádná
1–5 q/ha CaO : malá
6–20 q/ha CaO : střední
více než 20 q/ha: velká |

- d) zásoba přijatelného fosforu v půdě — hodnotí se podle Egnera s přihlédnutím na půdní reakci a na druh půdy na tři stupně: zásoba malá, střední a dobrá
- e) zásoba přijatelného drasla v půdě — do 12 mg $K_2O/100$ g půdy: malá
13–20 mg $K_2O/100$ g půdy: střední
nad 20 mg $K_2O/100$ g půdy: dobrá

Pouhé srovnání procentického zastoupení agrochemických vlastností není však dostatečně názorné, chceme-li porovnávat okresy nebo kraje navzájem. Jevila se proto potřeba jednotného ukazatele — indexu pro číselné vyjádření stavu určité agrochemické vlastnosti pro daný územní celek, který by umožnil rychlé porovnání nebo posouzení stavu. Tyto indexy byly vypracovány pro tři hlavní agrochemické vlastnosti půd — půdní reakci a zásobu přijatelného fosforu a drasla v půdě, přičemž se vycházelo z metod používaných v Německu. Celkový stav půdní reakce nelze z hlediska agronomické vhodnosti znázornit jedním ukazatelem pro různorodost v požadavcích rostlin na reakci půdy a pro zastoupení zásaditých půd, což znemožňuje jednotné agronomické vyhodnocení. Indexem se proto vyjadřuje nej důležitější stránka půdní reakce — stav půdní kyselosti. Při výpočtu indexu pro půdní kyselost se vychází z procentického zastoupení jednotlivých stupňů půdní reakce pro daný územní celek, index se vypočítá sečtením procentického podílu půd kyselých a polov číselného podílu půd slabě kyselých. Při hodnotě indexu = 100 to znamená, že všechny půdy jsou kyselé; čím je index menší, tím více se zvětšuje podíl půd slabě kyselých a dále i neutrálních a zásaditých, čili stav půdní reakce se stává z hlediska kyselosti půd příznivějším pro zemědělskou výrobu.

Při výpočtu indexu charakterizujícího zásobu přijatelného fosforu a drasla v půdě se postupuje obdobně. Index se vypočte tak, že se sčítá podíl půd dobře zásobených a poloviční podíl půd středně zásobených. Činí-li tento index = 100, pak jsou všechny půdy dané územní jednotky živnou dobře zásobené. Čím je tento index menší, tím více přibývá půd středně a málo zásobených, čili stav zásoby dané živiny v půdě je méně příznivý pro zemědělskou výrobu.

Tyto indexy umožňují dále jednotné agronomické ohodnocení stavu dané půdní vlastnosti. Z tohoto hlediska se jevílo nejvýhodnější odstupňování zhodnocení agrochemických vlastností půd do pěti stupňů, přičemž se zachovává rovnoměrné rozdělení celého rozsahu indexů (100) do pěti skupin (po 20). Podle tohoto odstupňování dostáváme následující agronomické zhodnocení podle výše indexů:

agronomické zhodnocení stavu		
index	půdní kyselosti	zásoby přijatelného fosforu a drasla
0 — 20,0	velmi uspokojivý	velmi nepřiznivý
20,1— 40,0	uspokojivý	nepřiznivý
40,1— 60,0	střední	uspokojivý
60,1— 80,0	nepřiznivý	přiznivý
80,1—100,0	velmi nepřiznivý	velmi přiznivý

Toto agronomické hodnocení stavu agrochemických vlastností půd značně usnadňuje posouzení územních celků a názorně ukazuje na hlavní potřeby, které je nutné uplatnit při řízení výživy rostlin. Zejména názorně to vyplývá při mapovém vyjádření, kde se stav sledované půdní vlastnosti vyjadřuje barvou určenou podle velikosti indexu, tj. podle agronomického ohodnocení. Pro každou agrochemickou vlastnost je třeba vypracovat samostatnou mapu.

Popsanou metodiku mapového vyjádření stavu agrochemických vlastností lze použít pro všechny půdní celky, největší význam má pro vyjádření katastrů a okresů.

Rozbor výsledků

Agrochemické charakteristiky půd uzavírající I. cyklus agrochemického zkoušení půd byly vypracovány podle výsledků rozborů vzorků půd, odebraných v pětiletém období 1955—1960 v celém Československu. Z tabulky I vyplývá,

jaký byl v tomto období rozsah půdního průzkumu v rámci agrochemického zkoušení půd. Celkem bylo v tomto období odebráno a rozborováno 1,146 423 půdních vzorků, přičemž jeden vzorek připadá průměrně na 6,4 ha zemědělské půdy. Tento údaj dokazuje, že již i v tomto období bylo agrochemické zkoušení půd poměrně důkladné a že posuzované hodnoty zajišťují dostatečně výstižný obraz základních agrochemických vlastností půd. Pro sestavení přehledů byl použit ma-

I. Rozsah agrochemického zkoušení půd v letech 1956–1960

Kraj	Počet odebraných a rozborovaných půdních vzorků	Výměra zemědělské půdy v tisících ha	Průměrná výměra na jeden půdní vzorek ha
Středočeský	88 905	724	8,1
Jihočeský	89 270	627	7,0
Západočeský	87 262	552	6,3
Severočeský	71 127	430	6,0
Východočeský	94 725	704	7,4
Jihomoravský	176 595	946	5,4
Severomoravský	132 838	604	4,5
Západoslovenský	190 449	1029	5,4
Středoslovenský	112 738	872	7,7
Východoslovenský	102 514	867	8,5
ČSSR	1 146 423	7362	6,4

II. Výsledky I. cyklu agrochemického zkoušení půd v ČSSR 1956–1960. Stav půdní reakce a potřeby vápnění

Kraj	Podíl půdy s obsahem CaCO_3 nad 0,3 % v %	Půdní reakce				Potřeba vápnění			
		kyselá %	slabě kyselá %	ne-utrál-ní	zása-ditá %	velká %	střed-ní %	malá %	žádná %
Středočeský	15,8	18,3	27,2	48,9	5,6	2,5	25,0	28,9	43,6
Jihočeský	0	63,7	31,7	4,2	0,4	7,9	55,9	32,4	3,8
Západočeský	0	53,9	38,2	7,8	0,1	4,6	61,9	28,8	4,7
Severočeský	21,5	23,1	26,7	43,3	6,9	4,3	23,5	27,3	44,9
Východočeský	5,7	35,9	39,1	24,4	0,6	5,3	38,7	36,8	19,2
Jihomoravský	20,0	27,0	24,0	38,0	11,0	3,0	19,0	37,0	41,0
Severomoravský	2,8	31,6	41,1	26,0	1,1	9,3	40,9	34,9	14,9
Západoslovenský	38,8	9,7	21,2	22,6	46,5	0,5	9,5	26,3	63,7
Středoslovenský	13,0	46,9	24,2	13,8	15,1	7,3	39,7	29,6	23,4
Východoslovenský	8,1	35,8	39,0	16,5	8,7	2,4	21,7	51,3	24,6
ČSSR	14,1	33,5	30,3	24,3	11,9	4,5	31,5	33,6	30,4

Pozn.: V % vyjádřeno zastoupení zemědělské půdy podle agrochemických vlastností.

III. Výsledky I. cyklu agrochemického zkoušení půd v ČSSR 1956—1960.

Stav zásoby přijatelných živin v půdě

Kraj	Zásoba přijatelného fosforu v půdě			Zásoba přijatelného draslá v půdě		
	malá %	střední %	dobrá %	malá %	střední %	dobrá %
Středočeský	63,7	19,9	16,4	34,0	41,4	24,6
Jihočeský	91,7	6,4	1,9	34,9	35,8	29,3
Západočeský	86,0	10,3	3,7	22,9	40,0	37,1
Severočeský	65,7	18,5	15,8	35,6	27,9	36,5
Východočeský	82,3	12,5	5,2	54,8	30,1	15,1
Jihomoravský	70,0	18,0	12,0	32,0	39,0	29,0
Severomoravský	82,4	12,5	5,1	50,0	31,2	18,8
Západoslovenský	81,8	11,0	7,2	41,2	41,7	17,1
Středoslovenský	93,2	4,6	2,2	53,5	28,5	18,0
Východoslovenský	93,6	4,1	2,3	52,0	31,0	17,0
ČSSR	81,8	11,3	6,9	41,9	34,9	23,2

Pozn.: V % vyjádřeno zastoupení zemědělské půdy podle agrochemických vlastností.

terál Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, získaný pro socialistické zemědělské závody, do kterého nebyly zahrnuty rozborů vzorků půdy, které nesouvisely s plánovaným agrochemickým zkoušením půd v zemědělských závodech. V jednotlivých krajích byly agrochemické charakteristiky zpracovány podle rozborů 70—190 tisíc vzorků, počty jsou tedy i v krajském měřítku zcela postačující. U některých okresů nebylo však zkoušení půdy provedeno ještě ve všech katastrech, proto konečné hodnocení není úplné a má spíše informativní ráz.

Základní podklady pro hodnocení výsledků I. cyklu agrochemického zkoušení půd jsou uvedeny v tabulce II pro půdní reakci a pro potřebu vápnění a v tabulce III pro zásobu přijatelného fosforu a draslá v půdě.

Z údajů o zásobě uhlíkatu vápenatého v půdě vyplývá, že v jednotlivých krajích jsou podstatné rozdíly v této základní zásobě vápníku pro rostliny i půdu. Při sestavení krajů podle velikosti podílu půdy s obsahem CaCO_3 vyšším než 0,3 % dostáváme toto pořadí:

- | | | | |
|--------------------|----------|---------------------|---------|
| 1. Západoslovenský | — 38,8 % | 6. Východoslovenský | — 8,1 % |
| 2. Severočeský | — 21,5 % | 7. Východočeský | — 5,7 % |
| 3. Jihomoravský | — 20,0 % | 8. Severomoravský | — 2,8 % |
| 4. Středočeský | — 15,8 % | 9. Jihočeský | — 0,0 % |
| 5. Středoslovenský | — 13,0 % | 10. Západočeský | — 0,0 % |

Č S S R 14,1 %

U půd s obsahem vyšším než 0,3 % CaCO_3 není účelné další dodávání vápníku ve vápenatých hnojivech. Z přehledu je však zřejmé, že celostátně je podíl půd vápníkem bohatě zásobených malý — pouhých 14,1 % a že v některých

krajích se půdy dobře zásobené vápníkem prakticky nevyskytují. Jedná se hlavně o kraje Jihočeský a Západočeský, podobně je tomu však i v kraji Severomoravském, Východočeském a Východoslovenském, kde je zásoba CaCO_3 rovněž nízká. Lépe jsou na tom kraje Středoslovenský, Středočeský, Jihomoravský a Severočeský, největší podíl půd bohatých na CaCO_3 je v kraji Západoslovenském, ale i zde není poměrně velký. Vyplývá z toho značná potřeba dodávat do půd vápník ve vápenatých hnojivech.

Toto zjištění potvrzují i údaje o potřebě vápnění, které rovněž svědčí o nedostatku vápníku v půdě. V celostátním měřítku nevykazuje pouze 30,4 % půd žádnou potřebu vápnění, malou potřebu vápnění má 33,6 %, střední potřebu vápnění 31,5 % a velkou potřebu vápnění 4,5 % půdy. Celkem vykazuje potřebu vápnění 69,6 % v ČSSR — i když ovšem v různém stupni. Vápnění je nejnutnější v kraji Západočeském, Jihočeském a Severomoravském, kde je pouze malý podíl půd bez potřeby vápnění; nejlepší poměry pozorujeme v kraji Západoslovenském, kde nevyžaduje vápnění 63,7 %. Výsledky rozborů půd na potřebu vápnění, potvrzují nezbytnost řádného vápnění v zemědělských závodech, co nej hospodárnějšího využití všech dodávaných vápenatých hnojiv a využití všech vhodných místních zdrojů vápenatých hmot a průmyslových odpadů, které mohou pomoci tento nepříznivý stav odstranit.

Obě popsané agrochemické vlastnosti se projevují pronikavě i na stavu půdní reakce, která není příliš příznivá pro zemědělskou výrobu: 33,5 % půd v ČSSR má kyselou reakci, slabě kyselou 30,3 %, neutrální reakci pouze 24,3 % a 11,9 % půd má reakci zásaditou. Převažují půdy kyselé a slabě kyselé, které spolu tvoří

IV. Vyhodnocení výsledků I. cyklu agrochemického zkoušení půd.

Stav půdní kyselosti

Agronomické zhodnocení stavu půdní kyselosti (rozsah indexu)	Kraj	Index
Velmi uspokojivý (0—20,0)	—	—
Uspokojivý (20,1—40,0)	Západoslovenský Středočeský Severočeský Jihomoravský	20,3 31,9 36,5 39,0
Střední (40,1—60,0)	Východoslovenský Východočeský Severomoravský Středoslovenský	45,3 50,5 52,2 59,0
Nepříznivý (60,1—80,0)	Západočeský Jihočeský	73,0 79,6
Velmi nepříznivý (80,1—100,0)	—	—
Střední	ČSSR	48,7

63,8 % půd v ČSSR, tedy téměř dvě třetiny. Největší podíly neutrálních půd jsou v krajích Středočeském, Severočeském, Jihomoravském, v kraji Západoslovenském se objevuje největší podíl půd zásaditých — 46,5 %. V ostatních krajích je podíl zásaditých půd vcelku nepatrný a 10 % překračuje pouze v kraji Středoslovenském — 15,1 % a v kraji Jihomoravském — 11,0 %. Tyto půdy ovšem nelze považovat za celkově nepříznivé pro zemědělské účely; vhodnou strukturou plodin jich lze využít. Podobně je tomu i u půd se slabě kyselou půdní reakcí, která je pro pěstování některých plodin předpokladem. Hlavním úkolem při zvyšování úrodnosti půdy vzhledem k úpravě půdní reakce je proto odstranění škodlivé kyselosti u 3,5 % půd kyselých.

Nepříznivý stav půdní reakce vyplývá i ze zhodnocení stavu půdní kyselosti v jednotlivých krajích podle indexů (tabulka IV) a podle jejich agronomického zhodnocení. Z přehledu vyplývá, že v krajích průměrech není v žádném kraji stav půdní kyselosti velmi uspokojivý, ve skupině se stavem uspokojivým jsou pouze čtyři kraje: Západoslovenský, Středočeský, Severočeský a Jihomoravský. Do skupiny se středním stavem půdní kyselosti se řadí rovněž čtyři kraje: Východoslovenský, Východočeský, Severomoravský a Středoslovenský a ve skupině s nepříznivým stavem půdní kyselosti jsou dva kraje: Západočeský a Jihočeský, který se výší indexu výrazně liší od předchozích. V krajích průměrech není žádný kraj ve skupině velmi nepříznivé půdní kyselosti, kraj Jihočeský se však svým indexem 79,6 velmi přibližuje spodní hranici této skupiny (80,1), což svědčí o nepříznivosti půdní reakce.

V. Vyhodnocení výsledků I. cyklu agrochemického zkoušení půd. Stav zásoby přijatelného fosforu v půdě

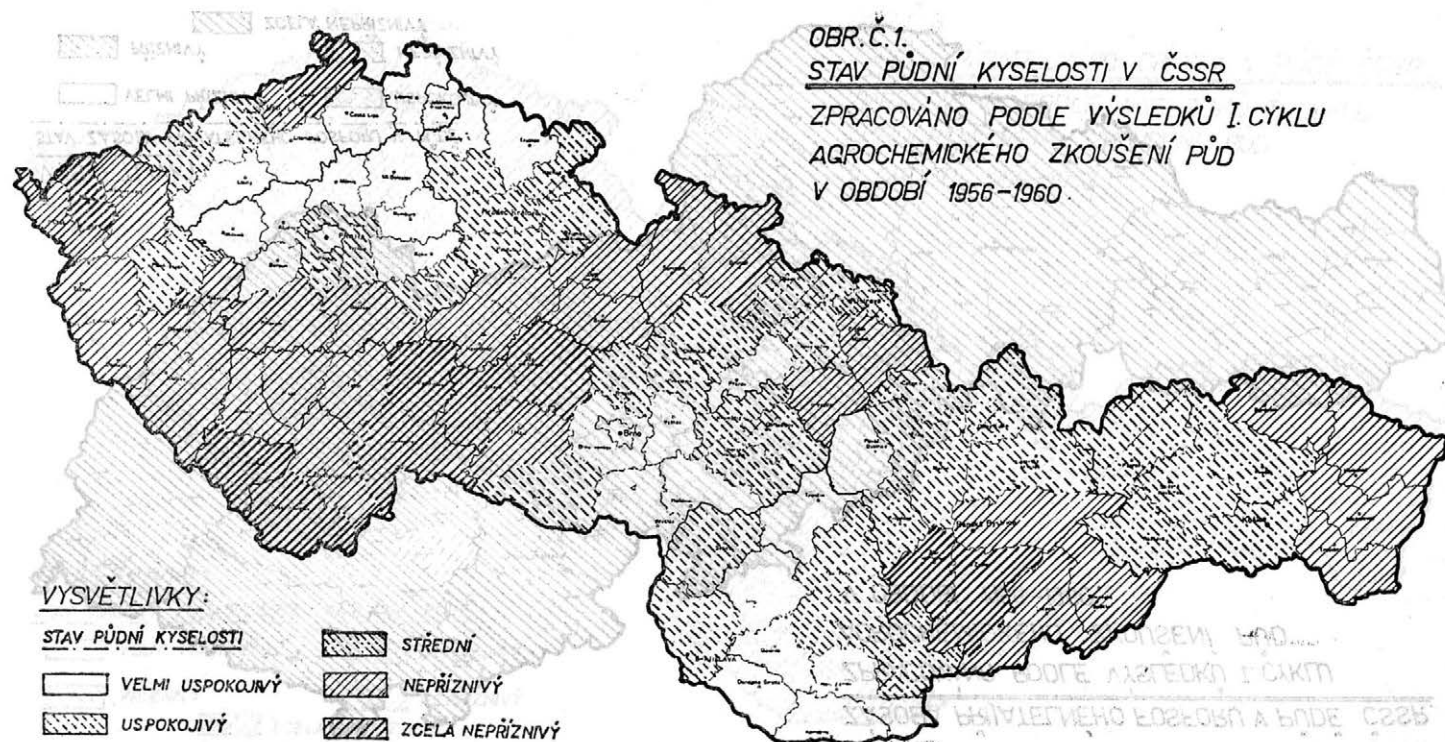
Agronomické zhodnocení stavu zásoby přijatelného fosforu (rozsah indexu)	Kraj	Index
Velmi příznivý (80,1 — 100,0)	—	—
Příznivý (60,1 — 80,0)	—	—
Uspokojivý (40,1 — 60,0)	—	—
Nepříznivý (20,1 — 40,0)	Středočeský Severočeský Jihomoravský	26,4 25,1 21,0
Velmi nepříznivý (0 — 20,0)	Západoslovenský Východočeský Severomoravský Západočeský Jihočeský Středoslovenský Východoslovenský	12,7 11,5 11,4 8,9 5,1 4,5 4,4
Velmi nepříznivý	ČSSR	12,6

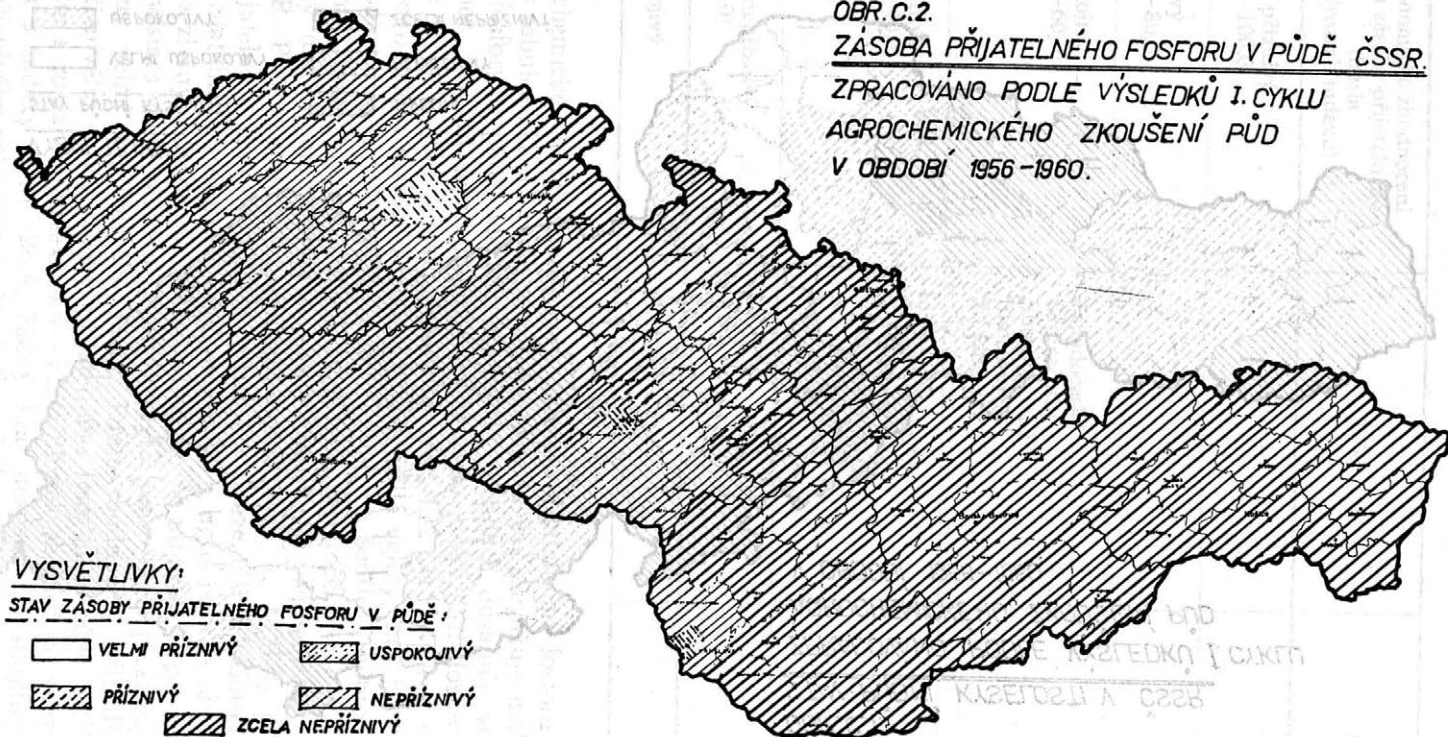
**VI. Vyhodnocení výsledků I. cyklu agrochemického zkoušení půd.
Stav zásoby přijatelného drasla v půdě**

Agronomické zhodnocení stavu zásoby přijatelného drasla (rozsah indexu)	Kraj	Index
Velmi příznivý (80,1—100,0)	—	—
Příznivý (60,1—80,0)	—	—
Uspokojivý (40,1—60,0)	Západočeský Severočeský Jihomoravský Jihočeský Středočeský	57,1 50,5 48,5 47,2 46,3
Nepříznivý (20,1—40,0)	Západoslovenský Severomoravský Východoslovenský Středoslovenský Východočeský	38,0 34,0 32,5 32,3 30,2
Velmi nepříznivý (0—20,0)	—	—
Uspokojivý	ČSSR	40,7

Agrochemické charakteristiky pro zásobu přijatelného fosforu v půdě jsou uvedeny v tabulce III. U všech krajů pozorujeme, že převažuje malá zásoba přijatelného fosforu v půdě, která v některých případech dosahuje velmi nepříznivých hodnot. Jsou to zejména kraje Východoslovenský, Středoslovenský a Jihočeský, kde je podíl půd s malou zásobou větší než 90 %, ale i v řadě dalších krajů je podíl půd s malou zásobou fosforu příliš veliký, než by bylo pro zásobování plodin fosforem z půdy žádoucí. Největších podílů s dobrou zásobou fosforu dosahují kraje Středočeský — 16,4 % a Severočeský — 15,8 %, jsou to však podíly malé a dále potvrzují velký nedostatek přijatelného fosforu v půdách ČSSR. Při celostátním zhodnocení pozorujeme, že 81,8 % půd má malou zásobu přijatelného fosforu, 11,3 % střední a pouze 6,9 % dobrou zásobu. Nedostatek přijatelného fosforu v půdě potvrzuje i agronomické zhodnocení stavu zásoby této živiny v půdě na základě indexů. V tabulce V pozorujeme, že indexy jsou vesměs velmi nízké a že i ty nejvyšší jen o málo přesahují spodní hranici skupiny velmi nepříznivého stavu. Podle zhodnocení připadá do skupiny velmi nepříznivého stavu zásoby přijatelného fosforu v půdě většina krajů — celkem sedm s rozsahem indexů 4,4—12,7. Zbytek se řadí do skupiny nepříznivého stavu s indexy 21,0—26,4, žádný kraj nespadá do skupiny stavu uspokojivého, příznivého nebo velmi příznivého. Celkově lze hodnotit stav zásoby přijatelného fosforu v půdách ČSSR jako velmi nepříznivý — s indexem 12,6, což znovu potvrzuje nedostatečnou zásobenost půd touto živinou.

