

VĚDECKÝ ČASOPIS

ROSTLINNÁ VÝROBA

9

ROČNÍK 11 (XXXVIII)
PRAHA,
ZÁŘÍ 1965
CENA 18 Kčs

ÚSTAV
VĚDECKOTECHNICKÝCH
INFORMACÍ MZLVH

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Člen korespondent ČSAV prof. dr. inž. Václav Káš, DSc. (předseda), inž. Jozef Belej, CSc., akademik dr. inž. Ctibor Blatný, inž. Jiljí Fiedler, CSc., inž. dr. Ladislav Hruška, prof. dr. Jan Hruza, inž. Ján Jasič, prof. dr. Vladimír Kosil, DSc., doc. dr. inž. František Landovský, inž. Jozef Lopatník, CSc., člen korespondent ČSAV inž. František Mareček, inž. Vladimír Martinek, inž. František Mráz, inž. Ctirad Patejdl, inž. Jaroslav Prugar, CSc., doc. inž. Václav Rybáček, inž. Vladimír Segeta, inž. Miloslav Schmied, inž. Vladimír Skládal, inž. Antonín Straňák, CSc., inž. Josef Svítal, inž. Juraj Uhliar, RNDr. inž. Jaroslav Zakopal.

Vedoucí redaktorka Milena Sovová

© Ústav vědeckotechnických informací MZLVH, Praha 1965

■
Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství. Vychází měsíčně. Redakce: Praha 2, Mánesova 75, telefon 274551-8. Celoroční předplatné Kčs 216.—

■
Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации Министерства сельского, лесного и водного хозяйства. Выход в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Манесова 75.

■
The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information of the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management. Issued monthly. Editorial office Prague 2, Mánesova 75.

■
Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen des Ministeriums für Land-, Forst und Wasserwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion Praha 2, Mánesova 75.

■
Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques du Ministère de l'agriculture, des eaux et des forêts. Publié chaque mois. Rédaction Prague 2, Mánesova 75.

■ V anorganickém složení rostlin nacházíme dosti značné a časté rozdíly, které spočívají v odlišných vlastnostech jednotlivých druhů rostlin (popř. odrůd) a jejich orgánů. Dále jsou tyto rozdíly ovlivňovány vývojovým stadiem (stářím) rostlin a vnějšími faktory (prostředím), z nichž významné místo zaujímá obsah živin v půdě a v dodávaných hnojivech.

Proto i když již na sklonku minulého století shromáždila agrochemie bohatý analytický materiál o anorganickém složení rostlin (viz např. Wolff 1871), splnily se tehdejší naděje, že uvedenými rozborů budou získány poznatky o optimální výživě jednotlivých plodin jen částečně.

Agrochemický výzkum záhy přechází k studiu faktorů působících na anorganické složení rostlin a na hledání vztahů mezi anorganickým složením rostlin a tvorbou sušiny (výnosů).

Tak např. Newton (cit. Honecamp 1931) sleduje procentický obsah (koncentraci) anorganických živin u různých rostlin pěstovaných za stejných podmínek a nachází mezi obilninami nejnižší koncentraci živin u kukuřice. Z nízké koncentrace živin usuzuje, že kukuřice má schopnost velmi účelně a dobře využít přijaté anorganické živiny na tvorbu organické hmoty. Značně odlišné hodnoty, které se mohou vyskytovat v koncentraci živin v rostlinách, vedly i další autory k zamyšlení nad rozdílným množstvím živin, které v různých případech rostliny potřebují či mají na tvorbu 1 kg sušiny nebo výnosu. Získané poznatky na tomto úseku shrnuje v třicátých letech Boresch (cit. Honecamp 1931) v závěr, že výnos nestoupá proporcionálně s přijatým množstvím živin. Je-li v důsledku většího přívodu živiny zvyšován její příjem, stoupá jen koncentrace této živiny v rostlině, aniž by byla využita k další tvorbě sušiny. Tím dochází k tzv. luxusnímu konzumu. Z uvedeného poznatku vyplynuly snahy nalézt vhodné minimální koncentrace živin v rostlinách, neboť tyto představují jejich maximální ekonomické využití na tvorbu rostlinné hmoty.

Otázkou vztahu mezi koncentrací živin v sušině rostlin a výnosem sušiny se později zabývala řada autorů (viz Smetánková 1965), aniž by došli k jednoznačným závěrům, a proto se pokoušeli někteří namísto koncentrace živin hodnotit vztah výnosu k odběru živin rostlinou.

V poslední době soustředili ve své práci pozornost na vztah mezi přijatými živinami a výnosem i Linser, Kühn a Klingst (1962). Uvedení autoři vycházeli z názoru, že i když má výzkum závislosti výnosu na dávkách živin v hnojivech velký praktický význam, nemůže pro různou dostupnost živin v hnoji-

vech vyjadřovat dosti dobře vlastní účinek živin na růst rostlin. Živiny mohou být využity k růstu totiž teprve po jejich příjmu do rostliny. Mezi tzv. odběrem živin a výnosem by měly tedy existovat daleko užší a výraznější vztahy než mezi obvykle sledovaným vztahem dávek živin (v hnojivech) k výnosu. Autory získané křivky vyjadřující vztah mezi odběrem živin a výnosem ukazují pro různé živiny a rostliny charakteristické rozdíly. Že uvedený vztah může mít charakter velmi ploché sigmoidy zjišťují Steenbjerg, Jakobsen (1963) při závislosti výnosu na odebraném množství limitující živiny. Vztahy mezi odběrem živin a výnosem nejevily také jednoznačnou tendenci ve sledováních, které prováděli u řady plodin Boguslawski a Gierke (1961), i když nalezli závislost odběru živin na celkovém výnosu cukrovky a ovsa.

Někteří autoři obrací svou pozornost nikoliv k vztahu jednotlivých přijatých živin k výnosu, nýbrž k hledání závislosti výnosu na poměru přijatých živin.

Kvantitativnímu poměru živin v rostlinách připisovalo již mnoho starších autorů (Loew, Ehrenburg, Wrangell, Hiltner a Maiwald-cit. Honcamp 1931) stejný význam pro růst rostlin jako poměru živin v půdě, vycházejíce z předpokladu existence optimálních poměrů živin pro normální harmonický vývoj rostlin.

Jak uvádí Mengel (1961), je požadavek optimálního poměru živin pro maximální tvorbu výnosu plně oprávněný i z hlediska fyziologického, neboť nedostatek některé živiny (fosforu) proces tvorby organických látek v rostlině brzdí. Velmi výstižný je proto požadavek Duchoně a Hampla (1962), aby k předním úkolům agrochemických věd patřilo nalézt nejslabší článek řetězce vegetačních faktorů a jeho zesílením zvýšit výnosy a umožnit optimální využití ostatních faktorů. Tento požadavek vyplynul z kritického zhodnocení dosavadních prací týkajících se základních zákonitostí výživy rostlin (zejména podtržením významu „zdravého jádra“ Liebigovy představy o korelaci mezi stupňovanou živinou a výnosy).

Ve výše uvedených intencích jsou zaměřeny i práce Boguslawského (1957). Uvedený autor při kritickém hodnocení a dalším rozpracování Mitscherlichova výnosového zákona dochází v roce 1954 k závěru, že vedle množství živin musí být i poměr živin základní veličinou ve vztahu k tvorbě a tím i výnosového zákona. Do hodnocení zavádí později novou hodnotu, kterou nazývá „zdánlivé využití“ a které vyjadřuje podíl výnosu na jednotku přijaté živiny. V další své práci Boguslawski, Schneider (1960) studuje vliv hnojení na poměr živin v rostlinách a zjišťuje silný vliv živiny dodané rostlině na zvýšení jejího odběru. Dochází tím k závěru, že selekční schopnost rostlin při příjmu živin má své hranice. U další série vegetačních pokusů sleduje uvedený autor vliv stupňovaných živin při různém jejich poměru na tzv. zdánlivé využití a zjišťuje, že „zdánlivé využití“ P (popř. K) se stupňovanou dávkou N a zvětšujícím se podílem P (popř. K) klesá.

V té době také nezávisle na výše citovaném autoru staví do popředí vědeckého zájmu poměr živin v rostlinách Žurbický (1959), Homès (1959) aj. Z našich autorů je to především Kolářík (1955, 1959, 1959a), na jehož pracovní hypotézy navazuje většina dalších domácích prací (Škopík, Bezděk 1959, Škopík, Kopecký 1963, Mrva 1960, Bezděk 1964).

Navazuje na práce Lundengärda, hledá Kolářík (op. cit.) optimální poměr živin v rostlinách, který zaručuje maximální tvorbu výnosu. Za rozhodující považuje poměr živin v době tvorby generativních orgánů (květ). Opti-

mální poměr nazývá poměrem harmonickým a odvozuje jej pro N:P:K od funkce atomových vah uvedených biogenních prvků, takže na 100 dílů N připadá 25 dílů P (= 60 dílů P_2O_5) a 100 dílů K (= 120 dílů K_2O). Š k o p í k, B e z d ě k (op. cit.) si všímají především poměru N:P v různých fázích vývoje obilnin a docházejí k závěru, že rozhodující pro tvorbu výnosu zrna je poměr N:P v době ukončení odnožování. M r v a (op. cit.) hledal optimální poměr živin pro tvorbu výnosu hroznů v sušině listů révy vinné. B e z d ě k (op. cit.) sledoval poměry živin u různých odrůd ozimých pšenic. Jednoznačný vztah mezi poměrem N:P v různých fázích vývoje a výnosem však nehalézá. Daleko důležitější se mu jevil pro tvorbu výnosu poměr N:K a hladina živin v rostlinách v různých fázích vývoje.

Výsledky některých našich posledních prací (B a i e r 1963, 1965 a 1965a) naznačovaly, že k objasnění podmínek optimálního využití živin na tvorbu výnosu by mohlo přispět studium vzájemných vztahů mezi množstvím odebraných živin, jejich poměrem a výnosem.

METODIKA

Ve vegetačních nádobových pokusech provedených s ovsem v roce 1958, 1959 a 1960 v Ústředním výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni, jejichž metodika, postup práce a sklizňové výsledky byly uvedeny v práci B a i e r (1965 a), jsme v době sklizně z nadzemní hmoty (zrna a slámy) odebrali průměrné vzorky rostlin. Zrno a sláma byly v laboratoři oddělení výživy rostlin podrobeny chemické analýze na obsah anorganických živin N, P, K, Ca, Na v sušině podle metod uvedených v práci K o p p o v á, P í r k l, K a l i n a (1955). Propočtem analytických hodnot procentického obsahu živin v zrnu a slámě na sušinu výnosu byly získány hodnoty udávající odběr jednotlivých živin nadzemní části rostlin v době sklizně v mg na nádobu u jednotlivých kombinací hnojení a zemin.

VÝSLEDKY A JEJICH HODNOCENÍ

Při studiu a hodnocení výsledků jsme soustředili pozornost na vztah odběru N k výnosu zrna v závislosti na poměru odebraného N: P_2O_5 .

Odebrané množství N a P_2O_5 nadzemní části ovsa do doby sklizně (tzn. odběr) u jednotlivých kombinací hnojení a zemin zařazených do pokusů v letech 1958, 1959 a 1960 vyjádřené v g/nádobu je uvedeno v tabulkách I a II.

Odběry živin kolísaly ve velkém rozmezí, u N od 122 mg/nádobu (Vě 1/60; kombinace O) do 1218 mg (Iv 58; NPK), u P_2O_5 od 75 mg (Iv 11/60;) do 619 mg (Vě 6/60; NPK).

Vztah odběru N k výnosu zrna jsme vyjádřili podílem zrna v mg připadajícím na 1 mg odebraného N. Získanou hodnotu jsme nazvali tzv. výrobním efektem odebraného N.

Jak je patrné z vypočtených hodnot výrobního efektu odebraného N v tabulce III, vytvořily rostliny v daných pokusech na jednotlivých kombinacích a zeminách na 1 mg odebraného N rozdílné množství zrna v rozmezí od 22,0 mg (Ha 59; O) do 60,6 mg (?) (Vě 1/60; O).

Vyšší hodnoty výrobního efektu odebraného N (nad 39 mg) byly dosaženy u většiny zemin na kombinacích hnojení O a PK. V uvedených případech, kde výrobní efekt odebraného N převyšoval 39 mg, připadá (vyjma Iv 11/60; O) na 100 dílů odebraného N více jak 60 dílů odebraného P_2O_5 . Přes značné rozdíly v poměru odebraného N: P_2O_5 = 100 : 65 až 146, výrobní efekt odebraného N kolísá v rozmezí od 39,3 mg (Lu 58; O) do 48,4 mg (Iv 14/60; PK) (při vyloučení abnormálně vysoké hodnoty 60,6 (?) mg u Vě 1/60; O).

I. Odběr N nadzemní částí ovsu v mg/nádoby

Zemina	Čá 58	Lu 58	Iv 58	Po 58	Bo 59	Ha 59	Vě 59	Ví 59	Lu 11/60	Lu 14/60	Iv 11/60	Iv 14/60	Vě 1/60	Vě 6/60
Kombin. hnojení														
O	240	234	198	201	292	369	570	198	165	196	159	144	122	165
PK	302	242	177	166	232	389	701	216	174	164	128	126	180	165
NK	970	986	1065	1078	(969)	(638)	(691)	(428)	898	992	972	972	1060	966
NPK	1155	1129	1218	1090	(799)	(1045)	(1019)	(962)	1124	1136	chybí rozbor	1156	1197	1142

Poznámka: K odběrům uvedeným v závorce chybí výnosy zrna, které musely být pro silné napadení rostlin padlím (*Erysiphe graminis*) z hodnocení vyloučeny.

II. Odběr P₂O₅ nadzemní částí ovsu v mg/nádoby

Zemina	Čá 58	Lu 58	Iv 58	Po 58	Bo 59	Ha 59	Vě 59	Ví 59	Lu 11/60	Lu 14/60	Iv 11/60	Iv 14/60	Vě 1/60	Vě 6/60
Kombin. hnojení														
O	165	157	171	189	241	116	189	95	119	140	75	94	162	217
PK	281	245	218	216	262	265	344	132	181	184	129	129	223	157
NK	296	310	441	294	(258)	(121)	(165)	(178)	405	466	287	287	515	472
NPK	433	428	552	425	(355)	(348)	(268)	(298)	513	600	395	395	573	619

Poznámka: K odběrům uvedeným v závorce chybí výnosy zrna, které musely být pro silné napadení rostlin padlím (*Erysiphe graminis*) z hodnocení vyloučeny.

III. Výrobní efekt odebraného N (v mg zrna/1 mg odebraného N) u ovsa

Zemina		Čá 58	Lu 58	Iv 58	Po 58	Bo 59	Ha 59	Vě 59	Vi 59	Lu 11/60	Lu 14/60	Iv 11/60	Iv 14/60	Vě 1/60	Vě 6/60
O	výrobní efekt N	46,7	39,3	42,4	41,3	30,1	22,0	30,0	33,3	43,6	42,8	40,2	45,8	60,6 (?)	40,6
	poměr odebraného N : P ₂ O ₅ (N = 100)	69	67	86	94	82(?)	31	33	48	72	71	47	65	133	132
PK	výrobní efekt N	41,0	43,4	44,6	45,2	40,1	25,4	28,2	36,1	42,0	47,0	43,0	48,4	39,4	44,8
	poměr odebraného N : P ₂ O ₅ (N = 100)	93	101	123	130	113	68(?)	49	61	104	112	101	146	124	95
NK	výrobní efekt N	24,6	25,8	25,4	27,4	—	—	—	—	35,8	37,3	38,5	36,7	37,5	37,8
	poměr odebraného N : P ₂ O ₅ (N = 100)	30	31	41	27	—	—	—	—	45	47	29(?)	36	48	49
NPK	výrobní efekt N	23,3	24,5	27,5	26,8	—	—	—	—	37,2	37,8	—	33,5	33,8	38,0
	poměr odebraného N : P ₂ O ₅ (N = 100)	37	38	45	39	—	—	—	—	46	53	—	47	48	54

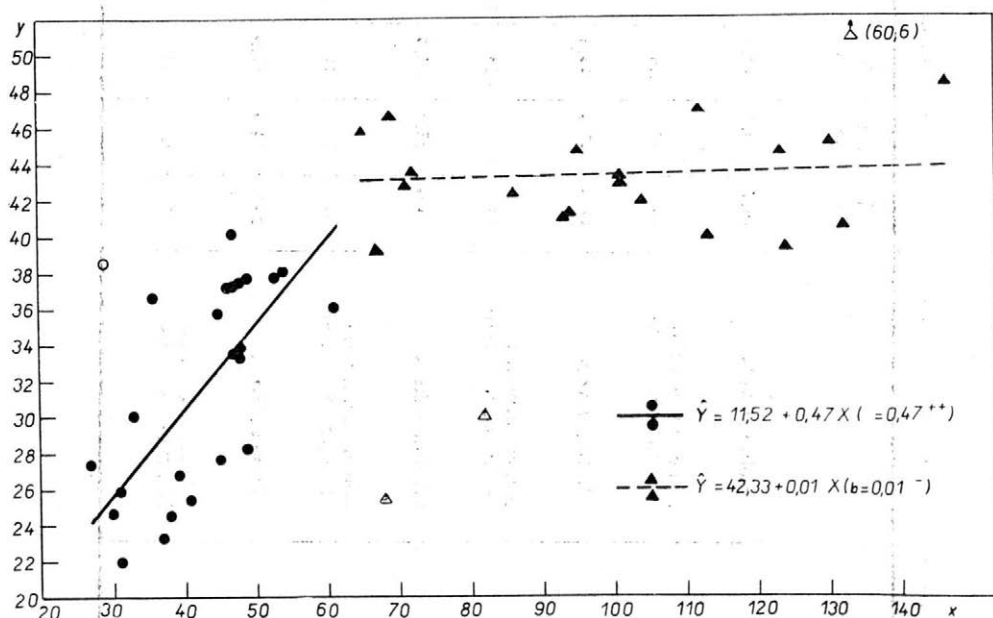
Uvedená souvislost mezi výrobním efektem odebraného N a poměrem odebraného N:P₂O₅ svědčí o tom, že při poměru N:P₂O₅ = 100 : >60 byl výrobní efekt dusíku nejen poměrně vysoký, ale i poměrně stálý, bez zjevné závislosti na rozšiřujícím se poměru N:P₂O₅ jak dokazuje i propočtená regresivní závislosti $\hat{Y} = 42,33 + 0,01 X$ ($b = 0,01$) a prakticky horizontální průběh regresní přímky. (Nalezené souvislosti se vymykají pouze dva od regresní přímky velmi vzdálené případy: Bo 59; O a Ha 59; PK, kde poměr N:P₂O₅ = 100 : 82 a 100 : 68 neodpovídá nízkým hodnotám výrobního efektu 30,1 (?) a 25,4 (?) mg).

Z výsledků výše uvedeného hodnocení je možno vyvodit závěr, že ve sledovaných vegetačních nádobových pokusech byl odebraný dusík zpravidla dobře využíván na tvorbu výnosu zrna ovsa, jestliže rostliny současně odebraly na 100 dílů dusíku více jak 60 dílů kyseliny fosforečné.

Ná zbývajících kombinacích hnojení a zeminách, kde byl poměr odebraného N:P₂O₅ nižší než 100 : <60 (včetně poměru 62 u V1 59; PK) byl dusík využíván na tvorbu výnosu u zrna hůře, jak o tom svědčí nižší výrobní efekt odebraného N, pohybující se v rozmezí od 22,0 mg (Ha 59; O) do 38,5 mg (Iv 11/60; NPK) resp. 40,2 mg (Iv 11/60; O).

U případů s nižším poměrem N:P₂O₅ než 100 : <60 jsme pozorovali, že s klesajícím podílem odebrané P₂O₅ N klesal zpravidla i výrobní efekt odebraného N. (Z této tendence se výrazněji vymyká pouze kombinace Iv 11/60; NK (??)).

Pozitivní závislost výrobního efektu odebraného N na zvětšujícím se podílu odebrané P₂O₅ ku N v rozmezí N:P₂O₅ = 100 : 27 až 61 byla vysoce průkazná a sledovala vzestupný trend daný regresní přímkou $\hat{Y} = 11,52 + 0,47 X$ ($b = 0,47^{++}$).



1. Závislost výrobního efektu odebraného N (v mg zrna/1 mg N) [y] na poměru odebraného N:P₂O₅ (N = 100) [x]

Lze tedy konstatovat, že při poměru $N : P_2O_5 = 100 : <60$ bylo využití odebraného dusíku na tvorbu výnosu zrna v daných podmínkách vegetačních nádobových pokusů silně pozitivně závislé na relativním podílu odebrané P_2O_5 .

Grafické vyjádření hodnot výrobního efektu odebraného N v závislosti na poměru odebraného $N : P_2O_5$ (graf 1) názorně demonstrovuje nalezené vztahy, které je možno stručně charakterizovat takto:

1. při poměru odebraného $N : P_2O_5 = 100 : <60$ byl výrobní efekt odebraného N pozitivně průkazně závislý na relativním podílu odebrané P_2O_5 ,

2. při poměru odebraného $N : P_2O_5 = 100 : >60$ zvyšování relativního podílu P_2O_5 již nemělo praktický vliv na další vzestup výrobního efektu odebraného N.

DISKUSE

Na rozdíl od autorů, kteří studovali vztah mezi množstvím odebraných živin a výnosem (např. Boguslawski a Gierke 1961, Linser, Kühn a Klingst 1962, Steenbjerg a Jakobsen 1963) a těmi, kteří studovali závislost výnosu na poměru živin (Boguslawski a Schneider 1960, Žurbický 1959, Homès 1959, Kolářík 1955, 1959, 1959a, Škopík, Bezděk 1959 a další) přistoupili jsme v předložené práci k hledání závislosti výnosu jak na množství odebraných živin, tak i na jejich vzájemném poměru živin současně. Obdobně jako někteří jiní autoři (např. Boguslawski 1957) jsme předpokládali, že vedle množství živin musí být i poměr živin základní veličinou ve vztahu k tvorbě výnosu. Některé naše poslední práce tomu také nasvědčovaly (Baier 1963, 1965, 1965a).

Při volbě postupu hodnocení (omezené v daném případě na vztah tří veličin, u nichž jsme předpokládali dominantní závislost výnosu zrna, odebraného množství N a P_2O_5), jsme vycházeli z toho, že je-li výnos závislý na poměru odebraných živin a jejich množství, pak tuto závislost je možno vyjádřit jako závislost podílu výnosu připadající na jednotku jedné z odebraných živin na poměru druhé živiny k první.

Podíl výnosu zrna připadající na jednotku živiny jsme nazvali tzv. výrobním efektem odebrané živiny. Tato hodnota udává stupeň využití sledované živiny na tvorbu výnosu a v poslední době jí věnuje také pozornost Boguslawski (1957), který ji nazývá „zdánlivým využitím“.

Poznatek, získaný z nádobových pokusů s ovsem, hodnocených výše uvedenou metodou, že výrobní efekt odebraného N stoupal se zvyšujícím se podílem odebraného P_2O_5 až do poměru $N : P_2O_5 = 100 : <60$, zatímco při dále se rozšiřujícím poměru $N : P_2O_5 = 100 : >60$ se prakticky již neměnil, koresponduje s některými dřívějšími poznatky. Především do značné míry připomíná zákon minima, neboť výnos (= podíl výnosu na jednotku N = výrobní efekt) stoupal se zvyšováním odběrem živiny v minimu (= podíl P_2O_5 na jednotku N = poměr $N : P_2O_5$). Po dosažení určité hodnoty, kdy zřejmě přestala být P_2O_5 živinou v minimu, její další zvyšování ve sledovaném úseku již výnos prakticky neovlivňovalo.

Rovněž poznatek Boguslawského a Schneidera (1960), že „zdánlivé využití P“ se stupňovanou dávkou N a zvětšujícím se podílem P klesalo, naznačuje platnost námi zjištěné závislosti.

Za potvrzení důkazu o existenci závislosti výše využití živin na tvorbu výnosu na poměru sledované živiny k živině v relativním minimu lze považovat

i výsledky získané při hodnocení vztahu mezi živinami v půdě a výnosem (Baier 1965a) a především pak závěr z práce Smetánkové (1965), který potvrzuje u prosa závislost mezi výnosovým efektem živiny (N a P_2O_5), ležící mimo oblast relativního minima, a poměrem odběru příslušné živiny k odběru živiny v relativním minimu.

Jestliže v našich pokusech s ovsem působila P_2O_5 pozitivně na zvyšování výrobního efektu odebraného N zhruba až do poměru $N : P_2O_5 = 100 : 60$, lze tento poměr považovat za daných podmínek za optimální a nalézáme u něho pak nápadnou shodu s tzv. harmonickým poměrem Kolářika (1959). Zjištěná dominantní závislost výrobního efektu odebraného N na poměru $N : P_2O_5$ v rozsahu $100 : < 60$ má své opodstatnění, když uvážíme význam fosforu pro tvorbu zrna, popř. silnou závislost výnosů zrna obilnin na poměru $N : P_2O_5$, zjištěnou Škopíkem a Bezděkem (1959).

Získané výsledky je možno konečně považovat i za určité potvrzení správnosti názoru Duchoně a Hampla (1962), který vyplynul z kritického zhodnocení dosavadních prací týkajících se základních zákonitostí ve výživě rostlin, že totiž Liebigovy představy o korelaci mezi stupňovanou živinou a výnosy mají „zdravé jádro“, takže k předním úkolům při zvyšování výnosů rostlin patří nalezení a zesílení nejslabšího článku řetězce vegetačních faktorů, které umožňuje optimální využití ostatních faktorů k tvorbě výnosů.

SOUHRN

Rozbory rostlin nadzemní části ovsa pěstovaného ve vegetačních nádobových pokusech v letech 1958–60 na 14 různých zeminách a 4 kombinacích hnojení byly využity k studiu závislosti výnosu zrna na odebraném množství a jeho poměru k odebrané P_2O_5 .

Hodnocení výše uvedených vzájemných vztahů ukázalo, že:

1. při poměru odebraného $N : P_2O_5 = 100 : < 60$ byl podíl výnosu zrna vytvořený rostlinami na jednotku přijatého dusíku (tzv. výrobní efekt odebraného N) pozitivně závislý na podílu odebrané P_2O_5 ,

2. při poměru odebraného $N : P_2O_5 = 100 : > 60$ zvyšování podílu P_2O_5 již nemělo praktický vliv na další vzestup výrobního efektu odebraného N.

V daných podmínkách se tedy u ovsa jevil pro využití odebraného dusíku na tvorbu výnosu zrna jako optimální poměr $N : P_2O_5 = 100 : \text{cca } 60$.

Došlo dne 6. 5. 1965

Literatura

1. Baier, J.: Vliv zásoby živin na výnosy obilovin. Kandidátská disertační práce. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1963. — 2. Baier, J.: K otázce závislosti výnosu jarního ječmene na hladině živin v půdě. = „Rostlinná výroba“ 11, 1965, č. 6, s. 593–604. — 3. Baier, J.: Závislost výnosu zrna na zásobě přístupných živin (N a P_2O_5) v nádobovém pokuse s ovsem. = „Rostlinná výroba“ 11, 1965 a, č. 7, s. 691–704. — 4. Bezděk, V.: Obsah NPK v nadzemní části některých odrůd čs. sortimentu ozimých pšenic v různých etapách vývinu ve vztahu k výnosu. = „Rostlinná výroba“ 10, 1964, č. 1, s. 17–28. — 5. Boguslawski, v. E., Schneider, B.: Nährstoffverhältnis und Ertragsgesetz. = „Statistische Vierteljahresschrift“ 8, 1957, č. 1/2, s. 48–71. — 6. Boguslawski, v. E., Schneider, B.: Nährstoffverhältnis und Ertragsgesetz. 7th intern. Congress of Soil Science, Madison, Wisc., USA, Transaction Vol. III/IV. 1960, č. 24, s. 183–193. — 7. Boguslawski, v. E., Gierke, v. K.: Neue Untersuchungen über den Nährstoffentzug verschiedener Kulturpflanzen. = „Z. f. Acker- u. Pflanzenbau“ 112, 1961, č. 3, s. 226–252. — 8. Duchoně, F.,

Hampl, J.: Agrochemie, II. vydání, Praha 1962. — 9. Homès, M. V.: Stanovení minerálního hnojení na bázi fyziologické. = „Rostlinná výroba“ 5, 1959, č. 9, s. 1255-1268. — 10. Hönigsmann, F.: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre. Berlin 1931. — 11. Kolářik, J.: Zákonitosti výživy rostlin. = „Rostlinná výroba“ 6, 1955, s. 426-437. — 12. Kolářik, J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. SZN Praha, 1959. — 13. Kolářik, J.: Rozbor rostlin jako metoda výzkumu výživy rostlin. I. = „Rostlinná výroba“ 5, 1959 a, č. 9, s. 1189-1238. — 14. Koppová, A., Pirkel, J., Kalina, J.: Stanovení popelovin v rostlinném materiálu přesnými expeditivními metodami. Vědecké práce VÚRV Praha-Ruzyně, str. 119-127, 1955. — 15. Linser, H., Kühn, H., Klingst, A.: Die Beziehung zwischen Nährstoffentzug und Ertrag bei steigenden Nährstoffgaben. = „Bodenkultur A“, 13, 1962, č. 2, s. 133-144. — 16. Mengel, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena 1961. — 17. Mrva, J.: Vztah mezi obsahem živin v pode, v nadzemnej části viniča a výnosem hrozna. Pokroky vo vinohradníctve a vinárskom výskume. Bratislava 1960, s. 63-90. — 18. Smetánková, M.: Vztah mezi minerálním složením a výnosem sušiny nadzemní hmoty prosa (*Panicum miliaceum* L.) v nádobových pokusech. = „Rostlinná výroba“ 11, 1965, č. 9. — 19. Steenbjerg, F., Jakobsen, S. T.: Plant nutrition and yield curves. = „Soil Science“ 95, 1963, č. 1, s. 69-88. — 20. Škopík, P., Bezděk, V.: Vyšetření podmínek vhodného používání granulovaného superfosfátu v soustavě hnojení zemědělských plodin. = „Rostlinná výroba“ 5, 1959, č. 9, s. 1287-1316. — 21. Škopík, P., Kopecký, M.: Výživa obilnin při použití kombinovaných hnojiv. = „Rostlinná výroba“ 9, 1963, č. 3-4, s. 313-328. — 22. Wolff, E.: Aschen-Analysen von landwirtschaftlichen Produkten. Berlin 1871. — 23. Žurbický, Z. I.: Stanovení požadavků rostlin na živiny jako podklad pro vypracování soustav hnojení. = „Rostlinná výroba“ 5, 1959, č. 9, s. 1239-1254.

Зависимость урожая зерна овса от поглощения азота и от его отношения к P_2O_5

A. Резюме

Анализы растений надземной части овса, выращиваемого в вегетационных опытах в сосудах в 1958—60 гг. на 14 разных грунтах в 4 комбинациях удобрения, были использованы для изучения зависимости урожая зерна от поглощенного количества азота и от его отношения к поглощенной P_2O_5 .

1. При соотношении поглощенного N : $P_2O_5 = 100 : < 60$ доля урожая зерна, образованного растениями на единицу поглощенного азота (так наз. производственный эффект поглощенного азота), находилась в положительной зависимости от количества поглощенной P_2O_5 .

2. При соотношении поглощенного N : $P_2O_5 = 100 : > 60$ увеличение доли P_2O_5 практически уже не влияло на дальнейший рост производственного эффекта поглощенного азота.

Следовательно, в данных условиях у овса при использовании поглощенного азота для образования урожая зерна оптимальным явилось отношение N : $P_2O_5 = 100$: примерно 60.

Б. Тексты таблиц

- I. Поглощение азота надземной частью овса в мг/сосуд
- II. Поглощение P_2O_5 надземной частью овса в мг/сосуд
- III. Производственный эффект поглощенного азота (в мг зерна/1 мг поглощенного азота) у овса

В. Тексты диаграмма

1. Зависимость производственного эффекта поглощенного азота (в мг зерен/1 мг N [y] от соотношения поглощенного N : P_2O_5 (N = 100 [x])).

Effect of Nitrogen Consumption and Its Relation to Phosphorus Pentoxide (P_2O_5) on Grain Yield

A. Summary

Analyses of oat plants cultivated in vegetational pot experiments, effected in the years 1958 to 1960 on 14 different soils with application of 4 various

fertilizer combinations, were examined for the purpose of determining the effect of nitrogen consumption and the later's relation to P_2O_5 consumption on grain yield.

The appreciation of the above-mentioned relations showed that:

1. If the relation of consumed nitrogen to consumed phosphorus pentoxide equalled 100 to < 60 , the proportional grain yield of the plants with respect to a unit of consumed nitrogen (i. e. the so-called production effect of consumed nitrogen) was positively depending on the amount of absorbed phosphorus pentoxide.

2. If the relation of consumed nitrogen to consumed phosphorus pentoxide equalled 100 to > 60 , further increasing of the amount of phosphorus pentoxide had no practical effect on raising the production effect of consumed nitrogen. — Under existing conditions, the optimum rate of consumed nitrogen for the grain yield in oats proved to be $N : P_2O_5 = 100 : \text{approximately } 60$.

B. Text of Tables

- I. Amount of nitrogen consumed by the overground part of oat plants in mg per pot
- II. Amount of phosphorus pentoxide consumed by the overground part of oat plants, in mg per pot
- III. Production effect of consumed nitrogen (in mg of grain per mg of consumed nitrogen) in oats

C. Text of the Graphic

1. Dependence of the production effect of nitrogen consumed (in mg of grain per mg of nitrogen [y] on the consumption ratio of nitrogen and phosphorus pentoxide ($N = 100$) [x]

Die Abhängigkeit des Körnerertrages von der Aufnahme des Stickstoffes und seiner Beziehung zu P_2O_5

A. Zusammenfassung

Die Analysen des oberirdischen Pflanzenteils des bei Vegetationsversuchen (Gefäßversuchen) in den Jahren 1953-60 auf 14 verschiedenen Erden und bei 4 Düngungskombinationen kultivierten Hafers wurden zum Studium der Abhängigkeit des Körnerertrages von der aufgenommenen Menge des Stickstoffes und seiner Beziehung zur aufgenommenen P_2O_5 — Menge ausgenutzt.

Die Bewertung der angeführten gegenseitigen Beziehungen zeigte folgendes:

1. Bei einem Verhältnis des aufgenommenen $N : P_2O_5 = 100 < 60$ war der Anteil des Körnerertrages, der von den Pflanzen je Einheit des aufgenommenen Stickstoffes (sog. Produktionseffekt des aufgenommenen N) gebildet wurde, vom Anteil des aufgenommenen P_2O_5 positiv abhängig.

2. Bei einem Verhältnis des aufgenommenen $N : P_2O_5 = 100 : > 60$ hatte die Erhöhung von P_2O_5 keinen praktischen Einfluß auf eine weitere Steigerung des Produktionseffektes des aufgenommenen N. Bei gegebenen Bedingungen erwies sich für die Ausnützung des aufgenommenen Stickstoffes zur Bildung des Körnerertrages das Verhältnis $N : P_2O_5 = 100 : \text{cca. } 60$ als optimal.

B. Text zu den Tafeln

1. Aufnahme von N durch den oberirdischen Pflanzenteil des Hafers in mg/Gefäß
2. Aufnahme von P_2O_5 durch den oberirdischen Pflanzenteil des Hafers in mg/Gefäß
3. Produktionseffekt des aufgenommenen N (in mg des Kornes/1 mg des aufgenommenen N) bei Hafer

C. Text zur graphischen Darstellung

1. Abhängigkeit des Produktionseffektes des aufgenommenen N (in mg des Kornes/1mg N) [y] vom Verhältnis des aufgenommenen $N : P_2O_5$ ($N = 100$) [x].

Inž. Jan Baier, CSc.

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, odd. průmyslových hnojiv,
Praha - Ruzyně 507

■ Vztahem mezi minerálním složením rostlin a výší jejich výnosu se zabývá dnes již velmi rozsáhlá literatura, kterou nověji shrnuli v kritických přehledech Boldyrev (1962), Smith (1962) a Bould (1963). Tito autoři spolu s dalšími (viz např. Wehrmann 1963, Finck 1963) přinášejí doklady o tom, že výsledky hodnocení tohoto vztahu dávají poměrně spolehlivý podklad pro odhad výnosů u víceletých rostlin, zatímco u jednoletých je závislost výnosu a minerálního složení velmi komplikována intenzivním růstem v poměrně krátkém časovém úseku. Růstové změny mají za následek rychlé změny v koncentraci všech živin v průběhu vegetace, které mohou nastat rovněž vlivem dodání živiny v minimu. Namísto často konstatovaného pozitivního vztahu mezi koncentrací živiny v rostlině a výší výnosu u víceletých rostlin můžeme pak u jednoletých rostlin nalézt závislost opačnou, totiž pokles koncentrace živin při vyšším výnosu. Prévot a Ollagnier (1956) uvádějí teoretickou křivku závislosti výnosu a koncentrace jedné živiny v rostlině, z níž vyplývá, že pozitivní závislost platí jen v poměrně malém rozmezí od oblasti tzv. hladovění do oblasti kritické koncentrace, a to pouze za předpokladu optimální koncentrace všech ostatních živin. Příklady tzv. kritických koncentrací pro různé rostliny uvádí např. Boldyrev (1962), který však zároveň dokazuje na řadě výsledků různých autorů, že kritická koncentrace není absolutně platnou hodnotou, nýbrž že závisí na obsahu ostatních prvků v rostlině a na jejich vzájemném poměru.

Vzhledem k uvedeným obtížím se pokoušeli někteří autoři namísto koncentrace živin hodnotit vztah odběru živin rostlinou k výnosu (např. Žurbickij 1955, 1958, Iljin 1954, 1956), čímž došli k jednoznačnějším závěrům. Finck a Schlichting (1957) jsou toho názoru, že odběr živin lépe odpovídá zásobě živin v substrátu než koncentrace živin v rostlině, protože jeho hodnoty jsou vlastně určitou korekcí působení různých faktorů, které mimo minerální výživu ovlivňují koncentraci živin v rostlině a které se promítají do růstu. Boguslawski a Gierke (1961) našli v polních podmínkách vztah mezi výnosem a odběrem živin u cukrovky a ovsa, zatímco u pšenice byl tento vztah nezřetelný. Steenbjerg a Jakobsen (1963) na základě výsledků pokusů s ječmenem hnojeným různými formami Cu uvádějí příklady sigmoidních křivek závislosti výnosu a odběru Cu, na jejichž základě docházejí k názoru, že tato závislost platí pro živinu v minimu. Vztah mezi výnosem a odběrem živin spolu se vztahem mezi odběrem živin a dodanými živinami, vztahem mezi koncentrací a výnosem a tzv. koeficientem vy-

užitelnosti živin a výnosem odvozují tyto autoři od základní závislosti, totiž závislosti mezi živinami (v půdě a dodanými) a výnosem, vyjádřitelné rovněž sigmoidní křivkou.

Vegetační pokusy provedené v ÚVÚRV Ruzyně měly za cíl prověřit výše diskutované závislosti v podmínkách různého zásobení pokusných rostlin prosa živinami z půdní zásoby a z dodaných hnojiv.

METODIKA

Vegetační nádobové pokusy s prosem (*Panicum miliaceum* L., var. Hanácká Mana) jsme provedli v Mitscherlichových nádobách naplněných směsí zemin a písku v r. 1961 a 1962 v ÚVÚRV Praha-Ruzyně.

Zeminy pro pokus jsme získali odběrem půdních vzorků z ornice víceletých polních pokusů a jejich prosátím na 3 mm síť. Tabulka I shrnuje podrobnější údaje o podmínkách stanovišť pokusů, z nichž byly zeminy odebrány. V roce 1961 byla do vegetačního nádobového pokusu zařazena zemina z Vigláše (VÍ) a Borovců (Bo), v roce 1962 z Jedlové (Je) a dvě zeminy z Větrova (Vě 2 a Vě 5).

Na základě výsledků chemických rozborů je možno zeminy před založením pokusů charakterizovat, jak je uvedeno v tabulce II.

Zeminy měly půdní reakci kyselou (VÍ, Je) až slabě kyselou (Bo, Vě 2 a Vě 5) a neobsahovaly uhličitany až na zeminu Bo (stopy), která spolu se zeminami z Větrova měla jen nízkou potřebu vápnění, na rozdíl od zemin VÍ a především Je s vysokou potřebou vápnění. Celkový obsah P_2O_5 , stejně jako přístupná P_2O_5 podle Egnéra a především organická P_2O_5 podle Chejfece dosahovaly nejvyšších hodnot v zeminách Vě 2 a Vě 5, podobně jako P_2O_5 podle Neubauera (která však dosáhla maxima v Bo). Zemina Vě 5, hnojená v roce před odběrem NPK na rozdíl od Vě 2, hnojené pouze NK, se odlišovala vyšším obsahem P_2O_5 pouze při stanovení podle Neubauera. V zemině Je byl celkový obsah P_2O_5 i organická P_2O_5 poněkud nižší než u zemin Vě 2 a Vě 5, převyšoval však, zvláště výrazně u organické P_2O_5 , hodnoty zjištěné u zemin VÍ a Bo. Obsah přístupné P_2O_5 podle Egnéra i podle Neubauera byl v zemině Je nejnižší a charakterizoval zeminu slabě zásobenou. Zeminy VÍ a Bo vykazovaly celkově nejnižší obsah celkové i organické P_2O_5 , přičemž zásobenost P_2O_5 podle Egnéra i Neubauera byla v Bo střední a ve VÍ slabá.

Podobně jako celková P_2O_5 byl i obsah celkového K_2O nejvyšší v obou zeminách Vě (Vě 5 vyšší než Vě 2), v zeminách Je a Bo byly zjištěné hodnoty o polovinu až dvě třetiny nižší, minimální obsah celkového K_2O byl v zemině VÍ. Podle hodnot K_2O podle Schachtschabela byla dobře zásobena přístupným K_2O především zemina Je, dále Vě 5, na hranici střední až dobré zásobenosti byla Vě 2, zemina Bo byla středně zásobena a VÍ špatně. K_2O podle Neubauera dosahoval relativně nejvyšších hodnot v zeminách Vě 2, Bo, Je a Vě 5, zatímco v zemině VÍ byla zjištěná hodnota nejnižší.

Hodnota celkového N i N podle inkubační metody byly výrazně nejvyšší v Je, po níž následovaly Vě 2 a Vě 5. Zeminy VÍ a Bo byly nápadně méně zásobeny N. Podobný obraz poskytuje srovnání hodnot % C a humusu.

Hydrolytická acidita byla nápadně nejvyšší v zemině Je, nižší ve Vě 2 a Vě 5, nejnižší ve VÍ a Bo. Vysokou hodnotu sorpční kapacity měly zeminy Je a Bo, avšak jejich výrazně rozdílný obsah výměnnýchází způsobil minimální nasycení sorpčního komplexu v Je (18,3 %) a maximální v Bo (94,2 %). Sorpční kapacita zemin Vě 2 a VÍ se navzájem výrazněji nelišila, podobně jako obsah výměnnýchází: procento nasycení sorpčního komplexu (u obou zemin nasycený) však bylo vyšší u VÍ. Zemina Vě 5 měla větší sorpční kapacitu i větší obsah výměnnýchází než Vě 2, zatímco nasycení sorpčního komplexu se u Vě 2 a Vě 5 nelišilo.

PODMÍNKY A PROVEDENÍ POKUSU

Pro pokusy jsme použili nádoby o $v = 20$ cm, $d = 20$ cm, naplněné směsí zemin (3 mm jemnozem) a sklářského písku (max. velikost částic 5 mm), neobsahujícího podle rozboru laboratoře odd. výživy rostlin živiny N, P ani K. Podrobnější údaje o pokusech uvádí tabulka III. N, P_2O_5 a K_2O byly dodány ve formě roztoků před zasetím prosa: N ve formě NH_4NO_3 , P_2O_5 ve formě výluhu superfosfátu a K_2O ve formě KCl. Koncentrace roztoků byla zkontrolována analýzou před hnojením

I. Přehled podmínek stanovišť polních pokusů, z nichž byly odebrány zeminy pro nádobové pokusy

Stano- viště	Rok odběru	Vý- robní oblast	Nad- mořská výška	Druh půdy	Půdní typ	Hloubka ornice cm	Ø srážky	Ø teplota	Kli- ma- tická oblast	Předplodina	Označení pokusu	Kombi- nace hnojení	Označení zeminy
							(50letý průměr)						
Viglaš	1960 (podzim)	B1	345	hlinitá	hnědo- zem	40	669	7,7	B	ječmen jar.	TOP	061 ¹⁾	Vi
Borovce	1960 (podzim)	K1	175	hlinitá	černo- zem	30—35	625	9,2	A ₃	ječmen jar.	TOP	061 ¹⁾	Bo
Jedlová	1961 (jaro)	H2	650	hlin.-písč. až kamen.	hnědá půda	15—20	1116	5,4	C ₁	oves s pod- sevem	IOP	před za- ložením pokusu ²⁾	Je
Větrov	1961 (podzim)	B3	600	písčito- hlinitá	hnědá půda (illimeri- zovaná)	20—25	745	6,6	B ₅	kukuřice na siláž	POP	2 ³⁾	Vě 2
											POP	5 ⁴⁾	Vě 5

P o z n á m k a :

- 1) 2 roky nehnojeno organickými ani průmyslovými hnojivy.
- 2) Směs zeminy z pokusného honu 1, 3 a 4; k ovsu s podsevem dodáno 20 kg N, 28 kg P₂O₅ a 32 kg K₂O.
- 3) Ke kukuřici sil. dodáno 350 q/ha hnoje a 80 kg N + 100 kg K₂O v průmyslových hnojivech.
- 4) 350 q/ha hnoje a 80 kg N + 150 kg P₂O₅ + 100 kg K₂O v průmyslových hnojivech.

II. Výsledky rozborů zemin pro nádobové pokusy 1961 a 1962

Zemina (zkratka)	Rok pokusu	pH výměnné	CaCO ₃ %	Potřeba vápnění q CaO/ha	P ₂ O ₅				K ₂ O			N podle inkub. metody mg/100g
					celková %	Egnér mg/100g	Neubauer mg/100g	Chejfec (organ.) mg/100g	celk. %	Schachtsch. mg/100g	Neubauer mg/100g	
Ví	1961	5,0	0	10,0	0,07	3,0	6,6	11,5	0,18	8,5	14,9	6,42
Bo	1961	6,0	st.	5,0	0,09	6,5	11,6	11,9	0,44	11,7	38,4	3,91
Je	1962	4,96	0	35,6	0,19	1,4	6,4	105,5	0,31	37,8	33,9	12,44
Vě 2	1962	6,46	0	5,0	0,37	10,0	9,4	286,1	0,84	17,0	50,8	8,95
Vě 5	1962	6,14	0	3,8	0,30	8,3	9,8	130,6	0,92	18,3	33,8	6,22

Zemina	N %	C %	Humus %	Hydrolytická acidita	T max. sorpč. kapacita	S výměnné báze	V stupeň nasycení %
Ví	0,07	0,97	1,67	2,69	12,65	9,96	78,73
Bo	0,08	1,01	1,73	1,04	17,98	16,94	94,21
Je	0,39	4,09	7,04	18,23	22,31	4,08	18,28
Vě 2	0,19	1,79	3,08	4,97	12,65	7,68	60,71
Vě 5	0,18	3,22	5,55	6,42	15,65	9,23	58,97

P o z n á m k y : Agrochemické vlastnosti zemin (druh půdy, pH, CaCO₃, potřeba vápnění, P₂O₅ podle Egnéra a K₂O podle Schachtschabela) stanoveny v laboratoři odd. pedologie ÚVÚRV v Tupadlech; P₂O₅ a K₂O podle Neubauera v ÚKZÚP Brno; obsah celk. P₂O₅ a K₂O, C, N, a humus v ÚVÚRV, odd. pedologie a hydrolytická acidita a hodnoty S, T a V v ÚVÚRV, odd. pedologie pracoviště Brno. Organická P₂O₅ a N podle inkubační metody (K o p p o v á, Baier 1963) stanoveny v laboratoři odd. výživy ÚVÚRV.

pokusu. Schéma pokusu a dávky živin, které byly v obou pokusných letech stejné, uvádí tabulka IV. Po dodání živin jsme zeminu do $\frac{1}{3}$ nádoby důkladně promísili a následující den provedli výsev prosa. Po zasetí jsme povrch zeminy pokryli vrstvou 0,5 kg písku. Během vegetace prosa jsme zeminu v nádobách udržovali každodenními zálivkami pitnou vodou na 60% vodní kapacitě. Přes den byly nádoby umístěny pod nekrytou částí vegetační sítě, v noci a při dešti pod její zasklenou částí.

III. Údaje o nádobových pokusech 1961 a 1962

Rok	1961	1962
Podíl zeminy v nádobě	5,0 kg	4,5 kg
Podíl písku v nádobě	1,5 kg	1,5 kg
Počet opakování	4	4
Počet vysetých zrn na nádobu	40	45
Konečný počet rostlin v nádobách	30	20
Výsev proveden dne	20. 5. 61	30. 5. 62
Rostliny vzešly dne	26. 5. 61	8. 6. 62
Sklizeň (v době začátku metání)	19. 7. 61	3. 8. 62

IV. Schéma hnojení pokusů 1961 a 1962

Kombinace hnojení	0	N ₁ K ₁	N ₂ K ₂	N ₃ K ₃	N ₂ P ₂ K ₂	P ₂ K ₂
N, g na nádobu	0	0,4	0,8	1,2	0,8	0
P ₂ O ₅ , g na nádobu	0	0	0	0	0,8	0,8
K ₂ O, g na nádobu	0	0,6	1,2	1,8	1,2	1,2

Během vegetace se u jednotlivých kombinací zemin i hnojení projevovaly rozdíly ve výšce i barvě rostlin, které byly nejvýraznější v době začátku metání, kdy jsme provedli sklizeň pokusu a odběr vzorků nadzemní části na chemický rozbor. V roce 1961 jsme rostliny sklídili 19. 7., tzn. po 54 vegetačních dnech, a v roce 1962 3. 8., tzn. po 56 vegetačních dnech. Váhu sušiny nadzemní části rostlin v jednotlivých nádobách jsme zjistili po usušení do konstantní váhy při 85° C. Chemický rozbor sušiny provedla laboratoř oddělení výživy rostlin. N byl stanoven metodou Kjeldahlovou, P₂O₅ kolorimetricky pomocí molybdenové modři a K₂O plamenometricky. Podrobnější postup uvádí Koppová, Pírková a Kalina (1955).

VÝSLEDKY

Výnosy sušiny nadzemní části rostlin (tabulky V, Va, Vb) byly u jednotlivých kombinací výrazně rozdílné, maximální přírůstky výnosu na plně hnojené kombinaci (N₂P₂K₂) proti kontrole dosahovaly až 500 % výnosu nehnojené kombinace (V₁). Na základě výnosových výsledků je možno usuzovat na dosti rozdílnou základní zásobu živin v zeminách zařazených v pokusech. V zeminách V₁ a B₀ měly rostliny zřejmě k dispozici jen malé množství přístupného N a P₂O₅. Zemina J_e byla ze všech zemin nejlépe zásobena přístupným N a současně nejhůře přístupnou P₂O₅. Obě zemin

z Větrova obsahovaly podle výnosových výsledků poměrně malé množství přístupného N, zatímco zásoba P_2O_5 byla relativně lepší, zvláště v zemině Vě 5. Rozdílné přírůstky výnosů tedy přibližně potvrdily závěry o rozdílné zásobnosti zemín zařazených v pokusech, k nimž jsme došli na základě chemických rozborů zemín.

V. Výnosy sušiny nadzemní části v g na nádobu

Hnojení	Zemina				
	Ví	Bo	Je	Vě 2	Vě 5
O	5,5	5,5	13,3	10,8	10,8
N_1K_1	17,5	18,2	11,4	24,8	26,8
N_2K_2	18,2	17,5	9,8	26,0	31,3
N_3K_3	17,2	15,5	10,2	26,2	33,9
$N_2P_2K_2$	33,0	23,8	27,9	27,7	34,5
P_2K_2	9,0	7,0	25,0	10,5	10,8

Va. Analýza variance výnosových výsledků

Příčina proměnlivosti	1961		1962		1961 + 1962	
	N	F	N	F	N	F
Opakování	3	3,71 —	3	2,03 —	3	0,40 —
Zeminy	1	20,14 +	2	492,59 + +	4	106,76 + +
Chyba pro zeminy	3	/	6	/	12	/
Kombinace hnojení	5	120,0 + +	5	320,49 + +	5	36,05 + +
Interakce	5	5,91 + +	10	166,15 + +	20	50,78 + +
Chyba pro komb. hnojení	31	/	46	/	75	/
Celkem	48	/	72	/	119	/

Vb. Hodnoty minimálních diferencí

P	1961		1962		1961 + 1962	
	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
Pro srovnání $\varnothing$ zemín	1,545	2,838	0,659	0,998	1,225	1,703
Pro srovnání $\varnothing$ kombinací hnojení	2,140	2,885	0,722	0,966	1,057	1,407
Pro srovnání $\varnothing$ urč. komb. hnojení při různých zemině nebo různé komb. hnojení při téže zemině	3,035	4,092	1,769	2,368	2,352	3,132

VI. Výnosy sušiny nadzemní části prosa a koncentrace N, P₂O₅ a K₂O v sušině

Zemina	Kombinace hnojení	Výnos – g na nádobu	Koncentrace, mg %		
			P ₂ O ₅	N	K ₂ O
Bo	O	5,5	595	1200	3542
Vi	O	5,5	618	1250	4096
Bo	P ₂ K ₂	7,0	938	1130	3916
Vi	P ₂ K ₂	9,0	916	2630	3753
Je	N ₂ K ₂	9,8	481	3200	5578
Je	N ₃ K ₃	10,2	504	3420	5325
Vě 2	P ₂ K ₂	10,5	1007	1310	3940
Vě 5	O	10,8	824	1120	4048
Vě 5	P ₂ K ₂	10,8	893	1290	3072
Vě 2	O	10,8	984	1480	4747
Je	N ₁ K ₁	11,4	504	3090	5494
Je	O	13,3	504	1980	5349
Bo	N ₃ K ₃	15,5	435	2670	5783
Vi	N ₃ K ₃	17,2	458	2950	5783
Bo	N ₂ K ₂	17,5	435	2660	5012
Vi	N ₁ K ₁	17,5	572	2150	4518
Bo	N ₁ K ₁	18,2	389	1640	4000
Vi	N ₂ K ₂	18,2	526	2640	5229
Bo	N ₂ P ₂ K ₂	23,8	1030	2370	4277
Vě 2	N ₁ K ₁	24,8	755	1620	5482
Je	P ₂ K ₂	25,0	481	1810	5446
Vě 2	N ₂ K ₂	26,0	755	2470	6108
Vě 2	N ₃ K ₃	26,2	664	2550	6169
Vě 5	N ₁ K ₁	26,8	641	1170	5542
Vě 2	N ₂ P ₂ K ₂	27,7	1053	2720	5928
Je	N ₂ P ₂ K ₂	27,9	504	2782	5361
Vě 5	N ₂ K ₂	31,3	687	2330	5771
Vi	N ₂ P ₂ K ₂	33,0	732	2170	3964
Vě 5	N ₃ K ₃	33,9	595	2430	5855
Vě 5	N ₂ P ₂ K ₂	34,5	824	1930	5578

Koncentrace (procentický obsah) tří sledovaných živin N, P₂O₅ a K₂O v sušině nadzemní části kolísala ve značném rozmezí, i když méně než výnosy sušiny. Byly zjištěny hodnoty 1120–3420 mg % N, 389–1053 mg % P₂O₅ a 3072–6169 mg % K₂O. V tabulce VI jsou srovnány výnosy sušiny nadzemní části rostlin s hodnotami koncentrace N, P₂O₅ a K₂O v sušině. Z porovnání je zřejmé, že v oblasti nejnižších i nejvyšších výnosů se vyskytovaly jak nízké, tak vysoké hodnoty koncentrace N, P₂O₅ a K₂O. Rostliny z jednotlivých kombinací hnojení byly charakteristické buď všeobecně vysokou kon-

VII. Výnos sušiny, odběr a koncentrace N a K₂O v sušině, byl-li P₂O₅ v minimu

Zemina	Kombinace	Koncentrace mg%		Odběr g na nádobu		Výnos g na nádobu	Konc. P ₂ O ₅ mg%
		N	K ₂ O	N	K ₂ O		
Viglaš	N ₁ K ₁	2150	4518	376,2	790,6	17,5	572
	N ₂ K ₂	2640	5229	480,5	951,7	18,2*	526
	N ₃ K ₃	2950	5783	507,4	994,7	17,2	458

Pozn.: *) Neprůkazné zvýšení výnosu

VIII. Výnos sušiny, odběr a koncentrace P₂O₅ a K₂O v sušině, byl-li v minimu

Zemina	Kombinace	Koncentrace mg%		Odběr g na nádobu		Výnos g na nádobu	Konc. N mg%
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Borovce	O	595	3542	32,7	194,8	5,5	12,0
	P ₂ K ₂	938	3916	65,7	274,1	7,0*	11,3

Pozn.: *) Neprůkazné zvýšení výnosu

centrací všech tří zjišťovaných živin, jako tomu bylo např. u kombinace N₂P₂K₂ v zemině Vě 2 a Vě 5 a Bo, nebo koncentrace jedné z živin, popřípadě dvou současně byla nápadně nízká, zatímco koncentrace ostatních živin dosahovala vysokých hodnot, bez zřetelnější souvislosti s výší výnosů. Tak např. u všech kombinací hnojení v zemině Je jsme zjistili nápadně nízkou koncentraci P₂O₅ v sušině, při současně vysoké koncentraci N i K₂O a velmi rozdílných výnosech sušiny, zatímco u většiny kombinací O a P₂K₂ v ostatních zeminách byla koncentrace N nápadně nízká. U nehnojené (0) kombinace v zemině Ví a Bo s minimálním výnosem jsme zjistili velmi nízkou koncentraci všech tří živin N, P₂O₅ i K₂O. Jen o málo vyšší koncentraci těchto živin měla však plně hnojená (N₂P₂K₂) kombinace v zemině Ví, kde byl dosažen jeden z nejvyšších výnosů. Z uvedeného je tedy zřejmé, že v pokusech se neprojevila jednoduchá závislost mezi výší výnosů sušiny nadzemní části a koncentrací N, P₂O₅ a K₂O. Výsledky však ukazují, že tzv. relativní koncentrace živiny v sušině, tzn. uvažovaná v poměru ke koncentracím ostatních živin, je pravděpodobně schopna indikovat nedostatek pro rostlinu. Je možné předpokládat, že u rostlin, jejichž koncentrace P₂O₅ dosahovala nízkých hodnot při současně vysoké koncentraci ostatních živin, byl faktorem v minimu P₂O₅, jehož nedostatek limitoval výši výnosu. Přesto, že rostliny přijímaly ostatní živiny (N a K₂O), nemohly se tyto živiny uplatnit na výši výnosu právě pro nedostatek P₂O₅, takže došlo k jejich hromadění v sušině, tzn. ke stoupnutí jejich koncentrace (tabulka VII). Obdobně u rostlin, jejichž koncentrace N se pohybovala v rozmezí nejnižších hodnot, byl zřejmě faktorem v minimu N. Ačkoli rostliny přijímaly dostatek P₂O₅ i K₂O, neprojevil se příjem těchto živin na zvýšeném výnosu, ale na

zvýšené koncentraci v sušině (tabulka VIII). Některé z rostlin byly charakteristické celkově vysokou koncentrací N, P_2O_5 i K_2O , což by ukazovalo, že faktorem v minimu mohla být některá další živina, charakteristická nízkou koncentrací v sušině. Tento závěr by podporovalo zjištění, že vysoká koncentrace živin byla na NPK kombinacích, kde se již snadno mohla dostat do minima některá další makro- nebo mikroživina, popřípadě jiný růstový faktor.

V tabulce IX je uvedeno, která živina podle její relativní koncentrace v sušině byla pro proso pravděpodobně na jednotlivých kombinacích u různých zemín v minimu. V zemině V1 byl na nehnojené kombinaci faktorem v minimu N a zřejmě i P_2O_5 , při stupňovaných dávkách N a K byl v minimu P_2O_5 a na plně hnojené kombinaci pravděpodobně některá další živina nestanovená rozbořem. (Kombinace P_2K_2 byla vyloučena z hodnocení pro zřejmě chybné stanovení N). V zemině Bo na kombinaci absolutně nehnojené byl v minimu N a P_2O_5 , při stupňovaných dávkách se dostala do minima P_2O_5 . Na kombinaci $N_2P_2K_2$ nebyla živina v minimu stanovena, zatímco na kombinaci P_2K_2 byl v minimu N. K zajímavému závěru docházíme při hodnocení zeminy Je, kde byl pravděpodobně na všech kombinacích, dokonce i na P_2K_2 , v minimu fosfor. V zemině Vě 2 byl v kombinaci 0 a P_2K_2 v minimu N, zatímco na ostatních kombinacích se živinu v minimu nepodařilo zjistit. V zemině Vě 5 byl živinou v minimu N na kombinaci 0, N_1K_1 a P_2K_2 , zatímco na kombinaci N_3K_3 byl v minimu fosfor. Ostatní živiny v minimu se nepodařilo zjistit.