OBR.Č.1.
STAV PŮDNÍ KYSELOSTI V ČSSR
 ZPRACOVÁNO PODLE VÝSLEDKŮ I.CYKLU
 AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD
 V OBDOBÍ 1956-1960.

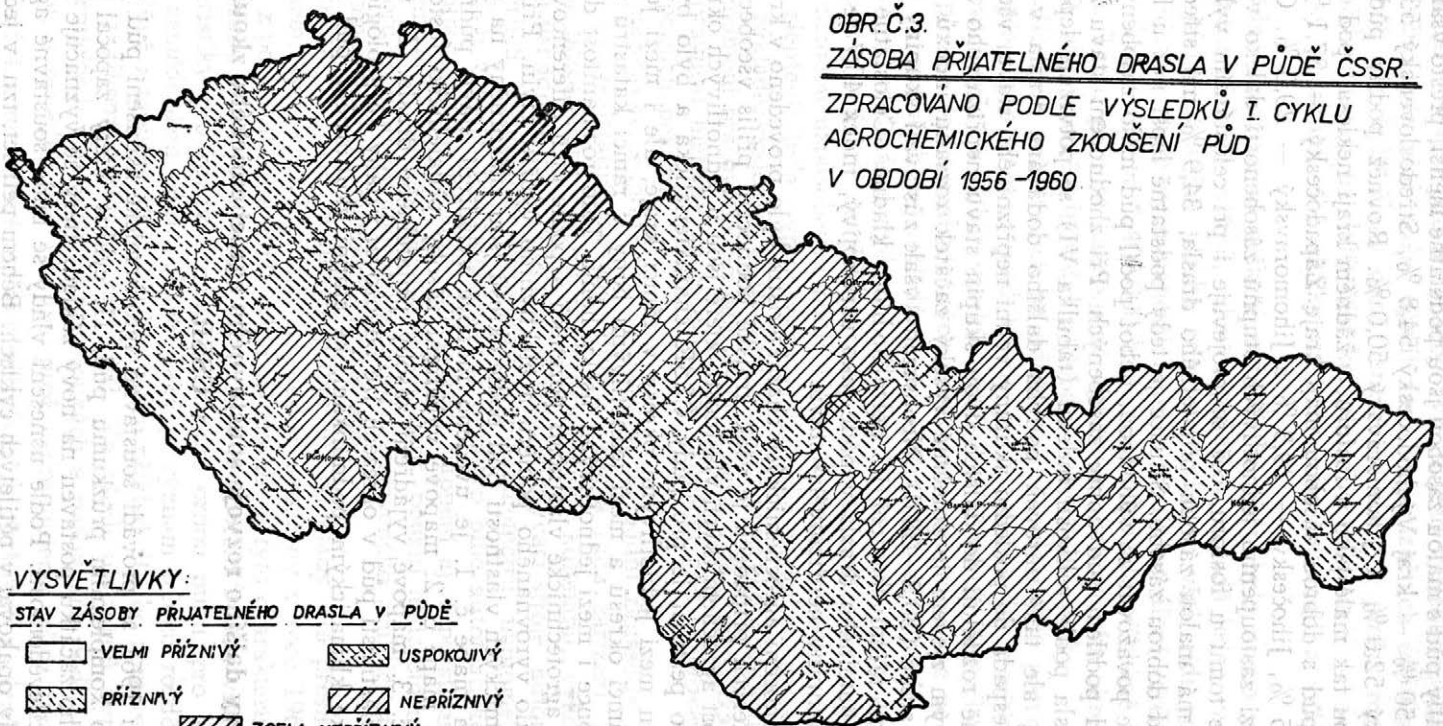




OBR. Č.3.

ZÁSoba PŘIJATELNÉHO DRASLA V PŮDĚ ČSSR.

ZPRACOVÁNO PODLE VÝSLEDKŮ I. CYKLU
ACROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD
V OBDOBÍ 1956-1960



VYSVĚTLIVKY:

STAV ZÁSoby PŘIJATELNÉHO DRASLA V PŮDĚ

- | | |
|--|--|
|  VELMI PŘÍZNIVÝ |  USPOKOJIVÝ |
|  PŘÍZNIVÝ |  NEPŘÍZNIVÝ |
|  ZCELA NEPŘÍZNIVÝ | |

U zásoby přijatelného drasla v půdě je situace poněkud lepší, než je tomu u fosforu. Podíly půd s malou zásobou jsou podstatně menší, přesto však ve 4 krajích dosahují 50 % — kraj Východočeský 54,8 %, Středoslovenský 53,5 %, Východoslovenský 52,0 % a Jihomoravský 50,0 %. Rovněž podíly půd s dobrou zásobou nejsou tak malé jako u fosforu, v žádném kraji neklesají pod 15 %; největší podíly půd s dobrou zásobou mají kraje Západočeský — 37,1 %, Severočeský — 36,5 %, Jihočeský — 29,3 % a Jihomoravský — 29,0 %. Celkově lze pozorovat mezi zastoupením jednotlivých stupňů zásobenosti daleko větší vyrovnanost než je tomu u fosforu, což se projevuje i při celostátním vyhodnocení: 41,9 % půd má malou zásobu přijatelného drasla, 34,9 % má střední zásobu a 23,2 % půd dobrou zásobu. Situace je tedy podstatně lepší než u fosforu, ale přesto ji nelze považovat za výhodnou, neboť podíl půd málo zásobených značně převládá nad podílem půd dobře zásobených. Při zhodnocení stavu zásoby přijatelného drasla podle velikosti indexů (tabulka VI) se potvrzuje lepší stav než je u fosforu, ale také zároveň potřeba dalšího dodávání drasla v hnojivech. Žádný kraj nespadá do poslední skupiny velmi nepříznivého stavu, všechny kraje se rovnoměrně rozdělují do dalších dvou skupin stavu nepříznivého a uspokojivého. Příznivým zjevem je poměrně vysoký začátek rozsahu indexů ve skupině nepříznivého stavu (30,2—38,0). Neobsazeny však zůstávají skupiny stavu příznivého a velmi příznivého, což již nelze hodnotit kladně. Celostátně se hodnotí stav zásob přijatelného drasla v půdě jako uspokojivý, index 40,7 je však těsně nad hranicí skupiny nepříznivého stavu.

Toto hodnocení agrochemických charakteristik bylo provedeno v krajském měřítku. V některých případech je však krajské hodnocení příliš všeobecné a nevystihuje pestrost agrochemických vlastností, které jsou u jednotlivých okresů v rámci krajů. Tato pestrost je pro půdy ČSSR charakteristická a bylo by ji možno sledovat nejen mezi jednotlivými okresy v rámci kraje, ale i mezi jednotlivými katastry v rámci okresů a mezi jednotlivými hony v rámci katastrů a u mnoha případů dokonce i mezi jednotlivými úseky honů. Tato rozmanitost dokazuje, že je třeba znát agrotechnické vlastnosti pozemků a podle nich diferencovaně hnojit, aby se dosáhlo vyrovnaného poměru a efektivního využití živin. Příklady pestrosti agrochemických vlastností půd podle okresů jsou znázorněny na připojených mapkách. Na mapě č. 1. je uvedeno mapové vyjádření stavu půdní kyselosti v ČSSR, na mapě č. 2. mapové vyjádření zásoby přijatelného fosforu v půdě a na mapě č. 3. mapové vyjádření zásoby přijatelného drasla. Ze stavu agrochemických vlastností půd v okresech lze odvozovat vztahy ke geologickému podkladu půd, ke klimatickým podmínkám, ke stupni zkulturnění půd apod.

Perspektivy dalšího rozvoje soustavného agrochemického zkoušení půd v ČSSR

Od roku 1961 se provádí soustavné agrochemické zkoušení půd podle usnesení vlády o komplexním průzkumu půd. II. cyklus, který započal roku 1961, je již od svého začátku postaven na nový základ, který se vyznačuje hlavně soustavností a cílevědomostí. Podle usnesení vlády se bude soustavné agrochemické zkoušení půdy opakovat v pětiletých cyklech. Během pěti let, tzn. v jednom cyklu, se prozkouší veškerá zemědělská půda v ČSSR, v dalších cyklech se bude toto zkoušení opakovat, aby se zemědělským závodům dostalo údajů o změnách, které nastaly po hnojařských zásazích v základních agrochemických vlastnostech or-

niční vrstvy a mohly podle toho usměrnit další zaměření výživy rostlin. Účel agrochemického zkoušení půd a způsoby využití jeho výsledků zůstávají bez podstatných změn, bylo však třeba učinit řadu organizačních opatření i metodických zlepšení, aby byly úkoly dané usnesením vlády v plném rozsahu plněny. Zkoušení půd navazuje na další část komplexního průzkumu — na jednorázový půdoznalecký průzkum, obě složky na sebe úzce navazují a vzájemně se doplňují.

Pro řádné prozkoušení veškeré zemědělské půdy bylo nutno podstatně rozšířit síť odběru půdních vzorků, takže v průměru připadá jeden vzorek na 3 ha zemědělské půdy. Skutečná plocha odběru vzorku se však řídí podle místních podmínek, hlavně podle vyrovnanosti honů a podle utváření terénu. Ročně se prozkouší v ČSSR zhruba 1,400 000 ha, čemuž odpovídá přibližně 500 000 půdních vzorků. Tento plán se každoročně upřesňuje zpracováním okresních a krajských plánů, aby pružně odpovídal potřebám zemědělské výroby.

Při rozšířených požadavcích na odběr vzorků bylo nutno provést řadu technických zlepšení pro zvýšení produktivity práce: v širokém měřítku byly zavedeny sondovací tyče na odběr vzorků, vzorky se upravují v mechanických prosévacích, plní se do normalizovaných vzorkovnic, přepravují se ve standardních bednách, v laboratorích se uskladňují do speciálních zásobníků. Zjednodušení v administrativě se dosáhlo vydáním jednotných tiskopisů, mapy agrochemických vlastností půd předávané zemědělským závodům se zpracovávají pomocí značek na honech metodou uzpůsobenou podle NDR. Rovněž na úseku využití výsledků se dosáhlo zlepšení; byla vypracována jednoduchá metodika sestavování plánů hnojení na základě výsledků soustavného agrochemického zkoušení půd, s kterou byli seznámeni pracovníci zemědělských závodů, a tato metodika se dále zdokonaluje. Správnost metodik agrochemického zkoušení půd se prověřuje systematickou sítí polních pokusů.

Vyšší požadavky se projevují i v nárocích na půdní zkušebny, jejichž kapacita musela být podstatně zvýšena. Byla zavedena řada zařízení, která zvyšují produktivitu práce, např. čištění vody ionexovými kolonami, výkonnější váhy, zařízení pro usnadnění manipulace se sériemi, vymývací stroje, automatické pipetování v sériích, vzduchové kompresory k plamenometru, manometrické měření obsahu CaCO_3 v půdě, byl zkonstruován prototyp plně automatického vícemístného titračního přístroje na stanovení potřeby vápnění aj. I po stránce metodické byly zavedeny nové způsoby při rozbořech, např. použití hydrazinsulfátu při stanovení fosforu, použití vyluhovacího roztoku sestaveného z uhličitanu amonného a chloridu amonného při stanovení drasla apod.

V průběhu II. cyklu se rovněž připravují podklady pro přesnější vypracování agrochemických charakteristik, jež budou ukončeny v roce 1966 po dokončení analýz z posledního roku II. cyklu. Doposud se tyto charakteristiky uváděly pro zemědělskou půdu jako celek. Při dalším hodnocení budou však zpracovány tři charakteristiky pro každý územní celek: pro ornou půdu, pro louky a pastviny a pro zemědělskou půdu celkem. Jaký je význam tohoto rozděleného zpracování, vyplývá z tabulky VII, kde je uveden příklad dílčího zpracování pro kraj Severočeský a Jihomoravský za rok 1961. Ze všech ukazatelů vyplývá, jak je stav agrochemických vlastností půd na loukách a pastvinách podstatně horší než u orné půdy, a osvětluje tak příčinu, proč nedosahujeme jejich plné úrodnosti.

Organizační i metodické úpravy přispívají k rozšíření a zlepšení agrochemického zkoušení půd, umožňují jeho důkladnější využití v zemědělské praxi a přispívají k tomu, že soustavné agrochemické zkoušení půd je významným článkem v soustavě opatření pro zvýšení půdní úrodnosti

VII. Srovnání agrochemických vlastností u orných půd a na loukách a pastvinách podle dílčích výsledků soustavného agrochemického zkoušení půd v roce 1961

Agrochemické vlastnosti			Kraj Severočeský			Kraj Jiho­moravský		
			orná půda	louky a pastviny	celkem	orná půda	louky a pastviny	celkem
Půdní reakce	kyselá	%	22,9	66,3	32,2	19,2	39,0	21,0
	slabě kyselá	%	26,9	24,0	26,3	26,4	33,7	27,0
	neutrální	%	41,9	8,4	34,8	35,5	21,3	34,3
	zásaditá	%	8,3	1,3	6,7	18,9	6,0	17,7
Potřeba vápnění	velká	%	9,8	39,2	16,2	2,9	14,6	3,9
	střední	%	22,2	40,9	26,0	23,4	45,5	25,4
	malá	%	44,3	15,2	38,1	48,9	30,7	47,3
	žádná	%	23,7	4,7	19,7	24,8	9,2	23,4
Zásoba přijatelného fosforu v půdě	malá	%	53,6	88,1	61,0	76,8	92,4	78,2
	střední	%	22,1	6,6	18,8	14,5	4,7	13,6
	dobrá	%	24,3	5,3	20,2	8,7	2,9	8,2
Zásoba přijatelného drasla v půdě	malá	%	32,5	70,0	40,5	47,0	78,5	49,8
	střední	%	29,2	16,6	26,5	35,9	15,1	34,1
	dobrá	%	38,3	13,4	33,0	17,1	6,4	16,1

Pozn.: V % uvedeny podíly výměry půdy podle agrochemických vlastností.

Z á v ě r y

Ze zhodnocení agrochemických charakteristik půd vypracovaných na základě výsledků I. cyklu agrochemického zkoušení půd v ČSSR v letech 1956—1960 vyplývají tyto hlavní závěry:

1. Půdy ČSSR nejsou vyrovnané vzhledem ke svým agrochemickým vlastnostem, velká pestrost mezi kraji, okresy, zemědělskými závody i jednotlivými hony v katastru zdůrazňuje nutnost poznat agrochemické vlastnosti půd pomocí agrochemického zkoušení půd a využít jich pro řízení výživy rostlin.

2. Hlavním problémem úpravy půdní reakce v ČSSR je odstranění škodlivé kyselé reakce vápněním. Tato úprava půdní reakce je zásadním předpokladem pro zvýšení půdní úrodnosti v ČSSR.

3. Z přijatelných živin se v ČSSR nedostává zejména fosfor, kterého je v půdě velmi malá zásoba. Ve značném podílu půd je i malá zásoba přijatelného drasla. V soustavě hnojení je proto zvlášť nutné řádně využívat fosforečná hnojiva, neboť nedostatek fosforu ohrožuje možnost využívání ostatních živin. Na půdách málo zásobených draslem je třeba vydatného hnojení draselnými hnojivy, které lze omezit na půdách dobře zásobených.

Na základě zkušeností získaných v prvním cyklu byla propracována organizace druhého cyklu agrochemického zkoušení půd, který byl zahájen roku 1961. Probíhá koordinovaně s půdoznaleckým průzkumem v rámci komplexního průzkumu půd, byla rozšířena síť odběru vzorků, zdokonalena technika odběru vzorků i jejich analýz a zlepšen způsob předávání a využití výsledků i jejich vyhodnocování.

V ČSSR byl uzavřen a vyhodnocen I. cyklus agrochemického zkoušení půd z let 1956–1960. Na základě výsledků 1,146 423 kompletních agrochemických rozborů provedených v tomto cyklu u půdních vzorků odebíraných z celého území ČSSR byly vypracovány agrochemické charakteristiky pro jednotlivé zemědělské závody, okresy, kraje a ČSSR.

Tyto charakteristiky hodnotí obsah CaCO_3 v půdě, půdní reakci, potřebu vápnění a zásobu přijatelného fosforu a drasla v půdě. Z charakteristik vyplývá, že hlavním problémem při zvyšování půdní úrodnosti v ČSSR je z hlediska agrochemického škodlivá půdní kyselost a značný nedostatek přijatelného fosforu. Závěrem se uvádějí hlavní směry dalšího rozvoje soustavného agrochemického zkoušení půd v ČSSR na základě usnesení vlády o provedení komplexního průzkumu půd.

Došlo dne 3. 12. 1962

Literatura

1. Baier J.: Jak ekonomicky hnojit. SZN 1961. — 2. Bauer A.: Understanding soil testing, Better Crops, 44 (5): 1-8, 1960. — 3. Bergmann W.: Ein Vergleich zwischen der Phosphorsäurewerten der systematischen Bodenuntersuchung und einigen natürlichen ertragsbedingenden Faktoren. Phosphorsäure, 20, 6, 227-293, 1960. — 4. Bray R. H.: You can predict fertilizer needs with soil tests. Better Crops, 45, 3, 18-20, 1961. — 5. Ellis R.: Whose business is soil testing? Crops and Soils, 14, 1, 10-11, 1961. — 6. Finger O., Schachtschabel P.: Auswertung der chemischen Bodenuntersuchung. Mitteilungen DLG, 77, 4, 102-104, 1962. — 7. Fitts J. W.: Soil test summaries for predicting fertilizer ratios and type of lime needed. Soil Science Society of America Proceedings, 20, 1, 1956. — 8. Fredriksson L.: Die Bodenuntersuchung in Schweden und ihre Auswertung. Landwirtschaftliche Forschung, 15. Sonderheft, 74-81, 1961. — 9. Jenikov K.: Práce na stanovení potřeby hnojení, 1960. Mezinárodní zemědělský časopis, 1, 99-107, 1960. — 10. Musgrave O. L.: Soil testing on the move. Better Crops, 45, 1, 6-10, 1961. — 11. Pauw F.: Die optimale Versorgung von Boden und Pflanze mit Phosphor. Landwirtschaftliche Forschung, 14. Sonderheft, 49-54, 1961. — 12. Pfulb K.: Bodenuntersuchungen — Feldversuche — Phosphorsäuredüngung. Phosphorsäure, 18, 2, 73-86, 1958. — 13. Riehm H.: Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Jahre 1957–1958. Landwirtschaftliche Forschung, 14. Sonderheft, 78-79, 1961. — 14. Rinno G.: Die Aussagekraft der wichtigsten Verfahren zur Nährstoffbestimmung im Boden. Zeitschrift für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen, 6, 5, 446-462, 1960. — 15. Tamm E.: Beitrag zum Problem der chemischen Bodenuntersuchung und Einstufung der Böden nach ihrem Nährstoffbedarf. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 110, 1, 33-47, 1960. — 16. Vermeulen F. H. B.: Fehlerquellen bei der Bodenuntersuchung. Landwirtschaftliche Forschung, 14. Sonderheft, 80-85, 1961.

Результаты I цикла агрохимического испытания почв в ЧССР

В ЧССР был закончен и обработан I цикл агрохимического испытания почв 1956–1960 гг. На основе результатов 1,146.423 комплекных агрохимических анализов, проведенных в этом цикле у почвенных образцов, взятых по всей территории ЧССР, были разработаны агрохимические характеристики для отдельных сельскохозяйственных предприятий, районов, областей и всей ЧССР.

В этой характеристике оцениваются содержание CaCO_3 в почве, почвенная реакция, потребность известкования и запас приемлемого фосфора и калия в почве. Из характеристики вытекает, что главной проблемой при повышении плодородия в ЧССР с агрохимической точки зрения является вредная почвенная кислотность и значитель-

ный недостаток приемлемого фосфора. В заключение приводятся главные направления дальнейшего развития систематического агрохимического испытания почв в ЧССР на основе постановления правительства по проведению комплексного исследования почв.

The Results of the 1st Cycle of Agrochemical Testing of Soils in the CSSR

In the CSSR the 1st cycle of agrochemical testing of soils carried out in the years 1956–1960 has been terminated and evaluated. On the basis of 1,146,423 complete agrochemical analyses of soil samples taken in this cycle from the whole territory of the CSSR, the agrochemical characteristics have been worked out for the individual agricultural enterprises, districts, regions, and for the whole CSSR.

These characteristics evaluate the CaCO_3 content in the soil, the soil reaction, the need for liming and the supplies of available phosphorus and potassium in the soil. From the characteristics it can be seen that the main problem in the increasing of fertility in the CSSR from the point of view of agrochemistry is the harmful soil acidity and the considerable lack of available phosphorus. In the conclusion the author mentions the main trends of a further development of a systematic agrochemical testing of soils in the CSSR on the basis of the government decree concerning the carrying out of a complex investigation of soils.

J. Balcer: 1. Jak ekonomicky hodnotit SZN 1961. — 2. Balcer A.: Under-stand soil testing. Better Crops 44 (5): 1-8, 1960. — 3. Bergmann W.: Ein Ver-gleich zwischen der Phosphorbestimmung des systematischen Bodenuntersuchung und einigen hinsichtlich unterschiedlichen Faktoren Phosphorbestimmung. 20. 8. 1957-1958. — 4. Bray R. H.: You can predict fertilizer needs with soil tests. Better Crops 43. 3. 18. 20, 1961. — 5. Ellis R.: Why does this soil test? Crops and Soils 14. 1. 10-11, 1961. — 6. Fingert O.: Schachtelchen P.: Auswertung der chemischen Bodenuntersuchung. Mitteilungen DLG 77. 4. 103-104, 1962. — 7. Fitts J. W.: Soil test summaries for predicting fertilizer ratios and type of lime needed. Soil Science Society of America Proceed. 20. 1. 1956. — 8. Fredriksson L.: Die Bodenuntersuchung in Schweden und ihre Auswertung. Landwirtschaftliche Forschung 15. Sonderheft 74-81, 1961. — 9. Jelenkov K.: Plošne na stavovny po-lypny basovny 1960. Metodicky zpravky. 1. 99-107, 1960. — 10. Mus-grave O. L.: Soil testing on the move. Better Crops 45. 1. 8-10, 1961. — 11. Paw-son R.: Die optimale Versorgung von Boden und Pflanze mit Phosphor. Landwirtschaftliche Forschung 14. Sonderheft 49-54, 1961. — 12. Pilsch R.: Bodenuntersuchung — Feldversuche — Phosphorbedürfnisse. Phosphor 18. 2. 73-86, 1958. — 13. R. Reim H.: Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Jahre 1957-1958. Landwirt-schaftliche Forschung 14. Sonderheft 76-79, 1961. — 14. R. R. and G.: Die Auswertung landwirtschaftlicher Versuchs- und Untersuchungen. 6. 2. 148-162, 1960. — 15. Tamm E.: Beitrag zum Problem der chemischen Bodenuntersuchung und Ein-stellung der Boden nach ihrem Nährstoffbedarf. Zeitschrift für Acker- und Pflan-zenbau 110. 1. 23-47, 1960. — 16. Vermeulen F. H. B.: Fehlerquellen bei der Bodenuntersuchung. Landwirtschaftliche Forschung 14. Sonderheft 80-83, 1961.

В заключение приводятся главные направления дальнейшего развития систематического агрохимического испытания почв в ЧССР на основе постановления правительства по проведению комплексного исследования почв.

Результаты 1-го цикла агрохимического исследования почв в ЧССР за 1956–1960 гг. На основе 1,146,423 комплексных агрохимических анализов почвенных образцов, взятых по всей территории ЧССР, разработаны агрохимические характеристики для отдельных сельскохозяйственных предприятий, районов, областей и для всей ЧССР.

Эти характеристики оценивают содержание CaCO_3 в почве, почвенную реакцию, потребность в известковании и запасы доступного фосфора и калия в почве. Из характеристик видно, что основной проблемой повышения плодородия почв в ЧССР с точки зрения агрохимии является вредная почвенная кислотность и значительная нехватка доступного фосфора. В заключение автор упоминает основные тенденции дальнейшего развития систематического агрохимического исследования почв в ЧССР на основе постановления правительства о проведении комплексного исследования почв.

Príspevok ku štúdiu sorpcie a uvoľňovania fosforu na hnedozemi a podzolovanej pôde

К вопросу изучения сорбции и освобождения фосфора на буроземе и подзолистой почве

A Contribution to the Study of the Sorption and Freeing of Phosphorus on
Grey-Brown Podzolic Soil and on Podzolized Soil

CSc. doc. inž. V. BENKO, prof. dr. inž. J. HAMPL, inž. L. VNUK

Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, fakulta agronomická, katedra agrochémie
Vedúci katedry: doc. inž. V. Benko, CSc.

Využitie priemyselných fosforečných hnojív úzko súvisí s procesmi pútania fosforu v pôde. Zvlášť majú význam procesy fixácie, ktorými sa fosfor v dôsledku reakcie s anorganickými alebo organickými komponentami pôdy premieňa z ľahko rozpustných foriem na menej rozpustné. Fosfor sa takto stáva menej pohyblivý v pôdnom profile, čím sa znižuje jeho prístupnosť rastlinám (Kardaš, 1958).

Fosfor sa môže fixovať adsorpciou, reakciami izomorfnej zámieny a reakciami podvojného rozkladu (Peive, 1961), a to vždy vo forme zlúčenín, ktoré môžu oddeliť ióny ortofosforečnej kyseliny $H_2PO_4^{1-}$, PO_4^{2-} , pri veľmi alkalicknej reakcii PO_4^{3-} .

Adsorpčné reakcie môžeme rozdeliť na dva typy: chemickú a fyzikálnu. Obidve možno charakterizovať adsorpčnou izotermou Freundlichovou $\frac{x}{m} = kc^{1/n}$. Proces adsorpcie je ovplyvnený viacerými faktormi, ako koncentráciou roztoku, teplotou, prítomnosťou iných iónov. Zatiaľ, čo vplyv teploty poukazuje na chemickú sorpciu, Kolthof (cit. Bear, 1958) usudzuje pri sorpcii fosforu na výmenné reakcie medzi hydroxylovými a fosforečnými iónami. Výmenné reakcie prebiehajú aj v krátkej dobe 1–3 hod., ostatné reakcie v priebehu dlhšieho času.

Zo štúdia kinetiky adsorpčných procesov McAuliffe (1948) vyvodil uzávery, že hydroxylová skupina má labilné postavenie, preto môže byť nahradená fosfátovým iónom. Pri reakciách podvojného rozkladu sa môžu uplatniť reakcie medzi výmenným Fe a Al a reakcie s Ca (Peive, 1961). Takto môžu vzniknúť málo rozpustné zlúčeniny so železom a hliníkom. Podľa Hecka uplatní sa tiež pomer medzi Ca:(Fe a Al). Čím je tento pomer väčší, tým viac sa viaže fosfor na formu prístupnú pre rastliny. Reakcie fosforu s Ca prebiehajú rýchle a reverzibilne, s Fe pomalšie a ireverzibilne (Boischot, 1950, Williams, 1951, a iní). Peterburgskij (1959) cituje názory viacerých autorov: (Kurtz, Dean a Rubins, Markovskij, Klečkovskij a Žardeckaja), ktorí shodne konštatujú schopnosť pôd pútať fosfor výmennou sorpciou.

Ivanov (1958) uvádza, že sorpcia fosforečných iónov flovitými alebo rašelinovými pôdami má charakter primárnej adsorpcie alebo chemickej sorpcie so vznikom

kom samostatnej pevnej fázy málorozpustných solí. Povrchovo je adsorbované 70–80 % fosforu, chemickou adsorpciou 20–30 %.

Mehlich (1958) dokázal, že PO_4^{3-} -ión veľmi účinne zráža rozpustné Fe pri pH 3–7, Al pri pH 3,5–9. Približne 90 % fosfátov je fixované pri pH 6,5, 70 % pri pH 9. čo poukazuje na to, že Al má veľký vplyv na zrážanie fosfátov v alkalických i vápenatých pôdach. Anióny SO_4^{2-} , NO_3^- , BO_3^{3-} , CH_3COO^- a Cl^- majú schopnosť uvoľniť len fosfor saloidne viazaný.

Dean a Rubins (cit. Bear 1958) uvádzajú toto poradie aniónov podľa schopnosti uvoľňovať fixované fosfáty: $\text{OH}^- > \text{citrát} > \text{F}^- > \text{vinan} > \text{AsO}_4^{3-} > \text{CH}_3\text{COO}^-$. Mehlich (1958) uvádza nasledovné poradie aniónov podľa schopnosti vytesňovať fixovaný fosfor: $> \text{hydroxyl} > \text{fluorid} > \text{arzenát} > \text{borát} > \text{thiocyanad} > \text{sulfát} > \text{chlorid} > \text{nitrat}$. Relatívna schopnosť fluoru závisí od schopnosti tvoriť komplexy s Fe a Al. Turner a Rice (cit. Mehlich, 1958) uvádzajú, že fluorid neuvolňuje fosfát viazaný na Fe, ale je veľmi účinný pre fosfát viazaný na Al.

Čirikov (1956) používa ku stanoveniu frakcií fosfátov rozpustných Ca (H_2PO_4)₂ a Mg (H_2PO_4)₂ výluh zeminy H_2O nasýtenej CO_2 , frakciu $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ a čiastočne AlPO_4 výluhom v 0,5 N $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, AlPO_4 , FePO_4 a fosfáty apatického výluhu 0,5 N HCl alebo H_2SO_4 , frakciu organického fosforu výluhom 3N NH_4OH . Postupným vyluhovaním jednej navážky zostáva frakcia fosforu nerozpustného v uvedených vyluhovadlách. Výluh sa môže urobiť paralelne u viacerých navážok v uvedených vyluhovadlách.

Jackson (1958) používa pre stanovenie jednotlivých frakcií fosfátov postupné vyluhovanie pôdy 1 N NH_4Cl pre stanovenie fosforu viazaného v tzv. saloidnej forme, 0,5 N NH_4^- – fosforu viazaného na Al, 0,1 N NaOH fosforu viazaného na Fe a 0,5 N H_2SO_4 fosforu viazaného na $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Účelom uvedeného pokusu bolo sledovať vplyv doby styku zeminy s roztokom fosforu rôznej koncentrácie na jeho púťanie skúšanými pôdami, stanoviť schopnosť púťaného fosforu prechádzať do výluhu rôznych činidiel, čo umožňuje približne stanoviť podiel fosforu viazaného na Al, Fe, Ca vo forme vodorozpustnej a trikalciumpfosfátovej.

Materiála metodika

Otázky púťania a uvoľňovania fosforu sme sledovali v ornici hnedozeme, tmavohnej ilovitej pôdy z katastru JRD Veľké Teriakovce a podzolovanej svetlosivej pôdy z katastru JRD Hronsek. Chemické zloženie udáva tabuľka I.

I. Chemické zloženie skúšaných pôdných typov

Pôdný typ	Výluh 20% HCl					Fe-Al v 0,5N HCl	CaO + MgO	„S“ podľa Kappena ME/100g	pH v KCl
	R_2O_5	CaO	MgO	K_2O	P_2O_5				
	%						Akt. Fe + Al		
Hnedozem	7,18	0,26	0,29	0,20	0,08	0,36	1,5	20,4	6,2
Podzolovaná pôda	3,53	0,16	0,13	0,13	0,03	0,28	1,04	13,15	4,4

Ku štúdiu uvedenej problematiky sme volili nasledovný postup:

I. Pôdu sme nasýtili fosforom s rôznou dávkou P_2O_5 v roztoku za použitia P^{32} a pri rôznej dobe styku zeminy s roztokom bez trepania. Po uvedených časových intervaloch sme z vyčireného roztoku odpipetovali z každého paralelného výluhu 2krát po 1 ml, zmerali sme aktivitu vyčireného roztoku a z nej vypočítali množstvo fosforu púťaného zeminou.

II. Zeminu sme dekantovali a zaliali jednotlivými vyluhovacími roztokmi a ponechali odstáť. Po usadení zeminy sme znovu merali aktivitu a vypočítali sme mg a percento púťaného fosforu, ktorý sa uvoľnil zo sorbovaného stavu do roztoku jednotlivých vyluhovadiel.

Celkove sme volili v pokuse tieto varianty:

1. Pôdny typ: hnedozem a podzoloaná pôda
2. Dávka P_2O_5 k stanoveniu sorpcie fosforu: 10 a 100 mg P_2O_5 /100 mg zeminy
3. Doba styku zeminy s roztokom: 4, 14, 40 dní
4. Vyluhovadlo: H_2O , 0,5 NH_4F , 0,1 N $NaOH$, 0,5 N H_2SO_4 .

Výsledky pokusu sú vyhodnotené analýzou variancií.

Vyhodnotenie výsledkov

Vzhľadom na to, že v pokuse bol sledovaný vplyv viacerých faktorov jednak na sorpciu, ako i na uvoľňovanie pútaného fosforu do vyluhu rôznych činidiel, pojednáme o nich jednotlivo.

II. Priemery uvoľneného fosforu zo sorbovaného stavu v mg/100 g

Pôdny typ	Dávka fosforu v mg P_2O_5 na 100 g zeminy	Doba styku zeminy s roztokom fosforu v dňoch	mg P_2O_5 pútané 100 g zeminy	Fosfor uvoľnený zo sorbovaného stavu				$\bar{x}$ všetky vyluhy
				H_2O	0,5N NH_4F	0,1N $NaOH$	0,5N H_2SO_4	
v mg P_2O_5 /100 g zeminy								
$\bar{x}$								
Hnedozem	10	4	5,3	0,54	2,33	1,71	4,31	2,20
		14	8,9	0,58	3,85	1,93	6,36	3,18
		40	9,40	0,47	3,01	1,60	5,37	2,61
		$\bar{x}_{10}$	7,80	0,53	3,06	1,75	5,35	0,87
	100	4	41,30	8,12	20,75	9,41	28,37	16,16
		14	51,0	14,47	38,14	14,75	48,93	29,07
		40	67,56	9,25	31,58	12,81	40,96	23,65
		$\bar{x}_{100}$	53,1	10,61	30,15	12,32	39,42	23,13
	$\bar{x}_H$	30,5	5,75	16,60	7,37	22,38	12,90	
Podzolo- vaná pôda	10	4	5,40	0,60	2,90	3,95	4,75	3,05
		14	8,90	0,55	3,95	5,55	6,55	4,15
		40	9,40	0,50	3,70	4,25	5,95	3,60
		$\bar{x}_{10}$	7,90	0,55	3,51	4,58	5,75	3,60
	100	4	43,90	9,50	24,75	25,90	31,35	22,87
		14	40,50	14,50	36,20	41,10	52,15	35,98
		40	61,30	9,60	33,25	31,35	40,30	28,62
		$\bar{x}_{100}$	48,50	11,20	21,40	32,78	39,60	29,16
	$\bar{x}_P$	28,20	5,87	17,45	18,68	22,67	16,38	
	$\bar{x}_{H+P}$		5,72	17,03	12,86	22,53	14,65	
Hd			Pôdny typ	Dávka P_2O_5	Čas	Vyluhovadlo		
		0,05 0,01	2,87 3,82	2,87 3,82	3,52 4,68	4,05 5,4		

Vplyv pôdneho typu, koncentrácie a doby na sorpciu fosforu z roztoku

Výsledky pokusu vyjadrené v mg sorbovanej P_2O_5 na 100 g zeminy (tabuľka II) alebo v percentoch fosforu pútaného z dávky v roztoku (tabuľka III) potvrdzujú zhodnosť výsledkov predošlých pokusov urobených na katedre. Poukazujú na niečo silnejšiu sorpciu fosforu na hnedozemi ($x = 30,5$) o vyššej sorpčnej kapacite a väčšom zastúpení Ca v sorpčnom komplexe ako na podzolovanej pôde ($x = 28,2$). Výraznejšie sú rozdiely medzi pôdnymi typmi pri dávke 100 mg P_2O_5 ($x = 53,1$, $x_P = 48,5$) ako pri dávke 10 mg P_2O_5 ($x_H = 7,8$, $x_P = 7,9$), čo potvrdzuje preukazný vplyv koncentrácie pôdneho roztoku na zvýšenie sorpcie fosforu z roztoku obidvoma pôdnymi typmi.

Preukazný je tiež vplyv doby styku zeminy s roztokom. Sorpcia silno stúpala pri obidvoch pôdnych typoch a dávkach P_2O_5 v intervale 4 a 14 dní, v ďalšom intervale 40 dní sorpcia ďalej stúpala.

III. Priemery fosforu uvoľneného zo sorbovaného stavu v %

Pôdny typ	Dávka fosforu v mg P_2O_5 100 g zeminy	Doba styku zeminy s roztokom v dňoch	mg P_2O_5 pútané 100 g zeminy	Fosfor uvoľnený zo sorbovaného stavu				$\bar{x}$ všetky výluhy
				H_2O	0,5N NH_4F	0,1N NaOH	0,5N H_4SO_5	
v percentoch								
$\bar{x}$								
Hnedozem	10	4	5,30	10,1	43,7	32,3	81,1	41,8
		14	8,9	6,5	42,4	21,8	71,6	35,5
		40	9,4	5,0	31,9	17,0	57,0	27,7
		$\bar{x}_{10}$	7,8	7,2	39,3	23,7	69,9	35,0
	100	4	41,3	20,0	50,2	22,8	68,7	40,4
		14	51,0	28,3	74,7	28,9	95,9	56,9
		40	67,5	13,7	46,7	18,9	60,6	35,0
		$\bar{x}_{100}$	53,2	20,7	57,2	23,5	75,1	44,1
		$\bar{x}_H$	30,5	13,9	48,3	23,6	72,5	36,9
Podzolo- vaná pôda	10	4	5,4	11,5	55,0	73,4	89,2	57,2
		14	8,9	6,4	44,8	63,0	74,1	47,0
		40	9,4	4,9	39,6	45,3	63,3	38,3
		$\bar{x}_{10}$	7,9	7,6	46,4	60,5	75,5	47,5
	100	4	43,9	21,5	56,4	58,9	71,4	52,0
		14	40,5	35,9	89,5	101,6	128,9	88,9
		40	61,3	15,6	54,2	51,2	65,7	46,7
		$\bar{x}_{100}$	48,5	24,3	66,7	70,5	88,6	62,5
		$\bar{x}_P$	28,2	15,9	56,6	65,5	82,1	55,0
		$\bar{x}_{H+P}$		14,9	52,4	44,6	77,3	47,3
Hd		0,05 0,01		Pôdny typ	Dávka P_2O_5	Čas	Vyluhovadlo	
				3,7 5,1	3,7 5,1	4,95 6,6	5,7 7,2	

Uvoľňovanie pútaného fosforu z hnedozeme a podzolovanej pôdy roznými činidlami v závislosti od jeho obsahu, doby a extračného činidla

Uvedené činidlá uvoľnili viac sorbovaného fosforu z podzolovanej pôdy ($\bar{x}_H = 12,90$, $\bar{x}_P = 16,38$), čo poukazuje na väčšiu schopnosť podzolovanej pôdy uvoľňovať pútaný fosfor do roztoku. Rozdiely nie sú však preukázateľné.

Vysoko preukázateľne sa prejavil na uvoľňovanie fosforu zo sorbovaného stavu vplyv stupňa nasýtenia pôdy fosforom v dôsledku rôznych dávok P_2O_5 v roztoku. Rozdiely priemerov dávok $x_{10} = 2,23$ a $x_{100} = 26,14$ vysoko preukázateľne poukazujú na to, že čím je zemina lepšie nasýtená fosforom, tým viac ho uvoľní do roztoku ktoréhokoľvek činidla.

Uvoľňovanie fosforu ovplyvnil značne čas, za ktorý bola zemina nasýtená fosforom. Predĺženie styku zeminy s roztokom fosforu zo 4 na 14 dní sa prejavilo preukázateľným zvýšením uvoľnenia sorbovaného fosforu do výluhu ktoréhokoľvek činidla. Možno to vysvetliť zvýšenou sorpciou fosforu a vzhľadom na kratšiu dobu vo väzbe voľnejšej. Rozdiel medzi $\bar{x}_4 = 11,19$ a $\bar{x}_{14} = 18,09$ je vysoko preukázateľný. Pri intervale 40 dní uvoľnenie fosforu oproti intervalu 4 dní stúplo, ale nie preukázateľne, a oproti variantu 14 dní sa znížilo ($x_{40} = 16,62$), ale nie preukázateľne. Obe tieto varianty poukazujú na to, že doba veľmi vplyva na prechod fosforu na menej rozpustné zlúčeniny, lebo napriek väčšiemu nasýteniu sa uvoľňuje menej fosforu do výluhu ktoréhokoľvek činidla. Tie isté vzťahy môžeme pozorovať aj pri sledovaní interakcie medzi všetkými sledovanými komponentami.

Fosfor pútaný zeminou sme vyluhovali za rôzne dlhú dobu z roztoku o stúpajúcej koncentrácii rôznymi vyluhovadlami, aby sme približne posúdili ich schopnosť uvoľňovať fosfor pútaný za sledovaných podmienok. Preukázateľne najnižší je variant vyluhovaný vodou ($x_{H_2O} = 5,72$), ku ktorému sú vysoko preukázateľne všetky varianty ($x_{0,5N\ NH_4F} = 17,03$, $x_{0,1N\ NaOH} = 12,96$, $x_{0,5N\ H_2SO_4} = 22,53$). Všetky varianty sú aj vzájomne medzi sebou preukázateľné.

Podľa Jacksona (1958) uvoľní neutrálny 0,5N NH_4F do roztoku hlavne fosfor viazaný na Al ako $AlPO_4$, viazaný vo výmennej forme alebo chemicky v povrchovej vrstve častíc. Naproti tomu $FePO_4$ v neutrálnom alebo alkalickom prostredí tvorí s NH_4F nestály $(NH_4)_3FeF_6$, preto sa dá od neho $AlPO_4$ oddeliť. Ani kalciumfosfát sa v tomto činidle značnejšie nerozpúšťa.

Z výsledkov je zrejmé, že výluh 0,5N NH_4F na hnedozemi uvoľnil viac fosforu, či už v závislosti od doby alebo od dávky, ako napr. na podzolovanej pôde. Aj keď môžeme predpokladať, že táto frakcia zahŕňa tiež fosfor ľahko rozpustný vo vode, ktorý bol stanovený osobitným výluhom, prevláda vo všetkých variantoch fosfor viazaný na Al, čo možno vysvetliť vyšším obsahom Al na hnedozemi. Na podzolovanej pôde s vyšším obsahom Fe je výluh fosforu 0,1N NaOH vo všetkých prípadoch vyšší ako výluh fosforu 0,5N NH_4F . Roztokom 0,1N NaOH sa vylúčil predovšetkým fosfor viazaný na Fe, aj keď nemôžeme vylúčiť prechod do roztoku určitej časti fosforu viazaného na Al. Výluh 0,5N H_2SO_4 zahŕňa viac-menej okrem fosforu viazaného na $Ca_3(PO_4)_2$ aj časť fosforu viazaného na Fe a Al.

Z uvedených výsledkov vyplýva záver, že predĺžením doby, po ktorú bola zemina v styku s roztokom, najmä pri variante 40 dní, napriek zvýšenej sorpcii klesala schopnosť uvoľňovania fosforu do výluhu ktoréhokoľvek činidla. Tieto výsledky poukazujú na to, že nielen fosfor viazaný na Ca, ale aj fosfor viazaný na Al a Fe môže vplyvom doby prechádzať na formy menej rozpustné, napr.

prechodom z čerstvo vyzrážaného koloidného stavu do stavu kryštalického (starutíe zrazenín).

Podobné vzťahy zistíme, keď sledujeme uvoľňovanie fosforu pôsobením rôznych činidiel po percentickom vyjadrení z celkového množstva sorbovaného zeminou (tabuľka III).

Vysoko preukazný je vplyv všetkých sledovaných komponentov pokusu. Dokazujú to jednak hodnoty F a hodnoty minimálne preukazných a minimálne vysoko preukazných diferencií.

Percentuálne sa uvoľnilo viac z pútaného fosforu na podzolovanej pôde ako na hnedozemi ($x_H = 39,6\%$, $x_P = 55,0\%$).

Dávky P_2O_5 : Pri menšom nasýtení sa uvoľnilo do výluhu menej pútaného fosforu ($x_{10} = 43,8\%$) ako pri silnejšom nasýtení zeminy ($x = 51,0\%$).

Výrazný je vplyv doby na percento uvoľneného fosforu. Celkove v priemere po 14 dňoch sa percento uvoľneného fosforu zvýšilo ($x_4 = 47,8$, $x_{14} = 55,6$), ale po 40 dňoch sa vysoko preukazne znížilo ($x_{40} = 37,2$), čo môžeme vysvetliť prechodom zlúčenín fosforu v menej rozpustné formy. S dobou sa množstvo pútaného fosforu zvyšuje, ale súčasne sa aj viaže silnejšie na menej rozpustné zlúčeniny. Keď sledujeme vzťahy medzi množstvom uvoľneného fosforu a časom, zistíme, že pri nižšej dávke je znižovanie s časom sústavné po 14 a 40 dňoch $x_{10-4} = 49,4$ ($x_{10-14} = 41,2$, $x_{10-40} = 37,8$). To dokazuje, že pri menšom obsahu fosforu v pôde prechádza tento skôr v menej prístupné formy, ako keď je jeho obsah v pôde vyšší. Pri dávke 100 mg sa po 14 dňoch percento uvoľneného fosforu zvýšilo, ale po 40 dňoch sa oproti predošlému znížilo $x_{4-100} = 46,2$, $x_{14-100} = 72,9$, $x_{40-100} = 40,8$). Uvedené priemery ukazujú na silné zníženie rozpustnosti pútaného fosforu aj pri väčšom nasýtení vplyvom doby styku.

V priemere uvoľnila najmenej sorbovaného fosforu z hnedozeme voda, potom 0,1N NaOH, 0,5N NH_4F a 0,5N H_2SO_4 , z podzolovanej pôdy najmenej voda, ďalej 0,5N NH_4F , 0,1 N NaOH a 0,5N H_2SO_4 .

Pomer fosforu uvoľneného vodou k ostatným vyluhovadlám sa menil podľa stupňa nasýtenia zeminy a doby nasycovania. Pri vyššom stupni nasýtenia sa pomer P v H_2O : 0,5N NH_4F : 0,1N NaOH : 0,5N H_2SO_4 značne znížil. Na hnedozemi je pri dávke 10 mg P_2O_5 1 : 5,4 : 3,2 : 9,6; pri dávke 100 mg 1 : 2,8 : 1,14 : 5,2; pre podzolovanú pôdu 10 mg — 1 : 6,0 : 7,9 : 9,3; 100 mg — 1 : 2,7 : 2,9 : 3,6. Na podzolovanej pôde sa pri všetkých variantoch zvyšoval podiel fosforu uvoľneného lúhom sodným. Doba nasycovania všeobecne znižovala podiel fosforu rozpustného vo vode a zvyšovala podiel fosforu rozpúšťaného v ostatných vyluhovadlách. To nasvedčuje, že sa viac fosforu viazalo na Fe, Al alebo nerozpustnejší kalciumfosfát, menej vo forme kalciumfosfátu rozpustného vo vode.

Závery

Výsledky pokusu urobeného pomocou P^{32} ukazujú na preukazný vplyv niektorých činiteľov na uvoľňovanie fosforu pútaného zeminou hnedozeme a podzolovej pôdy, nasýtenej do rôzneho stupňa roztokom KH_2PO_4 za rôznu dobu.