Odběr živin výnosem sušiny. Z uvedených výsledků je zřejmé, že nebyl nalezen všeobecný vztah mezi koncentrací živin a výnosem sušiny. Závislost výnosu na koncentraci živiny se však neprojevila ani v tom případě, kdy bylo možno předpokládat, že živina byla v minimu, jak je patrné z grafů 1 a 2. Z výnosových hodnot a hodnot koncentrace živin v sušině jsme odvodili hodnoty tzv. odběru živin výnosem (výnos $\times$ koncentrace). Ukázalo se, že ani hodnoty odběru živin nebyly v jednoduchém vztahu k výši výnosu, nýbrž že povaha závislosti byla odlišná v různých

IX. Živiny v minimu v různých zeminách a kombinacích hnojení podle rozborů rostlin

Ze- mina	Kombi- nace hnojení	Živina v minimu			
		N	P_2O_5	K_2O	ostat- ní
V1	O	-	(-)		
	N_1K_1		-		
	N_2K_2		-		
	N_3K_3		-		
	$N_2P_2K_2$			- ?	?
Bo	P_2K_2				?
	O	-	(-)		
	N_1K_1		-		
	N_2K_2		-		
	N_3K_3		-		
Je	$N_2P_2K_2$				?
	P_2K_2	-			
	O		-		
	N_1K_1		-		
	N_2K_2		-		
Vě 2	N_3K_3		-		
	$N_2P_2K_2$				
	P_2K_2	-			
	O	-			?
	N_1K_1				?
Vě 5	N_2K_2				?
	N_3K_3				?
	$N_2P_2K_2$				?
	P_2K_2	-			
	O	-			
	N_1K_1	-			
	N_2K_2				?
	N_3K_3		-		
	$N_2P_2K_2$				?
	P_2K_2	-			

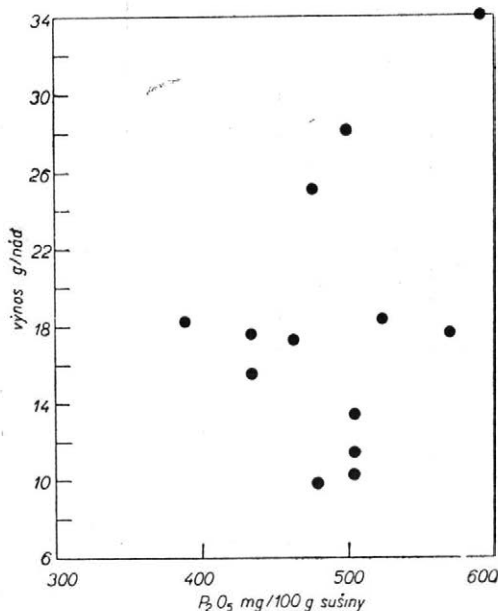
Poznámka:

- živina v minimu
 (-) další živina v minimu
 ? v minimu byla pravděpodobně některá z živin mimo N, P_2O_5 a K_2O

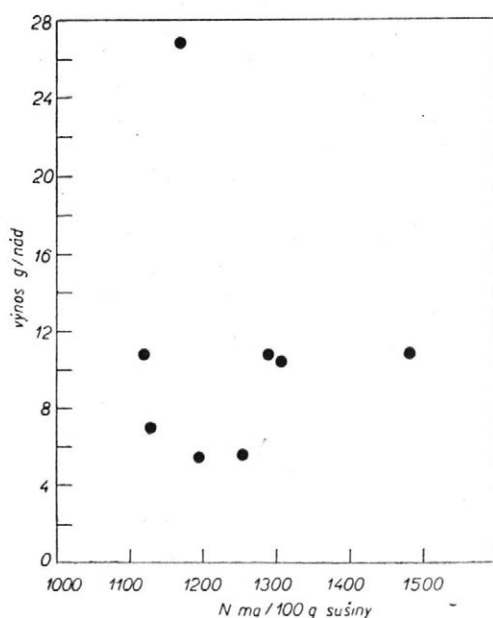
zemínách (grafy 3 a 4). Pokud jsme však tuto závislost studovali pouze u těch kombinací, u nichž jsme na základě relativní koncentrace živin s určitou pravděpodobností zjistili, která z živin je v minimu, pak se ukázalo, že existuje závislost (přibližně lineární) mezi výší výnosu a odběrem živiny v minimu (grafy 5 a 6), platná v našich pokusech jak pro N, tak i pro P_2O_5 . Z grafů tedy vyplývá, že byla-li určitá živina pro rostliny limitujícím faktorem, pak byl výnos sušiny přibližně v lineární závislosti na výši odběru této živiny. Jestliže se však živina nacházela mimo oblast minima, což se projevilo mimo jiné její vysokou koncentrací v sušině, pak se závislost výnosu na absolutním množství (odběru) této živiny neprojevila. Zjišťovali jsme proto, který z faktorů byl rozhodující v těchto případech pro tvorbu výnosu.

Výnosový efekt odebraných živin. Vliv odebraných živin na tvorbu výnosu jsme hodnotili pomocí tzv. výnosového efektu, což je množství sušiny nadzemní části, připadající na jednotku odebrané živiny. (Získané hodnoty jsou reciprokými hodnotami koncentrace). Zjištěné hodnoty výnosového efektu N kolísaly od 29,2 do 89,2 g sušiny na 1 g N. Výše hodnot byla různá u různých kombinací hnojení a zemin; maximální výnosový efekt N byl ve většině případů zjištěn v zemině Vě 5, minimální v zemině Je. Jednotlivé kombinace hnojení měly dosti charakteristický vliv na výši výnosového efektu N především v zemině Bo, Vě 2 a Vě 5. Hledali jsme, jaké jsou příčiny nalezených rozdílů. Hodnoty výnosového efektu N nesouvisely přímo s hodnotami odběru N ani P_2O_5 , projevila se však souvislost s poměrem odebraného N : P_2O_5 .

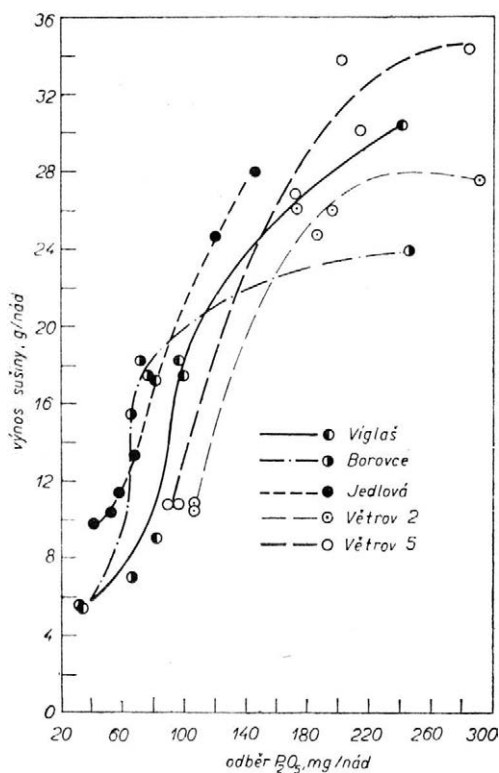
V grafu 7 je znázorněn vztah mezi výnosovým efektem N a poměrem odebraného N : P_2O_5 na kombinacích se stupňovanými dávkami NK. Z grafu je patrné, že u všech zemin byl výnosový efekt odebraného N nejvyšší při



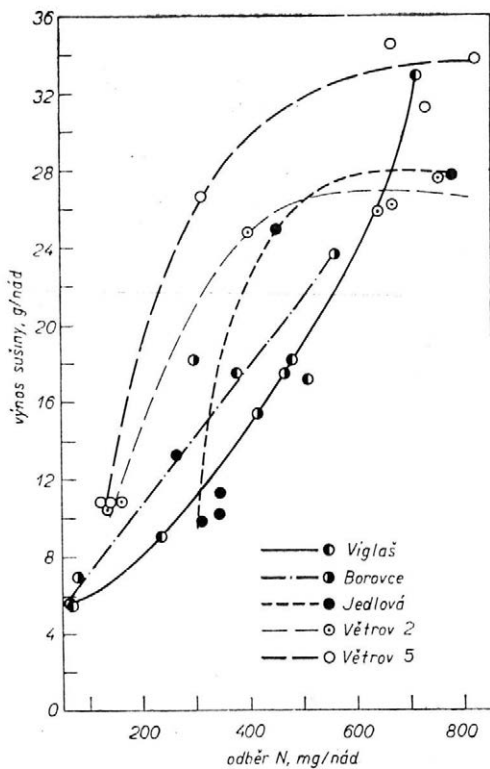
1. Vztah mezi výnosem sušiny nadzemní části a koncentrací živiny v minimu (P_2O_5)



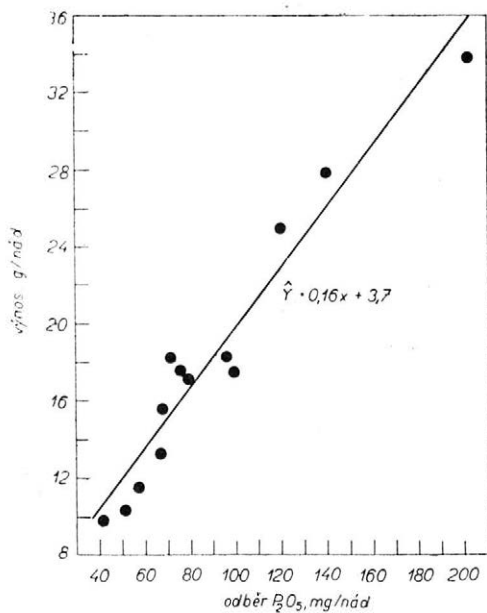
2. Vztah mezi výnosem sušiny nadzemní části a koncentrací živiny v minimu (N)



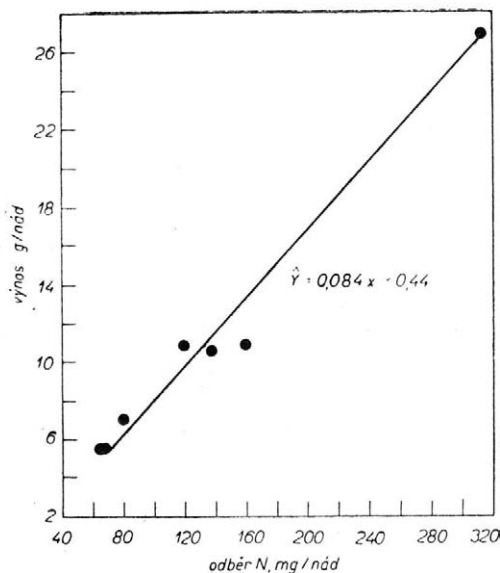
3. Vztah mezi výnosem sušiny nadzemní části a odběrem P_2O_5 v různých zemínách



4. Vztah mezi výnosem sušiny nadzemní části a odběrem N v různých zemínách

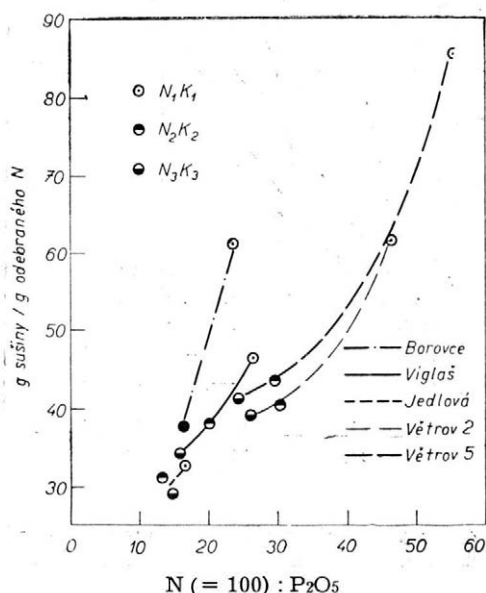


5. Vztah mezi výnosem sušiny nadzemní části a odběrem živiny v minimu (P_2O_5)

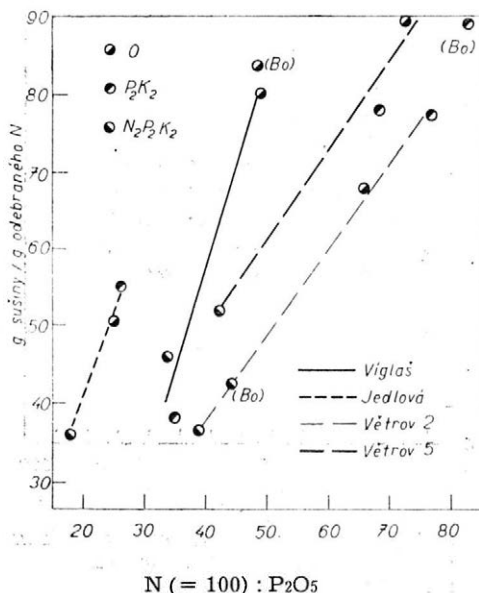


6. Vztah mezi výnosem sušiny nadzemní části a odběrem živiny v minimu (N)

dávce N_3 a že na této kombinaci byl též ve většině případů (kromě Je) zjištěn nejužší poměr odebraného $N:P_2O_5$. Výnosový efekt odebraného N stoupal s klesající dávkou $N (+K)$, tj. směrem ke kombinaci N_2K_2 a N_1K_1 , přičemž se současně rozšiřoval i poměr odebraného $N:P_2O_5$. Přesto, že zjištěný výnosový efekt N byl silně závislý na poměru $N:P_2O_5$ v sušině, působily na něj zřejmě ještě další faktory (půdní), čemuž nasvědčuje poněkud odlišný průběh křivek v jednotlivých zemínách.



7. Vztah mezi výnosovým efektem odebraného N a poměrem odebraného $N:P_2O_5$ na kombinacích N_1K_1 , N_2K_2 a N_3K_3 v různých zemínách

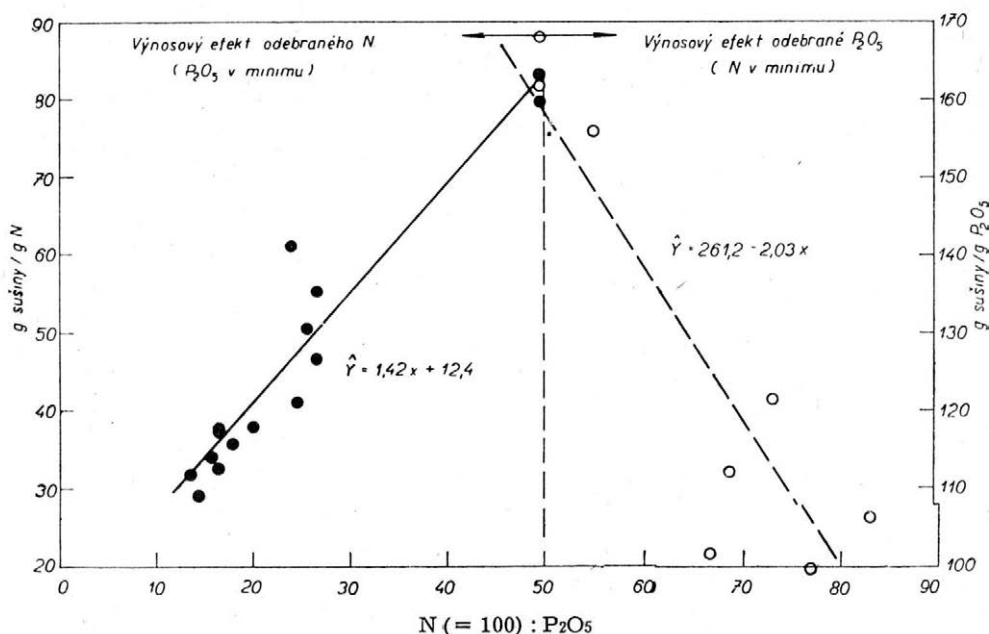


8. Vztah mezi výnosovým efektem odebraného N a poměrem odebraného $N:P_2O_5$ na kombinacích 0 , P_2K_2 a $N_2P_2K_2$ v různých zemínách

V grafu 8 je znázorněna obdobná závislost výnosového efektu odebraného N , zjištěná však na nehnojených kombinacích a dále na kombinacích, na nichž byl dodán P_2O_5 (P_2K_2 a $N_2P_2K_2$). Vztah mezi výnosovým efektem N a poměrem $N:P_2O_5$ byl výrazně patrný v zemině Ví, Je, Vě 2 a Vě 5, méně již v zemině Bo. Ve všech případech (kromě Ví — chybný rozbor) byl výnosový efekt nejnižší na kombinaci plně hnojené a odpovídal též relativně nejužšímu poměru odebraného $N:P_2O_5$. Vzestup poměru odebraného N i P_2O_5 , patrný na kombinacích 0 , popřípadě P_2K_2 , měl za následek vzestup výnosového efektu odebraného N . Z grafu 8 je dále patrné, že průběh křivek sledované závislosti se výrazně lišil v různých zemínách. V zemině Je byl např. též výnosový efekt odebraného N dosažen při daleko užším poměru odebraného $N:P_2O_5$ než tomu bylo v ostatních zemínách, což svědčí o tom, že na daných kombinacích již dominantnost vlivu poměru $N:P_2O_5$ na výši výnosového efektu ustupuje.

Výnosový efekt odebraného N stoupal se stoupajícím poměrem $N:P_2O_5$ až do určité hranice (cca $100:50$). V této oblasti byl tedy zjištěn vztah mezi výnosovým efektem živiny přítomné v rostlině v dostatečném množství (v optimu, resp. v relativním nadbytku) a jejím poměrem k živině v minimu. Uvedený

hraniční poměr značí, že N se stává faktorem v minimu a P_2O_5 se dostává do relativního nadbytku. Počínaje tímto hraničním poměrem, začíná se projevovat negativní závislost výnosového efektu odebrané P_2O_5 na poměru N : P_2O_5 (což je vlastně pozitivní závislost na poměru P_2O_5 : N), jak je patrné z grafu 9. Rozptyl hodnot může značit, že se na uvedených závislostech zřejmě podílí i poměr živiny v relativním nadbytku k dalším živinám, které mohly být rovněž přítomny v relativním nedostatku kromě N.



9. Vztah mezi výnosovým efektem odebraného N a P_2O_5 a poměrem N : P_2O_5 v sušině

Všechny body ležící v blízkosti regresní přímky znázorňující pozitivní vztah mezi výnosovým efektem odebraného N a poměrem N : P_2O_5 přísluší výnosovým hodnotám, u nichž byl v grafu 5 nalezen přímý vztah k výši odběru živiny v minimu, tj. P_2O_5 . Body, ležící v blízkosti přímky vyjadřující negativní vztah výnosového efektu odebraného P_2O_5 k poměru N : P_2O_5 , přísluší naopak k výnosovým hodnotám, které byly ve vztahu k odběru N v minimu (graf 6). Je tedy možno uzavřít, že v těch případech, kdy se živina nacházela mimo oblast relativního minima, byl pro tvorbu výnosu (pro tzv. výnosový efekt odebrané živiny) rozhodující její poměr k živině, nacházející se v limitujícím množství.

DISKUSE

V nádobových pokusech s prosem jsme několika navzájem nezávislými postupy (rozbor zemin, stanovení přírůstků výnosů sušiny vlivem různého hnojení a stanovení tzv. relativní koncentrace živiny v sušině) určili se značnou pravděpodobností, která ze tří sledovaných živin byla v podmínkách pokusů pro rostliny v relativním minimu a kterou měly k dispozici v dostatečném množství.

Nejprve jsme sledovali závislost mezi výší výnosu sušiny nadzemní hmoty prosa a hodnotami koncentrace N , P_2O_5 a K_2O v sušině. Ukázalo se, že při téže koncentraci kterékoliv z těchto tří živin dosahovaly rostliny velmi rozdílných výnosů sušiny, takže obecněji platná závislost mezi výší výnosu a koncentrací jedné z živin se neprojevila, a to ani tehdy, kdy byla živina faktorem v minimu. Tato závislost by se pravděpodobně projevila ve shodě s údaji z jiných pokusů (Steenbjerg 1951, Prévot a Ollagnier 1956 aj.) pouze tehdy, byla-li by koncentrace všech ostatních živin v rostlině táž a optimální. Toho jsme však v pokusech nedosáhli ani při sledování kombinací pouze tří živin. Výše výnosu tedy nemohla být v přímé závislosti na koncentraci jedné z živin ani v rozmezí od tzv. hladovění do kritické koncentrace, jak předpokládají výše uvedení autoři právě pro vliv ostatních živin, přítomných v rostlinách zřejmě v různé vzdálenosti od optima. To by potvrzovalo koncepci o významu tzv. kritické koncentrace a optimálního poměru živin, kterou formuloval např. Boldyrev (1962) na základě svých pokusů s jarní pšenicí.

Převedením hodnot koncentrace živin v sušině na tzv. odběr živin (výnos $\times$ koncentrace) jsme došli k závěru, že výnos sušiny byl v přibližně lineární závislosti na výši odběru živiny, ovšem jen v tom případě, byla-li přítomna v minimu. Zatímco tedy vztah mezi výnosem a koncentrací živiny se nemohl projevit, zřejmě pro vliv ostatních živin, byl vztah výnosu k odběru živiny v minimu poměrně jednoznačný, což potvrzuje názor Fincka a Schlichtinga (1957) o možnosti korekce vlivu růstových faktorů mimo sledovanou živinu převedením koncentrace na odběr živin. Pokusy nedávají dostatečně spolehlivý podklad pro určení tvaru křivky závislosti, o níž Steenbjerg a Jakobsen (1963) předpokládají, že je sigmoidní, protože případů, kdy byl výrazně v minimu pouze N nebo P_2O_5 , pro něž se nám závislost podařilo prokázat, nebyl dostatečný počet.

Řešení otázky, co je rozhodující pro tvorbu výnosu v případech, kdy živina byla mimo oblast minima, takže vztah k jejímu odběru rostlinami nebyl patrný, nás přivedlo k přepočtu výnosových hodnot na hodnoty tzv. výnosového efektu živin, což je vlastně množství rostlinné hmoty vytvořené na jednotku odebraných živin. Podobným způsobem převádějí výnosové hodnoty, např. Boguslawski a Schneider (1960), který hodnotí tzv. koeficient využití a dále Steenbjerg a Jakobsen (1963), kteří studovali tzv. koeficient využitelnosti živin (reciproká hodnota koncentrace). Podrobně se tímto způsobem hodnocení zabýval Baier (1963), jemuž převedení výnosových hodnot na hodnoty tzv. využití živin na tvorbu výnosu „v“, využití živin rostlinami „r“ a využití odebraných živin rostlinami „o“ umožnilo ze dvou hodnot, tj. výnosu a množství živiny, vypočítat jedinou a tuto pak vztahovat k dalším faktorům, především k poměru živin v půdě a v rostlinách. Závislost výnosového efektu na poměru odebraných živin, nalezená v daných pokusech s prosem u N a P_2O_5 , potvrdila obdobné zjištění Baiera (1965) při sledování závislosti tzv. výrobního efektu odebraného N na tvorbu výnosu u ovsa. Pokusy s prosem ukázaly, že tato závislost platila pouze pro poměr živiny v optimu (nebo relativním nadbytku) k živině v relativním minimu, tzn. pouze v určitém rozmezí poměru živin, v našem případě pro výnosový efekt N a poměr $N : P_2O_5$ cca 100 : 50 (2 : 1). Od tohoto hraničního poměru, kdy P_2O_5 přechází do relativního nadbytku vůči N , se již začala projevovat opačná závislost, totiž závislost výnosového efektu P_2O_5 na poměru $P_2O_5 : N$. Závěrem je třeba podotknout, že vzhledem k tomu, že výnosový efekt je reci-

prokou hodnotou koncentrace, je možno uvedenou závislost rovněž vyjádřit, ovšem v opačném smyslu, přímo mezi koncentrací živiny v sušině, přítomné v relativním nadbytku a jejím poměrem k živině v relativním minimu.

SOUHRN

V nádobových pokusech s prosem (*Panicum miliaceum* L.), provedených s pěti zeminami a šesti kombinacemi hnojení N, P a K v r. 1961 a 1962 v ÚVÚRV Ruzyně, jsme došli k těmto závěrům:

1. Výnos sušiny nadzemní části prosa nebyl v jednoduchém vztahu ke koncentraci N, P_2O_5 ani K_2O v sušině, a to ani tehdy, jestliže šlo o živinu v minimu.

2. Výše výnosu byla v přibližně lineární závislosti na odběru N nebo P_2O_5 , pokud jedna nebo druhá živina byla v relativním minimu vůči ostatním živinám.

3. Jestliže však N nebo P_2O_5 byl mimo oblast relativního minima, pak existovala závislost mezi tzv. výnosovým efektem příslušné živiny (N nebo P_2O_5), tzn. mezi podílem sušiny připadajícím na jednotku odebraného N nebo P_2O_5 , a poměrem odběru příslušné živiny k odběru živiny v relativním minimu ($N : P_2O_5$ nebo $P_2O_5 : N$).

Došlo dne 6. 5. 1965

Literatura

1. Baier, J.: Vliv zásoby živin na výnosy obilovin. Kandidátská disertační práce. Archiv ÚVÚRV, Praha-Ruzyně, 1963. — 2. Baier, J.: Závislost výnosu ovsu na odběru N a jeho poměru k P_2O_5 . = „Rostlinná výroba“ 11, 1965, č. 9, s. 899-908. — 3. Boguslawski, E., Schneider, B.: Nährstoffverhältnis und Ertragsgesetz. 7th Intern. Congress of Soil Science, Madison, Wisc., USA, Transactions Vol. III/IV. 1960, č. 24, s. 183-193. — 4. Boguslawski, E., Gierke, K.: Neue Untersuchungen über den Nährstoffentzug verschiedener Kulturpflanzen. = „Zeitschrift f. Acker- u. Pflanzenbau“ 112, 1961, č. 3, s. 226-252. — 5. Boldyrev, N. K.: Listovaja diagnostika pitanija i kačestva urožaja sel'skochozjajstvennych kultur. = „Uspechi sovremennoj biologii“ 53, 1962, č. 2, s. 242-264. — 6. Bould, C.: Mineral nutrition of plants in soil. Plant analysis. = In: Steward F. C.: Plant Physiology III. Inorganic nutrition of plants. N. York-London 1963. — 7. Finck, A.: Bedeutung und Anwendung der Blattanalyse in den Tropen. = „Landwirtschaftliche Forschung“ 16, 1963, č. 2, s. 145-152. — 8. Finck, A., Schlichting, E.: Zur Beurteilung des Nährsubstrates mit Hilfe von Pflanzenanalysen. = „Zeitschr. f. Pflanzenern., Düngung u. Bodenkunde“ 76, 1957, č. 121, s. 97-102. — 9. Iljin, W. S.: Plant analysis and fertilizer problems: 143. Paris 1954 (cit. podle Boldyrev 1962). — 10. Iljin, W. S.: Plant analysis and fertilizer problems: 281. Paris 1956 (cit. podle Boldyrev 1962). — 11. Koppová, A., Baier, J.: Ke stanovení dusíku v půdě inkubační metodou. = „Rostlinná výroba“ 5, 1959, č. 9, s. 1189-1238. — 12. Koppová, A., Pírk, J., Kalina, J.: Stanovení popelovin v rostlinném materiálu přesnými expeditivními metodami. Vědecké práce VÚRV Praha-Ruzyně, 1955, s. 119-127. — 13. Prévot, P., Ollagnier, M.: Primenění listovej diagnostiki. = „Fiziologija rastěnij“ 3, 1956, č. 6, s. 554-573. — 14. Smith, P. F.: Mineral analysis of plant tissues. = „Ann. Rev. Plant Physiol.“ 1962, č. 13, s. 81-108. — 15. Steenbjerg, F.: Yield curves and chemical plant analysis. = „Plant and Soil“, 1951, č. 3, s. 97-109. — 16. Steenbjerg, F., Jakobsen, S. T.: Plant nutrition and yield curves. = „Soil Science“ 95, 1963, č. 1, s. 69-88. — 17. Wehrmann, J.: Möglichkeiten und Grenzen der Blattanalyse in der Forstwirtschaft. = „Landwirtschaftliche Forschung“ 16, 1963, č. 2, s. 130-144. — 18. Zurbickij, Z. I.: O potrebnosti rastěnij v mineralnom pitanii. = „Fiziologija rastěnij“, 1955, č. 2, s. 167-176. — 19. Zurbickij, Z. I.: Potrebnost rastěnij v pitanii kak osnova primeněnja udobrenij. Moskva 1958.

Отношение между минеральным составом и выходом сухого вещества надземной массы проса (*Panicum miliaceum* L.) при опытах в сосудах

А. Резюме

В опытах в сосудах с просом (*Panicum miliaceum* L. сорт Ганацка Мана), проведенных на 5 почвах в 6 комбинациях удобрения N, P и K в 1961 и 1962 гг. в Центральном научноисследовательском институте растениеводства в Рузыне мы пришли к следующим заключениям:

1. Выход сухого вещества надземной части проса не находился в простом отношении к концентрации N, P_2O_5 и к K₂O в сухом веществе даже в том случае, когда питательное вещество в минимуме.

2. Размер урожая почти линейно зависел от поглощения азота или P_2O_5 , поскольку то или иное питательное вещество находилось по сравнению с остальными питательными веществами в относительном минимуме.

3. В том случае, когда азот или P_2O_5 находились вне области относительного минимума, имела место зависимость между так наз. урожайным эффектом соответствующего питательного вещества (азота или P_2O_5) т. е. между долей сухого вещества, приходящегося на единицу поглощенного азота или P_2O_5 , и отношением поглощения соответствующего питательного вещества к поглощению питательного вещества, находящегося в относительном минимуме (N : P_2O_5 или P_2O_5 : N).

Б. Тексты диаграмм

1. Отношение между выходом сухого вещества надземной части и концентрацией питательного вещества в минимуме (P_2O_5)

2. Отношение между выходом сухого вещества надземной части и концентрацией питательного вещества в минимуме (N)

3. Отношение между выходом сухого вещества надземной части и поглощением P_2O_5 на разных почвах

4. Отношение между выходом сухого вещества надземной части и поглощением N на разных почвах

5. Отношение между выходом сухого вещества надземной части и поглощением питательного вещества в минимуме (P_2O_5)

6. Отношение между выходом сухого вещества надземной части и поглощением питательного вещества в минимуме (N)

7. Отношение между урожайным эффектом поглощенного азота и поглощением поглощенного N : P_2O_5 в комбинациях N₁K₁, N₂K₂ и N₃K₃ на разных почвах

8. Отношение между урожайным эффектом поглощенного азота и поглощением поглощенного N : P_2O_5 в комбинациях O, P_2K_2 и N₂ P_2K_2 на разных почвах

9. Отношение между урожайным эффектом поглощенного азота и P_2O_5 и соотношение N : P_2O_5 в сухом веществе

Relation of the Mineral Composition and the Dry Matter Yield of the Overground Part of *Panicum miliaceum* L. in Pot Experiments

A. Summary

The author performed in the years 1961 and 1962, in the Central Research Institute of Plant Production (Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby) in Praha-Ruzyně, a series of pot experiments with *Panicum miliaceum* L., var. Hanácká Mana, using five different soils and six fertilizer combinations, phosphorus and potassium). The tests resulted in the following conclusions:

1. The dry matter yield of the overground part of the plants was by no means in a simple relation to neither the nitrogen, phosphorus pentoxide, nor potassium oxide (K₂O) concentration in the dry matter examined, even not when the nutrient was present in a limiting quantity.

2. The yield level was in approximately linear dependence on the nitrogen absorption or on the phosphorus pentoxide absorption, insofar one or the other nutrient were present in a relative minimum if compared with the other nutrients.

3. As soon as either the nitrogen or the phosphorus pentoxide contents were out of the range of relative minima, a correlation between the so-called yield

effect of the respective nutrient (nitrogen or phosphorus pentoxide), i. e. between the proportional part of dry matter per unit of absorbed nitrogen or phosphorus pentoxide on the one hand, and the absorption ratio of the respective nutrient to the other nutrient occurring in a relative minimum on the other hand (N/P_2O_5 or P_2O_5/N ratio).