1. Koncentrácia roztoku výrazne zvyšuje púťanie fosforu hnedozemou i podzolovanou pôdou.

2. Schopnosť púťania fosforu sa zvyšuje s dobou, za ktorú je fosfor v styku s pôdou.

3. Na podzolovanej pôde je fosfor púťaný slabšie ako na hnedozemi, relatívne viac percent prechádza do roztoku.

4. Napriek zvýšeniu pútaní fosforu vplyvom doby, percento fosforu uvoľneného zo sorbovaného stavu najmä pri nízkom stupni nasýtenia klesá, čo poukazuje na prechod všetkých foriem fosforu v menej rozpustné zlúčeniny. Najmenší podiel fosforu je viazaný vo forme vodorozpustnej, pri hnedozemi prevládajú formy fosforu viazané na Al a Ca, na podzolovanej pôde na Fe, Al, v menšej miere na Ca. Stupňom nasýtenia sa zvyšuje podiel fosforu rozpustného vo vode ku fosforu rozpustnému v ostatných číniidlách. Podiel vodorozpustného fosforu s dobou nasýtenia klesá, naproti tomu sa zvyšuje podiel fosforu rozpustného v 0,5N NH_4F , 0,1N NaOH a 0,5N H_2SO_4 .

Súhrn

V pokuse sme pomocou P^{32} sledovali sorpciu fosforu z roztoku hnedozemou a podzolovanou pôdou pri rôznej koncentrácii P_2O_5 a rôznej dobe styku zeminy s roztokom. Sledovali sme tiež schopnosť uvoľňovania pútaného fosforu do výluhu H_2O , 0,5N NH_4F , 0,1N NaOH a 0,5N H_2SO_4 . Množstvo pútaného fosforu sme zistili z rozdielu aktivity roztoku pred stykom a po styku so zeminou, množstvo uvoľneného fosforu z aktivity výluhov uvedenými číniidlami.

V pokuse sme došli ku týmto výsledkom:

1. Zvýšená koncentrácia roztoku a zvýšená doba styku zeminy s roztokom sorpciu fosforu preukazne zvyšuje. Z pôdných typov púta fosfor viac hnedozem ako podzolovaná pôda, ale nie preukazne.

2. Pútaného fosforu uvoľnila viac podzolovaná pôda. Zemina nasýtená nižšími dávkami uvoľnila menej fosforu, a to priamo úmerne dobe styku zeminy s roztokom. Pri nasýtení vyššími dávkami sa uvoľňovanie fosforu zvýšilo, vplyv doby na zníženie uvoľnenia sa prejavil len pri intervale 40 dní.

3. Pri všetkých variantoch pokusu vyluhovala najmenej fosforu voda, 0,5N NH_4F vyluhoval viac fosforu na hnedozemi, 0,1N NaOH uvoľnil viac fosforu na podzolovanej pôde. To poukazuje na možnosť viazania väčšieho množstva fosforu hliníkom na hnedozemi, železom na podzolovanej pôde.

4. Zvyšovaním stupňa nasýtenia sa zvýšil podiel fosforu uvoľnený vodou, doba styku roztoku fosforu so zeminou znížila podiel fosforu uvoľnený vodou a zvýšila podiel menej rozpustných frakcií.

Došlo dne 6. 7. 1963

Literatúra

1. Boishot P., Coppenet M., Hebert S.: Fixation de l'acide phosphorique sur le Calcaire de Sols, Plant and Soils, 1950, 2. p., 311-312. — 2. Čirikov F. V.: Metodika učeta form fosfatov v počve, Agrochimia kalija i fosfora, Moskva 1956, str. 273-289. — 3. Ivanov E. N.: Issledovanie izotopnym metodom processov prevraščenija, starenija i kristalizacii sojedinenij pogloščennych fosfatov v počvach, glinach i torfach. Fiziologija—Agrochimija—Počvovedenie, Moskva 1958, str. 316-324. — 4. Jackson M. L.: Phosphorus Determinations for Soil. Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, inc. Englewood Cliffs, N. S., 1958, str. 134-182. — 5. Kardos L. T.: Soil Fixation of Plant Nutrients. Chemistry of Soil, RPC, New York 1958, s. 177. — 6. McAuliffe C. A. et Al.: Exchange Reactions Between Phosphates and Soils Hydroxylic Surfaces of Soil Minerals. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 1947, 12, 119-123. — 7. Mehlich A., Drake M.: Soil Chemistry and Plant Nutrition. Chemistry of the Soil, RPC, New York, 1958. — 8. Peive J. V.: Pogloščenie fosfornoj kisloty počvoj i razloženie trudnorastvorimych fosfatov. Biochimija počv, Moskva 1961, str. 282. — 9. Peterburgskij A. V.: Adsorpcija počvoj anionov i ich do-

stupnost rastenijam. Obmenoje poglošćenije v počve i usvojenije rastenijami pitatel'nyh veščestv, GI, Vyssšaja škola, Moskva 1959, str. 164-190. — 10. Williams E. G.: Phosphatfestlegung, referát E. T. Rauteberga, Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Bd. 55, Heft 3, 1961.

К вопросу изучения сорбции и освобождения фосфора на буроземе и подзолистой почве

Результаты проведенного опыта при помощи P^{32} свидетельствуют о достоверном влиянии некоторых факторов на освобождение фосфора, связанного с буроземом и подзолистой почвой, в различное время насыщенной до разной степени раствором KH_2PO_4 .

1. Концентрация раствора явно повышает связь фосфора с буроземом и подзолистой почвой.

2. Способность фосфора связываться повышается со временем, в течение которого фосфор находится в контакте с почвой.

3. На подзолистой почве фосфор по сравнению с буроземами связывается слабее; относительно больший процент переходит в раствор.

4. Несмотря на повышенную связь фосфора под влиянием времени, % освобожденного фосфора из сорбированного состояния, особенно при низкой степени насыщения, убывает, что свидетельствует о переходе всех форм фосфора в менее растворимые соединения. Минимальная %-ная доля фосфора связана в водорастворимой форме; при буроземе преобладают формы фосфора, связанные с Al и Ca, на подзолистой почве с железом, алюминием, в меньшей мере с Ca. Степенью насыщения повышается процентная доля фосфора, растворимого в воде, по сравнению с фосфором, растворимым в остальных реагентах. Процентная доля водорастворимого фосфора со временем насыщения понижается, и, наоборот, повышается процентная доля фосфора, растворимого в 0,5 N NH_4 , 0,1 N NaOH и 0,5 N H_2SO_4 .

A Contribution to the Study of the Sorption and Freeing of Phosphorus on Grey-Brown Podzolic Soil and on Podzolized Soil

The results obtained in a test carried out by means of P^{32} point out the conclusive influence of some factors on the freeing of phosphorus bound by grey-brown podzolic soil and by podzolized soil saturated up to different degrees with a solution of KH_2PO_4 for different lengths of time.

1. Concentration of the solution distinctively increases the binding of phosphorus by grey-brown podzolic soil and also by podzolized soil.

2. The capacity of binding phosphorus increases with the length of time during which the phosphorus is in contact with the soil.

3. Phosphorus is bound less strongly by podzolized soil than it is by brown soil; a relatively greater percentage passes into the solution.

4. In spite of the increased binding of phosphorus influenced by the length of time, the percentage of the phosphorus freed from the state of sorption decreases, and that particularly in the case a low degree of saturation, or indicates the transition of all forms of phosphorus to less soluble compounds. The smallest part of the phosphorus is bound in a water-soluble form, in the case of brown soil forms of phosphorus bound to Al and Ca predominate, and in podzolized soil forms bound to iron, aluminium, and to a smaller extent to Ca. Together with the degree of saturation also the share of phosphorus soluble in water increases, compared with the phosphorus soluble in the other agents. The share of phosphorus soluble in water decreases with the length of time of saturation, whereas the share of phosphorus soluble in 0,5 N NH_4 , 0,1 N NaOH, and 0,5 N H_2SO_4 increases.

V poslední době věnovali velkou pozornost otázce listové analýzy a její uplatnění pro praktickou indikaci potřeby hnojení zemědělských plodin ve Švédsku (Lundegårdh (1945) a u nás Kolář (1952). Proti metodě stanovení potřeby živin v rostlině pomocí analýzy rostlinné hmoty se zvedly i kritické hlasy (Aitens, 1954; Závorka, 1959), které ukazují, že analýzy rostlinné hmoty mohou vést k mylným závěrům vzhledem k tomu, že v průběhu vegetace dochází k různým stavům, které mají vliv na momentální hladinu živin v rostlině (vířkost, atd.).

Šetření o vztazích mezi dávkou živin, jejich obsahem v půdě, rostlinné hmotě, výnosem a jeho kvalitou u chmelné rostliny

Изучение взаимоотношений между дозой питательных веществ, их содержанием в почве, растительной массе, урожаем и его качеством у хмеля

Investigation Regarding the Relations between the Nutrient Doses, their Content in the Soil, the Vegetable Substance, and the Yields and their Quality in Hop Plants

CSc. inž. Přemysl HAUTKE
Výzkumný ústav chmelařský, ředitel CSc. inž. L. Vent, Žatec

V této práci byl sledován vztah mezi obsahem přijatelných živin v půdě, jejich hladinou v rostlině, výnosem a jeho kvalitou. Listová analýza byla ponejvíce propracována u ovocných stromů, kde byla stanovena procentuální rozmezí, při kterých se objevují akutní příznaky nedostatku živiny, dostatečná zásobnost atd.

Přehled literatury

Při sledování hladiny drasla u jableň (Batjer, Magnes, 1938; Boynton, Cain, 1941; Boynton, Cain, Compton, 1944) bylo zjištěno velké kolísání od 0,5 do 2,64 % K₂O. Příznaky nedostatku této živiny se neobjevily, byl-li obsah drasla v listech vyšší než 1 %, určité příznaky strádání se projevují v rozsahu 1–0,75 % a pod 0,75 % vždycky. Tento nedostatek je možno odstranit přihnojením draslem. Podobné hranice byly stanoveny také pro MgO. Z těchto údajů vidíme, že existují určitá rozmezí obsahu živin v rostlinné hmotě, indikující potřebu té které živiny, jejíž nedostatek má za následek poruchy v růstu rostliny a jejím zdravotním stavu. Ovšem takovýto případ s jasným odstupňováním hladin živin je v praxi velmi řídký a vztahy mezi půdou a rostlinou jsou mnohem komplikovanější. Můžeme říci, že chemická analýza rostlinné hmoty vykazuje určitou cenu pouze v souvislosti s pečlivým pozorováním porostu (Boynton, Cain, Compton, 1944). Závislosti mezi obsahem živiny v listech a výnosem byly studovány jak v umělých kulturách, tak i v přirozených podmínkách. Dosahované výsledky v těchto velmi rozdílných prostředcích se někdy podstatně rozcházejí. Velmi záleží na tom, která část rostliny se k chemické analýze odebere. Někteří autoři odebírají pouze listy buď s řapíkem nebo bez něho, nebo celé rostliny. Listy musí být stejného fyziologického stáří (Hardy, MacDonald, 1935; Ulrich, 1942, 1943; Drosdoff, Painter, 1942; Duchoň, Macek, 1936; Duchoň, 1948; Kolář, 1959). Byl zjištěn vztah mezi křivkami procentuálního obsahu živiny v rostlinách a přírůstkem výnosu (Macey, 1936). Z dosažených výsledků autor usoudil, že účinnost živiny je funkcí jejího procentuálního obsahu v rostlinné hmotě. Při studiu závislosti o obsahu drasla v listech bylo zjištěno, že obsah drasla v listech je dob-

rým indikátorem obsahu drasla v půdě (Batjer, Magnes, 1938). Podobně i další autoři našli vztah mezi nedostatkem drasla v půdě a onemocněním rostlin (Lilleland, Brown, 1938, Cullinan, Waugh, 1939).

V poslední době věnovali velkou pozornost otázce listové analýzy a její upotřebitelnosti pro praktickou indikaci potřeby hnojení zemědělských plodin ve Švédsku Lundegardh (1945) a u nás Kolářík (1959). Proti metodě stanovení potřeby živin u rostlin pomocí analýzy rostlinné hmoty se zvedly i kritické hlasy (Arrens, 1934, Zázvorka, 1959), které ukazují, že analýzy rostlinné hmoty mohou vést k mylným závěrům vzhledem k tomu, že v průběhu vegetace dochází k různým stavům, které mají vliv na momentální hladinu živin v rostlině (vlhkost, srážky).

Účelem této metody je zjistit nejmenší množství živin, které zabezpečí maximální výnos. Tato snaha je v souvislosti s pozorováním, že existuje rovnováha mezi obsahem živin v půdě a v rostlině, tzn., že sklizeň musí záviset hlavně na množství minerálních živin, které má rostlina v průběhu vegetace k dispozici. V tomto směru byli utvrzováni tou skutečností, že hnojení je spojeno s přírůstkem sklizně, ovšem za předpokladu, že množství živin bylo před hnojením nedostatečné. V této souvislosti je třeba upozornit na to, že tento vztah není jednoznačný. Naopak při analýze listů chmelných rostlin jsme zjistili, že se vysoký obsah živin v půdě projevil v jejich zvýšeném obsahu v rostlině, avšak neodrazil se ve zvýšeném výnosu.

V průběhu studií kolem výživy rostlin byla propracována nejprve teorie kritické koncentrace, avšak později bylo zjištěno, že „kritická koncentrace“ nezávisí jen na jedné živině, ale naopak na všech nezbytných živinách. Nové a nové poznatky daly podklad k teorii vyrovnané výživy rostlin, která neuvažuje jen jednu živinu, ale jejich vzájemný poměr. Tím byl sice zpřesněn celý problém, avšak poznání dalších faktorů jej ještě více znesnadnilo.

Pokud jde o otázku výživy chmele, pak v zahraničí ji zpracoval poměrně dobře Zattler (Zattler, 1956, Zattler, Chrometzka, 1962, Zattler, 1962), který na základě svých dlouholetých hnojařských pokusů dospěl k názoru, že nejvhodnější dávkou živin pro chmel je: 135, 135, 180. Další zvyšování kyseliny fosforečné a drasla již nepřináší zvyšování výnosů, naopak dochází již k jejich poklesu. Při šetření o specifickém vlivu jednotlivých hnojiv na kvalitu chmele dospěl k proměnlivým výsledkům. Zjistil úzký vztah mezi výnosem a množstvím srážek. Tento poznatek je velmi důležitý pro naše poměry, ve kterých v době vegetace je velmi málo srážek, méně než kolik chmel potřebuje. V pěstitelských oblastech NSR dosahují srážky ve vegetaci asi 450 mm, zatímco u nás činí asi 250 mm. Ve Francii (Marocke, 1957) jsou doporučovány dávky 90–140 kg N/ha, 80–90 kg P₂O₅/ha a 150–160 kg K₂O/ha a hnojení chlévským hnojem každým druhým nebo třetím rokem v dávce 100–150 q/ha. V Anglii jsou doporučovány dávky 180, 180, 180 (Burgess, 1956). Zároveň je používáno dávkování živin během vegetace. Maximálních dávek živin je používáno ke hnojení chmele v USA, kde činí každoroční dávka 200, 100, 200. Přitom se každým rokem hnojí dávkou 200–400 q/ha chlévské mrvy. Tato kvanta živin jsou rostlinám zpřístupňována pomocí dostatečných závlah v průběhu vegetace. Množství srážek v pěstitelských oblastech USA kolísá od 200 do 1000 mm, kromě toho se v průběhu vegetace zavlažuje čtyřikrát až desetkrát, přičemž celkové množství závlahové vody činí asi 900 mm/ha.

V této souvislosti je třeba se zmínit o vlivu druhů živin na kvalitu chmele. Této otázce již byla věnována pozornost (Doerell, 1933, Kolářík, 1959, Roberts, Nelson, 1961). Doerell na základě svých šetření uvádí, že síran amonný dává hlávkám zelenohnědý barevný odstín a ledek vápenatý poskytuje hlávky světle zelené. U ostatních druhů hnojiv nebyly zjištěny rozdíly. Na základě našich pokusů můžeme říci, že nejpronikavější vliv na chemické složení chmelné hlávky má dusík (Hautke, 1959), je-li jím hnojeno k rostlinám v nadbytku a není-li ve vyrovnaném poměru ke kyselině fosforečné a k draslu. Zjistili jsme, že chmel z dílců hnojených 180 kg N/ha měl v době sklizně nižší obsah alfa hořké kyseliny než chmel z dílců hnojených vyrovnanou dávkou NPK. Ovšem tento pokles je jenom relativní a závislý na čase. Když však byly tyto rostliny ponechány dozrát, pak chemické složení hlávek bylo stejné jako u chmele z ostatních dílců. Došlo tedy pouze k prodloužení vegetační doby působením dusíku.

Dělení dávek živin v průběhu vegetace dalo dobré výsledky ve zvýšení výnosu jak u jednoletých rostlin, tak u chmele (Linser, Primost, 1959, Slavík, 1963). Ve většině zemí pěstujících chmel se hnojí nejméně ve dvou dávkách, a to na podzim a potom na jaře. V našich podmínkách se projevilo jako nejvhodnější

hnojení na podzim, před odorávkou na jaře, k první přiorávce a před květem. Vzhledem k tomu, že převážná část plochy chmele je v oblastech s nižšími srážkami, je třeba dát asi 75 % z celkového přídělu živin v dávce podzimní a před odorávkou na jaře, aby byla zabezpečena jejich přijatelnost chmelnou rostlinou.

Experimentální část

Metodika

V průběhu 5 let jsme sledovali vliv různých dávek živin, dodávaných v průmyslových hnojivech, na jejich obsah v půdě, rostlinné hmotě, na výnos chmele a jeho kvalitu. V následující části této práce budou pouze ve stručnosti uvedeny souhrnné výsledky. Byly zkoušeny tyto dávky čistých živin:

řada N	
dílec 1	60,100,100
dílec 2	100,100,100
dílec 3	140,100,100
dílec 4	180,100,100
dílec 5	nehnojeno

Stejně uspořádání bylo provedeno i u řady s P_2O_5 a K_2O . Tento pokus byl založen na Stekníku. Pro velký rozsah a tím i také technickou náročnost byly na dalších třech místech založeny dílce vždy s minimální a maximální dávkou každé živiny.

Použitá hnojiva: Thomasova moučka, dusíkaté vápno, draselná sůl na podzim, síran amonný, superfosfát, draselná sůl nebo reformkali, ledek vápenatý na jaře a v době vegetace. Hnojení bylo prováděno na podzim, na jaře, před 1. přiorávkou a před květem. Odběr půdních vzorků k chemickým analýzám: v průběhu vegetační doby vždy do jednom měsíci (celkem čtyřikrát).

Odběr rostlinné hmoty: byly odebírány listy ze středních částí chmelných rostlin v následujících údobích:

1. odběr — při délce pazochů asi 10 cm
2. odběr — na počátku květu
3. odběr — na počátku tvorby hlávek
4. odběr — v době sklizně

Analýzy půd: obsah P_2O_5 , K_2O , $CaCO_3$, pH, humus, vým. Ca^{2+} a Mg^{2+} .

Analýzy rostlinné hmoty: N, P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO.

Rozbory půd a rostlinné hmoty byly prováděny běžnými metodami.

Dosažené výsledky

Výnosy chmele

Na pokusných plochách byla prováděna sklizeň vždy v době technické zralosti hlávek. V průběhu let byly nejvyšší výnosy vždy na pokusné chmelnici ve Stekníku. V žádném případě se neprojevuje příznivý vliv určité dávky na výnosy. Např. u dusíku poskytl nejvyšší výnos ve dvou případech dávka 60,100,100, v jednom případě dílec nehnojený a v jednom dávka 180,100,100.

U kombinace fosforu dala nejvyšší výnos dvakrát dávka 100, 100, 100, jednou dávka 100, 140, 100. U řady s odstupňovanými dávkami drasla poskytla dvakrát nejvyšší výnos dávka 100, 100, 60, jednou dávka 100, 100, 100 a jednou dávka 100, 100, 180. V průběhu let docházelo k podstatnému kolísání ve výnosech. Nejnižší výnosy byly v letech 1958 a 1962. V roce 1962 byl všeobecně nižší výnos chmele pro nepříznivé klimatické podmínky. Nasazení hlávek bylo sice velmi bohaté, ale byly lehké (větel vážil také 1,3 kg proti 2,10 až 2,20 kg za normálních podmínek). Při srovnání výnosů kombinací u dusíku, kyseliny fosforečné a drasla dosáhl nejvyššího výnosu v roce 1958 dílec hnojený dávkou 60, 100, 100, v dalším roce 1959 dílec hnojený 100, 100, 180, v roce 1960 to byl dílec 100, 100, 60, čili opak roku 1959, a v roce 1962 dal nejvyšší výnos dílec hnojený dávkou 100, 140, 100.

Dalším pokusným místem byl Pšov (degradovaná černozem). V průběhu let dala nejvyšší výnos kombinace u N dávka 180, 100, 100, dvakrát dávka 60, 100, 100. U kombinace P_2O_5 dala nejvyšší výnos vždy dávka 100, 60, 100, u kombinace s K_2O bylo nejvyššího výnosu dosaženo dvakrát při dávce 100, 100, 180. Nejvyššího výnosu (mezi dílci) v roce 1959 bylo dosaženo u dávky 100, 60, 100, v roce 1960 u dávky 60, 100, 100, v roce 1961 dávkou 100, 60, 100 a v roce 1962 dávkou 100, 60, 100.

Pokusné místo Mutějovice (hnědozem). U kombinace N bylo dosaženo dvakrát nejvyššího výnosu při dávce 60, 100, 100 a dvakrát při dávce 180, 100, 100. U kombinace s P_2O_5 vypadaly výsledky takto: nejvyššího výnosu bylo dosaženo třikrát při dávce 100, 60, 100 a jednou při dávce 100, 180, 100. U kombinace s K_2O bylo dosaženo třikrát nejvyššího výnosu při dávce 100, 100, 180 a jednou při dávce 100, 100, 60. V jednotlivých letech bylo dosaženo nejvyšších výnosů v roce 1959 dávkou 60, 100, 100, v roce 1960 dávkou 100, 100, 60, v roce 1961 dávkou 180, 100, 100 a v roce 1962 dávkou 100, 100, 180.

Pokusné místo Chrástany (hnědozem). U kombinace s N bylo dosaženo nejvyššího výnosu při dávce 180, 100, 100 a jednou při dávce 60, 100, 100. U kombinace s P_2O_5 bylo dosaženo čtyřikrát nejvyššího výnosu při dávce 100, 60, 100. U kombinace s K_2O bylo dosaženo dvakrát nejvyššího výnosu při dávce 100, 100, 60 a dvakrát při dávce 100, 100, 180.

Srovnáme-li pokusná místa podle výnosů, pak je na prvním místě Stekník, následují Pšov, Chrástany a Mutějovice. Poslední dvě místa jsou co do výnosů v průměru stejná. Podíváme-li se na závislost mezi dosaženými výnosy a agrochemickou charakteristikou půd pokusných chmelnic, pak vidíme, že chmelnice ve Stekníku a Pšově jsou si v tomto směru velmi podobné a stejně tak je tomu i u dalších dvou. Přestože první dvě místa vykazovala podstatně menší množství přijatelných živin v půdě, dávala každoročně vyšší výnosy než další dvojice pokusných míst.

Pokud jde o stanovení dávky dusíku, která se ještě uplatní ve zvýšení výnosu chmele, pak na základě dosažených výsledků pokusů možno říci, že činí asi 140 kg N/ha, 140 kg P_2O_5 /ha a 140 kg K_2O /ha. Zajímavé je to, že na poslední dvojici pokusných chmelnic se ve většině případů projevila dávka 60 kg P_2O_5 /ha jako nejvhodnější.

Srovnáme-li dosažené výsledky v jednotlivých letech, pak vidíme, že jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující výnos jsou srážky a podstatnou roli zde hraje i teplota. Dosažené výsledky neposkytují jasnou odpověď, jaká dávka živin je nejvhodnější, ale je možno na jejich základě vyvodit, že maximální hranicí dávek živin v průmyslových hnojivech dodávaných každoročně do půdy je

dávka 140, 140, 140 za předpokladu, že jde o půdy dobře zásobené. Další zvyšování živin v průmyslových hnojivech pravděpodobně nebude na dobře zásobených půdách již rentabilní s výjimkou ploch vlhčích, popřípadě zavodňovaných.