B. Text of the Graphs

1. The relation between the dry matter yield of the overground part of the plant and the concentration of the nutrient (phosphorus pentoxide) present in a limiting quantity
2. The relation between the dry matter yield of the overground part of the plant and the concentration of the nutrient (nitrogen) present in a limiting quantity
3. The relation between the dry matter yield of the overground part of the plant and the phosphorus pentoxide absorption in different soils
4. The relation between the dry matter yield of the overground part of the plant and the nitrogen absorption in different soils
5. The relation between the dry matter yield of the overground part of the plant and the absorption of nutrient present in a limiting quantity (phosphorus pentoxide)
6. The relation between the dry matter yield of the overground part of the plant and the absorption of nutrient present a limiting quantity (nitrogen)
7. The relation between the yield effect of absorbed nitrogen and the N to P_2O_5 absorption ratio in N_1K_1 , N_2K_2 and N_3K_3 combinations, in various soils
8. The relation between the yield effect of absorbed nitrogen and the N to P_2O_5 absorption ratio in 0, P_2K_2 and $N_2P_2K_2$ combinations, in various soils
9. The relation between the yield effect of absorbed nitrogen and phosphorus pentoxide and the N to P_2O_5 ratio in dry matter

Die Beziehung zwischen der mineralischen Zusammensetzung und dem Ertrag der Trockensubstanz der oberirdischen Pflanzenmasse der Hirse (*Panicum miliaceum* L.) bei Gefäßversuchen

A. Zusammenfassung

Bei Gefäßversuchen mit Hirse (*Panicum miliaceum* L. - var. Hanácká mana), die mit fünf Erdarten und sechs Düngungskombinationen N, P und K im Jahre 1961 und 1962 im Zentralen Forschungsinstitut für pflanzliche Produktion in Ruzyně vorgenommen wurden, gelangten wir zu folgenden Schlüssen:

1. Der Trockensubstanzertrag des oberirdischen Pflanzenteils der Hirse stand in einfacher Beziehung weder zur Konzentration des N, P_2O_5 noch zu K_2O in der Trockensubstanz, u. zw. auch in dem Falle, wenn sich der Nährstoff im Minimum befindet.

2. Die Ertragshöhe stand in annähernd linearen Abhängigkeit von der Aufnahme von N oder P_2O_5 , sofern der erste oder zweite Nährstoff in relativem Minimum gegenüber den übrigen Nährstoffen war.

3. Falls jedoch der N oder P_2O_5 außer dem Bereich des relativen Minimums stand, bestand eine Abhängigkeit zwischen dem sog. Ertragseffekt des betreffenden Nährstoffes (N oder P_2O_5), d. h. zwischen dem Trockensubstanzanteil, der auf die Einheit des aufgenommenen N oder P_2O_5 entfällt und dem Verhältnis der Aufnahme des betreffenden Nährstoffes zur Aufnahme des Nährstoffes in relativem Minimum ($N : P_2O_5$ oder $P_2O_5 : N$).

B. Text zu den graphischen Darstellungen

1. Beziehung zwischen dem Trockensubstanzertrag des oberirdischen Teils und der Konzentration des Nährstoffes im Minimum (P_2O_5)
2. Beziehung zwischen dem Trockensubstanzertrag des oberirdischen Teils und der Konzentration des Nährstoffes im Minimum (N)
3. Beziehung zwischen dem Trockensubstanzertrag des oberirdischen Teils und der P_2O_5 - Aufnahme in verschiedenen Erdarten
4. Beziehung zwischen dem Trockensubstanzertrag des oberirdischen Teils und der N- Aufnahme in verschiedenen Erdarten

5. Beziehung zwischen dem Trockensubstanzertrag des oberirdischen Teils und der Aufnahme von Nährstoff im Minimum (P_2O_5)
6. Beziehung zwischen dem Trockensubstanzertrag des oberirdischen Teils und der Aufnahme von Nährstoff im Minimum (N)
7. Beziehung zwischen dem Ertragseffekt des aufgenommenen N und dem Verhältnis des aufgenommenen N : P_2O_5 bei den Kombinationen N_1K_1 , N_2K_2 , und N_3K_3 in verschiedenen Erdarten
8. Beziehung zwischen dem Ertragseffekt des aufgenommenen N und dem Verhältnis des aufgenommenen N : P_2O_5 bei den Kombinationen O, P_2K_2 und $N_2P_2K_2$ in verschiedenen Erdarten
9. Beziehung zwischen dem Ertragseffekt des aufgenommenen N und P_2O_5 und dem Verhältnis N : P_2O_5 in der Trockensubstanz

Milena Smetánková, prom. biol.

Ústřední výzkumný ústav rostlinné
výroby, Praha - Ruzyně 507

■ Cílem pokusů bylo vyšetření a prověření účinnosti a využitelnosti polorozloženého fosfátu jako fosforečného hnojiva ve výživě rostlin v zemědělství.

Výroba polorozloženého fosfátu (superfosfátu II., superfosfátu Refos) nám totiž v současném období pomáhá řešit nepříznivou situaci v celostátní bilanci kyseliny sírové. Výhoda výrobního principu tohoto produktu spočívá v úspoře kyseliny sírové, které je nedostatek i pro výrobu superfosfátu (superfosfátu I.).

V sortimentu fosforečných hnojiv je polorozložený fosfát zastoupen v rozmezí let 1961—1963 18,5 až 22,4 % a jeho výroba a spotřeba se pohybuje ročně kolem 36 000 t P_2O_5 dodávané v tomto hnojivu. Význam tohoto hnojiva v zemědělství vidíme v tom, že nám zčásti pomáhá krýt rychle vzrůstající spotřebu fosforečných hnojiv a přispívá k rychlejšímu vyrovnání nepříznivého stavu v zásobenosti našich půd fosforem. Ve srovnání s nevhodnou spotřebou mletého fosfátu je vyráběný polorozložený fosfát vhodnější, neboť obsahuje vodorozpuštěnou P_2O_5 a jeho používáním snižujeme nadměrnou spotřebu mletého fosfátu, která by jinak nutně vznikla, protože nemáme možnost chemicky nebo termicky zpracovávat dovezené fosfáty na potřebná hnojiva.

S postupující intenzifikací zemědělské výroby bude zemědělská praxe potřebovat stále „kvalitnější“, to znamená účinnější hnojiva, tedy i hnojiva fosforečná. Tímto předpokladem je dána skutečnost, že jakmile bude dostatek kyseliny sírové, kyseliny fosforečné, elektrické energie, potřebných kapacit na plánovanou výrobu koncentrovaných fosforečných hnojiv, nebudeme polorozložený fosfát vyrábět a tudíž ani v zemědělství spotřebovávat.

Aby mohly být učiněny závěry o nejsprávnějším používání tohoto výrobku a aby bylo možno provést nejúčelnější rajonizaci, bylo třeba objasnit a rostlinami otestovat přítomné formy P_2O_5 . Literární údaje o obdobných výrobcích se totiž rozcházejí v názoru na účinné složky v tomto hnojivu. Jako vodorozpuštěná složka byla udávána volná kyselina fosforečná a monokalciumpfosfát, v další části hnojiva převážně dikalciumpfosfát (nebo byl předpokládán vznik jen dikalciumpfosfátu) (B a u m a n 1923, F r a n k l i n a B u r g 1948, K a n h ä u s e r 1923 a S i l b e r m a n 1953). Bylo také třeba zjistit, zda bude rostlinami lépe využívána kyselina fosforečná z nedokonale rozložených částic mletého fosforitu, narušených kyselinou sírovou, když neproběhne dokonalý rozklad z nedostatku H_2SO_4 . Byly vysloveny domněnky, že otázka narušení je rozhodující pro lepší následné využití tohoto hnojiva proti superfosfátu a předpokládána tedy lepší účinnost tohoto výrobku v následujících letech. Bylo nutné ověřit

a odpovědět na otázku, kolik procent vodorozpustné P_2O_5 v produktu postačí k tomu, aby při běžně používaných dávkách nebyla snížena účinnost alespoň prvním aplikačním rokem a předejít tak omylům „reformních fosfátů“, vyráběných před válkou (Kanhäuser 1923, Reitmaier 1922 a 1923, Schneider a archivní materiál z Kaznějova 1964).

Účelem pokusů bylo dát konečně rozhodnutí, zda je polorozložený fosfát výhodnější než superfosfát a navrhnout na základě vegetačních pokusů jeho účelné využití a rajonizaci.

CHARAKTERISTIKA HNOJIVA

Polorozložený fosfát, superfosfát II., obchodní označení „superfosfát Refos“, je kyprá šedě modrá až bílá práškovitá hmota. Je to v podstatě směs primárního fosforečnanu vápenatého, síranu vápenatého, nerozloženého fosforitu s proměnlivým obsahem vody a ostatních „balastních“ látek. V obsahu tohoto fosforečného hnojiva odpovídajícího ČSN č. 65 4910 musí být:

kyselina fosforečná veškerá v % P_2O_5 nejméně	17,8
kyselina fosforečná vodorozpustná v % P_2O_5 nejméně	11,5
kyselina fosforečná volná v % P_2O_5 nejvýše	4,0
vlhkost v % nejvýše	15,0

Polorozložený fosfát není tedy totožný s normálním superfosfátem (superfosfát I.), se kterým se v praxi snadno zaměňuje.

STRUČNĚ O VÝROBĚ A VYUŽITÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ

Ve světě existuje mnoho patentů na obdobně vyráběná hnojiva (Bridger, Markey 1953, Bridger 1956, Franklin a Burg 1948, Kanhäuser 1923, Roversi 1936, Silberman 1953, Chem. Zentr. 1944, 1945, Spolek pro chem. a hutní výrobu 1926). Je známo několik směrů vedoucích k výrobě uvedeného hnojiva, z nichž pro příklad uvádíme jen tři:

a) princip neutralizace čerstvě vyrobeného (nevyzrálého) superfosfátu jemně mletým fosforitem prostým smícháním,

b) princip stejný jako předchozí, ale využívající tlaku po smíchání komponentů,

c) využití stejného postupu jako při výrobě superfosfátu, ale za použití menšího množství kyseliny, potřebné k úplnému rozkladu suroviny.

Různé alternativy a obměny výroby využívaly dále různých koncentrací a teplot kyseliny sírové, tlaků, poměrů jednotlivých komponentů, nejrozličnějších fosforečných surovin — fosforitů i apatitů (podle naleziště) a dalších tepelných i mechanických úprav (Knol, Chadraha 1962).

Naše dnešní výroba polorozloženého fosfátu — „superfosfátu Refos“ pracuje na principu použití menšího množství kyseliny sírové, potřebného k úplnému rozkladu suroviny — směsi fosforitů (Knol, Chadraha 1962).

V zahraničí se od používání obdobných výrobků povětšinou upustilo, neboť se neudržely v konkurenci s dostatkem kvalitních výrobků. Jen Finsko využívá ve specifických podmínkách silně podzolovaných půd Kotha-fosfátu (Neuberg a kol. 1962, Schneider, Knol, Chadraha 1962).

V našich podmínkách před druhou světovou válkou se obdobné výrobky vyskytly také (Duchon 1948, Schneider, archivní materiál z Kaznějova 1964), ale stihl je stejný osud jako v zahraničí.

MATERIÁL A METODIKA

Na dlouhodobém prověřování účinnosti a využití polorozloženého fosfátu se začalo pracovat ve vegetačním roce 1961. Pokusy s tímto fosforečným hnojivem byly rozvrženy do roku 1965 a zahrnovaly:

1. laboratorní šetření,
2. vegetační nádobové pokusy,
3. přesné polní víceleté pokusy.

Všechny vegetační pokusy byly prováděny podle běžných zásad obecně používaných při zakládání, ošetřování a provádění přesných polních pokusů a pokusů ve vegetačních nádobách.

Laboratorní příprava vzorků a základní rozborů byly uskutečněny v roce 1961. Potřebné kontrolní rozborů byly provedeny v roce 1963/64, ÚKZÚZ Praha a VÚAnChem v Ústí n. L. Rozborů vzorků rostlin provedla v roce 1964 chemická laboratoř sektoru výživy rostlin ÚVÚRV.

VÝSLEDKY

LABORATORNÍ ŠETŘENÍ

Rentgenografickou analýzou bylo prokázáno, že hnojivo obsahuje monokalciumfosfát a apatit. Přítomnost dikalciumfosfátu ve vyšetřovaných vzorcích zjištěna nebyla, přestože v dostupné literatuře je mnohdy předpokládán vznik této formy P_2O_5 .

Agrochemickou analýzou vzorků hnojiva a jeho vyluhovaného zbytku byla prokázána existence těžce rozpustitelné (= nerozpustné) složky P_2O_5 ve vodě.

Při přípravě ve vodě nerozpustného podílu polorozloženého fosfátu pro vegetační nádobové pokusy bylo prokázáno, že se přítomná vodorozpustná složka při 4měsíčním vyluhování destilovanou vodou dokonale vyluhuje. Mohli

Základní schéma bylo zvoleno následovně:

Číslo kombinace	Označení ÚVÚRV	Hnojeno	P_2O_5 dodáno
1	A	O	—
2	B	NK	—
3	C	NPK	mletý fosfát Gafsa
4	D	NPK	polorozložený fosfát v množství č. 3
5	E	NPK	zbytek po vyluhování v množství č. 4 (váhové množství z komb. 3 minus vyluhované množství P_2O_5)
6	F	NPK	zbytek po vyloužení, množství ekvivalentní č. 3
7	H	NPK	zbytek po vyloužení, množství ekvivalentní č. 5 + + superfosfát do hladiny (dávky) komb. č. 3
8	I	NPK	mletý fosfát Gafsa, množství ekvivalentní komb. č. 5
9	J	NPK	superfosfát v množství ekvivalentní komb. č. 3
10	K	NPK	superfosfát v množství ekvivalentní komb. č. 5
11	L	NPK	řezaný superfosfát (váhově – superfosfát a mletý fosfát 1 : 1)
12	M(Bx)	NPK	řezaný superfosfát podle vodorozpustné (na 60 % vodorozpustné)

Poznámka: Dávky P_2O_5 jsou uvedeny u jednotlivých pokusů.

I. Výnos ovsa (pokus č. 2 — 1962)

Číslo kombinace	Označení	P ₂ O ₅ g	Výnos v g			Zrno		Výnos celkem		Poměr zrna : sláma
			zrna	slámy	celkem	NK = 100 %	SP = 100 %	NK = 100 %	SPZD = 100 %	
Základní dávka P ₂ O ₅ na nádobu — 0,70g P ₂ O ₅										
1	A	—	8,4	13,62	22,02	91,0	26,7	98,9	33,1	1 : 1,62
2	B	—	7,65	14,60	22,25	100,0	24,4	100,0	33,5	1 : 1,90
3	C	0,7	20,05	23,30	43,35	238,6	63,9	194,8	65,3	1 : 1,62
4	D	0,7	32,07	33,92	65,99	381,8	102,3	296,5	99,4	1 : 1,05
5	E	0,219	14,37	21,50	31,87	171,0	45,8	161,2	54,0	1 : 1,49
6	F	0,7	21,27	24,95	46,22	253,2	67,8	207,7	69,6	1 : 1,17
7	H	0,7	32,12	33,32	65,44	382,3	102,4	294,1	98,5	1 : 1,03
8	I	0,219	14,46	19,47	33,93	172,1	46,1	152,4	51,1	1 : 1,34
9	J	0,7	31,35	35,03	66,38	373,2	100,0	298,3	100,0	1 : 1,11
10	K	0,219	19,80	29,07	48,87	235,7	63,1	219,6	73,6	1 : 1,46
11	L	0,7	27,40	32,12	59,52	326,1	87,4	267,5	89,6	1 : 1,17
12	M	0,7	28,55	30,47	59,02	339,8	91,0	265,2	88,9	1 : 1,06
Poloviční dávka P ₂ O ₅ na nádobu — 0,35 g P ₂ O ₅										SP-PD = 100 %
3	Cx	0,35	16,92	22,42	39,34	201,4	53,9	176,8	47,3	1 : 1,32
4	Dx	0,35	29,02	30,52	59,54	345,4	92,5	267,5	81,1	1 : 1,05
5	Ex	0,109	13,45	18,65	32,10	160,1	42,9	114,2	37,6	1 : 1,38
6	Fx	0,35	18,47	25,62	44,09	219,8	58,9	198,1	51,6	1 : 1,38
7	Hx	0,35	30,37	34,02	64,77	366,0	98,0	291,1	85,9	1 : 1,10
8	Ix	0,109	15,70	19,65	35,35	186,9	50,0	158,8	43,8	1 : 1,25
9	Jx	0,35	35,77	37,05	72,82	422,2	114,0	327,2	100,0	1 : 1,03
10	Kx	0,109	18,85	28,45	47,30	224,4	60,1	212,5	52,6	1 : 1,50
11	Ix	0,35	26,25	31,10	57,35	312,5	83,7	257,7	78,7	1 : 1,18
12	Bx	0,35	25,60	29,12	54,72	304,7	81,6	245,9	75,1	1 : 1,13

Dosažené výsledky jsou statisticky průkazné

jsme tedy předpokládat, že ve vylouženém zbytku zůstala složka P₂O₅ stejného charakteru jako v původní surovině. Rentgenografický rozbor i rozbor ÚKZÚZ toto potvrdil.

Rozborem byly zjištěny tyto hodnoty:

Gafsa fosfát z Tunisu, surovina, která byla použita k výrobě polorozloženého fosfátu, obsahovala:

kyselinu fosforečnou celkovou, vyjádřenou jako P ₂ O ₅ v %	31,46
kyselinu fosforečnou rozpustnou ve vodě, vyjádřenou jako P ₂ O ₅ v %	0
kyselinu fosforečnou rozpustnou ve 2 % kyselině citrónové vyjádřené jako P ₂ O ₅ v %	13,22
CaO v %	41,66
SO ₃ v %	2,76

II. Oves — odběr P_2O_5 na nádobu v závislosti na aplikované dávce P_2O_5 a použitým fosforečným hnojivem — formě P_2O_5 v roce aplikace hnojiva (pokus č. 2 — 1962)

Hnojivo	Kombinace	Dodáno P_2O_5 g na nádobu				Ukazatel	Doba hodnocení
		0,109	0,219	0,350	0,700		
SP	Kx, K, Jx, J	52,0	50,0	75,0	60,0	výnos g	květ
SP	Kx, K, Jx, J	129,12	175,63	212,68	367,21	odběr P_2O_5 mg	
SP	Kx, K, Jx, J	47,30	48,87	72,82	66,38	výnos g	sklizeň
SP	Kx, K, Jx, J	107,75	189,99	226,13	357,86	P_2O_5 mg	
PSP	-- Dx, D	—	—	55,0	65,0	výnos g	květ
PSP	-- Dx, D	—	—	168,34	290,29	P_2O_5 mg	
PSP	-- Dx, D	—	—	59,54	65,99	výnos g	sklizeň
PSP	-- Dx, D	—	—	227,96	292,17	P_2O_5 mg	
ZB—PSP	Ex, E, Fx, F	34,0	35,0	49,0	44,0	výnos g	květ
ZB—PSP	Ex, E, Fx, F	83,31	100,5	118,74	131,45	P_2O_5 mg	
ZB—PSP	Ex, E, Fx, F	32,10	35,87	44,09	46,12	výnos g	sklizeň
ZB—PSP	Ex, E, Fx, F	98,27	114,84	104,96	156,65	P_2O_5 mg	
MF	Ix, I, Cx, C	35,00	34,00	40,00	35,07	výnos g	květ
MF	Ix, I, Cx, C	86,11	96,67	106,68	113,44	P_2O_5 mg	
MF	Ix, I, Cx, C	35,35	33,93	39,34	43,35	výnos g	sklizeň
MF	Ix, I, Cx, C	90,64	126,22	122,78	156,54	P_2O_5 mg	
ZB—PSP+SP	-- Hx, H	—	—	70,0	60,0	výnos g	květ
ZB—PSP+SP	-- Hx, H	—	—	199,16	265,84	P_2O_5 mg	
ZB—PSP+SP	-- Hx, H	—	—	64,77	65,44	výnos g	sklizeň
ZB—PSP+SP	-- Hx, H	—	—	171,09	282,97	P_2O_5 mg	

Zkratky používaných hnojiv:

SP = superfosfát

PSP = polorozložený fosfát

MF = mletý fosfát (Gafsa)

ZB—PSP = vyluhovaný zbytek polorozlož. fosfátu

ZB—PSP + SP = vyluhovaný zb. poloroz. fosf. doplněný superfosfátem

Ve všech případech je kyselina fosforečná uváděna jako P_2O_5

Vyluhovaný zbytek polorozloženého fosfátu získaný po vyluhování destilovanou vodou obsahoval:

kyselinu fosforečnou celkovou, vyjádřenou jako P_2O_5 v %	11,14
kyselinu fosforečnou rozpustnou ve vodě, vyjádřenou jako P_2O_5 v %	0,60
CaO v %	36,88
SO ₃ v %	30,10
CaCO ₃ v %	0

Polorozložený fosfát — (superfosfát II) připravený z Gafsa fosfátu z Tunisu obsahoval:

kyselinu fosforečnou celkovou, vyjádřenou jako P_2O_5 v %	19,12
kyselinu fosforečnou rozpustnou ve vodě vyjádřenou jako P_2O_5 v %	11,36
kyselinou fosforečnou rozpustnou ve 2% kyselině citrónové vyjádřené jako P_2O_5 v %	14,48
CaO v %	32,10
SO ₃ v %	26,80
CaCO ₃ v %	0

Citrátově rozpustná složka P_2O_5 pro nedostatečné množství vzorku nebyla provedena, což je na újmu komplexní analýzy.

Vegetační nádobové pokusy

Sérií vegetačních nádobových pokusů, z nichž uvádíme jen pokus č. 2, bylo jednoznačně prokázáno, že polorozložený fosfát obsahuje dvě hlavní složky P_2O_5 různě rostlinami využitelné (tabulky I a II). V ostatních nádobových pokusech bylo dosaženo obdobných výsledků i průběhu odběru živin (Neuberg, Jedlička 1964).

Účinnost vodorozpustné složky je stejná jako u superfosfátu. Ve vodě nerozpustný podíl P_2O_5 , obsahující zhruba $\frac{1}{3}$ veškeré P_2O_5 , je stejně účinný jako výchozí surovina (v našem případě mletý fosfát). Účinnost a dlouhodobá využitelnost P_2O_5 z tohoto hnojiva je přímo závislá na dávce vodorozpustné P_2O_5 aplikované v dostačujícím množství pěstované plodině (tabulka I). Předpokládaná zvýšená využitelnost P_2O_5 z tohoto hnojiva během následujících 2 let se neprojevila.

Nejvyššího odběru P_2O_5 rostlinou na nádobu bylo dosaženo na nejvyšší dávce P_2O_5 aplikované v superfosfátu jak v roce aplikace, tak i v letech následujících (Neuberg, Jedlička, Pecina 1964). Nejnižší odběr fosforu rostlinou byl na kombinaci hnojené mletým fosfátem a vyluhovaným zbytkem polorozloženého superfosfátu ve srovnávaných dávkách P_2O_5 na nádobu i během následného působení P_2O_5 . Polorozložený fosfát měl za uvedených okolností odběr P_2O_5 nižší než superfosfát. Množství odebraného P_2O_5 v mg na nádobu bylo závislé na dávce P_2O_5 a použité formě. Při nízkých dávkách P_2O_5 na nádobu se rozdíl mezi použitou formou stíral, při vysokých dávkách P_2O_5 se průkazně projevoval vliv formy P_2O_5 na odběr fosforu rostlinou (tabulka II).

PŘESNÉ POLNÍ VÝŽIVÁŘSKÉ POKUSY (včetně luk)

Přesnými polními pokusy nebyla prokázána jednoznačně přednost nebo nevhodnost polorozloženého fosfátu (Neuberg, Jedlička, Pecina 1964). (Výsledky těchto pokusů budou uveřejněny později.)

SOUHRN

Laboratorně bylo prokázáno, že kyselina fosforečná, vyjádřená jako P_2O_5 , přítomná v polorozloženém fosfátě, sestává ze dvou hlavních složek: z vodorozpustného podílu, který je tvořen monokalciumfosfátem a z těžce rozpustného podílu, který je tvořen apatitem. Vodorozpustný podíl představuje zhruba $\frac{2}{3}$ z celkové P_2O_5 . Dikalciumfosfát v hnojivu zjištěn nebyl, ačkoliv jeho přítomnost byla některými autory předpokládána.

V nádobových pokusech se prokázalo, že zbytek po vyloužení polorozloženého fosfátu vodou (tedy část P_2O_5 tvořená apatitem) se ve své účinnosti rovná

původní surovině. Vodorozpuštěný podíl je stejného charakteru jako P_2O_5 v superfosfátě. Vliv narušení částic nedokonalým rozkladem není pro lepší využitelnost rostlinami rozhodující.

Potřebný podíl vodorozpuštěné P_2O_5 ve výrobku nelze jednoznačně na základě provedených pokusů stanovit, neboť je závislý na mnoha faktorech, ale volených 60 % lze přijmout za minimální a vyhovující při dnešních výrobních možnostech chemického průmyslu.

Polorozložený fosfát má pro ČSSR přechodný význam. Při dostatku kyseliny sírové se nedoporučuje výroba tohoto hnojiva. Doporučuje se vyrábět jej jedině tehdy, není-li jiná možnost výroby (nebo dovozu) jiných „kvalitních“ fosforečných hnojiv. K jeho výrobě se doporučuje využívat především Gafsa fosfát z Tunisu a výrobek patřičně barevně odlišit od superfosfátu.

V případě, že bude nutné polorozložený fosfát vyrábět, je jeho použití nejvhodnější v oblasti horské, na půdách se sklonem k rašelinění a v ostatních oblastech s kyselějšími půdami.

Vzhledem k situaci vzniklé rychlým růstem spotřeby fosforečných hnojiv je možno na přechodnou dobu raději doporučit výrobu polorozloženého fosfátu, než v zemědělství spotřebovávat mleté fosfáty připravované ze směsi různých fosfátů.

Došlo dne 6. 5. 1965

Literatura

1. Bauman: Das Neutralphosphat. = „Chem. Z.“, 1923, č. 44, s. 317. — 2. Baier, J.: Abeceda výživy rostlin. SZN Praha, 1962. — 3. Bridger, G. I., Markey, I. W.: „Ind. Eng. Chem.“, 1953, č. 45, s. 418. — 4. Bridger, G. I. aj.: „I. Agric. Food. Chem.“, 1956, č. 4, s. 331. — 5. Duchoň, F., Laník: Studie o rozpustnosti kyseliny fosforečné v některých fosforečných hnojivech. = „Sborník ČAZ“, XI, 1936, č. 4, s. 365-371. — 6. Duchoň, F.: Výživa a hnojení zemědělských rostlin. ČAZV Praha 1948. — 7. Dreyspring und Krügel: Arbeiten der Versuchstation in Hamburg. = „Superfosfate“, sv. III, březen 1930, s. 49-57; duben 1930, s. 77-78. — Franklin, R. A. a Burg, Ch. R.: = „Chem. Zentr.“ 1948 - s. 999 - Anglický patent 595714-1947. Imp. Chem. Ind. Ltd. - Fosforečná hnojiva. — 9. Hilbert: Über die Verwendbarkeit mineralischer Phosphate zur direkten Düngung, 21. 7. 1923, č. 74, s. 525-527. — 10. Hromádka, J.: Obrát ve výrobě superfosfátu. Zvláštní otisk ze „Zemědělského průmyslu“, VI., č. 3 a 5. Příloha „Čs. zemědělec“, 1925, str. 1-7. — 11. Kanhäuser, F.: Das Neutralphosphat und das Reformphosphat. 3. V. 1923, č. 53, s. 379-380. — 12. Kanhäuser, F.: Das Neutralphosphat, = „Chemiker Zeitung“, 1923, č. 17. — 13. Kanhäuser, F.: Das Neutralphosphat, ein Beitrag zu neutralischen Bestrebungen in der Phosphatdüngungsmittelindustrie. = „Chem. Z.“ 8. II. 1923, č. 17, s. 121-123. — 14. Knol, Chadraba: Závěrečná zpráva - výroba polorozloženého fosfátu (superfosfátu II.) MCHP 1962. — 15. Neuberger J.: Fosforečná hnojiva - rukopis knihy 1964. — 16. Neuberger a kolektiv: Světová výroba a spotřeba strojených hnojiv. ÚVTI č. 3, 1962, ruský orig. 1961 ÚVÚRV. — 17. Przybova E.: Rentgenostrukturalne metody identifikací mineralů i skal. Wyd. geologie Warszawa 1957. — 18. Reitmaier: „Das Reformphosphat“, 1923, č. 29, s. 205. — 19. Reitmaier: Die Wirkung des neuen Reformphosphates. „Zeitschrift für das Landw. Versuchswesen in Deutsch-Österreich, Bd. V, S. I., 1922. — 20. Roversi, T.: „Chem. Zentr.“ II, str. 163, 1936; italský patent 285930 - polorozložené fosfáty. — 21. Silberman, F.: „Chem. Zentr.“, str. 2664, 1953; NSR patent 849560-1949, 1953 (Klasse 16 Gruppe 1). Chemische Fabriken Augsburg - Příprava hnojiva na bázi superfosfátu. — 22. Schneider, J.: O nových pokusech výroby sekundárního fosforečnanu vápenatého ze surového fosfátu. Archiv-Kaznějov. — 23. Schneider, J. a kolektiv: Výroba průmyslových hnojiv. STN Praha 1959. — 24. Stoklasa, J.: O fyziologické hodnotě kyseliny fosforečné v superfosfátě a v různých fosfátech. = „Věstník ČAZ I“, 1925, s. 150-161. — 25. Stoklasa, J.: Stoleté jubileum upotřebení fosfátu a provádění srovnávacích pokusů a působení kyseliny fosforečné na tvorbu živé hmoty rostlinné v Československu. = „Věstník ČAZ VII“, 1931, s. 3-21. — 26. Stoklasa, J.: O tak zvaném agrikultur-

ním fosfátu. Nár. listy 47, č. 49 z 13. II. 1925. — 27. Stoklasa, J.: Über den Physiologischen Wert der Phosphorsäure in den Superphosphaten und verschiedenen Phosphaten, viz 22. — 28. Waggemann, W. H. a Ruhlmann, E. R.: „Ind. Eng. Chem.“ 1956, č. 48, s. 360. — 29. Zborník, Th. W.: „Chemische Abstr.“, 1945, s. 21745; Fosforečná hnojiva. — 30. „Chemiker-Zeitung“; 1924 Göthen, Verlag der Chem. Zeitung Otto v. Halen. — 31. „Chem. Zent.“ 1944 - II., s. 259, 1945. - I., s. 1167. DR patent 74-1227-1941-1943; dodatky 1944-Akt. Ges. der Chem. Produkten Fabriken Pomersdorf-Milch R. Deplangie. — 32. Spolek pro chemickou a hutní výrobu: „Chem. Zentr. II“, s. 3056, 1929; ČSR patent 28962 - Polorozložené fosfáty, způsob výroby 28961, přihlášeno 26. II. 1923, chráněno 15. I. 1926. — 33. Aus Japans chemischer Industrie im Jahre 1922. Neutrální fosfát. - „Japansko“, 1922, č. 55, s. 397. — 34. Archivní materiál z Kaznějova - MCHP Praha-Archiv; osobní údaje - dr. Flek, chemik, pracovník býv. superfosfátky v Kaznějově poskytl informace o výrobě neutrálního fosfátu a jeho zkoušení Krügerem v Hamburku, 1964. — 35. ÚKZÚZ: Zpráva za polorozložený fosfát - vegetační pokus 1960-61, ÚKZÚZ Praha. — 36. Statistické vyhodnocení rozborů půd za léta 1956-60, provedené ÚKZÚZem Praha, 1962. — 37. Neuberg, J., Jedlička, J., Pecina, L.: Polorozložený fosfát (superfosfát II. - superfosfát Refos) - jeho význam pro zemědělství, ÚVÚRV Praha-Ruzyně 1964, dílčí závěr. zpráva.

Полуразложенный фосфат (суперфосфат II, суперфосфат Рефос) — его значение для сельского хозяйства

В ходе лабораторных опытов было доказано, что фосфорная кислота, выраженная в форме P_2O_5 , содержащаяся в полуразложенном фосфате, состоит из двух основных компонентов: из водорастворимой части, образованной монокальцийфосфатом, и из труднорастворимой части, образованной апатитом. Растворимая в воде часть составляет примерно $\frac{2}{3}$ от общей P_2O_5 . Дикальцийфосфат не был установлен в удобрении, хотя его содержание в нем некоторыми авторами предполагалось.

В опытах в сосудах было доказано, что остаток выщелоченного полуразложенного фосфата (т. е. часть P_2O_5 образованная апатитом) по своей эффективности равняется первоначальному сырью. Растворимая в воде часть носит такой же характер, как и P_2O_5 в суперфосфате. Влияние нарушения частиц вследствие неполного разложения не является решающим для хорошего использования P_2O_5 растениями.

Необходимую долю растворимой в воде P_2O_5 нельзя на основе проведенных опытов однозначно в продукте определить ввиду ее зависимости от многих факторов, но взятых 60 % при современных производственных возможностях химической промышленности можно считать минимальными и подходящими.

Полуразложенный фосфат имеет для ЧССР переходное значение. При достаточном количестве серной кислоты производить это удобрение не рекомендуется. Его рекомендуется производить лишь тогда, когда нет возможности производства (или импорта) других качественных фосфорных удобрений. Для его производства следует использовать прежде всего Гафса фосфат из Туниса, который нужно надлежащим образом окрасить в целях отличия от суперфосфата.

В том случае, если придется производить полуразложенный фосфат, его следует применять в горной области, на почвах торфянистого характера, а в остальных областях — на более кислых почвах.

Ввиду положения, сложившегося из-за быстрого роста потребления фосфорных удобрений, можно временно рекомендовать производство полуразложенного фосфата вместо того, чтобы использовать в сельском хозяйстве разнообразные молотые фосфаты.

Semi-Decomposed Phosphate (Superphosphate II., Superphosphate 'Refos') and its Importance in the Agricultural Practice

By laboratory tests it was proved that phosphoric acid expressed as phosphorus pentoxide (P_2O_5) and present in semi-decomposed phosphate, consisted of two main components: a) the water-soluble part which is practically monocalcium-phosphate and b) the rather difficultly soluble fraction, formed by apatite. The water-soluble

fraction contains roughly two thirds of the total phosphorus pentoxide contents. Dicalcium phosphate was not found in the fertilizer, though some of the authors supposed its presence.

In the course of pot experiments it was proved that the fraction left after water dilution of the semi-decomposed phosphate (i. e. the relatively insoluble apatite fraction of the phosphorus, equalled by its efficiency the original raw material. The water-soluble fraction has the same character as the phosphorus contained in superphosphate. The particles affected by uncomplete decomposition are by no means decisive for the better exploitation of the nutrient by the plants.

The necessary proportion of the water-soluble phosphorus in the product cannot be definitely determined on the basis of the effected experiments, as it depends on a great number of factors, but the adopted 60 per cent, may, with regard to the actual production capacity of the chemical industry, be considered as a minimim and convenient proportional part.

The semi-decomposed phosphate in ČSSR has just a transitory importance. If sulphuric acid is available in sufficient quantities, the production of this kind of fertilizer is not recommended. Its production may be recommended only if there is not other possibility of obtaining other first-class phosphorus fertilizers, either by direct production or by import from abroad. For its production Gafsa phosphate from Tunisia should be used first of all and the resulting product should be differentiated properly from superphosphate by convenient coloration.

In case that semi-decomposed phosphate will have to be produced, it will be best utilized in mountainous regions, on soils inclining to peaty character and in other areas with rather acid soils.

In consideration of the situation created by the rapid growth of phosphorous fertilizer consumption, the production of the semi-decomposed phosphate may be recommended for a transitory period as being a more convenient solution than the application of ground phosphates made of a mixture of raw phosphates.

Die Bedeutung des halbzersetzten Phosphates (Superphosphat II., Superphosphat Refos) für die Landwirtschaft

Man brachte labormäßig einen Beweis, daß die im halbzersetzten Phosphat anwesende Phosphorsäure (ausgedrückt als P_2O_5) aus zwei Hauptkomponenten, und zwar: aus wasserlöslichem Anteil, den das Monokalziumphosphat bildet und aus schwer löslichen, aus Apatit gebildeten Anteil besteht. Der wasserlösliche Anteil beträgt annähernd $\frac{2}{3}$ des gesamten P_2O_5 . Das Dikalziumphosphat wurde im Dünger nicht festgestellt, obwohl seine Anwesenheit von einigen Autoren vorausgesetzt wurde.

Durch Gefäßversuche wurde bewiesen, daß der Rest nach dem Auslaugen des halbzersetzten Phosphates durch Wasser (demnach der durch das Apatit gebildete P_2O_5 -Anteil) in seiner Wirksamkeit dem ursprünglichen Rohstoff gleicht. Der wasserlösliche Anteil besitzt den gleichen Charakter wie das P_2O_5 in Superphosphat. Der Einfluß des Angreifens der Teilchen durch unvollkommene Zersetzung ist für eine bessere Ausnützung durch die Pflanzen nicht entscheidend.

Der notwendige Anteil an wasserlöslichem P_2O_5 in Produkt kann man auf Grund der durchgeführten Versuche nicht eindeutig bestimmen, denn derselbe hängt von zahlreichen Faktoren ab; die gewählten 60 % können jedoch für minimal und entsprechend bei derzeitigen Produktionsmöglichkeiten der chemischen Industrie akzeptiert werden.

Das halbzersetzte Phosphat in ČSSR ist von vorübergehender Bedeutung. Bei ausreichender Schwefelsäuremenge wird die Erzeugung dieses Düngemittels nicht empfohlen. Man kann die Erzeugung des genannten Phosphates nur in dem Falle empfehlen, wenn keine Erzeugungs- oder Einfuhrmöglichkeit von anderen „Qualitäts“-Phosphordüngern besteht. Zur Erzeugung desselben soll vor allem das Gafsa-Phosphat aus Tunis angewendet werden und das Produkt ist durch Verfärbung vom Superphosphat zu unterscheiden.

Im Falle der Notwendigkeit der Erzeugung von halbzersetztem Phosphat, soll dieses am zweckmäßigsten im Gebirgsgebiet, auf Böden mit Neigung zum Vertorfen, sowie in anderen Gebieten mit saureren Böden zur Anwendung gelangen.

8100 Mit Rücksicht auf die durch rasches Anwachsen des Verbrauches von Phosphordüngern entstehende Situation kann eher die Erzeugung von halbzersetztem Phosphat vorübergehend empfohlen werden, als in der Landwirtschaft gemahlene, aus einem Gemisch verschiedener Phosphate zubereitete Phosphate anzuwenden.

Inž. Jaroslav Neuberg, CSc.

Inž. Jan Jedlička

Ústřední výzkumný ústav rostlinné
výroby, Praha - Ruzyně 507

■ Cílem našich pokusů bylo prověření koloidní komplexní sloučeniny hlinitých iontů orthofosforečnou kyselinou jako zdroje fosforu pro výživu rostlin.

Při analýze půdního fosforu metodou postupného rozpuštění různých typů půdních forem podle Changa a Jacksona (1957) jsme zjistili, že velká část do půdy aplikovaného fosforu ve formě superfosfátu přechází do frakce rozpustné v NH_4F , tzn., že vytváří hlinité sloučeniny. O existenci těchto sloučenin jako reakčních produktů fosforečných hnojiv v půdě není sporu; zdrojem hlinitých iontů jsou jednak hydratované kysličníky hliníku (gibbsite), jednak jílovité minerály (Cole, Jackson 1950, Haseman, Lehr, Smith 1950, Hemwall 1957, Kittrick, Jackson 1954, 1955, 1956). Podle údajů literatury vznikají různé vysoce nerozpustné sloučeniny typu variscitu, popř. taranakity, leucofosfity. Tyto minerály byly většinou také v přírodě nalezeny (Axelrod 1952, Bannister, Hutchinson 1956, Lindberg 1957, Murray, Dietrich 1956). Hlinité ionty v nich bývají zcela nebo zčásti izomorfně zaměněny ionty železitými.

Až dosud se v agrochemických učebnicích tradovalo, že vazba fosforečných iontů hliníkem jako důsledek reakce rozpustných fosforečných hnojiv s půdou je jedním z důvodů jeho znepřístupnění pro rostliny. Z úvahy o rozpustnosti fosforečnanu hlinitého plyne, že k vážnému snížení rozpustnosti fosforu může dojít jen v kyselých a neutrálních půdách — ovšem většina našich půd spadá do této kategorie. V úvodu zmíněná nesrovnalost mezi stoupáním obsahu fosforu v půdě ve frakci vázané Al a nezhoršenou využitelností rostlinou nás vedla k názoru, že nemůže docházet okamžitě k tvorbě krystalů variscitu, ale že musí existovat nějaká jiná forma fosforečnanu hlinitého, která by lépe přispívala k výživě rostlin fosforem. V literatuře jsou uváděny jako jedny z nejdůležitějších reakčních produktů rozpustných fosforečných hnojiv s půdou K^+ a NH_4 — taranakity (Lindsay, Lehr, Stephenson 1959, Lindsay, Stephenson 1959), které při pH 4,0 a více hydrolizují za vzniku kyselého fosforečnanu amonného nebo draselného a amorfního fosforečnanu hlinitého (Taylor, Gurney 1961). Tato reakce sama by mohla vysvětlovat zpomalení přechodu fosforu do forem rostlinám nepřístupným. Amorfni fosforečnan hlinitý má veliký povrch, je snáze rozpustný a v půdě může přetrvávat až 10 měsíců, jak ukázali ve své práci Taylor, Gurney a Lehr (1963). V případě, že není v půdě dostatek K^+ nebo NH_4 iontů na tvorbu taranakitů, může dojít k tvorbě přímo amorfního fosforečnanu hlinitého, vysráženého na povrchu půdních částic. Všichni autoři, kteří dosud zkou-

mali přijatelnost fosforečnanu hlinitého v amorfni formě, ho aplikovali jako suchý, jemný bílý prášek. Mělo to tu nevýhodu, že se nepodařilo dobře imitovat reakci, která v půdě probíhá po aplikaci rozpustného fosforečného hnojiva a vede k tvorbě těchto hlinitých fosforečnanů. Z oblasti vysoké koncentrace fosforu v místech reakce hnojiva s půdou je postup fosfátových iontů do okolní půdy vzhledem k malé difúzi jen velmi pomalý a dochází tak k vytvoření oblastí nasycených fosforem, ze kterých může kořínek rostliny čerpat potřebné živiny zejména na počátku vegetace, v době své největší potřeby. Při přímé aplikaci pevného amorfniho fosforečnanu hlinitého však k takové situaci nemůže dojít, neboť fosforečnan hlinitý se rozpouští velmi pomalu a nestačí své okolí fosforem nasýtit.

Z toho důvodu jsme při založení vegetačního pokusu použili suspenzi amorfniho fosforečnanu hlinitého ve vodě, tedy pevnou fází s rovnovážným roztokem, o kterém jsme se domnívali, že podmínky v půdě po reakci s hnojivem lépe vystihne.

MATERIÁL

Jako referenční zdroj fosforu byl použit komerční superfosfát s celkovým obsahem 22,5 % P_2O_5 a pevný $AlPO_4$ s obsahem 58,4 % P_2O_5 , který podle RTG analýzy byl amorfni s příměsí krystalického. Dusík a draslík byly použity v roztoku ve formě HN_4NO_3 1. č. a KCl 1. č. Hliník byl aplikován ve formě Al_2O_3 p. a. Amorfni fosforečnan hlinitý byl připraven rozpuštěním 10,8 g kovu v 85 % H_3PO_4 . Vzniklý roztok byl zfiltrován a zředěním na 8 l byla vyloučena bílá látka, která byla promývána dekantací až do pH 3,0. Do půdy byla aplikována suspenze.

I. Agrochemický rozbor

pH akt.	5,70
pH vým.	5,20
uhličitany ($CaCO_3$)	0
P_2O_5 podle Egnéra	2,01 mg/100 g
P_2O_5 podle Olsena	2,09 mg/100 g
P_2O_5 podle Bray-Kurtze	1,25 mg/100 g
P_2O_5 podle Ginsburga	12,63 mg/100 g
K_2O výměnné	21,07 mg/100 g
Mg výměnný	16,10 mg/100 g
N podle Pázlera	40,93 mg/1000 g
humus	2,57 %
P_2O_5 vešk.	160,3 mg/100 g
P_2O_5 org.	30,8 mg/100 g

Jako plodina byla použita jarní pšenice (*Triticum persicum*). Použitá půda byla kyselá podzolovaná ornice z katastru Státního statku farmy Stříbro z pozemku Nad skálou. Z této na vzduchu uschlé hlíny byla připravena jemnozём (propad 2mm sítem). Agrochemický rozbor půdy je uveden v tabulce I.

Pro vegetační pokus byly použity Mitscherlichovy nádoby obvyklého typu. Každá nádoba byla naplněna 6 kg jemnozём, která byla předem promíchána s příslušnými dávkami hnojiv. Při promíchávání půdy se suspenzí fosforečnanu hlinitého se vytvářely slepence 1–2 mm v průměru, které se nepodařilo zcela odstranit. Utužená půda byla převrstvena $\frac{1}{4}$ kg písku.

METODIKA

V pokuse bylo sedm kombinací, každá s pěti opakováními. Schéma pokusu je uvedeno v tabulce II. V tabulce je uveden poměr živin. Zalévalo se destilovanou

ce III jsou uvedeny použité dávky hnojiv vodou na 60 % vodní kapacity.

Nádoby byly osety 24. 5. 1963 po 33 zrnech perské pšenice. Po vzejití byly rostliny vyjednoceny na 23 rostlin na nádobu. Během pokusu bylo prováděno běžné ošetřování a vegetační pozorování a měření. Po sklizni byl v rostlinách stanoven obsah H, P, K, Ca a Na modifikovanou metodou Koppové, Pirkla a Kaliny (1955).

II. Schéma pokusu

Číslo kombinace	Číslo nádob	Základní živiny	P_2O_5 dodáno; jiné hnojení
1	170–174	O	bez hnojení
2	175–179	NK	bez fosforu
3	180–184	NPK	P v superfosfátu
4	185–189	NK + Al	bez fosforu; kysličník hlinitý
5	190–194	NPK + Al	P v superfosfátu; kysličník hlinitý
6	195–199	NPK	P v pevném, práškovitém $AlPO_4$
7	200–204	NPK	P v koloidním $AlPO_4$ v suspenzi

III. Dávky živin použité v pokuse

Plodina		N	P_2O_5	K_2O	NPK
Pšenice	poměr živin	1	0,79	1,25	—
	dávka čistých živin na 1 nádobu (6 kg ornice) v g	0,8	0,63	1,0	2,43
	dávka čistých živin na 1 kg ornice v g	0,13	0,11	0,17	0,41

VÝSLEDKY

Jak plyne z výnosových výsledků, uvedených v tabulce IV, byl v prvním roce dosažen u pšenice největší celkový výnos v kombinaci hnojené koloidním fosforečnanem hlinitým. Prakticky na stejné úrovni, jen nepatrně nižší jsou i výnosy na kombinacích hnojených superfosfátem (kombinace 3 a 5). Rozdíl mezi výnosem v nádobách hnojených koloidním fosforečnanem hlinitým a v nádobách hnojených superfosfátem činí asi 7 %. Pevná práškovitá forma $AlPO_4$ byla v provedeném vegetačním nádobovém pokuse nižší oproti kombinacím hnojených superfosfátem zhruba o 20 %. Kombinace (č. 2) hnojená jen dusíkem a draslem byla ve srovnání s kombinacemi hnojenými superfosfátem nižší asi o 40 %. Kombinace NK + Al (č. 4) byla v celkovém výnose stejná jako kombinace NK (kombinace č. 2).

Sledujeme-li odděleně výnos zrna, který je pro hodnocení fosforečného hnojiva u obilnin rozhodující, můžeme říci, že průběh výnosu je obdobný jako při hodnocení celkového výnosu. I zde byla kombinace hnojená koloidním $AlPO_4$ o málo lepší než kombinace hnojené superfosfátem, ať už samotným, nebo s přídatkem kysličníku hlinitého.

Statistické zhodnocení výnosů zrna a slámy je uvedeno v tabulkách V a VI.

Vegetační pozorování a měření rostlin pšenice během růstu lze shrnout následovně:

Kombinace, které nebyly hnojeny fosforem, měly partiální přírůstky během vegetace menší, než kombinace hnojené fosforečnými hnojivy.

IV. Sklizňové výsledky pšenice — výnos na vegetační nádobu — 1963

Číslo kombinace	Označení ÚVÚRV	Výnos v g			Poměr zrna k slámě
		zrno	sláma	celkem	
1	170	6,89	17,51	24,40	1 : 2,54
2	175	8,50	21,64	30,14	1 : 2,54
3	180	15,43	33,86	49,29	1 : 2,19
4	185	10,76	20,65	31,41	1 : 1,91
5	190	16,35	33,84	50,19	1 : 2,06
6	195	13,37	27,02	40,39	1 : 2,02
7	200	16,47	36,52	52,99	1 : 2,21

V. Tabulka analýzy variance pro výnos zrna

Zdroj proměnlivosti	Stupně volnosti	Součty čtverců	Ø čtve-rec V	Výsledky F	Směrodatná odchylka	F – hodnota tabulková	
						P = 0,05	P = 0,01
Hnojení	6	355,87	59,31	34,08	—	2,7	4,0
Opakování	3	2,38	0,79	0,45	—	3,2	5,1
Nekontrolovatelné faktory	18	31,37	1,74	—	1,31	—	—
Celkem	22	389,62					

VI. Tabulka analýzy variance pro výnos slámy

Zdroj proměnlivosti	Stupně volnosti	Součty čtverců	Ø čtve-rec V	Výsledky F	Směrodatná odchylka	F – hodnota tabulková	
						P = 0,05	P = 0,01
Hnojení	6	1526,60	254,43	88,34	—	2,7	4,0
Opakování	3	2,91	0,97	0,34	—	3,2	5,1
Nekontrolovatelné faktory	18	51,85	2,88	—	1,697	—	—
Celkem	27	1581,36					

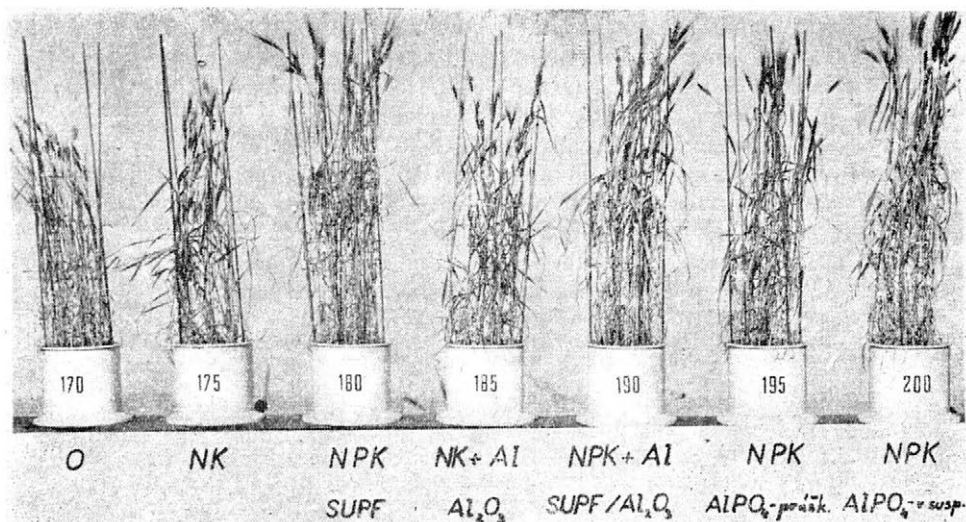
Kombinace hnojené fosforečnými hnojivy měly parciální přírůstky během vegetace, hlavně v době do období květu, větší, ale s pozorovatelnými rozdíly mezi krystalickou formou $AlPO_4$, která byla na úrovni kombinací nehnojených fosforem. Kombinace hnojené superfosfátem a kombinace hnojená koloidním $AlPO_4$ byla v přírůstcích během vegetace nejlepší.

Kombinace č. 2 – NK = 100 %			Kombinace č. 3 – SP = 100 %		
zrno	sláma	celkem	zrno	sláma	celkem
81,0	80,9	80,9	44,6	51,7	49,5
100,0	100,0	100,0	55,0	63,9	61,1
181,5	156,4	163,5	100,0	100,0	100,0
126,5	95,4	104,2	69,7	60,9	63,7
192,3	156,3	166,5	105,9	99,9	101,8
157,2	124,8	134,0	86,6	79,7	81,9
193,7	168,7	175,8	106,7	107,8	107,5

Vegetační pozorování se shodují s konečnými výsledky ve výnose a lze je také dokumentovat přiloženou fotografií (obr. 1).

Rozborem sklizených rostlin stanovené koncentrace živin ve sklizni jsou uvedeny v tabulce VII.

Jak je z tabulky patrné, nejvyšší koncentrace fosforu v rostlinách byla v pokuse zjištěna na kombinacích nehnojených fosforem a na kombinacích hnojených koloidním i krystalickou formou AlPO_4 . Nejnížší koncentraci měly kombinace hnojené superfosfátem (č. 3 NK + SP a č. 5 NK + SP + Al). Vyšší koncentrace fosforu v rostlinách na kombinacích hnojených fosforečnanem hlinitým lze vysvětlit větší aktivitou Al u substrátu, která se podle údajů literatury (Ragland, Coleman 1962) může projevit až několikanásobným zvýšením koncentrace P v rostlinách. Když hodnotíme odběr fosforu rostlinami (tabulka VIII) na jednotlivých kombinacích, můžeme konstatovat, že odběr fosforu na 1 nádobu byl největší u kombinace hnojené koloidním AlPO_4 .



1. Stav pokusu před sklizní. Obrázek názorně zachycuje rozdíly dosažené hnojením

VII. Koncentrace živin v rostlinách

Číslo honu	Označení ÚVÚRV	Sušina při 105° C	Obsah prvků v % (v sušině)			
			N	P	K	Ca
1	170–174	90,40	0,885	0,200	1,59	0,044
2	175–179	92,50	1,08	0,211	1,61	0,054
3	180–184	89,83	1,21	0,155	2,01	0,067
4	185–189	89,89	1,01	0,222	1,92	0,078
5	190–194	89,45	1,50	0,162	2,0	0,045
6	195–199	89,65	1,215	0,209	1,65	0,039
7	200–204	89,49	1,10	0,212	1,85	0,089

VIII. Odběr živin na nádobu v mg

Číslo honu	Označení ÚVÚRV	Sušina při 105° C	Sklizeň zrno slama g	Odběr P ₂ O ₅ v mg					
				P	P ₂ O ₅	N	K	K ₂ O	Ca
1	170–174	22,05	24,40	44,1	101,05	195,1	350,5	422,1	9,7
2	175–179	27,87	30,14	58,8	134,73	300,9	448,7	540,4	15,04
3	180–184	44,27	49,29	68,79	158,18	535,6	889,8	1071,6	43,0
4	185–189	28,23	31,41	62,67	143,60	285,1	542,0	652,7	48,88
5	190–194	44,89	50,19	72,72	166,63	673,3	897,8	1081,3	32,72
6	195–199	36,20	40,39	75,65	173,34	439,8	597,3	719,3	29,5
7	200–204	47,42	52,99	100,53	230,35	521,6	877,2	1056,5	89,5

Následují potom se značnějším odstupem další tři kombinace, které mezi sebou nevykazují výrazné rozdíly, a to v pořadí podle klesajícího odběru P₂O₅ kombinace 6, 5 a 3. Ještě podstatněji nižší jsou kombinace hnojené pouze NK a nejnižší pochopitelně kombinace vůbec nehnojené.

Odběr ostatních dvou hlavních živin N a K₂O byl nejvyšší a bez výrazných rozdílů na kombinacích hnojených NPK, kde fosfor byl v přístupnější formě (tj. na kombinacích č. 3, 5 a 7). Na kombinaci 6, hnojené rovněž NPK, ovšem fosforem ve formě pevného AlPO₄, přijímaly rostliny dusíku a drasla podstatně méně a jen o málo víc než na kombinacích hnojených NK. Nejnižší příjem N a K₂O byl pochopitelně na kombinaci vůbec nehnojené.

ZÁVĚR

V předložené práci je dokazována labilnost teorie o „zvrhávání“ fosforu z rozpustných fosforečných hnojiv, zejména superfosfátu, do rostlinám nepřístupných vazeb s ionty hlinitými.

Přístupnost fosforečnanů hlinitých pro rostlinu do značné míry závisí na jejich fyzikálně chemickém stavu. I po jejich vytvoření v půdě jako důsledku reakce rozpustných fosfátů s půdou zůstávají dlouho ve stavu amorfním, pravděpodobně na povrchu půdních částic, a jejich převedení do dobře krystalované,

těžko rozpustné formy je brzděno jednak přítomností organických humusových látek v půdě (jejich schopností vytvářet poměrně pevné organominerální komplexy, jejich ochranným působením, neboť pokrývá půdní částice), jednak ustavičnou dynamikou půdních reakcí, podmíněných biologickým životem půdy.

V pokuse použité suspenze koloidního AlPO_4 se ukázala stejně hodnotným zdrojem fosforu pro rostliny jako superfosfát, zatímco účinnost pevné formy AlPO_4 byla přibližně stejná jako v pokusech jiných autorů, kteří sledovali účinnost koloidních a krystalických forem AlPO_4 pro rostliny (Taylor, Gurney, Lindsay 1960, Taylor, Lindsay, Huffman, Gurney 1963), tj. stále velmi dobrá.

Je tedy zřejmé, že i na půdách s nižším pH mohou být dobře rozpustné fosfáty, zejména superfosfát, velmi účinným zdrojem P pro rostlinu a není třeba mít obavu z jejich degradace vlivem pevné vazby na sesquioxidy, neboť alespoň během jednoho vegetačního období zůstávají reakční produkty těchto hnojiv ve formě rostlinám zcela dobře přístupné. Současně je velmi pravděpodobné, že na plochách dobře hnojených organickými hnojivy by bylo lze dosáhnout delšího a vyššího následného působení.

SOUHRN

V nádobovém vegetačním pokusu byla prověřována účinnost různých forem AlPO_4 jako zdroje fosforu pro rostliny na jílovitohlinité ilimerizované půdě s pH akt. 5,7. Koloidní forma AlPO_4 v suspenzi se ukázala stejně účinnou jako superfosfát. Pevný AlPO_4 , který byl směsí amorfni formy s příměsí krystalické, byl výnosově o 20 % horší.

Došlo dne 6. 5. 1965

Literatura

1. Axelrod, J. M. et al.: Phosphate mineralization at Bomi Hill and Bambuta, Liberia, West Africa. = „Am. Mineralogist“ 37, 1952:883-909. — 2. Bannister, F. A., Hutchinson, G. E.: Identity of minervite and palmerite with taranakite. = „Mineralog. Mag.“ 28, 1948:31-35. — 3. Cole, C. V., Jackson, M. L.: Solubility equilibrium constant of dihydroxy aluminium phosphate relating to a mechanism of phosphate fixation in soils. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 15, 1950:84-89. — 4. Haseman, J. F., Lehr, J. R., Smith, J. P.: Mineralogical character of some iron and aluminum phosphates containing potassium and ammonium. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 15, 1951:76-84. — 5. Hemwall, J. B.: The role of clay minerals in phosphorus fixation. = „Soil Sci.“ 83, 1957:101-105. — 6. Chang, S. C., Jackson, M. L.: Fractionation of soil phosphorus. = „Soil Sci.“ 84, 1957:133-144. — 7. Kittrick, J. A., Jackson, M. L.: Electron microscope observations of the formation of aluminum phosphate crystals with kaolinite as the source of aluminum. = „Science“ 120, 1954:508-509. — 8. Kittrick, J. A., Jackson, M. L.: Rate of phosphate reaction with soil minerals and electron microscope observations on the reaction mechanism. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 19, 1955:292-295. — 9. Kittrick, J. A., Jackson, M. L.: Application of solubility product principles to the variscite-kaolinite system. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 19, 1955:455-457. — 10. Kittrick, J. A., Jackson, M. L.: Electron microscope observations of the reactions of phosphate with minerals, leading to a unified theory of phosphate fixation in soils. = „J. Soil Sci.“ 7, 1956:81-89. — 11. Koppová, A., Pírk, J., Kalina, J.: Stanovení popelovin v rostlinném materiálu přesnými expeditivními metodami. = Vědecké práce VÚRV-ČSAZV, Praha 1955, s. 119-127. — 12. Lindberg, M. L.: Leucophosphate from the Sapucaia pegmatite mine, Minas Gerais, Brasil. = „Am. Mineralogist“ 42, 1957:214-221. — 13. Lindsay, W. L., Lehr, J. R., Stephenson, H. F.: Nature of the reactions of monocalcium phosphate monohydrate in soils: III. Studies with metastable triple-point solution. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 23, 1959:342-345. — 14. Lindsay, W. L., Stephenson, H. F.: Nature of the reactions of monocalcium phosphate monohydrate in soils: II. The dissolution and precipitation reactions involving iron, aluminum, manganese and cal-

cium. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 23, 1959:18-22. — 15. Lindsay, W. L., Stephenson, H. F.: Nature of the reactions of monocalcium phosphate monohydrate in soils: IV. Repeated reactions with metastable triple-point solution. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 23, 1959:440-445. — 16. Murray, J. W., Dietrich, R. V.: Brushite and taranakite from Pig Hole Cave, Giles County, Virginia. = „Am. Mineralogist“ 41, 1956:616-628. — 17. Ragland, J. L., Coleman, N. T.: Influence of aluminum on phosphorus uptake by snap bean roots. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 26, 1962:88-90. — 18. Taylor, A. W., Gurney, E. L.: Solubilities of potassium and ammonium taranakites. = „J. Phys. Chem.“ 65, 1961:1613-1616. — 19. Taylor, A. W., Gurney, E. L., Lehr, J. R.: Decay of phosphate fertilizer reaction products in an acid soil. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 27, 1963:145-148. — 20. Taylor, A. W., Gurney, E. L., Lindsay, W. L.: An evaluation of some iron and aluminum phosphates as sources of phosphate for plant. = „Soil Sci.“ 90, 1960:25-31. — 21. Taylor, A. W., Lindsay, W. L., Huffman, E. O. et al.: Potassium and ammonium taranakites, amorphous aluminum phosphate and variscite as sources of phosphate for plants. = „Soil Sci. Soc. Am. Proc.“ 27, 1963:148-151.