Agrochemická charakteristika půd pokusných chmelnic

Nejvyšší přirozená zásoba přijatelné kyseliny fosforečné je u půdy v Mutějovicích, následují Chrástany, Pšov a Stekník. Rozbory půd na obsah těchto živin byly započaty v roce 1960. Při hnojení fosforečnými hnojivy v době vegetace se projevuje intenzivní zvyšování její hladiny v půdě, zejména u půdy v Chrástanech, Mutějovicích a Pšově. Hladinu P_2O_5 v půdě pokusné chmelnice ve Stekníku lze považovat za velmi dobrou, i když je ze všech míst nejnižší. Obsah této živiny v ostatních půdách je již nad touto hranicí. U všech míst se vysoká dávka kyseliny fosforečné projevuje i ve výsledcích analýz. Dílce hnojené dávkou 180 kg P_2O_5 /ha mají vždy její vyšší obsah proti dílci hnojenému 60 kg P_2O_5 /ha. Zajímavý je vztah v obsahu živin mezi dílci chmelnice na Stekníku, kde dílec č. 5 nebyl v průběhu pokusu vůbec hnojen a přece vykazuje vyšší množství přijatelné kyseliny fosforečné než dílec hnojený 60 kg P_2O_5 /ha. U pokusných míst jsou v obsahu této živiny rozdíly mezi jednotlivými roky.

Podobně je tomu i s obsahem drasla. Opět i zde se projevuje zvyšování jeho hladiny v půdě v průběhu vegetace. Dílce hnojené vysokou dávkou drasla vykazují i jeho vyšší obsah. Pokud jde o chmelnici ve Stekníku, pak i zde v průběhu let dochází k tomu, že dílec nehnojený má vyšší obsah přijatelného drasla než dílec hnojený 60 kg K_2O /ha. Porovnáme-li jednotlivá pokusná místa co do obsahu přijatelného množství této živiny, pak na prvním místě jsou Mutějovice, následují Chrástany, Pšov a Stekník.

V obsahu humusu není mezi jednotlivými dílci průkazného rozdílu. Rozdíl je pouze mezi jednotlivými stanovišti. Nejvyšší procento humusu má pokusná chmelnice v Pšově, následují Mutějovice, Chrástany a Stekník.

Výměnný vápník a hořčík. Nejvyšší obsah výměnného vápníku má půda v Pšově, následují Stekník, Chrástany a Mutějovice. Srovnáme-li obsah uhličitánů v jednotlivých půdách pokusných chmelnic, pak vidíme, že obsah výměnného vápníku je v opačném poměru. Stejný poměr je i u výměnného hořčíku. Nasycenost půdního komplexu odpovídá v prvním případě charakteru černozemě. Dotyčná půda vykazuje téměř ideální obsah uhličitánů.

V hodnotě pH jsou rozdíly mezi jednotlivými stanovišti. Nejnižší pH má půda chmelnice ve Stekníku, následuje Pšov, Mutějovice a Chrástany. Poslední dvě místa vykazují vyšší pH. U některých odběrů se projevilo zvýšení pH v důsledku předcházejícího vápnění. Soustavné hnojení dílců průmyslovými hnojivy chmelnice ve Stekníku dalo snížení pH půd. Dílec nehnojený má ve většině případů pH vyšší než dílce hnojené.

Obsah uhličitánů je velmi proměnlivý. Nejnižší obsah má půda na chmelnici ve Stekníku, kde v roce 1962 se v jednotlivých odběrech v průběhu vegetace projevuje soustavné ochuzování půdy. Následuje ihned chmelnice v Pšově, kde je průměrný obsah uhličitánů asi 0,5 %. Nejvíce je zásobena chmelnice v Mutějovicích s obsahem asi 4,0 % uhličitánů. Chmelnice v Chrástanech má asi 2 % $CaCO_3$.

Jednotlivá agrochemická kritéria ukazují, že jde o půdy s podstatnými rozdíly v jejich složení.

Vztahy mezi obsahem živin v půdě a rostlině

Při sledování vztahů mezi obsahem živin v půdě a jejich hladinou v rostlině bylo zjištěno, že čím více je v půdě přijatelného fosforu a drasla, tím vyšší se objevuje jejich hladina v rostlinné hmotě. Tento poznatek odpovídá poznatkům dosaženým i u jiných plodin. Při sledování obsahu uhličitánů v půdě, hladinou CaO a MgO v rostlinné hmotě bylo zjištěno, že na půdách s vyšším obsahem uhličitánů (2–4 %) měly rostliny nižší obsah vápníku. Naopak rostliny na půdách s obsahem 0,0 %–0,5 % CaCO₃ měly vápníku v rostlinné hmotě větší množství. Jasný vztah se projevil teprve po stanovení výměnného vápníku, kde bylo zjištěno, že půdy s nejmenším množstvím uhličitánů měly nejvíce výměnného vápníku a naopak. Tím bylo objasněno, proč rostliny na stanovišti s vyšším obsahem uhličitánů mají nízkou hladinu vápníku v rostlinné hmotě.

Bylo zjištěno, že v průběhu vegetace dochází k poklesu procentického obsahu N, P₂O₅, K₂O, zatímco hladina CaO naopak stoupá. Zároveň se také procentický obsah živin mění s výškou rostliny a dále také podle jednotlivých orgánů. Obsah prvních tří živin stoupá od spodní části chmelné rostliny k horní, opačně je tomu s obsahem vápníku. V období od sklizně hlávek do odumření nadzemních částí se vrací do kořenového systému chmelné rostliny asi 30 % N, 20 % P₂O₅ a 20 % K₂O z onoho množství živin, které je v době sklizně obsaženo v nadzemní části, takže celkový problém výživy chmele komplikuje ještě toto vrácení.

Vliv vysokých dávek živin na kvalitu chmele

Vliv na mechanickou stavbu hlávky

Při hodnocení kvalitativních znaků chmele jsou brány za základ výsledky mechanických rozborů chmele z r. 1962 vzhledem k tomu, že jsou průměrem ze 4 rozborů. Srovnáme-li jednotlivé kombinace mezi sebou, pak ve váze hlávek se nejvýrazněji projevila dávka 100, 180, 100, měla však také nejvyšší procento vřeten. Ostatní kritéria mechanického rozboru jsou již vyrovnaná. Vliv se ještě projevil ve vyšším počtu článků. Ostatní kritéria jsou velmi proměnlivá a není v tomto směru jednoznačné závislosti na dávce jakékoliv živiny.

P š o v — určitý vliv na zvýšení hustoty vykazaly dílce hnojené 60, 100, 100 a 180, 100, 100. Ovšem ani tyto rozdíly nelze spojovat s působením dávek živin vzhledem k tomu, že jde o stejnou živinu. Podobně je tomu i u ostatních dávek.

M u t ě j o v i c e — zde se uplatnil vliv hnojení, a to vysoké dávky drasla a fosforu. U obou se projevilo zvýšení váhy 100 hlávek. Rozdíly u ostatních kritérií mechanického rozboru nelze považovat za průkazné.

C h r á š t á n y — ani v tomto případě nelze považovat výsledky mechanických rozborů za průkazné.

Vliv na pivovarskou hodnotu hlávek

Ohodnocení bylo provedeno standardní Wöllmerovou metodou.

S t e k n í k. — Nejvyšší procento veškerých pryskyřic bylo dosaženo dávkou 60, 100, 100, následovala dávka 180, 100, 100, čili zde se projevuje protiklad ve výsledcích, přestože každá hodnota je průměrem ze čtyř stanovení. V prvním i druhém případě je také nejvyšší procento alfa hořké kyseliny. V témže

pořadí jsou i pivovarské hodnoty chmelů. Uvedené rozdíly možno zdůvodnit různými klimatickými podmínkami v jednotlivých letech.

Př o v. — Nejvyšší pivovarské hodnoty chmele bylo dosaženo u dávky 60, 100, 100, nejnižší u dávky 180, 100, 100. Zde se projevil nepříznivý nadbytek dusíku v prodloužení vegetační doby, resp. nezralosti chmele. Jinak není ani zde průkazné závislosti mezi pivovarskou hodnotou hlávek a hnojením.

Mutějovice. — Na tomto pokusném místě došlo k určitým změnám v chemickém složení, a to v tom, že u všech vzorků z parcel hnojených nízkou dávkou dusíku, fosforu a drasla došlo k poklesu obsahu alfa hořké kyseliny. Jinak výsledky analýz nelze považovat za průkazné ve vztahu k dávkám čistých živin.

Provedeme-li zhodnocení otázky kvality chmele v závislosti na vysokých dávkách průmyslových hnojiv, pak nelze najít průkazných rozdílů. Dosažené výsledky v tomto směru ukazují, že chemický obsah hlávek a jejich mechanická stavba nebyly vysokými dávkami živin ovlivněny. Určité rozdíly se projevují pouze mezi jednotlivými stanovišti, avšak ty jsou způsobeny pouze různými klimatickými podmínkami. V roce 1958 se projevil jasný vliv vysoké dávky dusíku na obsah alfa hořké kyseliny, jak již bylo uvedeno v předešlé části této práce.

Souhrn

V průběhu let byly prováděny pokusy s vlivem odstupňovaných dávek jednotlivých živin (60–180 kg čisté živiny/hektar) na výnos, jeho kvalitu a sledovány vztahy mezi obsahem živin v půdě a jejich hladinou v rostlině. Na základě provedených šetření byly získány tyto údaje a poznatky:

1. Při odstupňování dávek čistých živin od 60 do 180 kg/ha nebyly získány průkazné výsledky o vlivu některé dávky na výnos chmele. Půdy všech pokusných chmelnic byly velmi dobře zásobené živinami, takže další dávky živin se již na zvýšení výnosu neuplatnily. Bylo zjištěno, že největší množství živin, které se uplatnilo ještě na zvýšení výnosu, činí 140 kg N, 140 kg P_2O_5 a 140 kg K_2O . Dále bylo zjištěno, že podstatný vliv na výnos hlávek mají klimatické podmínky, například v roce 1962 vlivem dlouho trvajícího chladného počasí sice bylo nasazení hlávek velmi bohaté, avšak hlávky byly nevyvinuté (1 větel vážil 1,30–1,70 kg, za normálních okolností 2,10–2,20 kg). Podstatné rozdíly se projevíly pouze mezi jednotlivými stanovišti. Nejvyšší výnos byl na pokusné chmelnici ve Stekníku (náplav), následoval Pšov (degradovaná černoze), Chrástany (hnědozem) a Mutějovice (hnědozem). Prvá dvě místa mají velmi dobrou zásobu přijatelných živin 18–25 mg P_2O_5 /100 g půdy, 40–60 mg K_2O /100 g půdy, 0–0,5 % CaC_3 , pH 6,0–7,0, 2–4 % humusu, 60–90 mg vým. MgO, 350–360 mg vým. CaO/100 g půdy. Obsah přijatelných živin leží při horní hranici stupnice zásobenosti půd. Další dvě místa měla obsah živin vysoko nad touto hranicí, avšak výnos zde neodpovídal zásobenosti půd.

2. V průběhu pokusných let docházelo ke zvyšování obsahu živin v půdě pokusných dílců v závislosti na dávkách živin a na době hnojení. V obsahu humusu není mezi jednotlivými dílci podstatný rozdíl, ale rozdíl je v obsahu humusu mezi pokusnými místy. Při sledování vztahů mezi obsahem výměnného vápníku a hořčíku v půdách bylo zjištěno, že půdy s malým obsahem uhličitanů měly nejvyšší množství výměnného vápníku a hořčíku.

3. Při šetření o vztazích mezi obsahem živin v půdě a rostlině bylo zjištěno, že čím více je v půdě přijatelného fosforu a drasla, tím se zvyšuje jejich

hladina v rostlinné hmotě. Tento poznatek byl zjištěn i u jiných plodin. Při sledování obsahu uhličitánů v půdě a hladinou CaO a MgO v rostlinné hmotě jsme shledali, že na půdách s vyšším obsahem uhličitánů (1,5–5 % CaCO_3) měly rostliny nižší obsah vápníku. Naopak rostliny na půdách s obsahem 0,0–0,5 % CaCO_3 měly vyšší hladinu vápníku v rostlinné hmotě. Jasný vztah se projevil teprve při stanovení výměnného vápníku a hořčíku, kde bylo zjištěno, že půdy s nejmenším množstvím uhličitánů měly nejvíce výměnného Ca^{2+} a Mg^{2+} .

4. Při sledování vlivu vysokých dávek živin na kvalitu hlávek nebyly shledány průkazné rozdíly. Určitý vliv se projevil při podrobnějším studiu na dílcích s odstupňovanými dávkami N. Rostliny na dílcích hnojených vyššími dávkami dusíku měly ve hlávkách na vrcholových částech menší procento alfa hořké kyseliny v době zralosti. Byly-li však tyto rostliny ponechány dozrát, pak tento rozdíl zmizel. Projevilo se zde tedy nepříznivé prodloužení vegetační doby následkem nadbytku dusíku. Podstatnější rozdíly jak v mechanické stavbě hlávky, tak i v chemickém obsahu se projevíly pouze mezi jednotlivými stanovišti.

Došlo dne 29. 2. 1963

Literatura

1. Arrens K.: Die kutikuläre Extraktion des Laubblattes. *Jahrb. f. Wissenschaft. Botanik*, 8, 248-300, 1934. — 2. Batjer L. P., Magnes J. R.: Potassium content of leaves from commercial orchards. *Prov. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36, 197-201, 1938. — 3. Batjer L. P., Magnes J. R.: Dito. — 4. Boynton D., Cain J. C.: A survey of the relationships between leaf nitrogen, fruit color and pre cent of full crop in some New York McIntosh appleorchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 42, 95-100, 1941. — 5. Boynton D., Cain J. C., Compton O. C.: Soil and seasonal nfluences on the chemical composition of McIntosh leaves in New York. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 44, 15-24, 1944. — 6. Burgess A. H.: Hop growing and drying. *Bulletin No 164*, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, 1956. — 7. Cullinan F. P., Waugh J. G.: Response of peach trees to potash under field conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 37, 87-94, 1939. — 8. Doerell E. G.: Die Düngung des Hopfens. Verlag der Wissenschaftlichen Anstalten für Brauereiindustrie, Praha, 1933. — 9. Drosdoff M., Pa nter J. F.: A chlorosis and necrosis of tung leaves associated with low potassium content. *Proc. Amer. Soc. Sci.*, 45-51, 1942. — 10. Duchoň F., Macek K.: O vlivu rostlinných živin a některých přírozených faktorů na chemické složení popela chmelových listů ve třech vegetačních stadiích. *Sborník ČSAZV*, XI, 290-298, 1936. — 11. Duchoň F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha, Vyd. ČSAZV, 1948. — 12. Hardy F. J., MacDonald J. A.: Leaf analysis as a means of diagnosis nutrient requirements of tropical orchard crops. *Jour. Agric. Sci.*, 25, 610-627, 1935. — 13. Hautke P.: Vliv diferenčních dávek dusíku na výnos a kvalitu chmele. *Sborník ČSAZV — Rostlinná výroba*, 5, 7, 1959. — 14. Kolářík J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. *Stát. zeměděl. nakl.* 1959. — 15. Lilleland D., Brown J. G.: The potassium nutrient of fruit trees. II. Leat analysis. *Proc. Amer. Hort. Sci.*, 36, 91-98, 1938. — 16. Linser H., Primost E.: Stickstoffdüngung mit hohen geteilten Gaben. III. Feldversuche zu Winterroggen. *Zeitschrift f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde* Bd. 86, seš. 2, 97-111, 1959. — 17. Macey P.: The quantitative mineral nutrient requirement of plants. *Plant. Physiol.*, 11, 749-764, 1936. — 18. Marocke R.: Quelques considerations sur les sols à houblon de la Basse Alsace et les problèmes de la fumure du houblon. *Bulletin de l'Association Française pour l'étude du sol*, No 93, 1957. — 19. Roberts S., Nelson C. E.: Hop nutrient uptake and the relationship between quality and nutr ent content of hop cones. *Washington Agricultural Exp. Sta. Institute of Agricultural Sciences. Washington State University, Bulletin 630*, 1957. — 20. Slavík R.: Ve výživě jsou značné rezervy výnosů jakostního chmele. *Chmelářství* č. 1, 8, 1963. — 21. Ulrich A.: Potassium content of grape leaf petioles and blades contrasted with soil analysis as an indication of the potassium status of the plant. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 41, 204-212, 1942. —

22. Ulrich A.: Nitrate content of grape fruits petioles as an indication of the nitrogen status of the plant. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 213-218, 1943. — 23. Zattler F.: Beiträge zur Kenntnis des Nährstoffhaushaltes der Hopfenpflanze. Hopfen-Rundschau. Jahrg. 7, Nr. 5, 6, 7, 1956. — 24. Zattler F., Chrometzka P.: Untersuchungen von Blüten von Hopfenreben. Sonderdruck aus: Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch, 29, 3, 1962. — 25. Zattler F.: Versuchs- und Forschungstätigkeit auf dem Hopfenversuchsgut Hüll und in den Hopfenanbaugesieten. 1952. — Dito 1953—1960. — 26. Lundegårdh H.: Die Blattanalyse. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 1945. — 27. Zázvorka M.: Zjišťování potřeby minerálních živin a kutikulární exkrece rostlin. Sborník VŠZ v Praze 1959.

Изучение взаимоотношений между дозой питательных веществ, их содержанием в почве, растительной массе, урожаем и его качеством у хмеля

В течение лет производились опыты над влиянием постепенных доз отдельных питательных веществ (60—180 кг чистых питательных веществ на 1 гектар) на урожай и на его качество и велись наблюдения над соотношением содержания питательных веществ в почве и их уровнем в растении. На основании этого изучения были получены следующие данные:

1. При дозировке чистых питательных веществ от 60 до 180 кг на гектар, не было получено достоверных данных о влиянии определенной дозы на урожай хмеля. Почвы всех подопытных хмельников очень хорошо были насыщены питательными веществами, так что повышение их доз не оказало никакого влияния на подъем урожая. Оказалось, что самая большая доза питательных веществ, способствовавшая повышению урожая, составляет 140 кг N, 140 кг P₂O₅ и 140 K₂O. Далее было установлено, что существенное влияние на урожай шишек оказывают климатические условия, напр. в 1962 г. вследствие продолжительной холодной погоды хотя и завязалось очень много шишек, но они были недоразвиты (одно ведро весило 1,30—1,70 кг, в то время как в нормальных условиях вес достигал 2,10—2,20 кг). Существенная разница наблюдалась лишь между отдельными местопроизрастаниями. Высшего урожая достигли на подопытном хмельнике в Степнике (аллювий), затем следуют Пшов (деградированный чернозем), Храштяны (бурозем) и Мутейовице (бурозем). У первых двух хмельников хороший запас приемлемых питательных веществ (18—25 мг P₂O₅ на 100 г почвы, 40—60 мг K₂O на 100 г почвы, 0—0,5 % CaCO₃, pH 6,0—7,0, 2—4 % гумуса, 60—90 мг заменного MgO, 350—600 мг заменного CaO на 100 г почвы). Содержание приемлемых питательных веществ приближается к верхней границе шкалы насыщенности почв. У двух последних хмельников содержание питательных веществ значительно превышало эту границу, однако урожай здесь не соответствовал насыщенности почв.

2. В течение нескольких лет содержание питательных веществ в почве опытных участков поднималось в зависимости от доз питательных веществ и от срока внесения удобрений. По содержанию гумуса между отдельными участками не наблюдалось существенной разницы, а только между отдельными местами опыта. При изучении взаимоотношения между содержанием заменного кальция и магния в почвах оказалось, что почвы с небольшим содержанием углекислых солей имели самое большое количество заменного кальция и магния.

3. При исследовании взаимоотношений между содержанием питательных веществ в почве и растением оказалось, что чем больше в почве содержится приемлемого фосфора и калия, тем чаще их уровень появляется в растительной массе. Это явление можно было наблюдать и у других культур. В результате исследования содержания углекислых солей в почве и уровня CaO и MgO в растительной массе, мы установили, что на почвах с большим содержанием углекислых солей (1,5—5 % CaCO₃) у растений оказалось более низкое содержание кальция. Наоборот, у растений на почвах с содержанием 0,0—0,5 % CaCO₃ оказался повышенный уровень кальция в растительной массе. Это отношение отчетливо сказалось только при определении заменного кальция и магния, где было установлено, что почвы с самым низким содержанием углекислых солей отличались наибольшим количеством заменного Ca²⁺ и Mg²⁺.

4. При исследовании влияния высоких доз питательных веществ на качество шишек не было обнаружено достоверных различий. Определенное влияние можно наблюдать при более подробном изучении на участках с постепенными дозами азота. Растения на участках, удобренных повышенными дозами азота, отличались большим процентом альфа-горькой кислоты в верхней части шишек в период зрелости. Если же этим расте-

ниям дали созреть, то эта разница исчезла. Избыток азота сказался на неблагоприятном продлении вегетационного периода. Более существенную разницу как в механическом строении шишки, так и в химическом содержании можно было наблюдать только между отдельными местопроизрастаниями.

Investigation Regarding the Relations between the Nutrient Doses, their Content in the Soil, the Vegetable Substance, and the Yields and their Quality in Hop Plants

In the course of several years tests were carried out investigating the influence of graduated doses of nutrients (60–180 kg/ha) on the yield and on its quality, and the relations between the nutrient content in the soil and their level in the plant were examined. On the basis of the investigation the following data and facts were learned:

1. In the case of an application of graduated doses of nutrients of from 60 to 180 kg/ha no conclusive results regarding the effect of some of these doses on the hop yield were obtained. The soils of all test hop-gardens were very well supplied with nutrients, so that further doses of nutrients did not result in an increasing of yields. It was found that the largest quantity of nutrients, which still exercised a positive influence on the increasing of yields, was 140 kg of N, 140 kg of P_2O_5 , and 140 kg of K_2O . It was further found that climatic conditions considerably influence the cone yield. Thus, for example, in 1962, the long-lasting cold weather caused the forming of a very great number of cones, but these were underdeveloped (1 quart weighed about 1,30–1,70 kg, under normal conditions 2,10–2,20 kg). There were, however, substantial differences between the individual areas. The highest yield was obtained at the experimental hop-garden at Stetník (alluvial land), and then followed Pšov (degraded chernozem), Chrástany (brown earth), and Mutějovice (brown earth). The first mentioned two localities have a very good supply of available nutrients (18–25 mg of P_2O_5 /100 g of soil, 40–60 mg of K_2 /100 g of soil, 0–0,5 per cent of $CaCO_3$, pH 6,0–7,2, 2–4 per cent of humus, 60–90 mg of MgO, and 350–600 mg of CaO /100 g of soil). The content of available nutrients moves near the upper limit of the scale of soil supplies. The further two localities had a nutrient content high above this limit, but here yields did not correspond to the level of the supplies in the soil.

2. In the course of the test years, the nutrient content in the soil of the experimental parcels increased in dependence on the application of nutrient doses and on the time of manuring. As regards the humus content there is no substantial difference between the individual parcels. In the investigation of the relations between the content of exchangeable calcium and magnesium in the soils it was found that soils with a small content of carbonates contained the greatest quantity of exchangeable calcium and magnesium.

3. In the examination of the relations between the nutrient content in the soil and in the plant, it was found that the larger the quantity of available phosphorus and potassium in the soil, the higher is their level in the vegetable substance. This fact was observed also in other crops. In the investigation of the carbonate content in the soil and of the CaO and MgO level in the vegetable substance, we found that on soils with a higher content of carbonates (1,5–5 per cent of $CaCO_3$) the plants had a lower calcium content. On the other hand, on soils with a content of 0,0–0,5 per cent of $CaCO_3$ plants had a higher calcium level in the vegetable substance. A clear relation was shown in the determination of exchangeable calcium and magnesium, where it was found that soils with the smallest quantity of carbonates had the largest quantities of exchangeable Ca^{2+} and Mg^{2+} .

4. In the investigation of the influence of high doses of nutrients on the quality of the cones no conclusive differences were ascertained. A certain influence became apparent in a more detailed study on parcels with graduated doses of N. Plants growing in parcels that had been fertilized with higher doses of nitrogen had a lower percentage of alpha-bitter acid in the top cones at the time of ripeness. When these plants, however, were allowed to ripen, then this difference disappeared. Thus here the unfavourable influence of a prolonged vegetation period made itself felt because of an excessive quantity of nitrogen. More substantial differences both in the mechanical structure of the cones and in the chemical contents were found only between the individual localities.

Vliv hnojení a předplodiny na obsah hlavních živin a oleje u ozimé řepky Slapské

Влияние удобрения и предшественника на содержание основных питательных веществ и масла у озимого рапса сорта «Слпска»

The Effect of Fertilizing and of Previous Crop on the Content of the Main Nutrients and of Oil in the "Slapská" Winter Rape

RNDr. Jiří PIRKL

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení výživy rostlin,
vedoucí CSc. inž. J. Neuberg, Ruzyně

Řepka ozimá řadí se při žádoucích vyšších sklizních svými nároky na živiny k okopaninám. Jak uvádí Duchon (1948), nejúspěšněji se při hnojení projeví kombinace, kterými se jí dodává dostatek síry ve tvaru rozpustných síranů. Řepka patří k velkým konzumentům síry, která vedle kyseliny fosforečné a drasla rozhoduje o olejnatosti semene.

V otázce hnojení dusíkem však není úplně jasno. I když se tímto problémem zabývalo mnoho autorů, jejich názory se různí. Cadier (1952) dosáhl nejvyššího výnosu dávkou 20 kg/ha N, ovšem hnojení fosforečno-draselné uvádí jako podmínku stupňování obsahu oleje. Jestliže použil vyšších dávek dusíku, opožďovalo se zrání řepky a výnos se nezvyšoval. Trepáčev (1953) v pokusech s použitím fosforečného hnojení k olejninám ve formě organominerálních granulí dokazuje, že se jím nejen zvýší výnos semene, ale i obsah tuku v semeni. Dusíkaté hnojení naproti tomu olejnatost snižuje, zejména hnojí-li se dusíkem po etapách. Podle tohoto autora působí všechny druhy dusíkatých hnojiv, zejména ve větších dávkách, nepříznivě. Z toho usuzuje, že je tedy přihnojování olejnin dusíkem neúčelné, ač i připouští, že někdy dusík daný při orbě nebo kultivátorování obsah tuku v semeni i mírně zvyšuje. Duchon (1938) zjišťoval v nádobovém pokusu vliv dusíku a síry na výši sklizně a olejnatost řepky a dostal nejvyšší výnos při hnojení dusíkem čpavkovým, byla-li ovšem současně přítomna síra ve formě rozpustného síranu. Nejnížší výnosy byly konstatovány při hnojení ledkovým dusíkem jak se sírou, tak i bez ní. Protože se tedy názory na hnojení dusíkem různí, založili jsme pokus se stupňovanými dávkami dusíku k řepce ozimé. Kromě výnosu jsme sledovali hlavně vliv hnojení na obsah a příjem hlavních rostlinných živin během celé vegetace a na obsah oleje v semeni.

Materiál a metodika

Polní pokus byl založen v Ruzyni na mimohonu vyživářského osevního postupu „Na července“. Rozbor půdy na vybraném pozemku ukázal

24,0 mg/kg N	metodou Pázlerovou,
17,2 mg/100 g P ₂ O ₅	metodou Egnérovou,
17,0 mg/100 g K ₂ O	metodou Schachtschabelovou.

Řepka byla zasetá po třech předplodinách, a to po bramborách (kombinace 11–13), směsce luštěninoobilné (kombinace 21–23) a hrachu (kombinace 31–33), řádková vzdálenost byla 40 cm. Celá plocha byla vyhnojena jednotně kyselinou fosforečnou a draslem, a to:

Na podzim bylo zaoráno 27 kg/ha P_2O_5 v superfosfátu a 80 kg/ha K_2O v draselné soli. Před setím bylo zavlaženo ještě 38 kg/ha K_2O opět ve formě draselné soli a společně s osivem bylo vyseto 6 kg/ha P_2O_5 v organominerálních granulích, kde poměr ústrojné hmoty k superfosfátu byl 1 : 1. Diferencováno bylo pouze hnojení dusíkem, které bylo provedeno ve čtyřech etapách. Na podzim před setím byla plocha po směsce přihnojena 25 kg/ha N ve formě síranu amonného, aby se vyrovnal přibližně přijatelný dusík na celé ploše, protože jsme předpokládali, že na parcele, kde byly jako předplodina brambory, se uvolní dusík z chlévské mrvy, a po hrachu že působením hlízových bakterií bude také vyšší zásoba dusíku. Na jaře potom byly hnojeny parcelky

11, 21, 31 15 kg/ha N ve formě ledku vápenatého,

12, 22, 32 15 kg/ha N ve formě ledku vápenatého

a 15 kg/ha N ve formě ledku amonného,

13, 23, 33 15 kg/ha N ve formě ledku vápenatého

a 2X 15 kg/ha N ve formě ledku amonného.

První vzorky rostlin byly odebrány na podzim 23. 9., brzy po vzejití, když řepka měla asi 4 pravé lístky, pak ještě 26. 10. a v době vegetačního klidu 10. 2. První vzorky na jaře (22. 4.) byly odebrány před diferenčním hnojením dusíkem. Z každé parcelky po různé předplodině byly odebrány tři vzorky, jejichž celková plocha byla při prvním a druhém odběru 12 000 cm², při třetím 8000 cm². Tyto tři vzorky odebrané ze stejné předplodiny byly smíchány v jeden průměrný vzorek. Následující vzorky byly odebrány již po diferenčním hnojení dusíkem ze všech opakování všech kombinací a příslušná opakování byla smíchána. Pokaždě byla přesně změřena plocha, ze které byl vzorek odebrán, spočítány rostliny na ploše odběru

I. Chemické rozbory rostlin řepky ozimé

Označ. kombinace	Diferenční hnojení dusíkem	Chemické složení v mg% v sušině při 105° C								Poměrné množství mg% prvků k N = 100 %			Fáze
		N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Cl	N	P	K	
Semeno ozimé řepky Slapské vyšetě		1860	1320	837	13	375	407	550	131	100	160,0	45,0	
11–13		5640	752	3900	279	3820	380	1095	2870	100	12,9	69,2	4 pravě lístky 23. 9. 1954
21–23		5880	771	4090	379	3210	362	1167	1670	100	13,1	69,5	
31–33		5410	756	3530	388	3150	412	1195	2380	100	15,8	65,2	
11–13		4500	830	4070	361	2080	286	1107	2640	100	18,4	90,6	26. 10. 1954
21–23		5460	883	4930	773	2320	305	1150	1990	100	16,1	90,2	
31–33		4430	820	4210	734	2210	265	1168	2030	100	18,5	95,0	
11–13		5060	808	3180	187	1510	200	1165	910	100	16,0	62,8	10. 2. 1955
21–23		5120	859	3180	430	1310	262	1020	740	100	16,8	62,2	
31–33		4310	802	2960	188	1450	238	1192	990	100	18,6	77,5	
11–13	N ₁	5330	784	3710	336	1750	274	1160	1030	100	14,7	69,5	22. 4. 1955
21–23	N ₁	5470	860	2880	650	1930	221	1300	746	100	15,7	52,6	
31–33	N ₁	5010	760	2880	544	1820	246	1150	964	100	15,1	57,5	

II. Chemické rozborý rostlin řepky ozimé

Označ. kombi- nace	Dife- renční hnojení duší- kem	Chemické složení mg% v sušině při 105° C								Poměrné množství mg% prvků k N = 100 %			Fáze
		N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Cl	N	P	K	
11	N ₁	3880	781	4130	658	2240	290	1414	1700	100	20,2	106,4	11. 5. 1955
12	N ₂	4220	751	4210	785	2110	271	1365	1560	100	17,8	99,7	
13	N ₃	4120	701	3890	506	2180	305	1510	1330	100	17,0	94,5	
21	N ₁	4260	794	4160	710	2400	317	1230	1530	100	18,6	97,7	
22	N ₂	4450	698	4150	765	2550	362	1040	1251	100	15,7	93,2	
23	N ₃	3610	686	3810	615	2190	326	1405	1245	100	19,0	105,4	
31	N ₁	3500	676	3800	406	1805	329	1330	1670	100	19,3	108,6	
32	N ₂	3560	715	3960	491	1870	342	1260	1490	100	20,3	111,2	
33	N ₃	3140	780	3660	422	1700	394	1125	1330	100	24,8	116,4	
11	N ₁	2840	561	2650	376	2130	279	1125	1092	100	19,8	93,4	Kvěť 27. 5. 1955
12	N ₂	2770	541	2920	448	2100	286	1070	1360	100	19,5	105,4	
13	N ₃	2530	571	2760	287	2110	292	1080	1080	100	22,6	109,0	
21	N ₁	3480	610	2960	491	2260	340	1205	1135	100	17,5	85,0	
22	N ₂	3200	610	3120	446	2410	346	1170	1146	100	19,1	97,6	
23	N ₃	1750	640	2890	491	2230	344	1150	1205	100	36,6	165,0	
31	N ₁	1892	556	2580	230	1830	258	917	1550	100	29,4	136,0	
32	N ₂	1980	514	2620	232	1700	218	998	1080	100	25,8	132,2	
33	N ₃	2150	630	2740	334	2200	263	1160	1280	100	29,3	127,3	

III. Chemické rozborý rostlin řepky ozimé

Označ. kombi- nace	Dife- renční hnojení duší- kem	Chemické složení mg% v sušině při 105° C								Poměrné množství mg% prvků k N = 100 %			Fáze
		N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Cl	N	P	K	
11	N ₁	1680	512	1470	147	1710	188	981	913	100	30,5	87,5	Před sklizení 11. 7. 1955
12	N ₂	1510	479	1530	179	1710	171	920	1090	100	31,7	101,2	
13	N ₃	1340	475	1288	121	1590	163	905	763	100	35,4	96,1	
21	N ₁	2010	544	1510	148	1795	196	1140	862	100	27,1	75,1	
22	N ₂	2000	558	1585	169	1710	204	1152	939	100	27,9	79,2	
23	N ₃	1860	521	1495	222	1760	173	1020	884	100	28,0	80,4	
31	N ₁	1205	415	1220	96	1700	124	895	668	100	34,4	101,2	
32	N ₂	1240	440	1290	107	1660	107	985	691	100	35,5	104,0	
33	N ₃	1172	457	1348	135	1560	130	956	771	100	39,0	115,0	
Seno ozimé řepky Slapské sklizené													
11		3635	1172	959	13	327	349	1215	322	100	32,2	26,4	
12		3694	1217	969	13	275	330	1442	413	100	32,9	26,2	
13		3305	1192	976	13	272	355	1436	371	100	36,1	29,5	
21		3924	1282	997	13	329	340	1419	449	100	32,7	25,4	
22		3957	1143	966	13	266	305	1437	377	100	28,9	24,4	
23		4172	1627	1086	13	287	366	1351	462	100	39,0	26,0	
31		3476	1148	1025	16	312	340	1381	434	100	33,0	29,5	
32		3426	1164	1136	13	285	335	1350	198	100	34,0	33,1	
33		3611	1187	1012	13	315	343	1344	315	100	32,9	28,0	

a později i produktivní větve rostlin. U těchto odběrů činila plocha 3000–4000 cm². Byla přesně zvážena čerstvá i suchá hmota rostlin. Analýzy rostlinného materiálu byly provedeny podle metodiky vypracované VÚRV v Ruzyni (Koppová, Pírková, Kalina, 1955, Horel). Pro nedostatečnou kapacitu naší analytické laboratoře jsme museli vždy čtyři vzorky z jedné kombinace smíchat. Takto smíchané vzorky jsme dvakrát analyzovali a v tabulkách I–III je uveden průměr těchto dvou stanovení. Z těchto důvodů jsme nemohli analytické výsledky vyhodnotit statisticky.

Experimentální část

Hnojení dusíkem k řepce se ve všech případech kromě kombinace 23, kde zřejmě vzhledem k podzimnímu hnojení byl již dusíku nadbytek, projevilo zvýšením výnosu semene. Při střední dávce dusíku — na kombinacích 12 a 22 — došlo dokonce i ke zvýšení obsahu oleje v semeni (tabulka V).

Jestliže hodnotíme pokus z hlediska předplodin, vychází nám, že nejlepší předplodinou by byla směska luštěninoobilná, která dává nejvyšší výnosy, na druhém místě brambory a na třetím místě hrách. Tento závěr je však silně ovlivněn tím, že parcela po směsce byla na podzim pohnojena síranem amonným, což se projevilo příznivě na výnose a na obsahu dusíku v těchto rostlinách. Zvýšený obsah dusíku v rostlinách měl za následek zvýšení obsahu fosforu téměř během celé vegetace a zvýšení obsahu draslíku v prvních odběrech rostlin na podzim a potom ještě v době květu a při sklizni (tabulky I, II a III).

Z těchto analytických a výnosových údajů by vyplývalo, jak shodně uvádí Goodal a Gregory (1947), že rozvoj růstového systému závisí na počtu umístění a činnosti meristemu nebo vzrostných vrcholů. Při klíčení mají všechny rostliny jen dvě meristematická místa — na špičkách kořenů a na špičkách výhonků — a veškerý vývoj závisí na jejich pokračující aktivitě a na zakládání sekundárních vzrostných vrcholů. Tato činnost je podmíněna vnějšími i vnitřními faktory. Uvážíme-li zatím jen vliv živin na aktivitu meristemu, zjistíme, že je různý a je závislý od toho, jakou roli hraje živina v metabolismu, zvláště při syntéze bílkovin, protože všechno dělení buněčné závisí předně na cytoplazmatickém a nukleárním množení. Jak se dá očekávat, hraje hlavní úlohu dusík, potom následuje fosfor a draslík, pokud se omezíme jen na tři hlavní živiny.

Proto tedy řepka na parcele po směsce, protože byla řidší a tím měla dostatek světla a hlavně v prvních fázích růstu dostatek dusíku, fosforu i draslíku, měla větší aktivitu pro zakládání sekundárních vzrostných vrcholů a dala vyšší výnos. Když jsme později počítali produktivní větve u rostlin z jednotlivých parcel, zjistili jsme, že největší průměrný počet větví je u řepky po směsce, totiž 9, po bramborách 7 větví a po hrachu jen 6 větví. Tím je vysvětlen vyšší výnos řepky po směsce, i když porost byl řidší než na ostatních dvou parcelách. Rostlin na stejné ploše 9000 cm² bylo u řepky po směsce 79, po bramborách 103 a po hrachu 105. Horší zjevití a tím řidší porost řepky na parcele po směsce se dá vysvětlit snad tím, že v luštěninoobilné směsce převládá ječmen, který — pokud jde o strukturu půdy — není nejlepší předplodinou.

S různou hustotou porostu souvisel potom jistě i různý příjem živin. Řepka po směsce, řidší, mající více světla, brala více dusíku, fosforu, vápníku a hořčíku, tedy prvků, kterých rostliny osvětlené spotřebují vždy více než neosvětlené. Zřetelně je to znát v tabulce rozborů z doby květu (tabulka II). S dostatkem dusíku a ostatních živin podporujících tvorbu bílkovin se na kombinacích po směsce ovšem dostavilo snížení procentuálního obsahu oleje, ale toto mírné snížení bylo např. na kombinaci 22, kde byl nejvyšší výnos semene (30,91 q/ha).

IV. Příjem živin rostlinami řepky ozimé během vegetace

Označení kombinace	Suchá hmota v g na 1 m ² při 105° C	Příjem živin rostlinami na 1 m ² v g				Fáze
		N	P	K	Ca	
11–13 21–23 31–33	32,7 26,2 27,9	1,84 1,54 1,51	0,24 0,20 0,21	1,27 1,07 0,98	1,25 0,84 0,88	23. 9. 1954
11–13 21–23 31–33	78,7 99,87 102,2	3,54 5,45 4,53	0,65 0,83 0,84	3,20 4,92 4,30	1,64 2,32 2,26	26. 10. 1954
11–13 21–23 31–33	64,25 58,41 69,77	3,25 2,99 3,01	0,52 0,50 0,56	2,04 1,86 2,06	0,97 0,76 1,01	10. 2. 1955
11–13 21–23 31–33	95,46 51,59 79,80	5,09 2,82 4,00	0,75 0,44 0,61	3,54 1,48 2,30	1,67 0,99 1,45	22. 4. 1955
11 12 13 21 22 23 31 32 33	179,80 246,10 153,07 178,24 184,65 187,86 194,89 250,05 233,74	6,98 10,38 6,31 7,59 8,22 6,78 6,82 8,90 7,34	1,40 1,85 1,07 1,41 1,29 1,29 1,32 1,79 1,82	7,73 10,36 5,95 7,41 7,66 7,16 7,40 9,90 8,55	4,02 5,19 3,34 4,23 4,71 4,11 3,52 4,67 3,97	11. 5. 1955
11 12 13 21 22 23 31 32 33	322,04 446,29 307,00 273,05 340,47 473,49 354,41 446,59 430,39	9,14 12,36 7,77 9,50 10,89 8,29 6,70 8,90 9,25	1,81 2,41 1,75 1,66 2,08 3,03 1,97 2,29 2,71	8,53 13,03 8,47 8,08 10,62 13,68 9,14 11,71 11,79	6,86 9,37 6,48 6,17 8,20 10,56 6,48 7,60 9,47	27. 5. 1955

V. Příjem živin rostlinami řepky ozimé během vegetace

Označení kombinace	Suchá hmota v g na 1 m ² při 105° C	Počet rostlin na 1 m ²	Ø počet produkt. větví	Příjem živin rostlinami na 1 m ² v g				Výnos		Obsah oleje %	Fáze
				N	P	K	Ca	semeno	sláma		
11 12 13 21 22 23 31 32 33	1270,00 1202,44 1019,25 1260,18 1218,79 1238,26 855,92 1120,03 1090,91	115 126 103 85 90 80 115 113 120	8 7 8 9 10 9 5 7 6	21,34 18,16 13,66 25,33 24,37 23,03 10,31 13,89 12,78	6,50 5,76 4,84 6,85 6,80 6,45 3,55 4,93 4,98	18,68 18,40 13,13 19,03 19,32 18,51 10,44 14,45 14,70	21,72 20,56 16,21 22,62 20,84 21,79 14,55 18,60 17,02	25,80 26,91 29,58 30,87 30,91 28,25 19,19 21,91 25,25	68,87 70,58 76,66 86,31 85,42 86,75 69,06 74,50 77,66	44,46 47,20 42,81 41,94 43,56 41,08 44,64 44,29 44,81	11. 7. 1955

překonáno zvýšeným výnosem, takže propočtením na hektar dostaneme 135 kg oleje proti 126,5 kg u kombinace, kde byl procentuální obsah oleje nejvyšší, ale výnos nižší.

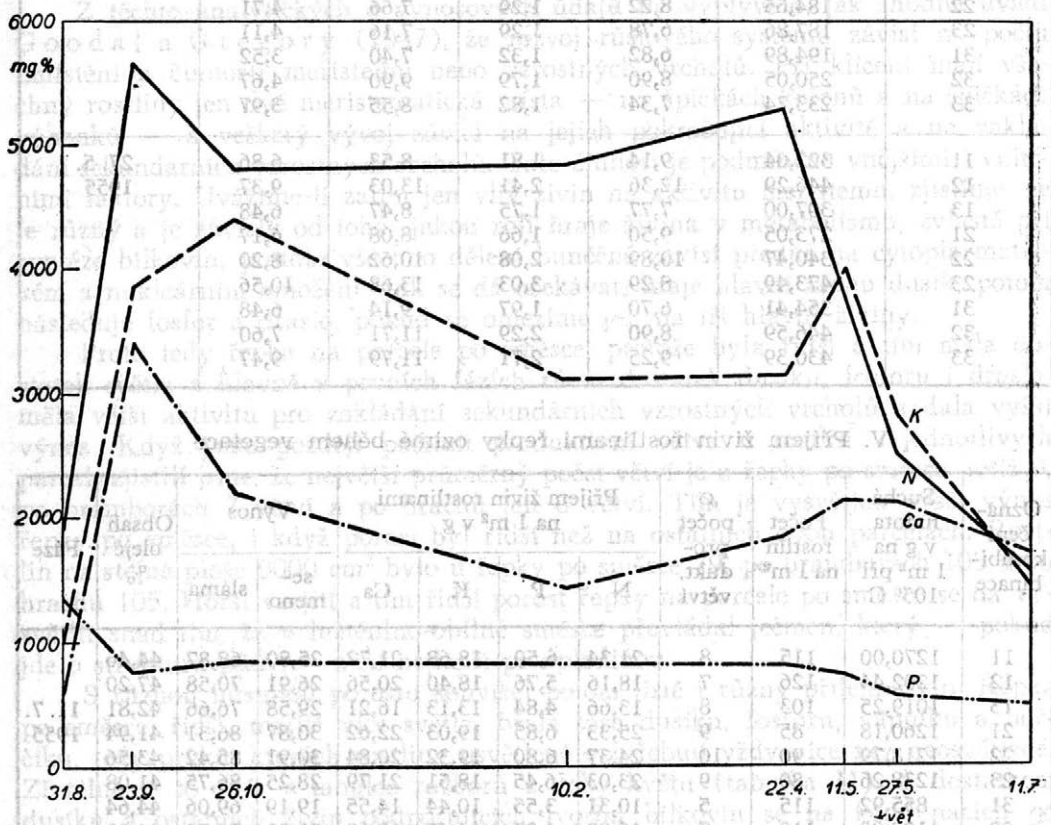
Se stoupající hustotou porostu stoupal i poměr drasla proti dusíku, a dá se říci, že se zvyšoval i procentuální obsah oleje, ovšem výnos semene a tím i výnos oleje po hektaru klesal. Toto pozorování je v souladu s nározem Fische-
ra (1938), který při rozbořech kukuřice zjistil stejné závěry.

Jak je vidět z grafu příjmu živin (graf 2), měla řepka dostatek vláhy a přijímala živiny až do doby sklizně. Z grafu 2 a z tabulek IV a V je dále vidět, že převážnou část živin přijala řepka až na jaře a v průměru se pohyboval příjem dusíku kolem 181 kg/ha, fosforu 56 kg/ha, draslíku 163 kg/ha a vápníku 193 kg/ha, což celkem souhlasí s údaji Anderssona (1958), který udává následující čísla příjmu živin pro řepku ozimou 220 kg/ha N, 70 kg/ha P_2O_5 a 140 kg/ha K_2O .

Rozbory rostlin ozimé řepky dále ukázaly, že vzhledem k obsahu živin v semeni obsah dusíku při prvním odběru značně stoupne a potom klesá až do jara. Na jaře je zase menší vzestup obsahu dusíku v rostlinách řepky až do 22. 4. a od té doby nastává pokles až do doby sklizně.

Obsah fosforu nejprve klesá a po mírném stoupnutí do druhého odběru se udržuje až do 22. 4. na stejné výši. Potom nastává pokles až do doby sklizně.

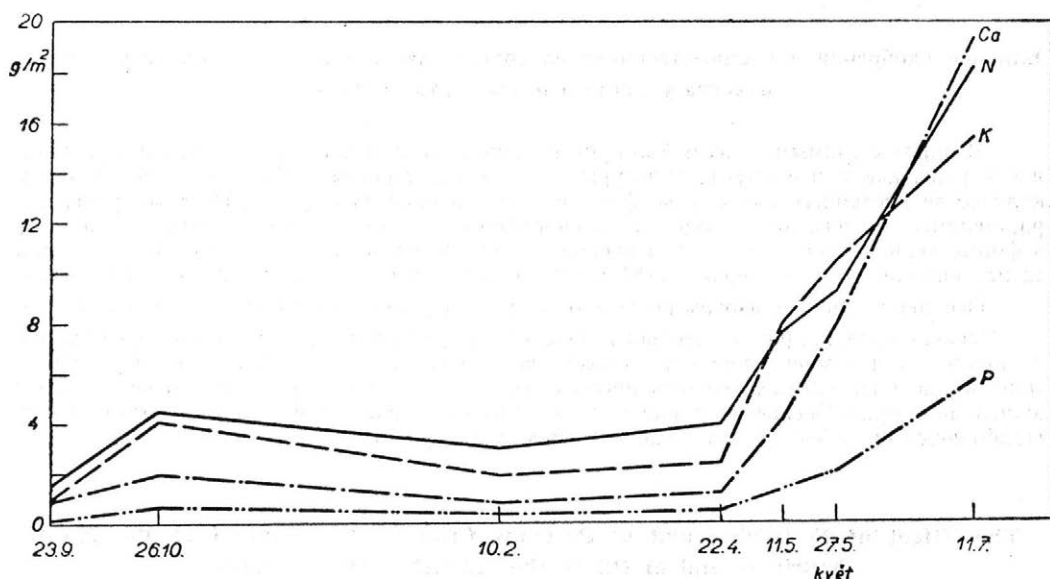
Křivky obsahu draslíku a vápníku probíhají celkem shodně s křivkou dusíku, jen podzimní a jarní maximum je o jeden odběr opožděno (graf 1).