Алюминийфосфат как источник фосфора для растений

А. Резюме

В вегетационном опыте в сосудах проверялась эффективность разных форм AlPO_4 как источника фосфора для растений на тяжелом суглинке илимеризованной почвы с акт. pH 5,7. Коллоидная форма AlPO_4 в суспензии оказалась такой же эффективной, как суперфосфат. Твердый AlPO_4 , который представляет собой смесь аморфной формы с кристаллической примесью, в отношении урожая на 20 % хуже.

Б. Тексты таблиц

- I. Агрохимический анализ почвы
- II. Схема опыта
- III. Дозы примененных в опыте питательных веществ
- IV. Результаты урожая
- V. Анализ варианта урожая зерна
- VI. Анализ варианта урожая соломы
- VII. Концентрация питательных веществ в растениях
- VIII. Количество питательных веществ, приходящихся на сосуд в мг

Aluminum Phosphate as a Phosphorus Source for Plants

A. Summary

In a pot experiment, the authors verified the efficiency of different forms of AlPO_4 as a source of phosphorus for plants grown on clay loam, illimerized soils with a pH act. 5.7. The colloidal form of AlPO_4 in suspension proved to be as efficient as superphosphate. Solid AlPO_4 which consisted of a mixture of amorphous form with an admixture of crystalline one, proved to be worse, giving 20 percent lower yields than the former.

B. Text of Tables

- I. Agrochemical analysis of soils
- II. Test scheme
- III. Rates of nutrients used in the test
- IV. Results obtained in harvest
- V. Analysis of variance with regard to grain yield
- VI. Analysis of variance with regard to straw yield
- VII. Concentration of nutrients in the plants
- VIII. Nutrient consumption per pot in mg quantities

RNDr. Jiří Pírk

Ivo Novozámský, prom. chemik

Inž. Jan Jedlička

Ústřední výzkumný ústav rostlinné
výroby, Praha - Ruzyně 507

■ V I. a II. sdělení byl hodnocen vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v řepařské výrobní oblasti na výrobnost osevního postupu a výnosy jednotlivých plodin (Strnad 1963, 1963a).

V tomto dalším sdělení je věnována pozornost vlivu techniky hnojení dusíkatými průmyslovými hnojivy na výnos a jakost zrna a výnos slámy ozimé pšenice a jarního ječmene.

O dohnojování obilnin dusíkem existuje již značné množství literárních údajů. Autoři vycházejí většinou z prací Francouze Coica (1954, 1956), který označuje za polopozdní hnojení aplikaci dusíku v době odnožování do metání, a tato aplikace má být doplňkem nutné dusíkaté výživy. Mnoho autorů došlo k závěru, že pozdní dusíkaté hnojení ozimé pšenice průmyslovými hnojivy může příznivě působit na výnos a jakost (Collier, Gachon 1955, Koreňkov 1961, Sturm 1962 aj.). Koreňkov (1962) dále uvádí, že účinnost tohoto způsobu hnojení závisí nejen na druhu obilniny, ale v největší míře na úrodnosti půdy — na zásobě dostupného dusíku. Obdobného názoru je i Gross (1955).

U nás jsou známy zejména práce Selkeho (1955), který počítá pro pozdní dohnojování s dávkou 20–40 kg N/ha, přičemž dobu aplikace dusíku ve formě ledku doporučuje od počátku metání do ukončení květu.

U jarního ječmene Duchoň (1948) poukazuje na důležitost včasného hnojení dusíkem před setím oproti pozdnímu hnojení na list, které zvyšuje obsah bílkovin a poléhavost. Podle Footeho a Batcheldera (1953) nejvhodnější doba dusíkatého hnojení je doba setí nebo přihnojování mladé rostliny, což je podle nich účinnější, pokud jde o zvýšení sklizně, než použití dusíku před orbou nebo blíže k době zralosti. Dr. G. D. H. Bell (1958), ředitel Šlechtitelského ústavu v Cambridge, na shromáždění farmářů v Ipswich zdůraznil, že aplikaci dusíku do půdy pokládá pro jarní sladařský ječmen za nejvhodnější, časté jarní hnojení ječmene na list může zlepšit výnos zrna bez zvýšení obsahu N jen působí-li hnojivo ihned, což předpokládá dostatek vláhy.

METODIKA

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

Pokusy s různou technikou hnojení u ozimé pšenice a jarního ječmene byly prováděny při maximální intenzitě dusíkatého hnojení, použité v pokuse u těchto plodin u kombinací N_3PK a N_3aPK . Při stejné vysokých dávkách dusíku bylo použito různých forem hnojiv v různé době, jak je v přehledu uvedeno v tabulkách I a II. Přehled předplodin a použité odrůdy jsou v tabulce III.

I. Hnojení ozimé pšenice

Kombinace hnojení	Druh živin	Průměrné dávky č. ž. v kg/ha	Druh hnojiv	Doba použití
N ₃ PK	N	80	ledek ostravský	brzy z jara
	P ₂ O ₅	81	superfosfát	½ při orbě, ½ při předsetové přípravě
	K ₂ O	120	draselná sůl	⅔ při orbě, ⅓ při předsetové přípravě
N _{3a} PK	N	60 20	ledek ostravský ledek vápenatý	brzy z jara na počátku sloupkování
	P ₂ O ₅	81	superfosfát	½ při orbě, ½ při předsetové přípravě
	K ₂ O	120	draselná sůl	⅔ při orbě, ⅓ při předsetové přípravě

II. Hnojení jarního ječmene

Kombinace hnojení	Druh živin	Průměrné dávky č. ž. v kg/ha	Druh hnojiv	Doba použití
N ₃ PK	N	20 40	síran amonný ledek ostravský	v předsetové přípravě na list po vytvoření 3. listku
	P ₂ O ₅	67	superfosfát	½ při orbě, ½ při předsetové přípravě
	K ₂ O	113	draselná sůl	⅔ při orbě, ⅓ při předsetové přípravě
N _{3a} PK	N	40 20	síran amonný ledek ostravský	v předsetové přípravě na list po vytvoření 3. listku
	P ₂ O ₅	67	superfosfát	½ při orbě, ½ při předsetové přípravě
	K ₂ O	113	draselná sůl	⅔ při orbě, ⅓ při předsetové přípravě

III. Sled plodin a odrůdová skladba

Rok	Hon	Předplodina	Plodina	Odrůda
1957	3	ozimá pšenice	ozimá pšenice	Pyšelka
	5	ozimá pšenice	jarní ječmen	Stupický – Hanácký
1958	4	cukrovka	jarní ječmen	Stupický – Hanácký
1959	3	cukrovka	jarní ječmen	Valtický
	5	brambory	ozimá pšenice	Kaštická osinatka
1960	4	brambory	ozimá pšenice	Kaštická osinatka

VÝSLEDKY

Polopozdní dohnojování ozimé pšenice dusíkem v době sloupkování dávkou 20 kg N v č. ž./ha v ledku vápenatém při celkové dávce 80 kg N v č. ž./ha, z toho 60 kg N v č. ž./ha v ledku ostravském, aplikované brzy na jaře, mělo oproti jednorázovému hnojení v celkové dávce 80 kg v č. ž./ha použité brzy na jaře příznivý vliv na zvýšení výnosu zrna (tabulka IV). Přírůstek výnosu se u varianty $N_{3a}PK$ oproti variantě N_3PK v jednotlivých letech pohyboval mezi 1–2,5 q zrna na 1 ha, v průměru tří let přírůstek dosáhl 1,65 q/ha. Výnos slámy se naproti tomu snížil v průměru o 1,13 q/ha.

V absolutní a hektolitrové váze zrna nebylo v průměru sledovaných let téměř rozdílu (tabulka V).

Dusík dodaný ozimé pšenici v období sloupkování příznivě působil na obsah lepku v sušině mouky. Zvýšil se oproti variantě hnojené dusíkem jednorázově v průměru o 0,57 %.

U jarního ječmene je patrné zvyšování výnosu zrna u kombinace $N_{3a}PK$ ve všech pokusných letech (tabulka VI). Ve tříletém průměru činil přírůstek výnosu u této varianty oproti variantě N_3PK 1,4 q zrna/ha. Určitá tendence zvyšování i výnosu slámy u varianty $N_{3a}PK$ byla pozorována v letech 1957

IV. Výnosy ozimé pšenice v q/ha

Rok	Varianta			
	N_3PK		$N_{3a}PK$	
	zrno	sláma	zrno	sláma
1957	42,3	81,3	43,35	76,05
1959	42,25	75,69	44,80	79,55
1960	38,10	55,34	39,44	53,32
Průměr	40,88	70,77	42,53	69,64

V. Absolutní a hektolitrová váha zrna ozimé pšenice a obsah suchého lepku v sušině mouky

Rok	Varianta					
	N_3PK			$N_{3a}PK$		
	absolutní váha	hl váha	lepek v %	absolutní váha	hl váha	lepek v %
1957	—	74,67	12,37	—	74,62	13,23
1959	33,59	71,77	—	34,02	71,33	—
1960	46,74	73,—	12,30	46,44	73,62	12,58
Průměr	40,16	73,14	12,33	40,23	73,19	12,90

VI. Výnosy jarního ječmene v q/ha

Rok	Varianta			
	N ₃ PK		N _{3a} PK	
	zrno	sláma	zrno	sláma
1957	31,45	57,42	33,95	59,80
1958	28,17	48,75	29,25	50,15
1959	42,73	61,92	43,34	58,52
Průměr	34,11	56,03	35,51	56,15

VII. Absolutní a hektolitrová váha zrna jarního ječmene a obsah bílkovin

Rok	Varianta					
	N ₃ PK			N _{3a} PK		
	absolutní váha	hl váha	% bílkovin	absolutní váha	hl váha	% bílkovin
1957	45,16	66,28	15,40	45,20	65,66	16,03
1958	43,28	61,48	15,49	40,95	62,16	14,78
1959	40,93	63,29	—	39,72	63,24	—
Průměr	43,12	63,68	15,44	41,95	63,68	15,40

a 1958, v roce 1959 byly však výsledky negativní a proto v celkovém průměru bylo zvýšení výnosu slámy nevýrazné.

Vyjádríme-li formy použitých dusíkatých hnojiv k jarnímu ječmeni poměrem, potom varianta N₃PK byla hnojena z celkové dávky 60 kg v č. ž./ha 1 dílem síranu amonného v předseťové přípravě a 2 díly ledku ostravského na list. Varianta N_{3a}PK byla potom hnojena obráceným poměrem, tedy 2 díly síranu amonného a 1 dílem ledku ostravského.

V absolutní váze zrna jarního ječmene byl zjištěn jenom velmi malý rozdíl ve prospěch varianty N₃PK. V hektolitrové váze, stejně jako v množství bílkovin nebyl mezi oběma variantami rozdíl (tabulka VII).

DISKUSE

Dosažené výsledky s přihnojováním ozimé pšenice dusíkem v době sloupkování ukázaly, že je vhodnější než jednorázové přihnojení dusíkem z jara. Tento způsob aplikace dusíku má své opodstatnění i v našich podmínkách. Byly potvrzeny závěry Colliera a Gachona (1955), Selkeho (1955), Koreňkova (1961), Sturma (1962) aj. v tom, že pozdní přihnojování ozimé pšenice příznivě působí na její výnos a jakost.

Tento způsob pozdního přihnojování je možno v praxi provádět ručně nebo letecky, neboť běžná traktorová rozmetadla nelze použít, protože porost by se již značně poškozoval.

Bezděk a Přikryl (1963) vypracovali na základě pokusů zásady optimálního hnojení perspektivních odrůd a ozimých pšenic, které doporučují hnojení dusíkem na počátku sloupkování u odrůd Pavlovická 198, Diana, Kaštická osinatka, Hadmerslebener Qualitas. Autoři respektují rovněž zásobu dostupného dusíku a proto nedoporučují hnojení v době sloupkování po jetelovinách. Podle Bezděka, jehož práci uvádějí Vlach, Pešík a Přikryl (1963), se u Kaštické osinatky ve tříletém průměru zvýšil výnos zrna při hnojení na počátku sloupkování oproti stejné dávce použité na jaře v době odnožování o 2,5 q/ha. V našem pokuse přírůstek výnosu dosáhl 1,65 q zrna z ha, bylo však použito celkově vyšších dávek dusíku (80 kg/ha v č. ž.). Snižování výnosu slámy ozimé pšenice u varianty $N_{3a}PK$ oproti variantě N_3PK není ve všech letech jednoznačné a kolísá. Průměrný výsledek však odpovídá i zjištění Selkeho (1955), který uvádí, že pozdním dusíkatým hnojením je výnos slámy ovlivňován nepodstatně a méně než při časném hnojení celkovou dávkou dusíku.

Pozdní dusíkaté dohnojování některých odrůd ozimé pšenice je dalším přínosem ke zlepšení její výživy, má však omezené, již uváděné možnosti použití.

Předmětem dalšího výzkumu je použití dusíkatých průmyslových hnojiv se třemi formami dusíku, což by umožnilo aplikaci dusíku v jedné dávce. Rovněž i ve stabilizačním vlivu CCC se ukazují nové možnosti využití vyšších dávek dusíku (Duchon 1965).

Vyšší dávka čpavkové formy dusíku v síranu amonném, aplikovaná k jarnímu ječmeni v předseťové přípravě, a nižší dávka ledku ostravského na list působily příznivě na zvýšení výnosu zrna oproti ekvivalentní dávce dusíku, který byl aplikován v obráceném poměru — nižší dávka síranu amonného v předseťové přípravě a vyšší dávka ledku ostravského na list. Aplikace dusíku do půdy v předseťové přípravě se tedy ukázala vhodnější, což potvrzuje závěry Duchonovy (1948) aj.

SOUHRN

1. Přihnojování ozimé pšenice Pyšelky a Kaštické osinatky $\frac{1}{4}$ z celkové dávky dusíku v době sloupkování v ledku vápenatém oproti jednorázovému hnojení brzy z jara na list zvýšilo výnos zrna v průměru o 1,65 q/ha.

2. Současně se zvýšil obsah suchého lepku v sušině mouky o 0,57 %.

3. Kvalita zrna ozimé pšenice, vyjádřená hektolitrovou a absolutní váhou, nebyla prakticky ovlivněna.

4. Pro dusíkaté hnojení jarního ječmene při ekvivalentní dávce byla výhodnější vyšší dávka čpavkové formy dusíku v síranu amonném, aplikovaná v předseťové přípravě, a menší dávka dusíku v ledku ostravském na list oproti obrácenému poměru. Vyjádřeno v poměru použitých hnojiv byl výhodnější poměr 2 : 1 ve prospěch síranu amonného. U této varianty přírůstek výnosu zrna jarního ječmene dosáhl v průměru 1,4 q/ha, výnos slámy zůstal neovlivněn.

5. Hektolitrová váha zrna jarního ječmene, jakož i obsah bílkovin nebyly rozdílným poměrem použitých hnojiv ovlivněny. Absolutní váha zrna při použití vyšší dávky síranu amonného se mírně snížila.

Došlo dne 6. 3. 1965

Literatura

1. Bezdek, V. - Přikryl, K.: Hnojení perspektivních odrůd ozimé pšenice. Metodika č. 22. ÚVTI Praha 1963. — 2. Coic, Y.: Que pouvons nous espérer de la fertilisation azotée semi-tardive du blé d'hiver? = „C. R. Acad. Agric“, 40, 1954, č. 5, s. 214-218. — 3. Coic, Y.: La nutrition et la fertilisation azotée du blé d'hiver. Conséquences agronomiques. = „Ann. Agron., Paris“ 1956, č. 7, s. 115-131. — 4. Collier, D. - Gachon, L.: Essais des fumures azotées semi-tardive et tardive du blé d'automne. = Ann. de l'Inst. de la Rech. agron., 6, 1955, č. 5, s. 801. — 5. Duchoň, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. ČAZ Praha 1948. — 6. Duchoň, F.: Umožní nám přípravky CCC zvládnout výživu pšenice dusíkem? „Zemědělec“ XIV. 1965, č. 8. — 7. Foote, W. H. - Batchelder, F. C.: Effect of different rates and times of application of nitrogen fertilizers on the yield of Hannchen barley. = „Agron. Journ.“ 1953, č. 11, s. 532-535. — 8. Gross, A.: La fumure azotée tardive du blé en 1954. = „Bull. Engrais“, 1955, č. 370, s. 2-8. — 9. Koreňkov, D. A.: Pozdní azotinyje podkormki povyšajut urožaj i kačestvo zerna. = „Zemědělice“, 23, 1961, č. 5, s. 85-87. — 10. Selke, W.: Die Düngung. Berlin 1955. — 11. Strnad, P.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v řepařské oblasti. I. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výrobnost osevního postupu (výsledky z let 1957-60). = „Rostl. výroba“ 9, 1963, č. 3-4, s. 287-298. — 12. Strnad, P.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v řepařské oblasti. II. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výnosy jednotlivých plodin (výsledky z let 1957-60). = „Rostl. výroba“ 9, 1963a, č. 11, s. 1149-1162. — 13. Sturm, H.: Höhere Weizenenerträge mit besserer Qualität. = „Bayerisches landwirtschaftl. Wochenblatt“, 152, 1962, č. 24, s. 11. — 14. Vlach, M. - Pešík, J. - Přikryl, K.: Současná situace a výhledové cesty v pěstování výkonných odrůd ozimé pšenice v ČSSR. = „Rostlinná výroba“ 9, 1963, č. 3-4, s. 329-348. — 15. Sladařský ječmen. „Agriculture London“, r. 65, 1958, č. 1, s. 46 (překlad).

Влияние разной техники удобрения высокими дозами азота на урожай и качество озимой пшеницы и ярового ячменя

A. Резюме

1. У озимой пшеницы сортов Пишелка и Каштица осинатка подкормка $\frac{1}{4}$ частью общей дозы азота в форме известковой извести во время выхода в трубку повысила выход зерна в среднем на 1,65 ц/га по сравнению с однократной внекорневой подкормкой ранней весной.

2. Одновременно содержание сухой клейковины в сухом веществе муки повысилось на 0,57 %.

3. Качество зерна озимой пшеницы, выраженное весом натуре, и абсолютный вес практически не испытали никакого влияния.

4. При удобрении ярового ячменя одинаковыми дозами азота выгоднее оказалась более высокая доза в форме аммиака в сернокислом аммонии, внесенная при предпосевной подготовке почвы и меньшая доза азота в остравской селитре для внекорневой подкормки, чем применение азота в обратном отношении. При выражении отношения примененных удобрений более выгодным было отношение 2 : 1 в пользу сернокислого аммония. При этом варианте увеличение урожая зерна ярового ячменя в среднем достигало 1,4 ц/га; выход соломы не испытал никакого влияния.

5. Вес натуре ярового ячменя, также как и содержание белков, не испытали влияния различных отношений между примененными удобрениями. Абсолютный вес зерна несколько снизился при применении более высокой дозы сернокислого аммония.

B. Тексты таблиц

- I. Удобрение озимой пшеницы
- II. Удобрение ярового ячменя
- III. Очередность культур и сортовой состав
- IV. Урожай озимой пшеницы в ц/га
- V. Абсолютный и натуральный вес зерна озимой пшеницы и содержание сухой клейковины в сухом веществе муки
- VI. Урожай ярового ячменя в ц/га
- VII. Абсолютный и натуральный вес зерна ярового ячменя и содержание белков

Effect of Various Nitrogen Manuring Technics on the Yield and on the Quality of Winter-Wheat and of Spring-Barley

A. Summary

1. Additional manuring of winter wheat varieties 'Pyšelka' and 'Kaštická osinatka' by supplying a quarter of the over-all nitrogen dose in nitrate of lime in the shooting period occasioned an increase of the grain yield on the average by 1,65 q per hectare, in contradistinction to the one-time manuring in the early spring in the form of top-dressing.

2. Simultaneously the dry gluten contents in the dry flour matter increased by 0,57 per cent.

3. The quality of the grains of winter wheat expressed by either the hectolitre weight or the absolute weight was practically not influenced.

4. For the nitrogen manuring of spring barley with an equivalent dose, a higher dose of ammonia form of nitrogen in sulphate of ammonia applied in the presowing period proved more convenient as well as a reduced dose of nitrogen in nitrate of ammonia (Ostrava salpêtre) used as top-dressing. Reverse proportions proved inconvenient. If expressed in quantity rates the proportion of 2:1 in favour of sulphate of ammonia proved preferable. In this variation, the yield increased in the spring barley by 1,4 q per hectare on the average, while the yield of straw remained unchanged.

5. The hectolitre weight of the grains of the spring barley, as well as the contents of proteins were not affected by the reverse or different proportion of the fertilizers used. The absolute weight of the grain slightly dropped when a higher dose of sulphate of ammonia was used.

B. Text of Tables

- I. Winter wheat manuring
- II. Spring barley manuring
- III. Rotation of crop and composition of varieties
- IV. Yields of winter wheat in q per hectare
- V. Absolute and hectolitre weight of winter wheat grain and dry gluten contents in the dry matter of flour
- VI. Yields of spring barley in q per hectare
- VII. Absolute and hectolitre weight of spring barley grain and protein contents

Die Wirkung verschiedener Art der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Qualität von Winterweizen und Sommergerste

A. Zusammenfassung

1. Die Zudüngung zu Winterweizensorten Pyšelka und Kaštická osinatka zur Zeit des Schossens mit einem Viertel der Gesamtstickstoffgabe in der Form von Kalksalpeter erhöhte gegenüber einer einmaligen Kopfdüngung zeitlich im Frühjahr den Korntrag im Durchschnitt um 1,65 dt/ha.

2. Gleichzeitig steigerte sich der Gehalt an Trockenkleber in der Mehltrockensubstanz um 0,57 %.

3. Die Körnerqualität des Winterweizens, ausgedrückt durch das Hektolitergewicht und das Tausendkorngewicht, wurde praktisch nicht beeinflusst.

4. Für die Stickstoffdüngung von Sommergerste bei einer äquivalenten Gabe war es vorteilhafter, eine höhere Dosis von Ammoniumstickstoff bei der Saatbeetvorbereitung in der Form von Ammoniumsulfat anzuwenden und eine geringere Stickstoffmenge in der Form von Ostrauer Salpeter als Kopfdüngung, als umgekehrt. Ausgedrückt durch das Verhältnis der verwendeten Düngemittel war vorteilhafter das Verhältnis 2:1 zugunsten des Ammoniumsulfats. Bei dieser Variante erreichte die Steigerung des Ertrages an Korn von Sommergerste im Durchschnitt 1,4 dt/ha, der Ertrag an Stroh wurde nicht beeinflusst.

5. Das Hektolitergewicht der Sommerweizenkörner sowie der Eiweißgehalt wurden durch das verschiedene Verhältnis der angewandten Düngemittel nicht verändert. Das Tausendkorngewicht nahm bei Anwendung einer höheren Ammoniumsulfatgabe mäßig ab.

B. Text zu den Tafeln

- I. Die Düngung des Winterweizens
- II. Die Düngung der Sommergerste
- III. Die Fruchtfolge und die Zusammensetzung der Sorten
- IV. Winterweizenerträge in dt/ha
- V. Absolutes und Hektolitergewicht des Winterweizenkornes und der Trockenklebergehalt der Mehl-Trockensubstanz
- VI. Sommergestenerträge in dt/ha
- VII. Absolutes und Hektolitergewicht des Sommergerstenkornes und der Eiweißgehalt

Inž. Přemysl Strnad

Ústřední výzkumný ústav rostlinné
výroby, Praha - Ruzyně,
pracoviště Čáslav

■ V hodnocení vlivu vysokých dávek průmyslových hnojiv na výnosy jednotlivých plodin (K ř i š t a n 1963a) nebyla zahrnuta u nejvyšší použité dávky minerálního hnojení různá technika hnojení dusíkem, která byla sledována u všech zařazených plodin v pokusném osevním postupu. Výsledky s různou technikou hnojení minerálním dusíkem při stejně vysokých dávkách na hektar u některých plodin v bramborářské oblasti předkládáme v tomto sdělení.

Souběžně s řešením otázek vlivu intenzivního hnojení na výnosy plodin jde i o výzkum způsobu hnojení v jednotlivých výrobních typech u nás. V bohaté literatuře zabývající se technikou hnojení existují i některé rozpory. Tak např. Aleksee (1958) u dusíku připouští jarní povrchové použití pro jeho snadnou rozpustnost a tím přivod ke kořenům. Gliemeroth (1953) přímo prokazuje kladný vliv jednorázového hlubšího zapravení hnojiv na vývoj kořání v této vrstvě a tak zajištění zásobování rostliny vodou a živinami v suchém období. Fehrenbacher a spol. (1958) uvádí všeobecný poznatek, že vyšší dávky hnojiv mají tendenci snižovat výnosy bez ohledu na způsob použití, i když použití do vrchní části ornice působí silnější tendencí ke snížení. Že tato otázka je převážně spojena s podmínkami zásobování vodou, dokazuje Duchoň (1948). Proto také Očirin (1958) se staví proti používání N v letní době pro nedostatek vody. Foote (1953) uvádí, že použití dusíku úzce souvisí se způsobem rozdělení srážek a vláh v půdě. Proto v podmínkách s dostatečnou srážkovou činností musí technika hnojení lépe odpovídat rytmu růstu jednotlivých plodin. Naproti tomu v suchých půdách, jak doporučuje také Robertson a Otklodge (1952), je výhodnější hlubší a časnější zapravení hnojiv. U plodin je pak rozhodující požadavek druhu i odrůdy, tzn. také umístění a délka vegetační doby v ročníku.

Přestože například oves je považován za plodinu celkem nenáročnou, velmi dobře reaguje výnosem na to, jak jsou kryty požadavky na příjem dusíku během vegetační doby (Duchoň 1948, Kalus 1954, Škopík 1957).

Kalinkevič a Mosolov (1955) uvádějí například u ozimů častěji podzimní hnojení dusíkem. Podle nich přináší toto hnojení mnoho výhod, zejména tu, že na jeho provedení je na podzim více času. Ulmann (1963) doporučuje u žita ozimého větší podíl dusíku ($\frac{2}{3}$) zapravit na půdách těžších na podzim, na lehčích půdách zjara. Při použití vyšších dávek považuje za účelné dělit jarní hnojení na dvakrát. Na základě výsledků pokusů s dělenými dávkami dusíku k ozimům v různých částech Holandska konstatuje Dobben (1957), že značný vliv má lokalita a je snaha tento vliv lokality na výnos nějak kvantitativně postihnout. Známé jsou také práce prováděné Selkem (1955) s pozdějším přihnojováním obilnin dusíkem a u nás tzv. nitratace (Špaldon 1963).

O technice hnojení u brambor rozhoduje délka vegetační doby, fyziologické vlastnosti odrůd, klima, půda, apod. Mirzajan (1959) uvádí nejlepší výsledky u brambor na lehčích půdách při dělených dávkách hnojiv. Podle Sawyera (1958) na půdách zavlažovaných a při ponechání trsů různých odrůd v zemi až do

I. Přehled dávek hnojiv a způsob jejich aplikace

Plodina	Kombinace	Druh organického hnojení q/ha	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
			celkem kg/ha	jednotlivé dávky kg/ha	druh hnojiva	dobu použití	celkem kg/ha	jednotlivé dávky kg/ha	druh hnojiva	dobu použití	celkem kg/ha	jednotlivé dávky kg/ha	druh hnojiva	dobu použití
Oves	014	—	60	60	DV	P								
	024	—												
	015	—	80	80	DV	P	72	36	SP	O	120	60	DS	O
	025	—												
	016	—	80	80	DV	L		36	SP	P		60	DS	P
Slunečnice	026	—												
	014	200 hnůj	80	40	SA	P								
	024	— komp.		40	SA	L								
	015	200 hnůj	110	70	SA	P	72	36	SP	O	220	100	DS	O
	025	— komp.		40	SA	L								
Žito ozimé	016	200 hnůj	110	70	SA	P		36	SP	P		120	DS	P
	026	— komp.		40	SA	L								
	014	—	50	30	SA	P								
	024	—		20	LV	L								
	015	—	70	30	SA	P	72	36	TM	O	100	60	DS	O
Brambory	025	—		40	LV	L		36	SP	P		40	DS	P
	016	—	70	50	SA	P								
	026	—		20	LV	L								
	014	350 hnůj	60	40	SA	P								
	024	— komp.		20	LAV (SA)	L								
	015	350 hnůj	90	40	SA	P	72	36	SP	O	180	100	DS	O
	025	— komp.		50	LAV (SA)	L		36	SP	P		80	DS	P
	016	350 hnůj	90	40	SA	P								
	026	— komp.		30	LAV (SA)	L								
				20	LAV									

Poznámka: O = při orbě
P = při přípravě půdy
L = na list

DV — dusíkaté vápno
SP — superfosfát
TM — Thomasova moučka

DS — draselná sůl
SA — síran amonný

LV — ledek vápenatý
LAV — ledek amonnovápenatý

úplné zralosti mělo různé rozdělení dusíku na výnosy jen nepatrný vliv.

Z uvedeného přehledu literatury je vidět, že stanovení vhodné techniky hnojení dusíkem k jednotlivým plodinám vyplývá především z místních přírodních a pěstitelských podmínek.

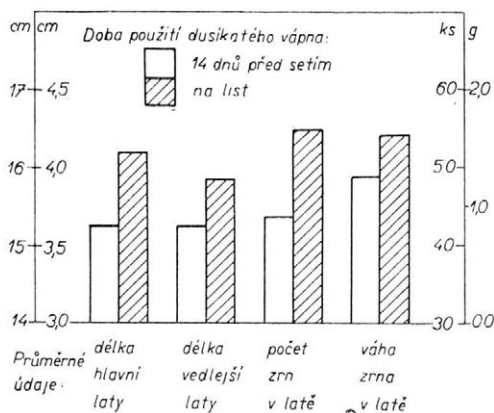
V našich pokusech byla zkoušena různá technika hnojení dusíkem na mírně podzolované půdě v humidnější bramborářské oblasti.

METODIKA

Metodika a podmínky pokusu jsou uvedeny v práci Křišťana (1963). Průběh povětrnosti v pokusných letech a pěstitelské podmínky za pokusné období 1957–1960 u ovsa, slunečnice na siláž, žita ozimého a brambor uvádí Křišťan (1963a).

Za účelem dosažení co nejvyššího využití zvýšených dávek dusíku z průmyslových hnojiv byla nejvyšší použitá dávka zkoušena v pokusech ve dvou kombinacích hnojení lišících se různou technikou hnojení N, a to na kombinacích 015 a 025 ve srovnání s 016 a 026 při jednotném hnojení PK, jak je uvedeno v tabulce I. Pro posouzení účinku dusíkatých hnojiv při různé technice hnojení byly výsledky vztahovány ke kombinaci 014 a 024, hnojené nižší dávkou N.