Graf 1. Průměrný obsah hlavních živin v rostlinách řepky během celé vegetace 1954/55 ze všech kombinací

Hnojení síranem amonným se však nijak neprojevilo ve zvýšení obsahu síry v rostlinách. Ke stejnému závěru došla i K o p p o v á (1956), která zjistila, že při zvýšených dávkách síranu draselného a síranu amonného se obsah síry v rostlinách nezvyšuje nebo se mění se zvyšováním obsahu síranů v půdě jen velmi pomalu.

Velmi zajímavé výsledky jsme získali při chemické analýze semena ozimé řepky (tabulky I a III). Semeno sklizené řepky mělo dvojnásobný obsah dusíku, síry a chlóru, nepatrně zvýšený obsah draslíku, celkem stejný obsah sodíku a vápníku a mírně snížený obsah fosforu a hořčíku proti semenu řepky vyseté. Z toho je vidět, jak se výživa markantně projeví v semeni rostlin.



Graf 2. Průměrný odběr hlavních živin rostlinami řepky na 1 m² během celé vegetace 1954/55 ze všech kombinací

Souhrn

V pokuse se řepkou ozimou se prokázalo, že řepka stejně jako ostatní plodiny potřebuje k dosažení vysokých výnosů hlavně dostatek přístupného dusíku a fosforu v nejranějším růstovém stadiu. Proto také řepka jdoucí po ječmeni s přístřikem luštěnin a hnojená na podzim 25 kg/ha N ve formě síranu amonného a na jaře ještě 30 kg/ha N v ledku amonném dala nejvyšší výnos zrna (30,91 q/ha) i nejvyšší výnos oleje (135 kg/ha).

Podzimní hnojení dusíkem zvýšilo i obsah fosforu v rostlinách řepky.

Obsah živin v rostlinách řepky na podzim prudce stoupá, během zimy dochází k poklesu a na jaře po mírném vzestupu opět klesá s narůstáním zelené hmoty až do doby sklizně. Rostliny řepky přijímají živiny na podzim jen málo. Převážný konzum živinných látek nastává až na jaře.

Došlo dne 3. 7. 1963

Literatura

1. Andersson G., Olered R., Olsson G.: Zur Nährstoffaufnahme des Winterraps. Z. Acker- u. Pflanzenbau, 107, 171-79, 1958. — 2. Cadier J. G.: Fumure de la navette. Ann. Agron. 3, 685-9, 1952. — 3. Duchoň F.: Výživa a hno-

jení kulturních rostlin zemědělských. ČSAZV 1948. — 4. Duchoň F., Macek K.: Orientační pokus o vlivu síry a dusíku na výnos a jakost řepky olejné. Sborník ČAZ XIII., 368, 1938. — 5. Fischer H.: Über die Nährstoffaufnahme der Maispflanze unter verschiedenen Standorts und Nutzungsverhältnissen. Dissertation 1938. — 6. Goodal D. W., Gregory F. G.: Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. Imp. Bureau of hort. and plantation crops; East Malling, Kent, England 1947. — 7. Horel J.: Chemicko-technologické rozborý zemědělských plodin. — 8. Koppová A., Pírk J., Kalina J.: Stanovení popelovin v rostlinném materiálu přesnými expeditivními metodami. Vědecké práce VÚRV-ČSAZV Ruzyně, 119-130, 1955. — 9. Koppová A.: Použití rozšíření Arlandovy metody ve výživě rostlin. Vědecké práce VÚRV v Praze-Ruzyni, 1956. — 10. Trepačev E. P.: Rol' udobrenij v izmeneniji masličnosti semjan. Sovět. agron. 11, 4, 79-82, 1953.

Vlivné udobření a předšestvenníka na obsah hlavních živin a oleje u ozimého rapsa sortu «Slapská»

V opytě s ozimým rapsem bylo ustanoveno, čo dľa dosahování vysokoy úrožajnosti rapsa, kakov i vse drugie kultury, nuždается, hlavnym obrazom, v dostatočnom koľičestve dostupných azotu a fosforu v samej rannej fáze rosta. Požto mu rapsa, vyrašivajemý po jachmeny s podsevom zernobobovych i osennoju udobrennyj 25 kg/ga N v forme sernikislého ammonia, a vesnoj — eše 30 kg/ga N v ammiachnoj selitry, dal samyj vysokij úrožaj zerna (30,91 c/ga) i samyj vysokij vyhod masla (135 kg/ga).

Osennje udobrenie azotom povysilo takze obsah fosforu v rastenijach rapsa.

Osennjo obsah hlavních živin v rastenijach rapsa rezko povyšajetsja, na protjaženii zimnjego perioda ponizajetsja, a vesnoj, posle nebolšogo povyšennja, obsah hlavních živin vnov' snizajetsja po mere narastannja zelenoj massy vpljoť do uborki. Osennjo rastenija rapsa priimajut liš' nemnogo živinnych vješt'v. Najbolšee potreblennje živinnych vješt'v nastupaet liš' vesnoj.

The Effect of Fertilizing and of Previous Crop on the Content of the Main Nutrients and of Oil in the "Slapská" Winter Rape

A test with winter rape showed that rape, the same as the other crops, requires above all a sufficient supply of available nitrogen and phosphorus in its earliest stage of growth, if it is to give high yields. Therefore also rape following after barley with an admixture of legumes and fertilized in autumn with 25 kg/ha of N in the form of ammonium sulphate and in spring with 30 kg/ha of N in ammonium saltpetre, gave the highest yield of corn (30.91 q/ha) and the highest yield of oil (135 kg/ha). Autumn fertilizing with nitrogen also increased the phosphorus content in the plants of rape. The nutrient content in the rape plants rapidly rises in autumn, in the course of winter a decrease sets in, and in spring, after a slight rising, the nutrient content decreases together with the growth of green substance up to the time of harvesting. The rape plants accept only a small quantity of nutrients in autumn. A prevailing consumption of nutritious substances begins only in spring.

Využití syntetických ionexů jako „sorbens“ rostlinných živin

II. Vliv některých ionexů na klíčivost a růst rostlin

Использование синтетических ионитов как «sorbens» питательных веществ растений

II. Влияние некоторых ионитов на всхожесть и рост растений

The Utilization of Synthetic Ion Exchangers as a Sorbefacient of Vegetable Nutrients.

II. The Influence of Some Ion Exchangers on the Germinating Power and on the Growth of Plants

Doc. inž. dr. Václav SÝKORA, inž. Jan MATOUŠ, inž. Ferdinand DUBSKÝ,
CSc. inž. Jiří SOUKUP*)

Výzkumný ústav okrasného zahradnictví,
ředitel doc. inž. dr. B. Kavka, Průhonice

Vysoká škola chemicko-technologická, katedra analytické chemie,
vedoucí prof. inž. dr. F. Čůta, DrSc., Praha

V předchozím sdělení (Soukup, Matouš, Sýkora a Dubský, 1962) jsme podali zprávu o výsledcích pokusu, kde byly použity syntetické ionexy nasycené do cyklů pěti základních živin jako zdroj výživy při pěstování *Primula obconica* v pískových kulturách. Výsledky jedné části pokusu vyvolaly domněnku o fyto toxickém účinku některých ionexů. Jednoduchý test s hrachem rovněž ukázal na škodlivost některých ionexů při stoupající koncentraci v substrátu.

V předložené práci jsme se pokusili získat bližší informace o případném škodlivém účinku ionexů, jeho příčinách a povaze. K pokusům jsme vybrali rostliny z různých čeledí a ionexy různých typů a funkčních skupin.

Materiál a metody

I. Použité ionexy

K provedení pokusu byly vybrány ionexy obou základních typů, to znamená ionexy získané polykondenzací nebo polymerací. Představiteli prvního typu byly ionexy vyrobené polykondenzací formaldehydu s fenolickými sloučeninami v případě katexů, s alifatickými aminy nebo s lutidinem v případě anexů. Druhý typ ionexů — polymery byly jednak deriváty polystyrenu a jednak polymery na bázi metakrylové kyseliny. Vybrané ionexy jsou převážně zahraniční výrobky, z domácí výroby jsou katexy Fextra, FN, anex OAL. Typy ionexů a jejich funkční skupiny jsou přehledně uvedeny v tabulce I.

*) Technicky spolupracovala J. Görlichová.

I. Použité ionexy

Označení ionexu v pokuse	Název ionexu	Typ	Funkční skupina	Původní cyklus	Roztok pro úpravu
K I	F - extra	fenolický	-SO ₃ H	Na ⁺	CaCl ₂
K II	FN	fenolický	-SO ₃ H	H ⁺	CaCl ₂
K III	Spofalit	metakrylátový	-COOH	Na ⁺	CaCl ₂
K IV	Amberlite IR-120	styrenový	-SO ₃ H	Na ⁺	CaCl ₂
K V	Wofatit CN	fenolický	-COOH	Na ⁺	CaCl ₂
K VI	Wofatit CP-300	polymerní	-COOH	Na ⁺	CaCl ₂
K VII	Zerolit 225	styrenový	-SO ₃ H	Na ⁺	CaCl ₂
A I	OAL	lutidinový	$\begin{matrix} \text{+N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{---} \end{matrix}$	Cl ⁻	$\begin{matrix} \text{H}_3\text{PO}_4 \\ \text{Na}_2\text{HPO}_4 \end{matrix}$
A II	Amberlite IRA-401	styrenový	$\text{+N}(\text{CH}_3)_3$	Cl ⁻	Na ₂ HPO ₄
A III	Wofatit SBW	styrenový	$\text{+N}(\text{CH}_3)_3$	Cl ⁻	Na ₂ HPO ₄
A IV	Zerolit FF	styrenový	$\text{+N}(\text{CH}_3)_3$	Cl ⁻	H ₃ PO ₄
A V	Zerolit E	alifatický amin	=NH,≡N	OH ⁻	H ₃ PO ₄

Při volbě cyklů použitých ionexů jsme byli omezeni dvěma požadavky: Použitý cyklus nesmí sám na rostliny škodlivě působit a ionex by měl co nejméně zachycovat živné ionty ze zálivkového roztoku. Rozhodli jsme se použít pro katexy cyklus Ca^{2+} a pro anexy cyklus PO_4^{3-} . Oba ionty obsahují biogenní prvky a zároveň se jedná o vícemocné ionty, které jsou ionexem pevněji vázány, takže výměna za ionty ze zředěného zálivkového roztoku by měla být minimální.

Úprava ionexů. Ionexy byly sušeny nejprve na vzduchu a dosoušeny v sušárně 10 hodin při 80° C. Dále byly mlety a bylo vytříděno zrno do 0,3 mm. Po 12 hodinách botnání ve vodě byly převedeny do příslušných cyklů.

Katexy byly přímo z původního cyklu (H^+ nebo Na^+) upraveny kolonovým způsobem do cyklu Ca^{++} 10% roztokem $CaCl_2$ a promyty vodou do negativní reakce na vápník.

Anexy byly převedeny rovněž z původního cyklu (Cl⁻ nebo OH⁻) do cyklu fosfátového 10% roztokem Na₂HPO₄ nebo 10% roztokem H₃PO₄, popřípadě jejich směsí. Odstraňování přebytké acidity promýváním vodou bylo velmi zdouhavé a zejména u Zerollitu E docházelo během úpravy i během vymývání k částečnému rozrušování pryskyřice, které se projevilo nažloutlým eluátem. Upravené ionexy byly sušeny v tenké vrstvě na vzduchu.

II. Vegetační zkoušky

Pokus byl uspořádán ve formě krátkodobých vegetačních zkoušek. Předpokládali jsme, že při klíčení a v počátečním stadiu růstu se případné nepříznivé účinky ionexů výrazněji projeví. K pokusům byly vybrány: ječmen (*Hordeum vulgare*), hrachor (*Lathyrus odoratus*), slunečnice (*Helianthus annuus*), rajčata (*Lycopersicon esculentum*), řepka (*Brassica napus* var. *oleifera*).

Vybrali jsme úmyslně zástupce různých čeledí, ukáže-li se rozdílná citlivost vůči ionexům.

Rostliny byly vysety po 50 kusech do směsi písku a ionexu v bílých smalto-

vaných miskách o průměru 20 cm a zalévány destilovanou vodou. Ionex byl přimíchán k písku v následujícím množství: 40 g, 20 g, 10 g a 5 g na 1 litr písku.

U pokusných rostlin bylo hodnoceno množství vyklíčených semen, vzrůst a po skončení pokusu ještě mohutnost kořenového systému. Mezi prvním a druhým hodnocením byla ve vodním výluhu zjištěna hodnota pH. Po prvním hodnocení byly rostliny zalaty živným roztokem.

Výsledky a diskuse

Ječmen. Výsev 28. 3. 1962,

1. hodnocení 5. 4. 1962,
2. hodnocení 13. 4. 1962.

Rostliny pěstované v katexech poskytují v celku odlišný obraz od rostlin pěstovaných v anexech. V prvním případě jsou rostliny svěže zelené, lepšího vzrůstu. Nejlepší je řada K_I. Pokud se vyskytují na listech chorobné změny, mají specifický charakter. Žloutnutí špiček listů je nevýrazné, spíše bělavé barvy. Uprostřed listů se objevují v některých případech ostře ohraničené bělavé až šedé nekrotické skvrny. Některé rostliny ukazují černání okrajů listových špiček ve velmi úzkém proužku.

Většina rostlin pěstovaných v anexech vykazuje v pozdějším období naproti tomu slabší vzrůst, silné sežloutnutí listových špiček, přecházející dosti ostře do normálně zelených partií. Ve žlutých špičkách se objevují hnědé nekrotické žilky, přecházející později v hnědé skvrny. Jako nejméně poškozená se jeví skupina A_{II}.

Kořenový systém rostlin byl vesměs dobře vyvinutý v obou řadách a tvořil na dně pokusných misek souvislou pleteň. Slabší kořenový systém měly pouze rostliny v nejsilnějších dávkách ionexů A_{III}, A_{IV}, K_{II} nejsilnější koncentrace A_V byla téměř bez kořenů.

Hrachor. Výsev 4. 5. 1962,

1. hodnocení 18. 5. 1962,
2. hodnocení 28. 5. 1962.

Také u hrachoru se objevuje velmi zřetelný rozdíl v celkovém vzhledu rostlin pěstovaných v katexech a pěstovaných v anexech. V katexech mají rostliny listy svěže zelené s příznaky menšího žloutnutí mezi hlavními nervy nejspodnějších listů, což se objevuje i u rostlin kontrolních. Nejlepší je K_I.

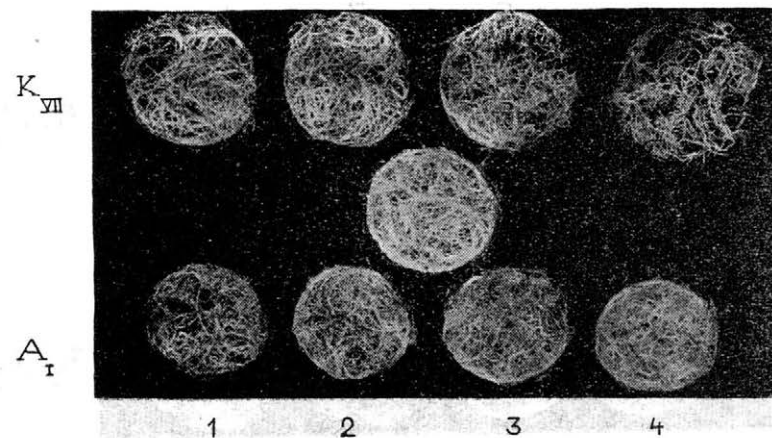
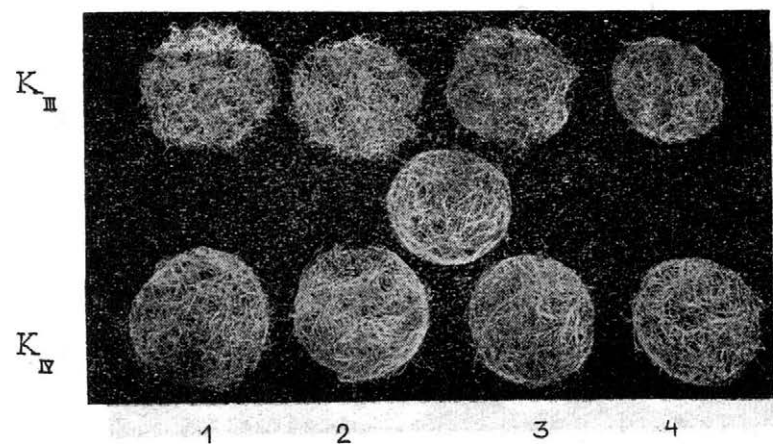
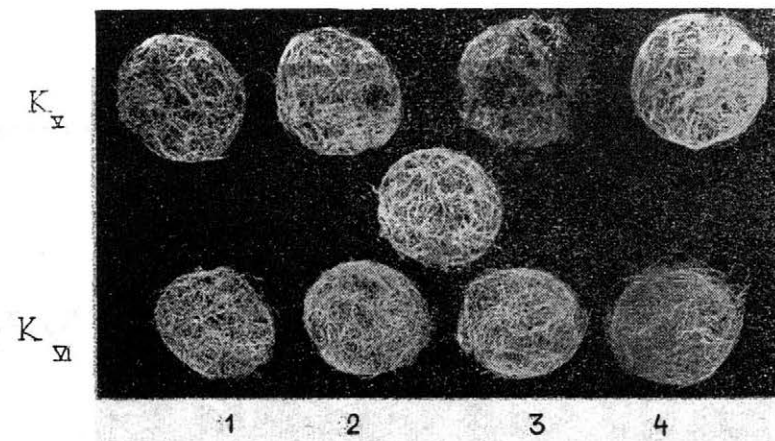
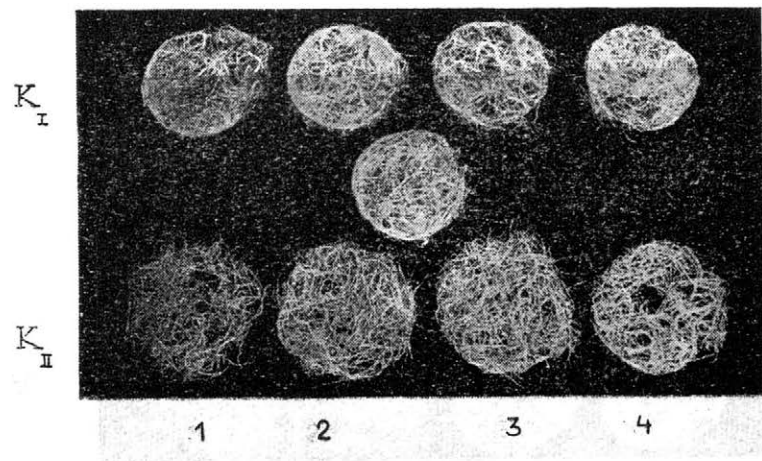
Naproti tomu u rostlin pěstovaných v anexech se záhy objevují na nejspodnějších listech bělošedé nekrotické skvrny, postupující během doby i na listy horní a vedoucí posléze k usychání a opadu listů od spodu. Výjimkou je ionex A_{II}, který vykazuje spíše žloutnutí spodních listů, obdobné jako u katexů. Stejný obraz zasychání a opadu listů poskytují v pozdějším období také rostliny pěstované ve směsi katexů a anexů. Zvláště špatný vzrůst je u skupiny A_V, zhoršující se stupňovanými dávkami ionexů.

Kořenový systém rostlin pěstovaných v katexech je dobře vyvinutý. Ve většině případů tvoří na dně nádoby souvislou pleteň. Kořeny jsou zdravé, bílé. Rostliny pěstované v anexech mají kořenový systém slabší a s výjimkou A_{II} jsou kořeny většinou mírně zahnědlé. Slabší kořeny mají rovněž skupiny (K_I + A_V) a (K_{VI} + A_{III}).