O v s (po bramborách). U ovsa byla zkoušena různá technika hnojení dusíkem v dávce 80 kg/ha ve formě dusíkatého vápna. V kombinacích 015 a 025 byla tato dávka dusíkatého vápna zapravena do půdy 14–21 dnů před setím, na kombinacích 016 a 026 byla použita až na list ve stadiu 3–4 pravých listů. Jak je vidět ze sklizňových výsledků



1. Vliv různé aplikace dusíkatého vápna na některé botanické znaky u ovsa

II. Vliv různé techniky hnojení na výnosy ovsa

Výnosový rozdíl proti	Na kombinaci	Dusíkaté vápno použité	1957			1958			1959			% využití N	Ø q/ha
			±	q/ha	Ø	±	q/ha	Ø	±	q/ha	Ø		
014 024	015 025	před setím	-	3,4	- 1,95	-	1,5	- 0,05	+	4,64	+ 3,93	8,64	+ 0,64
			-	0,5		+	1,4		+	3,22			
014 024	016 026	na list	+	2,6	+ 4,2	+	1,2	+ 1,15	+	7,68	+ 6,38	52,78	+ 3,91
			+	5,8		+	1,1		+	5,09			

uvedených v tabulce II, zvýšená dávka dusíku ve formě dusíkatého vápna aplikovaného při předseťové přípravě půdy (kombinace hnojení 015 a 025) působila v průměru jen mírné zvýšení výnosu zrna, naproti tomu při aplikaci na list (kombinace 016 a 026) působilo dusíkaté vápno ve všech letech lépe.

Hnojení dusíkatým vápnem na list zvyšovalo výnos zrna, i když neovlivnilo počet odnoží u ovsa. Rostliny po této aplikaci dusíku byly vyvinutější, zejména ve své generativní části. Naproti tomu dusík dodaný ve formě dusíkatého vápna do půdy (kombinace 015, 025) zvýšil počet neproduktivních odnoží a tím i výnosový podíl slámy.

Z botanických rozborů rostlin dále vyplynulo, že dusíkaté vápno použité na list prodloužilo hlavní latu ovsa a zvýšilo váhu zrna v latách (graf 1). Také délka vedlejších lat a počet zrn v latě byly v přímé korelaci s výnosem zrna.

Forma dusíku v dusíkatém vápnu se k ovsu plně osvědčila, neboť nedošlo k polehnutí ovsa ani při vysokých dávkách.

Chemické rozborů rostlin (tabulka III) ukazují, že při aplikaci dusíkatého vápna se zvýšila koncentrace živin v rostlinách a že se zlepšil poměr N : P. Těmto rozdílům odpovídá nižší počet odnoží a vyšší výnos zrna.

III. Vliv hnojení dusíkatým hnojením na list na změnu v koncentraci živin v sušině nadzemní části ovsa (Ø 1957—1959) (obsah prvků v ‰ mg)

Rozdíly u komb. 016 proti 015	N	P	K	Na	Ca	Sušina
V odnožování	+ 2310	+ 270	+ 1730	— 20	+ 3,90	+ 0,50
V květu	+ 100	+ 130	+ 510	+ 51	+ 4,00	— 0,70

Vegetační pozorování ovsa ukázalo, že vysoká dávka dusíkatého vápna na list způsobila popáleniny na listech. Tento účinek, který zpožďuje růst i vývoj ovsa, byl zmírněn, když bylo dusíkaté vápno rozhozeno za suchého počasí a použito bran, které odstraňují hnojivo z povrchu listů. O rychlosti vyrovnání pčrostů na kombinaci 016 a 026 s porosty na kombinaci 015 a 025 v jednotlivých letech rozhodoval průběh povětrnosti. Nejpomaleji se vyrovnávaly tyto rozdíly v roce 1958, kdy větší množství srážek spadlo až ve druhé polovině vegetace. Za takovýchto okolností prodlužuje dusíkaté vápno aplikované na list vegetační dobu ovsa.

IV. Vliv vláčení a hnojení dusíkatým vápnem na snížení zaplevelenosti ovsa

Zaplevelenost zjišťována	Ks/m ²		Snížení plevelů	
	(001—006)	(006)	agrotech. zásah	%
Před vláčením	3456	561,90	vláčení (001—006)	— 51,25
Po vláčení	1689	73,81	vláčení + DV (006)	— 87,00
Rozdíl	1776	488,09		

Dusíkaté vápno použité na list spolu s vláčením výrazně snížilo zaplevelenost ovsa (tabulka IV) o 60 %. Samotné vláčení snížilo zaplevelenost jen o 36 %.

Se stupňovanými dávkami dusíku se zvyšovala objemová váha zrna ovsa, při aplikaci dusíkatého vápna na list došlo však k jejímu snížení (tabulka V).

Slunečnice na siláž (po ovsu). U slunečnice na siláž byla srovnána různá technika hnojení při maximálních dávkách 110 kg/ha N (tabulka VI).

V letech 1957—1959 nebylo možno z dosažených výsledků učinit závěry o nejvýhodnějším způsobu aplikace, jelikož téměř všechny výnosy byly depresivní ve srovnání s nižší dávkou dusíku. Nejde o depresivní účinek vysokých dávek N v pravém slova smyslu, nýbrž o nedokonalé využití dusíku vzhledem k předčasné sklizni. Sklizeň byla totiž provedena u všech kombinací v témže termínu, takže intenzivně hnojené kombinace měly relativně kratší dobu k využití vyšších dávek N.

V. Objemová váha zrna u ovsa

Rok	Kombinace hnojení	
	dusíkaté vápno do půdy	dusíkaté vápno na list
1958	50,80	46,97
1959	49,57	48,62
1960	51,60	48,60
Průměr	50,65	48,06

VI. Vliv různé techniky hnojení dusíkem ke slunečnici

Kombinace hnojení	Doba použití	Množství N v kg/ha	Druh hnojiva	Přírůstek (snížení) výnosu zelené hmoty proti kombinaci 014 a 024 hnojených 80 kg N/ha			
				1957	1958	1959	1960
Ø 015	Příprava půdy	40	SA			1)	1)
	I. oborávka	50	SA	-3,8	-19,5	- 2,8	+22,0
025	II. oborávka	20	LAV				
Ø 016	Příprava půdy	40	SA			2)	3)
026	I. oborávka	70	SA	-13,35	-48,5	-35,5	+54,5

1) Při předseťové přípravě
70 kg N v SA a I. oborávce 40 kg N v SA

2) Při předseťové přípravě
40 kg N v SA, I. oborávka 40 kg N v SA a II. oborávka 30 kg N v LAV

3) Při orbě na podzim
20 kg N v MO, při předseťové přípravě 50 kg N v SA a I. oborávce 40 kg N v SA

V roce 1960 byla v kombinaci 016 a 026 zapravena část dusíku (20 kg N/ha) v močovíně při orbě, zatímco na kombinaci 015 a 025 při orbě hnojeno nebylo a o alikvotní množství dusíku byla zvýšena dávka síranu amonného při předseťové přípravě. V tomto roce byly u obou způsobů hnojení dosaženy přírůstky výnosu oproti nižší dávce N (80 kg/ha), přičemž zaorání části dusíku ve formě močoviny dalo vyšší přírůstky výnosů oproti aplikaci 70 kg/ha N

VII. Vliv různé techniky hnojení dusíkem k ozimému žitu

Výnosový rozdíl oproti	Na kombi- naci	Doba použití a dávky N	1958	1959	1960
			± q/ha	± q/ha	± q/ha
014	015	předsetová příprava 30 SA	- 8,0	+ 1,15	+ 2,39
024	025	na list 40 LV	- 10,3	+ 3,05	+ 7,58
014	016	předsetová příprava 50 SA	- 6,7	+ 2,10	+ 7,09
024	026	na list 20 LV	- 11,8	+ 2,76	+ 4,22

při předsetové přípravě, a to nejen při základním hnojení kompostovanou mrvou zjara, ale i při hnojení hnojem na podzim.

Žito ozimé (po slunečnici). U ozimého žita byla srovnávána kombinace 30 kg/ha N v síranu amonném při předsetové přípravě + 40 kg/ha N v ledku vápenatém na list s kombinací kde větší podíl dusíku (50 kg/ha v síranu amonném) byl zapraven při předsetové přípravě na podzim a menší podíl v ledku vápenatém (20 kg/ha N) na jaře na list (tabulka VII). V prvním roce pěstování žita (1958) nelze vliv různé techniky hodnotit, jelikož na obou kombinacích v důsledku polehnutí došlo k výnosové depresi. V dalších letech bylo při zapravení většího podílu N v síranu amonném na podzim dosaženo vyššího přírůstku než při opačném poměru aplikace, avšak pouze na bloku hnojeném u předplodiny hnojem. Na bloku hnojeném kompostem dávala větší efekt aplikace vyššího podílu dusíku zjara. To souvisí pravděpodobně s různou dynamikou mineralizace dusíku z různých forem organických hnojiv. Lze se domnívat, že podzimní čpavkový dusík se biologicky sorbuje v povrchové vrstvě obohacené po přeorání hnojiv, takže je záhy zjara přístupný rostlinám. U kompostu v daném případě působí lépe větší podíl dusíku v ledku, dodaný zjara.

V roce 1958 vyšší dávky dusíku měly za následek u ozimého žita předčasné polehnutí porostů a tím došlo ke snížení výnosů. Pozoruhodným zůstává rozdíl ve výnosech u polehlých porostů na kombinaci 016 ve srovnání s kombinací 015. Při stejné výši dávky minerálního dusíku na hektar se lépe uplatnila podzimní dávka ve formě síranu amonného při přípravě půdy než zvýšená dávka při jarním dohnojování v ledku vápenatém na list. Rostliny se v prvním pří-

VIII. Vliv různé techniky hnojení dusíkem k bramborům

Výnosový rozdíl oproti	Na kombinaci	Doba použití a dávka	1957	
			± q/ha	Ø
014	015	předsetová příprava 20 SA	+ 19	+ 20,5
		I. oborávka 50 SA		
024	025	II. oborávka 20 LO	+ 22	+ 22
014	016	předsetová příprava 50 SA	+ 11	
		I. oborávka 20 LO		
024	026	II. oborávka 20 LO	+ 33	

padě hnojení rychleji vyvíjely, takže k polehnutí u nich došlo v pozdějším vývojovém stadiu a projevílo se tak menší depresí ve výnosu.

Dusík v síranu amonném použitým na podzim byl lépe ozimým žitem využíván hlavně v době odnožování, které probíhalo za podmínek k tomu příznivých většinou během zimy a časného jara. Naproti tomu dávku dusíku v ledku není možno vždy použít na jaře včas, jelikož to povětrnostní a hlavně půdní poměry nedovolují.

Dusík v ledku zvýšil počet neproduktivních odnoží na kombinacích 015 a 025 oproti kombinacím 016 a 026. Naproti tomu dusík se zvýšeným podílem v síranu amonném působil příznivě na zvýšení absolutní i objemové váhy zrna.

B r a m b o r y (po ozimém žitě). U brambor byla v letech 1957 a 1958 sledována otázka techniky hnojení (tabulka VIII). Na kombinaci 015 a 025 byl použit větší podíl síranu amonného při první oborávce, v kombinaci 016 a 026 při předseťové přípravě půdy. Celková dávka minerálního dusíku činila 90 kg čistých živin na hektar. Oproti předcházející dávce (70 kg N/ha) došlo u všech kombinací ke zvýšení výnosu pouze v roce 1957.

V obou letech bylo jednoznačně zvýšení výnosu a vyšší účinek dusíkatého hnojení pouze na kombinaci 026, kde jak v roce 1957, tak i v roce 1958 při základním hnojení kompostovanou chlévskou mrvou zjara se ukázalo zapravení vyššího podílu síranu amonného při přípravě půdy výhodnější než při první oborávce.

Jelikož používání síranu amonného během vegetace působilo poškození porostu popálením, bylo od dalšího zkoušení této aplikace hnojení upuštěno a metodika změněna.

V letech 1959 a 1960 byl sledován účinek dělené dávky ledku amonnovépenatého na list k bramborům. Výnosy hlíz, z nichž mnohé jsou oproti nižší intenzitě hnojení depresivní, nedovolují zatím jednoznačný závěr.

Minerální dusík aplikovaný na kombinacích 016 a 026 v dělených dávkách na list zvýšil u brambor oproti kombinacím 015 a 025 škrobnatost i výnos škrobu na hektar.

DISKUSE

Při zařazení dvou variant techniky hnojení dusíkem jsme vycházeli z našich dřívějších zkušeností, že hnojení dusíkem na lehčích půdách ve vlhčí oblasti musí daleko více odpovídat fyziologickým požadavkům dynamiky příjmu

1958		Celkem Ø	Dávka hnoj.	1959		1960		Celkem Ø
± q/ha	Ø			± q/ha	Ø	± q/ha	Ø	
- 21	- 18	+ 1,25	40 SA 50 LO	- 11	- 15	- 2	+ 16,5	+ 0,75
- 15				- 19		+ 35		
- 5	+ 7	+ 15,5	40 SA 30 LO 20 LO	- 0,75	+ 1,62	+ 21	+ 25,5	+ 13,56
+ 19				+ 4,0		+ 30		

této živiny během vegetace. V uvedených dvou variantách se proto vyskytly u jednotlivých plodin často markantní rozdíly ve výnosech.

Na úzkou souvislost mezi dobou použití dusíku a způsobem rozdělení srážek a vláh v půdě poukazuje právě Foote (1953). Dávka 80 kg N/ha u ovsa v dusíkatém vápnu na list vysoko předčila aplikaci těžé dávky a formy 14–21 dnů před setím. Naskytá se zde domněnka, zda dusíkaté vápno v maximální dávce na list nevyhovuje lépe vegetačnímu rytmu růstu rostlin a půdním poměrům vůbec. Podle Kaluse (1954) přijímá oves v první třetině vegetační doby 10–15 % z celkového množství přijatých živin, proto nemusí mít k dispozici snadno rozpustné živiny již z toho důvodu, že jeho osvojovací schopnost pro živiny je veliká. Důležité však je, jak uvádějí Škopík (1957) a Kalus (1954), že příjem dusíku u ovsa se zvyšuje až ve druhé třetině vegetačního období a stoupá až do doby květu. Škopík (1957) aj. potvrzují, že pro oves se uplatní jen všechna pozvolně působící hnojiva, která dodávají živiny stejnoměrněji a postupně. Dále je možno se domnívat, že i doprovodný vápník při použití dusíkatého vápna na list má příznivější vliv na resorpci živin z půdy, neboť již Stoklasa (1928) zjistil změny v požadované koncentraci pH během vegetace ovsa. Klíčivé rostlinky podle něho vyžadují 6,0 až 6,2 pH, v prvním stadiu vývoje se zvyšuje požadavek na 6,2–6,4 pH a konečně ve druhém a třetím stadiu vývoje vyžaduje oves již 6,5–6,6 pH.

Naše zjištění z různé techniky hnojení dusíkatým vápnem k ovsu je v souladu s výsledky Schaeffera a Hardta (1952), až na to, že v našich pokusech se ukázalo velmi brzké působení dikyanamidu, kdežto uvedení autoři udávají potřebu poměrně dlouhé doby od rozhození ke zjevnému účinku N. Známý plevelohubný vliv k ovsu na list použitého dusíkatého vápna byl ve srovnání s pouhým mechanickým zásahem (vláčením) téměř dvojnásobný.

Zatímco u ozimé pšenice dokazuje celá řada prací ve mnohých podmínkách lepší účinek dusíku použitého na jaře, ukázaly naše pokusy, že u žita je výhodnější aplikace většího podílu N v síranu amonném na podzim, byla-li předplodina hnojena hnojem. Při aplikaci kompostované chlévské mrvy však působil lépe větší podíl dusíku v ledku vápenatém na list. Lze si to vysvětlit různou vazbou a tudíž i různým reziduálním působením dusíku z uvedených dvou forem organického hnojení. Rovněž i použití většího podílu N v síranu amonném v době předseťové přípravy při hnojení kompostovanou mrvou je výhodnější, což potvrzuje méně pohotovou formu N v kompostovaném organickém hnojivu. Také je nutno souhlasit s výhodami podzimního hnojení dusíkem k ozimům, které uvádějí Kalinkevič a Molosov (1955). Ukázalo se, že i na lehčích půdách je vhodnější použít vyššího podílu dusíku k ozimému žitu již na podzim, a ne jen výhradně na těžších půdách, jak doporučuje Ulmann (1963).

Při základním hnojení kompostovanou mrvou k bramborům zjara se ukázalo být výhodnější zapravení vyššího podílu síranu amonného při předseťové přípravě. Používání síranu amonného na list vede k poškození porostu popálením. Vhodná technika hnojení dusíkem u brambor bude určována vedle přirozených podmínek místa pěstování především požadavkem jednotlivých odrůd (zejména délkou jejich vegetační doby). Bylo prokázáno, že vyšší podíl dusíku z celkové dávky, zapravený v předseťové přípravě půdy ve formě síranu amonného, působí kladně na škrcnatost hlíz.

Vysoké dávky minerálního dusíku aplikovaného nadvakrát u slunečnice na siláž nebyly patřičně využity vzhledem k její krátké vegetační době. Proto

souhlasíme s Venclovicem (1954), který doporučuje u silážní kukuřice jednorázové zapravení dusíku již při přípravě půdy.

Jednoleté sledování účinku aplikace části N v močovině při orbě ke slunečnici nasvědčuje tomu, že tento způsob je výhodnější, než když o uvedené množství dusíku je zvýšena dávka síranu amonného při předseťové přípravě půdy na výši 70 kg N/ha.

Závěrem je třeba poukázat na snahy čs. výzkumu dosáhnout vyššího využití N aplikací trojsložkového dusíkatého hnojiva na bázi tvrzené močoviny formaldehydem při vyšších dávkách (Duchon 1964). V poslední době se také objevilo mnoho prací pojednávajících o účincích různých látek (CCC, ATB, CATC apod.) na růst obilnin ve směru zvýšené rezistence proti poléhání, což má umožnit použití vysokých dávek dusíku i u obilnin (Z A — 1965).

SOUHRN

1. Různá technika a forma dusíkatého hnojení při vysokých dávkách bramborářské oblasti měla podstatný vliv na využití živin u ovsa, žita a brambor.

2. Hnojení ovsa dusíkatým vápnem na list výrazně zvýšilo výnos zrna na hektar i obsah bílkovin v zrna ve srovnání s touž dávkou dusíkatého vápná zapravenou 14 dnů před setbou.

3. U ozimého žita po předplodině základně hnojené hnojem bylo výhodnější zapravení většího podílu dusíku (70 %) ve formě síranu amonného při předseťové přípravě půdy na podzim a zbývající podíl dát ve formě ledku zjara na list. Po předplodině hnojené základně kompostovanou mrvou bylo tomu naopak.

4. Brambory (odrůda Krasava) vyžadovaly při dělených vysokých dávkách (90 kg N/ha) větší podíl dusíku ve formě síranu amonného zapraveného při přípravě půdy, bez ohledu na použitý druh základního organického hnojiva.

5. Různá technika dělených dávek dusíkatých hnojiv neměla vliv na výnos silážní slunečnice.

6. O vhodné technice a formě dusíkatého hnojení spolutrozhodoval též v některých případech druh organického hnojiva (hnůj v porovnání s mrvou kompostovanou se zeminou).

Došlo dne 6. 3. 1965

Literatura

1. Aleksejev, E. N.: Systema udobrenia sacharnoj svekly. = „Sacharnaja svekla“ 1958, č. 9, s. 22-24. — 2. Dobben van W. H.: De resultaten van de interprovinciale veldproeven met gedeelde en zeer late stikstofgiften op wintergramen in 1956. = „Landbouwwoorlichting“ 14, 1957, č. 5, s. 224-232. — 3. Fehrenbacher, J. B. - Vávra, J. P. - Lang, A. L.: Deep tillage and deep fertilization experiments on a claypan soil. = „Soil Sci. Soc. Amer. Proc.“ 1958, č. 6, s. 553-557. — 4. Foote, W. H. - Batchelder, F. C.: Effect of different rates and times of application of nitrogen fertilizers on the yield of Hannchen barley. = „Agron. Journ.“ 1953, č. 11, s. 532-535. — 5. Gliemeroth, G. v.: Bearbeitung und Düngung des Unterbodens in ihrer Wirkung auf Wurzelentwicklung, Stoffaufnahme und Pflanzenleistung. = „Zeitschrift f. Acker- u. Pflanzenbau“ 1953:1-44. — 6. Kalinkevič, A. - Mološov, I.: Osenjaja podkormka ozimych kultur. = „Selskoje chozajstvo“ 1955, č. 211, s. 2. — 7. Kalus a kolekt.: Agrotechnika hlavních zemědělských plodin, obilovin. SZN Praha 1954. — 8. Křišťan, F.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu (I. sdělení) = „Rostlinná výroba“ 9, 1963, č. 3-4, s. 299-312. — 9. Křišťan, F.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu

(II. sdělení) = „Rostlinná výroba“ 9, 1963a, č. 11, s. 1129-1148. — 10. Mirzozjan, A. X.: Puti najboleje effektivnogo ispolzovanija udobrenij pod kartofel v specializirovannyh sovchozach. = „Udobrenije i urožaj“ 4, 1959, s. 34-40. — 11. Očirin, B. L.: „Doklady TSCHA“ 1958, č. 2, s. 73-79. — 12. Robertson, W. K. - Ohlodge, A. J.: An evaluation of methods of side-dressing corn with nitrogen. = „Agronomy Journ.“ 1952, č. 4, s. 170-172. — 13. Sawyer, R. L. - Dallyn, S. L.: Nitrogen fertilization of Potatoes. = „Am. Potato J.“ 35, 1958, č. 9, s. 645-650. — 14. Schaeffer - Hardt: „Pflanzenern. Düng. Bodenk.“ 56, 1952, č. 9, s. 131. — 15. Škopík, P.: Strojená hnojiva a jejich použití v rostlinné výrobě. SZN Praha, 1957. — 16. Ulmann, L.: Za vyšší hektarové výnosy žita v podhorských a horských oblastech. = „Za soc. zemědělství“ XIII, 1963, č. 8, s. 616-623. — 17. Venclavovič, F. S.: Podsolnečnik na silos. Moskva, 1954.

Влияние разной техники удобрения азотом на урожай отдельных культур

A. Резюме

1. Различия в технике внесения и различные формы высоких доз азотных удобрений оказывали в картофельной области значительное влияние на использование питательных веществ овсом, рожью и картофелем.

2. Внекорневая подкормка овса азотной известью отчетливо повысила урожай зерна с та и содержание белков в зерне по сравнению с той же дозой азотной извести, внесенной в почву за 14 дней перед посевом.

3. У озимой ржи после предшествующей культуры, в основном удобрявшейся навозом, более выгодным оказались внесение в почву большей части азота (70 %) в форме сульфата аммония осенью при предпосевной подготовке и весенняя подкормка остающейся долей в форме селитры. После предшествующей культуры, в основном удобрявшейся компостированным навозом, это было наоборот.

4. Картофель (сорта Красава) при высоких разделенных дозах 90 кг азота/га требовал большую долю азота в форме сульфата аммония при предпосевной подготовке почвы, независимо от примененного вида основного органического удобрения.

5. Различия в технике разделенных доз азотных удобрений не оказывали влияния на урожай подсолнечника на силос.

6. В некоторых случаях, наряду с другими условиями, решающее значение для определения целесообразной техники внесения и формы азотного удобрения имел также вид органического удобрения (навоз X компостированный навоз с землей).

Б. Тексты таблиц

I. Обзор норм удобрений и способ их внесения

II. Влияние разной техники удобрения на урожай овса

III. Влияние внекорневой подкормки азотистым удобрением на изменения в концентрации питательных веществ в сухом веществе надземной части овса (среднее за 1957—1959 годы)

IV. Влияние боронования и удобрения цианамидо кальция на понижение засоренности овса

V. Объемный вес зерна у овса

VI. Влияние разной техники внесения азота под подсолнечник

VII. Влияние разной техники внесения азота под озимую рожь

VIII. Влияние разной техники внесения азота под картофель

Effect of Various Nitrogen Manuring Technics on the Yields of Individual Crops

A. Summary

1. Various technics and procedures of nitrogen manuring using high doses in potato regions exerted an essential effect on the utilization of nutrients in oats, rye and potatoes.

2. Fertilizing of oats with calcium cyanamide in the form of top-dressing showed conspicuous grain yields per hectare and also the protein contents in the

grain, if compared with the very same dose of calcium cyanamide which was put into the soil a fortnight before the crop was sown.

3. With winter rye after a preceding crop fertilized fundamentally with farm yard manure it was found more advantageous to supply a larger amount of nitrogen (about 70 per cent) in form of sulphate of ammonia during the preparation of soil in the autumn before sowing, and to use the remaining part in the spring in the form of salpetre as top-dressing. If the preceding crop has been fundamentally manured with composted manure, the procedure was the reverse.

4. When high, divided doses (of 90 kg N per hectare) were used with the Krasava potato variety, the latter required a larger amount of nitrogen in the form of sulphate of ammonia to be supplied to the soil in the preparation period, regardless of the fundamental organic fertilizer used.

5. Various technics of divided doses of nitrogenous fertilizers had no effect on the yield of the silage sun-flower.

6. The most convenient and efficient technic and procedure of nitrogen manuring was in certain cases partly determined by the kind of organic fertilizer used (manure or composted manure mixed with earth).

B. Text of Tables

- I. Survey of fertilizer doses and way of application
- II. Effect of different techniques of manuring on the yields of oats
- III. Effect of nitrogen manuring on the leaf, in regard of the change of concentration of nutrients in overground plant dry matter in oats (average values of the years 1957 to 1959)
- IV. Effect of harrowing and calcium cyanamide manuring on the reducing of weed infestation in oats
- V. Volume weight of oat grain
- VI. Effect of various techniques of nitrogen manuring in sunflower
- VII. Effect of various techniques of nitrogen manuring in winter rye
- VIII. Effect of various techniques of nitrogen manuring in potatoes

Der Einfluß verschiedener Stickstoffdüngungsverfahren auf den Ertrag der einzelnen Feldfrüchte

A. Zusammenfassung

1. Die verschiedene Technik und Form der Stickstoffdüngung mit hohen Gaben hatte im Kartoffelanbaugebiet bei Hafer, Roggen und Kartoffeln eine wesentliche Wirkung auf die Nährstoffausnützung.

2. Durch Kopfdüngung des Hafers mit Kalkstickstoff erhöhte sich im Vergleich mit der gleichen 14 Tage vor dem Säen in den Boden eingebrachten Kalkstickstoffmenge sehr ausgeprägt der Kornertrag je Hektar und der Eiweißgehalt der Körner.

3. Bei Winterroggen nach einer mit Stalldung grundgedüngten Vorfrucht war es vorteilhafter, den größeren Teil des Stickstoffs (70 %) im Herbst bei der Saatbeetvorbereitung in der Form von Ammoniumsulfat in den Boden einzubringen und den restlichen Teil im Frühjahr als Kopfdüngung in der Form von Salpeter zu verabreichen. Nach einer Vorfrucht, die als Grunddüngung Stalldungkompost erhielt, war die Lage umgekehrt.

4. Kartoffeln (Sorte Krasava) erforderten bei geteilten hohen Stickstoffgaben (90 kg N/ha), ohne Rücksicht auf die verwendete Art des organischen Grunddüngers, einen größeren Stickstoffanteil in der Form von Ammoniumsulfat bei der Bodenbearbeitung.

5. Die verschiedene Technik bei der Anwendung der geteilten Stickstoffdüngergaben hatte keinen Einfluß auf den Ertrag der Sonnenblume für Silage.

6. In gewissen Fällen war auch die Art des organischen Düngers (Stallung oder Stallungkompost mit Erde) für das geeignete Verfahren und die geeignete Form der Stickstoffdüngung mitentscheidend.

B. Text zu den Tafeln

- I. Übersicht der Düngergaben und die Applikationsart derselben
- II. Einfluß verschiedener Düngungstechnik auf die Hafererträge
- III. Einfluß der Stickstoff-Kopfdüngung auf die Änderung der Nährstoffkonzentration in der Trockensubstanz des oberirdischen Teiles des Hafers (Durchschnitt 1957—1959)
- IV. Einfluß des Eggens und der Düngung mit Kalzium-Cyanamid auf die Herabsetzung der Verunkrautung bei Hafer
- V. Volumgewicht des Haferkornes
- VI. Einfluß verschiedener Stickstoffdüngungstechnik bei Sonnenblumen
- VII. Einfluß verschiedener Stickstoffdüngungstechnik bei Winterroggen
- VIII. Einfluß verschiedener Stickstoffdüngungstechnik bei Kartoffeln

Inž. František Křížan

Ústřední výzkumný ústav rostlinné
výroby, Praha - Ruzyně,
pracoviště Lukavec u Pacova

■ Základní cestou podstatného zvyšování zemědělské výroby je intenzifikace rostlinné výroby, která může umožnit vysokou intenzitu a efektivnost výroby živočišné. Intenzifikace rostlinné výroby, především v bramborářských a horských výrobních typech, však není možná bez podstatného zlepšení péče o louky a pastviny, které zaujímají v CSSR více jak 25 % z celkového fondu zemědělské půdy.

Podle Schmieda (1964) představují louky a pastviny v současné době u nás převážně kultury typicky extenzivní. Je tomu tak především proto, že se nacházejí v oblastech s drsnějšími klimatickými podmínkami a s kratší vegetační dobou, ve kterých se nedají snadno vytvářet větší obdělavitelné celky a kde pro svažitost pozemků činí potíže zavádění a používání vhodné mechanizace. Soustavu hnojení považuje za nejdůležitější součást agrotechniky luk a doporučuje podrobit důkladné výzkumné práci propracování výživy s ohledem na odchýlnou biologii půd pod trvalými porosty v různých podmínkách.

Otázkou lučních porostů a jejich intenzivním využíváním se zabýval Nágl (1965), který navzájem porovnává dočasné louky s loukami trvalými a ukazuje, že je možné řádným ošetřováním a hnojením dosáhnout na trvalých loukách podstatně vyšších výnosů. Také Klečka a Fabián (1934), Klečka, Fabián a Kunz (1938) a mnoho jiných ve svých dřívějších pracích ukazují na nutnost a výhodnost řádného ošetřování luk a tím zvýšení jejich výnosů. Samotnému hnojení luk věnoval pozornost Duchoň (1948), který na základě dvanáctiletých pokusů uvádí zvýšení výnosů plným hnojením o 59 %. Podobně i Demela (1955) dosáhl u osmi pokusů zvýšení výnosů plným hnojením o 65 % a Klečka (1938) udává vyšší výnos o 24 q/ha sena při plném hnojení. V posledních letech věnoval pozornost otázce použití průmyslových hnojiv na loukách Baier (1963), který ukazuje na efektivnost použití kombinovaných hnojiv. Pecina a Kotouč (1964) pokládají plné hnojení na loukách z hlediska ekonomického za plně zdůvodněné a vysoce efektivní. Také Večeřa (1964) uvádí zvýšení výnosů plným hnojením průmyslovými hnojivy o 49,7 % a Ramašov (1952) na nížinných loukách dosáhl vyšších výnosů o 11 %. Bartoš (1965) přičítá stupňovaným dávkám průmyslových hnojiv nejen zvýšení výnosů, ale i zlepšení kvality sena. Bartošová a Bartoš (1961) ve své práci sledovali především techniku hnojení průmyslovými hnojivy a uvádějí, že jednorázové použití vyšších dávek průmyslových hnojiv (všech tří živin — NPK) na jaře se ukázalo být méně vhodné, neboť porost předčasně polehl a podehňoval, přičemž vysoká patra potlačovala patra nízká. Při použití téže dávky nadvakrát dosáhli na 1 kg NPK 15,87 kg a při dělení dávky natřikrát 17,22 kg přírůstku sena.