II. Vzrůst rostlin v pískových kulturách s příměsí ionexů.

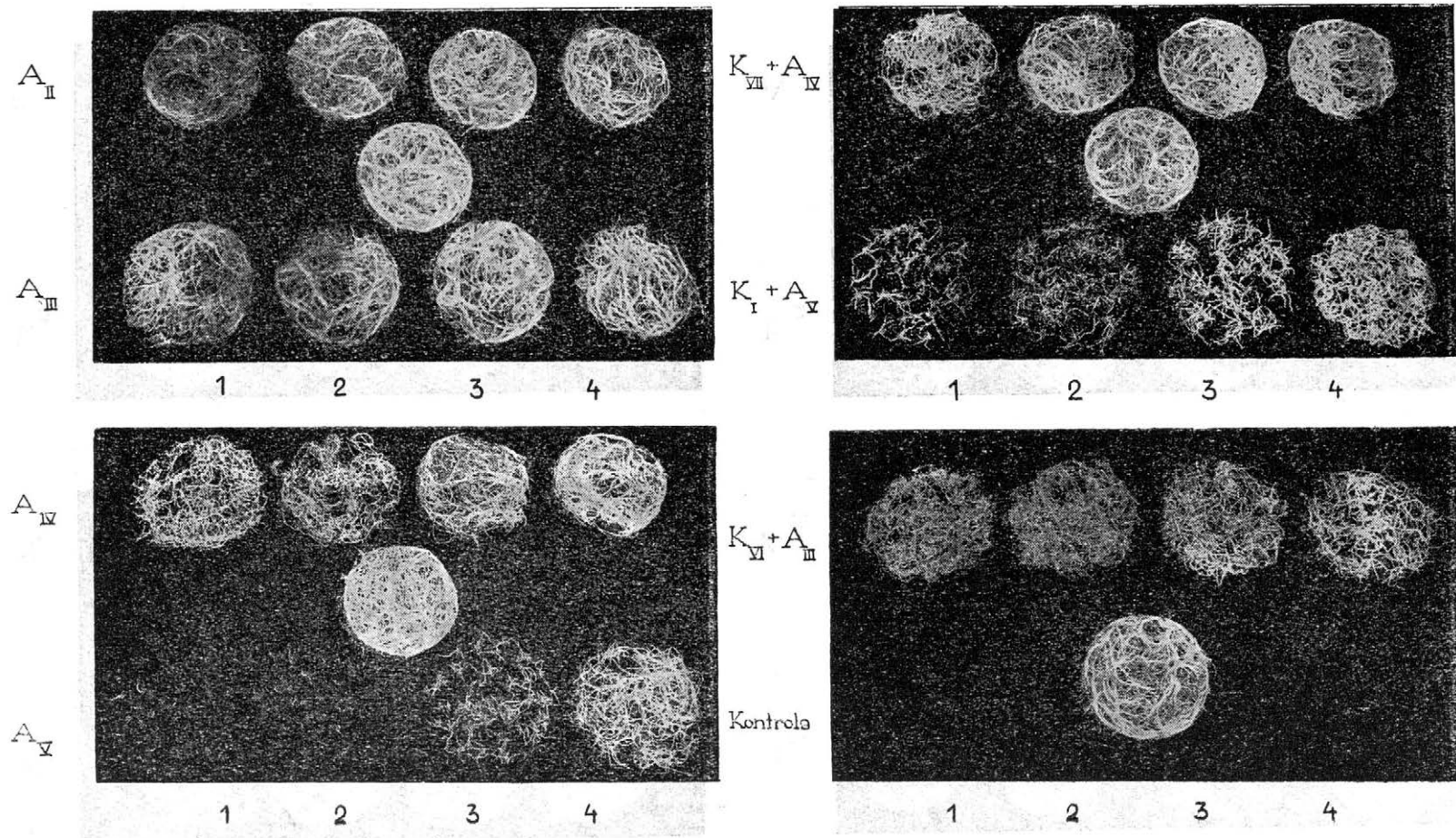
1 = 40 g, 2 = 20 g, 3 = 10 g, 4 = 5 g/1 l písku

Ionex	Průměrná výška rostlin v cm						Ionex	Průměrná výška rostlin v cm					
	Koncentrace	Ječmen	Hrachor	Slunečnice	Rajče	Řepka		Koncentrace	Ječmen	Hrachor	Slunečnice	Rajče	Řepka
K I	1	3,5	3,3	3,2	1,1	2,0	A II	1	2,4	4,0	3,3	1,2	1,5
	2	4,0	4,3	3,0	0,8	1,8		2	2,8	3,6	2,7	0,9	1,3
	3	3,6	3,5	2,1	0,8	1,6		3	3,2	4,2	3,5	0,9	1,6
	4	3,3	4,6	2,5	0,8	—		4	2,9	4,2	2,6	0,7	1,6
K II	1	1,9	2,8	2,0	0,8	1,7	A III	1	3,1	4,4	1,9	0,7	1,7
	2	2,1	3,8	2,0	0,6	1,7		2	3,3	3,8	1,9	0,5	1,6
	3	2,2	3,5	2,6	0,7	1,5		3	3,1	4,2	2,2	0,6	1,4
	4	2,6	2,0	2,3	0,8	—		4	2,9	4,3	3,1	0,7	—
K III	1	2,9	3,1	2,6	1,0	1,9	A IV	1	2,5	3,9	2,6	0,7	1,3
	2	2,9	2,6	2,0	0,9	1,5		2	2,6	3,8	2,2	0,6	1,5
	3	2,6	3,8	1,8	0,9	1,6		3	2,7	3,9	2,3	0,7	1,5
	4	2,5	4,0	2,3	0,9	—		4	3,0	3,6	3,2	0,8	1,4
K IV	1	3,0	3,0	3,0	1,1	1,9	A V	1	1,5	1,7	—	—	0,8
	2	3,0	4,0	3,2	0,7	1,6		2	1,6	2,6	—	—	1,0
	3	3,0	4,1	2,7	0,9	1,8		3	2,2	2,6	—	—	1,1
	4	3,3	4,0	2,7	1,1	—		4	2,9	3,6	—	0,4	1,2
K V	1	2,9	4,1	3,0	0,8	2,1	K VII + + A IV	1	3,0	3,6	2,7	0,4	1,4
	2	3,0	4,1	3,0	0,8	1,8		2	2,6	3,4	2,2	0,6	1,7
	3	3,1	4,3	3,0	0,8	1,4		3	1,3	3,9	2,6	0,6	1,6
	4	2,9	4,1	2,5	0,9	1,7		4	1,4	3,6	2,6	0,7	1,5
K VI	1	3,4	2,6	4,0	0,9	1,6	K I + + A V	1	2,5	3,0	3,0	0,6	1,2
	2	3,0	3,8	3,8	0,8	1,6		2	2,4	3,1	2,4	0,5	1,4
	3	3,3	4,0	3,1	0,9	1,3		3	2,9	3,3	3,0	0,8	1,5
	4	3,5	3,6	2,7	0,9	—		4	3,1	4,1	3,5	1,1	—
K VII	1	2,8	4,1	2,9	0,8	1,8	K VI + + A III	1	3,0	4,5	4,0	1,1	1,7
	2	2,7	3,9	3,1	0,8	1,7		2	3,4	4,2	3,4	0,8	1,7
	3	3,3	3,9	3,4	0,8	1,5		3	3,6	3,3	3,5	0,8	1,5
	4	3,2	2,6	3,2	0,9	—		4	3,7	2,1	3,3	1,0	1,3
A I	1	2,9	3,6	1,5	—	1,6	Kontrola	1	2,8	2,9	3,1	0,7	1,4
	2	3,0	4,0	2,3	0,4	1,6		2	2,8	2,9	3,1	0,7	1,4
	3	3,1	3,8	2,3	0,6	1,5		3	2,8	2,9	3,1	0,7	1,4
	4	2,8	3,7	2,8	0,5	—		4	2,8	2,9	3,1	0,7	1,4



Obr. 1. Kořenové systémy pokusných rostlin hrachoru ve srovnání s kontrolou (uprostřed). 1 = 40 g ionexu/1 l, 2 = 20 g/1 l, 3 = 10 g/1 l, 4 = 5 g/1 l písku

Obr. 2. Kořenové systémy pokusných rostlin hrachoru ve srovnání s kontrolou (uprostřed). 1 = 40 g ionexu/1 l, 2 = 20 g/l l, 3 = 10 g/l l, 4 = 5/l l písku



Slunečnice. Výsev 25. 6. 1962,

1. hodnocení 10. 7. 1962,

2. hodnocení 23. 7. 1962.

Slunečnice se ukázala jako rostlina velmi citlivá v podmínkách pískové kultury vůbec. Mladé rostliny poměrně brzy vykazovaly vzrůstové defekty (a to i v kontrolních miskách bez ionexů), které posléze přecházely v hnilobu a odumírání rostlin. V důsledku toho byly také zřetelnější nepříznivé účinky některých ionexů již v počátečních růstových fázích, hlavně účinky anexů. Katexy ovlivňovaly zpočátku příznivě ve srovnání s kontrolou nejen klíčivost, ale i vyrovnanost porostu a zdravotní stav, zvláště K_I , K_{III} , K_{IV} , K_V a K_{VI} . Později vyvolávaly mírné žloutnutí okrajů listů, přecházející v hnědé nekrotické skvrny. Porosty pěstované v anexech byly s výjimkou A_{II} již zpočátku řídké, nekompletní. Vzházející rostliny trpěly hnědnutím a přepadáváním hypokotylu a druhotně hnilobou. U A_V vyklíčilo více rostlin pouze v nejslabší koncentraci. Při konečném hodnocení byla již většina rostlin v anexech (s výjimkou A_{II}) uhynulých. V kombinacích katex-anex byl nepříznivý účinek anexu poněkud zmírněn, hlavně u ($K_I + A_V$) a ($K_{VI} + A_{III}$).

Kořenový systém byl některými katexy ovlivněn příznivě (K_I , K_{III} , K_V a K_{VI}), poněkud slabší kořeny měly rostliny v K_{II} . Rostliny pěstované v anexech s výjimkou A_{II} měly kořeny špatné, zahnědlé.

Rajčata. Výsev 6. 9. 1962,

hodnocení 11. 10. 1962.

Semena vysetá do směsi pisku s katexy vesměs vykazovala lepší klíčivost a porosty stejnoměrněji vzházely než u kontroly. Mladé rostliny (s výjimkou K_{II}) byly svěže zelené, zdravé. Anexy naproti tomu (s výjimkou A_{II}) silně snížily klíčivost a způsobovaly deformativní růst rostlin. Směsi katexů s anexy $K_{VII} + A_{IV}$ a ($K_I + A_V$) ovlivnily klíčivost a růst mladých rostlin rajčat stejně nepříznivě jako anexy, zatímco kombinace ($K_{VI} + A_{III}$) byla jedna z nejlepších.

Řepka. Výsev 27. 11. 1962,

1. hodnocení 13. 12. 1962,

2. hodnocení 21. 1. 1963.

Katexy ovlivnily v porovnání s kontrolou klíčení a růst mladých rostlin řepky vesměs příznivě. Naproti tomu anexy způsobovaly opoždění vývoje, děložní lístky byly menší, nerozložené široce do plochy jako u kontroly, světleji zelené až chlorotické, často červeně naběhlými okraji a hypokotylem. Poměrně dobré však byly rostliny s anexem A_{II} . V A_V vzešly pouze ojedinělé rostliny v nejmenších koncentracích ionexů. Nepříznivé účinky anexů byly z velké části kompenzovány ve směsích s katexy.

Zhodnocení vlivu jednotlivých ionexů je přehledně uvedeno v tabulce III.

Katex Fextra se jeví jako nejvýhodnější z použitých katexů. Všechny použité rostliny jsou příznivě ovlivněny v klíčivosti i ve vzrůstu, takže jeho účinky lze označit za stimulační. Rostliny jsou silné, olistění sytější nebo tmavě zelené a chorobné změny jsou nepatrné.

FN. Třebaže jde o katex, který by měl mít podobné vlastnosti jako katex

III. Vliv ionexů na pokusné rostliny

IONEX	JEČMEN						HRACHOR						SLUNEČNICE						RAJČE				ŘEPKA						Negativní vlivy	
	pH		Klíčivost	vzrůst		Charakter	Barva listů	Vliv dávký ionexu	Klíčivost	d	c	e	f	e	c	d	c	e	Klíčivost	Barva listů	Charakter vzrůstu	Barva listů	vzrůst		Charakter	Barva listů	Vliv dávký ionexu			
1	2	b	c	d	e	f	e	c	d	c	d	e	c	d	c	e	c	d	c	e	c	d	1	2	výška v cm	1	2	g	h	
K I	5,8	7,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	0
K II	5,6	6,7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	3
K III	5,6	5,9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9	1
K IV	5,6	6,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7	0
K V	5,6	6,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7	1
K VI	5,6	6,8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4	0
K VII	5,8	6,8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7	1
A I	4,5	4,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	18	3
A II	4,4	6,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11	2
A III	4,6	4,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	18	2
A IV	4,5	4,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	21	4
A V	3,3	3,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	28	5
K VII	4,5	5,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17	3
A IV	4,0	5,0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13	3
K I	4,5	6,0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	0
A V																														
K VI																														
A III																														

V tabulce byly srovnány sledované hodnoty rostlin ve směsích ionex — písek s rostlinami v čistém písku a označeny tímto způsobem:

- + lepší než kontrolní rostliny
- horší než kontrolní rostliny
- = stejné jako kontrolní rostliny

- a Označení ionexu viz tabulka I
- b Měření pH v půdním výluhu při prvním (1) a druhém (2) hodnocení
- c Jako klíčivost je označeno procento vyklíčených rostlin z počtu vysazených ve srovnání s kontrolou
- d Výška rostlin při prvním (1) a druhém (2) hodnocení ve srovnání s kontrolou (viz tab. II)
- e Vliv dávky ionexu vyplývá jednak z ovlivnění klíčivosti a výšky rostlin (viz tab. II) a jednak z hodnocení zdravotního stavu rostlin
- f Mohutnost kořenového systému ve srovnání s kontrolou (viz obr. 1 a 2)
- g Negativní vlivy vyjádřené součtem záporných ovlivnění vyplývajících z této tabulky
- h Počet druhů rostlin, u kterých převládá záporné ovlivnění

Fextra, bylo pokusem dokázáno, že působí na klíčivost i vzrůst rostlin vysloveně nepříznivě. Jedině řepka byla lepší než kontrola. Tento ionex byl připraven perlovou polykondenzací za použití dichlorbenzenu. Soudíme, že tato sloučenina, která se nedá běžnou úpravou z pryskyřičného ionexu úplně odstranit, je hlavní příčinou toxicity tohoto katexu. Toto zjištění potvrzuje také pokus v předchozím sdělení, kdy byl použit katex FN připravený blokovou polykondenzací, tedy bez přítomnosti dichlorbenzenu a nejevil žádné toxické účinky. Kontrolním testem byla ověřena toxicita o-dichlorbenzenu na klíčivost a vzrůst hrachu.

Ze skupiny ostatních katexů (K_{III} až K_{VII}) se jeví nejvýhodnější K_{VI} (Wofatit CP — 300) a K_{IV} (Amberlite IR — 120). V některých případech mírně podporují vzrůst rostlin a rovněž pozorované chorobné změny na rostlinách jsou méně významné.

Zbylé tři katexy se jeví jako poněkud méně vhodnější, a je to zejména slunečnice a rajče, u kterých převládá záporné hodnocení.

Vliv anexů lze zhruba rozdělit do tří skupin. Na všechny pokusné rostliny škodlivě působil Zerolit E (A_V). Vzhledem ke snížení pH půdního substrátu, které bylo u tohoto anexu pozorováno v nejvyšší míře, soudíme, že destrukce makromolekulární sítě a uvolňování fosforečné kyseliny v důsledku hydrolýzy je hlavní důvod jeho toxicity. V předchozí práci se podobné zjevy tak výrazně neprojevovaly, protože použité směsi katexů a anexů v cyklech všech rostlinných živin obsahovaly vždy přebytek katexů. Ve směsi katexu Fextra a anexu Zerolit E se nepříznivé účinky podstatně zmírňují, neboť uvolněná kyselina je funkční skupinou katexu částečně vázána, o čemž svědčí i vyšší pH výluhu. Nejvýhodněji se projevilo spojení katexu s anexem ve třetí kombinaci ($K_{VI} + A_{III}$), kdy pH výluhu dosáhlo při druhém měření přijatelné hodnoty. Z ostatních anexů se poněkud výhodněji jeví zejména A_{II} a A_{III} . U obou bylo k úpravě cyklu použito roztoku Na_2HPO_4 .

Souhrn

Výsledek předchozí studie vedl k domněnce o fyto toxicitě některých ionexů. V předložené práci je studována otázka nepříznivých vlivů ionexů na rostliny různých čeledí (*Hordeum vulgare*, *Lathyrus odoratus*, *Helianthus annuus*, *Lycopersicum esculentum*, *Brassica napus* var. *oleifera*) z hlediska typu i funkční skupiny vybraných katexů a anexů. Katexy, jak polymerního tak i polykondenzátového typu, byly převedeny do Ca^{2+} cyklu. Použité anexy byly v PO_4^{3-} cyklu.

Jednotlivé ionexy byly smíchány v odstupňovaných dávkách (40, 20, 10 a 5 g na 1 litr písku) s křemitým pískem a do těchto směsí byla vyseta semena pokusných rostlin. Ve třech variantách byly použity směsi katex — anex.

Rostliny byly ve stadiu klíčení a počátečního vzrůstu zalévány destilovanou vodou a později přihnojeny živným roztokem. U pokusných rostlin byla hodnocena klíčivost, vzrůst, kořenový systém a zdravotní stav.

Vegetační zkoušky ukázaly velmi rozdílné působení katexů a anexů. Rostliny pěstované v katexech nebyly až na některé výjimky nepříznivě ovlivněny. Jedině katex FN vykázal nepříznivý účinek. Domníváme se, že příčinou je přítomnost dichlorbenzenu, jak vyplynulo z ověřovacích zkoušek.

Příčinou nepříznivých účinků anexů bylo pravděpodobně podstatné snížení pH substrátu. Anex Amberlite IRA-401, u něhož nedošlo k podstatnějšímu snížení pH, vykázal ve srovnání s ostatními lepší výsledky. Ve směsích katex — anex se snížení pH neprojevovalo tak výrazně.

Lze předpokládat, že vazba PO_4^{3-} iontu anexy za použitých pracovních podmínek není dostatečně stálá a projevuje se snižováním pH výluhu. Tento problém bude předmětem dalšího studia.

Došlo dne 31. 7. 1963

Literatura

1. Soukup J., Matouš J., Sýkora V., Dubský F.: Využití syntetických ionexů jako „sorbens“ rostlinných živin. Sborník ČSAZV Rostlinná výroba, 8 (XXXV), 11-12, 1477-1486, 1962.

Использование синтетических ионитов как «sorbens» питательных веществ растений

II. Влияние некоторых ионитов на всхожесть и рост растений

Результат предыдущих работ вел к предположению о фитотоксичности некоторых ионитов. В предлагаемой работе рассматривается вопрос неблагоприятного влияния ионитов на растения различных семейств (*Hordeum vulgare*, *Lathyrus odoratus*, *Helianthus annuus*, *Lycopersicum esculentum*, *Brassica napus* var. *oleifera*) с т. зр. типа и функциональной группы отобранных катионитов и анионитов. Катиониты как полимерного, так и поликondenсатного типа были переведены в цикл Ca^{2+} . Использованные аниониты были включены в цикл PO_4^{3-} . Отдельные иониты были смешаны в постепенных дозах (40, 20, 10 и 5 г на 1 л песка) с кремнистым песком; в эти смеси были посеяны

семена подопытных растений. В трех вариантах были использованы смеси катионит-анионит.

В фазе прорастания и первоначального развития растения поливали дистиллированной водой, а позже, в качестве удобрения, подкармливали питательным раствором. Были оценены всхожесть, рост, корневая система и состояние здоровья подопытных растений.

Вегетационные опыты показали различное воздействие катионитов и анионитов. Растения, выращиваемые в катионитах, за небольшими исключениями, не поддавались неблагоприятным воздействиям. Только катионит FN оказал неблагоприятное действие. Мы полагаем, что причина этого явления заключается в присутствии дихлорбензола, как это показали контрольные опыты.

Причиной неблагоприятных воздействий было, по всей вероятности, существенное уменьшение pH субстрата. Анионит Amberlite IRA-401, у которого существенного уменьшения pH не произошло, дал, по сравнению с остальными, лучшие результаты. В смесях катионит-анионит уменьшение pH столь отчетливо не проявилось.

Можно предполагать, что связь PH_4^+ иона анионита в данных рабочих условиях недостаточно постоянна и проявляется в снижении pH вытяжки.

Эта проблема будет предметом дальнейших изысканий.

The Utilization of Synthetic Ion Exchangers as a Sorbent of Vegetable Nutrients. II. The Influence of Some Ion Exchangers on the Germinating Power and on the Growth of Plants

The results obtained in the preceding study led to the assumption of a phytotoxicity of some ion exchangers. In this work the authors examine the problem of unfavourable influences of ion exchangers on the plants of various families (*Hordeum vulgare*, *Lathyrus odoratus*, *Helianthus annuus*, *Lycopersicum esculentum*, and *Brassica napus* var. *oleifera*) with regard to type and functional group of selected Cation Exchangers and Anion Exchangers. The Cation Exchangers, both of a polymeric and of a polycondensate type, were transferred to the Ca^{+2} cycle. The Anion Exchangers used were in the PO_4^{3-} cycle.

The individual Ion Exchangers were mixed in graduated doses (40, 20, 10, and 5 g per litre of sand) with quartz sand, and into these mixtures the seeds of the test plants were sown. In three variants cation exchanger—anion exchanger mixtures were used.

In the stage of germinating and initial growth the plants were watered with distilled water, and later they received a complementation of a nutrient solution. In the test plants the germinating power, growth, the root system, and their state of health were evaluated.

Vegetation tests showed great differences in the effects of cation exchangers and anion exchangers. The plants grown in cation exchangers, apart from some exceptions, were not influenced unfavourably. Only the FN cation exchangers show-

ed an unfavourable influence. We assume that the reason for this is the presence of dichlorobenzene, as was revealed by the checking tests.

The reason of the unfavourable effects of the anion exchangers was probably the considerable decreasing of the pH of the substratum. The anion exchangers Amberlite IRA-401, which did not cause a substantial decreasing of the pH, showed, compared with the others, better results. In cation exchanger - anion exchanger mixtures the decreasing of the pH did not appear so distinctly.

It may be assumed that the binding of the PO_4^{3-} ion by the anion exchangers under the applied working conditions is not sufficiently constant and results in a decreasing of the pH of the lye. This problem will be the subject of a further study.

- Škarda M.: Působení statkových hnojiv na výrobnost osevního postupu
 Действие местных удобрений на эффективность севооборота
 Die Einwirkung von Stalldünger auf die Produktivität der Saatfolge . . . 1173
- Němec A.: Výsledky I. cyklu agrochemického zkoušení půd v ČSSR
 Результаты I цикла агрохимического испытания почв в ЧССР
 The Results of the 1st Cycle of Agrochemical Testing of Soils in the ČSSR 1193
- Benko V., Hampl J., Vnuk L.: Príspevok ke štúdiu sorpcie a uvoľňo-
 vania fosforu na hnědozemi a podzolovanej pôde
 К вопросу изучения сорбции и освобождения фосфора на буроземе и под-
 зольной почве
 A Contribution to the Study of the Sorption and Freeing of Phosphorus on
 Grey-Brown Podzolic Soil and on Podzolized Soil . . . 1209
- Hautke P.: Šetření o vztazích mezi dávkou živin, jejich obsahem v půdě,
 rostlinné hmotě, výnosem a jeho kvalitou u chmelné rostliny
 Изучение взаимоотношений между дозой питательных веществ, их содержа-
 нием в почве, растительной массе, урожаем и его качеством у хмеля
 Investigation Regarding the Relations between the Nutrient Doses, their
 Content in the Soil, the Vegetable Substance, and the Yields and their
 Quality in Hop Plants . . . 1217
- Pirk I. J.: Vliv hnojení a předplodiny na obsah hlavních živin a oleje u ozimé
 řepky Slapské
 Влияние удобрения и предшественника на содержание основных питательных
 веществ и масла у озимого рапса сорта «Слапска»
 The Effect of Fertilizing and of Previous Crop on the Content of the Main
 Nutrients and of Oil in the "Slapská" Winter Rape . . . 1227
- Sýkora V., Matouš J., Dubský F., Soukup J.: Využití syntetických
 ionexů jako „sorbens“ rostlinných živin
 II. Vliv některých ionexů na klíčivost a růst rostlin
 Использование синтетических ионитов как «sorbens» питательных веществ ра-
 стений — II. Влияние некоторых ионитов на всхожесть и рост растений
 The Utilization of Synthetic Ion Exchangers as a Sorbefacient of Vegetable
 Nutrients
 II. The Influence of Some Ion Exchangers on the Germination Power and
 on the Growth of Plants . . . 1235

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozboru a vědecká po-
 jednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav
 vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospo-
 dářství. Vychází měsíčně. Celoroční předplatné 216 Kčs. Redakce: Praha 2, Máne-
 sova 75, telefon 274551-8. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a před-
 platné přijímá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřiš-
 ská ul. 14, Praha 1. Lze též objednat u každé pošty nebo doručovatele. Objednávky
 do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřišská 14,
 Praha 1. Vytiskl Mír, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 22, Legerova
 22, Praha 2. A-02*51645

UPOZORŇUJEME ČTENÁŘE

na publikaci **VĚDECKÉ PRÁCE VÝZKUMNÉHO ÚSTAVU MELIORACÍ** číslo 5 z letošního roku, v které jsou uveřejněny výsledky některých výzkumných úkolů, řešených v ústavu z oboru zúrodnování zemědělské i lesní půdy. Publikace obsahuje tyto příspěvky:

inž. D. Haken, CSc.: Vliv kejdy na zúrodnění půdy a zvýšení produkce pastevních porostů

inž. M. Večeřa: Vliv použití draselných a fosforečných hnojiv na výnos trvalých luk

inž. D. Smolík, CSc.: Mechanická pevnost kořání některých rostlin a její vztah k půdní textuře (příspěvek k protierózní ochraně)

inž. V. Malý, CSc.: Příklad melioračního postupu na devastovaných holinách

inž. J. Ferda, CSc.: Příspěvek k zúrodnování degradovaných půd těžkého charakteru na starých silně zabažených holinách

inž. V. Malý, CSc., inž. V. Pasák, CSc.: Význam ochranných lesních pásů pro zemědělskou výrobu

inž. J. Lhotský, CSc.: Agrotechnika obnovy porostů na vátých písčích

inž. F. Jonáš, CSc.: Vliv oxyhumolitů (kapucínu) na fyzikálně-chemické vlastnosti půdy

inž. J. Kozel, CSc., inž. K. Stehlík: Příspěvek k otázce pedologických a vodohospodářských kritérií delimitace půdního fondu

inž. L. Parfus: Příspěvek k ekonomické efektivnosti provozu závlah a zemědělské výroby na zavlažovaných plochách

inž. J. Čabart, CSc.: Neutronová metoda stanovení vlhkosti půdy

Jednotlivé příspěvky jsou cenným materiálem nejen pro vědecké pracovníky, ale i pro praktiky a projektanty.

Publikaci možno objednat za Kčs 26,— ve

Výzkumném ústavu meliorací

Praha 1 - Malá Strana

Malostranské náměstí 25