Z přehledu je patrné, že otázka hnojení luk nebyla opomíjena. Většina pracovníků však věnovala pozornost plnému hnojení. Přechodný nedostatek průmyslových hnojiv v současné době však zatím nedovoluje tímto způsobem postupovat. Otázka hnojení luk nebyla z tohoto hlediska dostatečně propracována, a proto jsme ve své práci se na ni zaměřili. Pro přechodnou dobu 2—3 let

by bylo možné zvýšením hnojením dusíkem zajistit vyšší výnosy a v dalších letech při dostatku hnojiv doplnit nedostávající se živiny, tj. kyselinu fosforečnou a draslo, aniž by tím došlo ke snížení půdní úrodnosti.

METODIKA

Cílem pokusů bylo vyšetřit účinnost použití vyšších dávek průmyslových hnojiv v různých výrobních podmínkách. Zjišťován byl především vliv stupňovaných dávek dusíkatých hnojiv v porovnání s nehnojenou kontrolou a s kombinací plně hnojenou (všemi třemi živinami NPK). Tyto poloprovozní pokusy byly zakládány metodou dlouhých parcel a použito bylo kombinací hnojení podle tabulky I.

I. Kombinace hnojení

Kombinace		Dávka čistých živin v kg/ha			Druh použitých hnojiv kg/ha		
čís.	dávka živin	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	LAV	SP	DS
1	O	—	—	—	—	—	—
2	N ₃₀	30	—	—	120	—	—
3	N ₆₀	60	—	—	240	—	—
4	N ₉₀	90	—	—	360	—	—
5	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	60	36	60	240	200	150

LAV = ledek amonovápenatý, SP = superfosfát, DS = draselná sůl 40%

Všechna hnojiva byla dána brzy na jaře před začátkem vegetace. Sledovali jsme účinek hnojení na výnos, přepočítali jsme zvýšení výnosů na 1 kg N podle Baiera (1963) a při ekonomickém hodnocení jsme postupovali podle metodiky Bezvoda a Štěpán (1964).

CHARAKTERISTIKA PROSTŘEDÍ

Pokusy byly provedeny na pokusných místech a v podmínkách, jak jsou uvedeny v tabulce II.

Většina pokusných míst se nachází ve výrobním typu bramborářském, jen jedno ve výrobním typu řepářském. Nadmořská výška se pohybovala od 310 m do 630 m. Průměrná teplota za posledních 10 let byla od 6,72 do 7,86° C a celkové množství srážek v průměru 10 let bylo od 490 do 765 mm (údaje průměrných srážek a teplot byly získány vždy v nejbližší stanici HMÚ). Pokusná místa reprezentují výrobní oblast, v níž se převážná většina trvalých luk nachází.

Půdní podmínky a agrochemické vlastnosti půd jsou uvedeny v tabulce III.

Z hlediska genetických půdních typů převládala na pokusných místech hnědozem a na zbývajících místech byla půda mírně podzolovaná. Druhové zastoupení půd bylo již pestřejší, neboť na dvou pracovištích byly půdy jílovitohlinité, ve třech případech půdy hlinité a zbytek tvořily půdy spíše lehčího rázu, písčitohlinité až hlinitopísčité. Z agrochemické charakteristiky (podle rozborů ÚKZÚZ v Praze) je zřejmé, že to byly převážně půdy se slabě kyselou reakcí a s poměrně malou potřebou vápnění. Zásoba pro rostliny přijatelného fosforu v půdě (stanovená podle Egnéra) byla povětšinou malá a zásoba drasla (stanovená podle Schachtschabela) je jen ve dvou případech střední, jinak je malá. Šlo tedy vesměs o půdy v nízkém stupni úrodnosti.

Průběh povětrnosti na jednotlivých pokusných místech je uveden v tabulce IV, přičemž jsou uváděny jen nejdůležitější odchylky od průměru.

II. Popis pokusných míst

Pokusné místo	Okres	Výrobní typ	Nadmořská výška m	Průměrná roční teplota °C	Celkové množství srážek mm
Novosedly	Jindř. Hradec	B ₂	460	7,5	625,0
Jersice	Jindř. Hradec	B ₃	500	7,0	610,0
Ratiboř	Písek	B ₃	630	7,25	623,6
Nesvačily	Pelhřimov	B ₃	542	6,78	722,7
Věžná	Pelhřimov	B ₂	540	6,77	705,2
Vysoká Lhota	Pelhřimov	B ₃	580	6,22	722,7
Hořovice	Beroun	B ₁	340	7,60	577,0
Nečtiny	Plzeň – sever	B ₃	580	6,87	473,3
Plasy	Plzeň – sever	B ₂	310	7,81	490,0
Havlovice	Domažlice	B ₂	435	7,45	654,0
Sedlice	Domažlice	B ₁	415	7,60	661,0
Příchovice	Plzeň – jih	B ₁	360	7,86	572,0
Police n. Met.	Náchod	B ₂	470	6,80	765,0
Jaroměř	Náchod	Ř ₁	380	7,60	637,0

III. Charakteristika půdních podmínek

Pokusné místo	Půdní typ	Půdní druh	Agrochemická charakteristika			
			pH	potřeba vápnění CaO q/ha	P ₂ O ₅	K ₂ O
					v mg/100 g půdy	
Novosedly	mírně podzol.	písečitolhinitá	5,3	13,0	stopy	7,0
Jersice	mírně podzol.	písečitolhinitá	rozběr nebyl proveden			
Ratiboř	mírně podzol.	hlinitá	rozběr nebyl proveden			
Nesvačily	hnědozem	písečitolhinitá	6,0	5,0	stopy	8,0
Věžná	hnědozem	písečitolhinitá	6,0	5,0	2,9	8,0
Vysoká Lhota	hnědozem	písečitolhinitá	5,0	15,0	stopy	6,0
Hořovice	hnědozem	jílovitolhinitá	6,3	—	4,1	8,0
Nečtiny	hnědozem	písečitolhinitá	6,0	5,0	2,7	9,0
Plasy	hnědozem	hlinitá	rozběr nebyl proveden			
Havlovice	hnědozem	hlinitopísečítá	5,5	5,0	stopy	19,0
Sedlice	hnědozem	písečitolhinitá	5,5	10,0	stopy	8,0
Příchovice	hnědozem	písečitolhinitá	5,2	5,0	stopy	malá
Police n. Met.	podzol	hlinitá	5,0	10,0	2,2	13,0
Jaroměř	hnědozem	jílovitolhinitá	5,6	10,0	1,4	8,0

IV. Povětrnostní podmínky na jednotlivých pracovištích

Pokusné místo	Popis povětrnosti
Novosedly	leden až březen byly chladné, duben chladný a suchý, květen teplý, červenec suchý a ke konci září vlhko
Jersice	koncem července a srpna sucho, jinak normálně
Ratiborž	koncem června a července sucho
Nesvačily	leden až březen chladný, duben chladný a suchý, květen teplý a vlhký, červenec suchý a koncem září deštivo
Věžná	leden až březen chladný, duben chladný a suchý, květen teplý a vlhký, červenec suchý a v září deštivo
Vysoká Lhota	leden až březen chladný, duben chladný a suchý, květen teplý a vlhký, červenec suchý a v září deštivo
Hořovice	leden až březen chladný, duben chladný a vlhký, červenec bohatý na srážky, červenec suchý a srpen vlhký
Nečtiny	prosinec až únor chladno, také březen chladný a vlhký, duben a květen normál, červen vlhký
Plasy	proti průměru spadlo celkově méně srážek, zvláště ve druhé polovině června, od července do září normál
Havlovice	duben studený a sušší, červen bohatý na srážky, stejně tak i září
Sedlice	duben studený a sušší, červen a září bohatší na srážky
Příchovice	během vegetace srážky normální
Police n. Met.	v červenci a srpnu bylo sucho, jinak normál
Jaroměř	jarní měsíce studené, v dubnu sucho, v květnu a v červnu deštivo, v červenci normál

Na většině pokusných míst byl průběh povětrnosti odlišný od dlouhodobého průměru. Zvláště nepříznivé se to projevilo ve druhé sklizni, kdy v důsledku nedostatku srážek byly i výnosy poměrně nízké.

VÝSLEDKY A JEJICH HODNOCENÍ

V tabulce V jsou uvedeny výnosové výsledky z jednotlivých pokusných míst. Rozdíly ve výnosech na jednotlivých pracovištích jsou způsobeny jednak stanovištními podmínkami, jednak průběhem povětrnosti v roce zakládání a sledování pokusů. Z průměrných výnosů je patrné, že u všech kombinací hnojení průmyslovými hnojivy bylo dosaženo podstatně vyšších výnosů než na parcelách nehnojených, a to u kombinace 2 o 8,81 q/ha, u kombinace 3 o 15,75 q/ha, u kombinace 4 o 24,69 q/ha a u kombinace 5 o 27,06 q/ha. Porovnáme-li výnosy na parcelách plně hnojených, tj. všemi třemi živinami (kombinace 5) s parcelami hnojenými jen dusíkem, zjišťujeme, že na kombinaci 5 bylo dosa-

V. Výnosy u jednotlivých kombinací hnojení v q/ha

Pokusné místo	Kombinace hnojení				
	1 O	2 N ₃₀	3 N ₆₀	4 N ₉₀	5 N ₆₀ P ₃₆ K ₆₀
Novosedly	41,0	43,5	44,25	52,25	51,0
Jersice	40,0	40,62	43,75	46,20	51,28
Ratiboř	28,5	38,5	48,0	53,0	49,0
Nesvačily	28,4	42,07	48,0	61,46	71,27
Věžná	39,7	53,6	59,4	67,57	79,5
Vysoká Lhota	18,2	26,4	30,8	35,2	42,4
Hořovice	28,4	30,4	35,6	39,0	42,0
Nečtiny	53,3	65,3	66,0	76,6	98,6
Plasy	18,55	28,1	39,65	43,35	46,35
Havlovice	20,0	32,0	48,0	75,0	45,0
Sedlice	29,6	34,5	55,0	73,0	69,6
Příchovice	21,26	29,49	29,59	32,59	38,63
Police nad Metují	20,6	30,8	36,9	46,0	38,7
Jaroměř	32,0	47,5	55,0	50,0	75,0
Průměr	29,96	38,77	45,71	53,65	57,02
Zvýšení výnosu v %	—	29,40	52,57	79,07	90,32

ženo vyššího výnosu proti kombinaci 2 o 18,25 q/ha, proti kombinaci 3 o 11,31 q/ha a proti kombinaci 4 o 3,37 q/ha sena. Projevil se tedy příznivý účinek hnojení kyselinou fosforečnou a draslem při porovnání se samotným hnojením dusíkem ve zvýšeném výnosu sena. Lze tedy na základě těchto výsledků usuzovat, že plné hnojení je výhodnější než hnojení samotným dusíkem. Přitom však samotným hnojením dusíkem se podstatně zvyšují výnosy, a to již dávkou 30 kg N/ha proti nehnojené kontrole o 29,4 %, u kombinace 3 o 52,57 %, u kombinace 4 o 79,07 % a u kombinace 5 o 90,52 %. Toto zvýšení výnosu je patrné i z grafu, ve kterém jsou uvedeny přírůstky výnosů v relativních číslech k nehnojené kontrole.

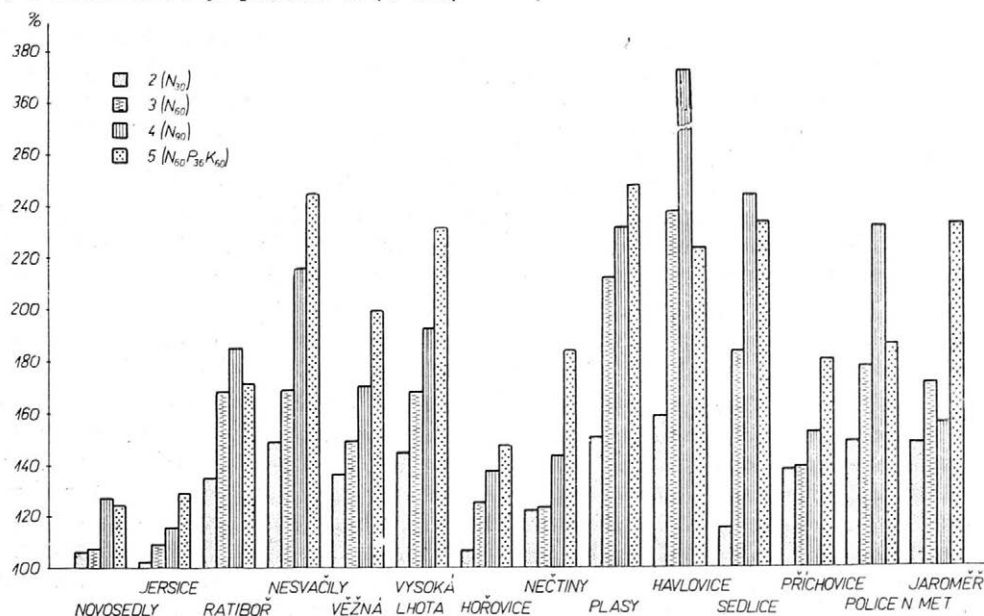
Účinnost hnojení jsme vyjádřili i v přírůstcích výnosů dosažených hnojením, propočtených na 1 kg N. Výsledky jsou uvedeny v tabulce VI.

Nejnižší přírůstky výnosů na 1 kg dodaného dusíku byly získány na kombinaci s plným hnojením. Je to tím, že vedle samotného dusíku bylo současně hnojeno i kyselinou fosforečnou a draslem. Na zbývajících kombinacích bylo dosaženo nejvyššího přírůstku výnosu u kombinace 2, tj. při hnojení nízkou dávkou — 30 kg N/ha. U obou dalších kombinací jsme získali kolísavé výsledky. Podobně i využití dusíku bylo nejvyšší na kombinaci 5, kde dosahovalo 76,7 %. U samotného hnojení dusíkem se jeho využití pohybovalo v rozmezí 43–50 %. Z toho je zřejmé, že plné hnojení přispělo k podstatně lepšímu využití dodaného dusíku, než tomu bylo u kombinací se samotným hnojením dusíkem.

VI. Přírůstky výnosů na 1 kg N v kg sena

Pokusné místo	Kombinace hnojení			
	2 (N ₃₀)	3 (N ₆₀)	4 (N ₉₀)	5 (N ₆₀ P ₃₆ K ₆₀)*
Novosedly	8,0	5,0	12,0	17,0
Jersice	2,0	6,0	7,0	19,0
Ratiboř	34,0	32,0	27,0	34,0
Nesvačily	45,0	33,0	37,0	71,0
Věžná	46,0	33,0	31,0	66,0
Vysoká Lhota	27,0	21,0	19,0	40,0
Hořovice	6,6	12,0	11,8	22,7
Nečtiny	40,0	21,0	26,0	75,0
Plasy	32,0	35,0	27,0	46,0
Havlovice	40,0	47,0	61,0	42,0
Sedlice	16,0	42,0	48,0	67,0
Příchovice	27,0	14,0	12,0	29,0
Police n. Met.	34,0	27,0	28,0	30,0
Jaroměř	52,0	38,0	20,0	72,0
Průměr	29,2	25,7	26,3	45,1
Využití N %	49,8	43,7	44,7	76,7

*) u kombinace 5 je počítáno N (+ PK)



1. Zvýšení výnosů u kombinací 2–5 v porovnání s kombinací 1 vyjádřeno v relativních číslech. (100 % = kombinace 1)

VII. Ekonomické ukazatele v Kěs na 1 ha půdy

Ukazatel	Kombinace hnojení				
	1 O	2 N ₃₀	3 N ₆₀	4 N ₈₀	5 N ₆₀ P ₃₆ K ₆₀
Hrubá produkce	1198,85	1550,70	1828,40	2154,90	2280,90
Zvýšení hrubé produkce	—	351,85	629,55	956,05	1082,05
Náklady na hnojiva	—	84,00	168,00	252,00	295,20
Hrubý důchod dosažený hnojením	—	267,80	461,55	704,05	786,85
Ekonomická účinnost vynaložených nákladů na hnojení	—	18,46	10,88	5,55	7,73

Konečný efekt hnojení je též možno vyjádřit ekonomickými ukazateli, jak jsou uvedeny v souhrnné tabulce VII.

Nejvyššího zvýšení hrubé produkce bylo dosaženo u kombinace 5, tj. plným hnojením, a nejnižšího u kombinace 2, tj. nejnižší dávkou dusíku. Se stoupající dávkou dusíku se zvyšovala hrubá produkce. Podobně je tomu i u hrubého důchodu dosaženého hnojením. Přitom však je nutno brát v úvahu, že se nepočítalo se zvýšenými náklady spojenými s použitím hnojiv, ale brala se v úvahu jen cena hnojiv. To proto, že náklady na hnojení zůstávají ve všech případech stejné a liší se jen výsev hnojiv z rozmetadel. U kombinace 5 s plným hnojením by bylo třeba připočítat náklady spojené s mícháním hnojiv. Tím by byly údaje v ekonomickém hodnocení u kombinace 5 o málo nižší. U ekonomické účinnosti vynaložených nákladů na hnojení je uvedeno, kolik Kěs hrubé produkce připadá na 1 Kěs vynaloženou na průmyslová hnojiva. Z údajů je zřejmé, že se stoupající dávkou použitých průmyslových hnojiv klesá účinnost vynaložených nákladů na hnojení.

DISKUSE

Výsledky pokusů ukázaly, že na loukách je možno dosahovat podstatně vyšších výnosů použitím průmyslových hnojiv. Námi zjištěné údaje jsou tedy v souladu s údaji uváděnými Duchoněm (1948), Demelou (1955), Klečkou (1938), Baierem (1963), Bartošem (1965) a dalšími pracovníky, kteří se u nás touto otázkou zabývali. Přitom se ukazuje, že plné hnojení je výhodnější než samotné hnojení dusíkem, i když je možné samotným dusíkem dosáhnout podstatně vyšších výnosů než na nehnojených parcelách. O této otázce hovoří Kolářík (1959), který uvádí, že vyrovnaným hnojením lze zvýšit výnosy a bude záležet jen na průběhu počasí, zda přírůstek ve výnosu bude úměrný hnojení. Je tedy možné z tohoto hlediska dosažené výsledky pokládat za správné, neboť doplňují dosavadní práce na tomto úseku.

Při sledování účinnosti živin se ukázalo, že jsme získali velmi příznivé přírůstky výnosů na 1 kg N. Srovnáme-li tyto údaje s údaji uváděnými Duchoněm a Hamplem (1959), zjišťujeme, že jsou i v tomto směru shodné, neboť Duchoně uvádí přírůstky výnosu na 1 kg N 20–35 kg sena, čehož bylo v našich pokusech dosaženo při samotném hnojení dusíkem. Při plném hnojení však byly přírůstky výnosů podstatně vyšší a v průměru dosáhly 45,1 kg sena. Z toho je patrné, že při plném hnojení bude i využití živin daleko vyšší než

při samotném hnojení dusíkem. To souhlasí i s údaji udávanými Koláříkem (1959), který uvádí, že dusík dodaný do půdy v pohotové formě bude rostlinami využit ze 60 % jenom tenkrát, bude-li současně dávka dusíku harmonicky vyrovnaná kyselinou fosforečnou a draslem. Podobného názoru je i Tomka (1965), který uvádí, že je třeba zaměřit se na rovnoměrnou výživu dusíkem a kyselinou fosforečnou; draselným hnojivům nepřikládá již tak důležitou úlohu proto, že půdy mají této živiny většinou dostatek. Kolářík dále uvádí, že jednostranné hnojení dusíkem snižuje využití dusíku na 36 % nebo až na 21,6 % podle toho, jaké jsou zásoby P_2O_5 a K_2O v půdě. K obdobným závěrům docházíme i my, neboť při plném hnojení byl dusík využit ze 76,7 %, zatímco při hnojení samotným dusíkem byl využit ze 43,7 % až 49,8 %. I když údaje uváděné Koláříkem byly získány u polních plodin, je patrné, že i na loukách bude situace obdobná.

Otázkou složení porostu jsme se ve své práci nezabývali, ale sledoval ji Tomka (1965), který udává, že je možné počítat s tím, že dávka do 100 kg N/ha nemá vliv na zhoršení kvality porostu tak, aby krmná hodnota sena klesla. Teprve dávky nad 100 kg N/ha pokládá za méně vhodné a doporučuje použít současně i hnojiva fosforečná a draselná, aby se vyrovnal nepříznivý vliv dusíku. Je tedy náš názor na přechodné použití dusíkatých hnojiv na loukách v souladu i s jeho poznatky.

Z výsledků ekonomického hodnocení pak vyplývá, že nejvhodnější způsob hnojení bude plné hnojení všemi živinami, tak jak to doporučuje Bartoš (1965), Pecina a Kotouč (1964), Baier (1963) a další. Přitom však i samotné hnojení dusíkem pro přechodnou dobu bude vhodné, jak vyplývá z uvedených údajů.

SOUHRN

1. Hnojení průmyslovými hnojivy přispělo podstatně ke zvýšení výnosů luk. Při použití samotného dusíku se zvýšil výnos o 29,4 % až 79,07 %, při plném hnojení (NPK) dokonce o 90,32 % v porovnání s nehnojenou kontrolou.

2. Při plném hnojení bylo dosaženo podstatně vyšších výnosů než při samotném hnojení dusíkem, a to o 5,92 % až 32,01 %. U kombinací se stejnou dávkou dusíku (N_{60}), tj. kombinací 3 a 5, byl rozdíl ve prospěch kombinace $N_{60} + PK$, tj. kombinace s plným hnojením, 19,84 %.

3. Přírůstky výnosů na 1 kg N při samotném hnojení dusíkem byly 25,7 až 29,2 kg sena a při plném hnojení 45,1 kg sena.

4. Dusík z použitých průmyslových hnojiv byl využit ze 44,7 % až 49,8 % při samotném hnojení dusíkem a ze 76,7 % při plném hnojení. Přispělo tedy PK hnojení k lepšímu využití dusíku.

5. Na 1 Kčs nákladů, vynaloženou za hnojiva, připadlo 18,46 Kčs hrubé produkce u kombinace hnojení 30 kg N/ha. Se zvyšující se dávkou hnojiv snižovala se ekonomická účinnost vynaložených nákladů a nejnižší byla u kombinace N_{90} , kdy na 1 Kčs připadlo 5,55 Kčs hrubé produkce.

6. Hnojením dosažený hrubý důchod na 1 ha byl cca 267,85 Kčs do 786,85 Kčs. Hnojení je tedy vysoce efektivním opatřením.

7. I když plné hnojení poskytovalo nejprůběžnější výsledky, je možné i samotným hnojením dusíkem pro přechodnou dobu přispět k rychlému zvýšení výnosů luk a tím k zajištění dostatku píce pro živčišnou výrobu.

Došlo dne 25. 5. 1965

Literatura

1. Baier, J.: Účinek plného hnojení na lučních porostech. = „Agrochemie“, III, 1963, č. 5, s. 82-84. — 2. Baier, J.: Jak ekonomicky hnojit. Praha 1961. — 3. Bartoš, J.: Příspěvek k použití vysokých dávek průmyslových hnojiv na trvalých lučních porostech. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965, č. 4, s. 341-354. — 4. Bartošová, E. - Bartoš, J.: Vliv časového rozdělení dávky minerálních hnojiv na trvalý luční porost. = „Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba“, XXXIV, 1961, č. 12, s. 1661-1680. — 5. Bezvoda, F. - Štěpán, M.: Zjišťování ekonomické efektivity použití průmyslových a statkových hnojiv. = „Metodiky“, ÚVTI Praha, č. 26, 1964. — 6. Demela, J.: Praktické lukařství. Praha 1965. — 7. Duchoň, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha 1948. — 8. Duchoň, F. - Hampl, J.: Agrochemie. ČSAZV, Praha 1959. — 9. Klečka, A. - Fabián, J.: Vědecké zásady lučního a pastevního pokusnictví. Praha 1934. — 10. Klečka, A. - Fabián, J. - Kunz, E.: Picinářství v teorii a praxi. Praha 1938. — 11. Kolářík, J.: Výživa rostlin. Praha 1954. — 12. Kolářík, J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. ČSAZV, Praha 1959. — 13. Maloch, M.: Krmovinářstvo II. Bratislava 1953. — 14. Nágl, F.: Výroční zpráva ÚVSH, Praha 1964. — 15. Pecina, V. - Kotouč, M.: Efektivnost průmyslových hnojiv na loukách a pastvinách I. = „Agrochemie“, IV, 1964, č. 4, s. 52-54. — 16. Pecina, V. - Kotouč, M.: Efektivnost průmyslových hnojiv na loukách a pastvinách II. = „Agrochemie“, IV, 1964, č. 12, s. 182-185. — 17. Schmied, M.: Zlepšením lukařství a pastvinářství k intenzifikaci rostlinné výroby. = „Rostlinná výroba“, 1964, 10, č. 3, s. 231-234. — 18. Ramašov, P. J.: Hnojení luk a pastvin. Praha 1962. — 19. Tomka, O.: Efektivnost využití průmyslových hnojiv na lukách a pasienkách. = „Agrochemie“, V, 1965, č. 2, s. 37-39. — 20. Večeřa, M.: Zajišťování vysoké efektivity vytrvalých luk agrotechnickými zásahy. = „Rostlinná výroba“, 10, 1964, č. 3, s. 271-290.

Влияние дифференцированных доз азота на урожай лугов

1. Удобрение минеральными удобрениями существенно содействовало увеличению урожая лугов. При внесении одного только азота урожай увеличился на 29,4—79,07 %, при полно-составном удобрении (PK) — даже на 90,32 % по сравнению с неудобренным контролем,

2. при полно-составном удобрении было достигнуто существенно больших урожаев, чем при одном лишь удобрении азотом, а именно на 5,92—32,01 %. У комбинации с такой же дозой азота (60), т. е. 3 и 5 разница была в пользу комбинации 5, т. е. полносоставного удобрения 19,84 %,

3. приросты урожая на 1 кг N при удобрении только азотом составили 25,7—29,2 кг сена, а при полно-составном удобрении — 45,1 кг сена,

4. азот из внесенных минеральных удобрений был использован в 44,7—49,8 % при удобрении только азотом и 76,6 % — при полно-составном удобрении. Следовательно, удобрение PK содействовало лучшему использованию азота,

5. на 1 крону расходов на удобрения пришлось 18,46 кр. валовой продукции у комбинации с удобрением 30 кг/га. По мере увеличения дозы удобрений понижалась экономическая эффективность затраченных средств, которая была наиболее низкой у комбинации 4, где на 1 крону приходилось 5,55 кр. валовой продукции,

6. валовой доход, достигнутый путем удобрения на 1 га составил 267,85—786,85 кр. Следовательно, удобрение является высокоэффективным мероприятием,

7. хотя полносоставное удобрение и дало самые положительные результаты, можно и путем удобрения лишь одним азотом на определенное время быстро повысить урожай лугов и тем самым обеспечить достаточное количество зеленого корма для животноводства.

Effect of Gradually Increased Doses of Nitrogen on the Yields of Meadows

1. Manuring with industrial fertilizers contributed substantially to the increase of the yields on the meadows. If nitrogen was used separately, the yields were raised by 29.4 to 79.07 per cent, whereas with full manuring (NPK) the increase ranged at 90.32 percent, in comparison to the untreated check plot.

2. Full manuring gave substantially higher yields than isolated nitrogen fertilizers, the increase ranging from 32.01 to 5.92 per cent. With combined fertilizers

containing the same nitrogen dosis (N₆₀), i. e. 3 and 5, the difference pointed to the advantage of the combination 5, which gave full manuring at 19.84 per cent.

3. The increases in yields on 1 kg of nitrogen ranged from 25.7 to 29.2 kg hay with isolated nitrogen manuring, and reached 45.1 kg of hay when full manure was used.

4. From the industrial fertilizers applied nitrogen was exploited to an extent of 44.7 to 49.8 per cent in isolated nitrogen manuring, and to an extent of 76.7 per cent in full manuring. Therefore PK-manuring contributed to a better exploitation of the nitrogen contained therein.

5. Costs involving 1 Kčs for fertilizers gave 18.46 Kčs worth of gross production using a manuring combination of 30 kilos of nitrogen per hectare. With the increasing dosis of fertilizers the economic effect of costs incurred decreased, reaching its lowest level in combination 4, where the gross production yield ranged Kčs 5.55 involving 1 Kčs of costs.

6. The gross income obtained by manuring ranged from 267.85 to 786.85 Kčs per hectare. This gives evidence of the fact that manuring is a highly efficient measure.

7. Even though full manuring gave most favourable results, isolated nitrogen manuring may, at least for a relatively transitory period, contribute to a rapid increase of the yields in the meadows and thus provide for a sufficient supply of forage for the animal production.

Einfluß der gesteigerten Stickstoffgaben auf die Wiesenerträge

1. Die Düngung mit Handelsdüngern trug zur Erhöhung der Wiesenerträge wesentlich bei. Bei der Anwendung von alleinigem Stickstoff erhöhte sich der Ertrag um 29,4 % bis 79,07 %, bei Volldüngung (NPK) sogar um 90,32 % im Vergleich zur ungedüngten Kontrollparzelle.

2. Bei Volldüngung erreichte man wesentlich höhere Erträge als bei alleiniger Stickstoffdüngung, u. zw. um 5,92 % bis 32,01 %. Bei Kombinationen mit gleicher Stickstoffgabe (N₆₀), d. h. 3 und 5 war der Unterschied zugunsten der Kombination 5, d. h. Volldüngung 19,84 %.

3. Die Ertragszunahmen je 1 kg N bei alleiniger Stickstoffdüngung betrugen 25,7 kg bis 29,2 kg Heu und bei Volldüngung 45,1 kg Heu.

4. Der Stickstoff aus den angewandten Handelsdüngern wurde zu 44,7 bis 49,8 % bei alleiniger Stickstoffdüngung und zu 76,7 % bei Volldüngung ausgenützt. Demnach hatte die PK-Düngung zu einer besseren Ausnützung des Stickstoffes beigetragen.

5. Je 1 Kčs der für Düngemittel aufgewandten Kosten entfielen 18,46 Kčs der Bruttoproduktion bei der Kombination der Düngung von 30 kg N/ha. Mit steigender Düngergabe senkte sich die ökonomische Wirksamkeit der aufgewandten Kosten. Diese Wirksamkeit war bei der Kombination 4 die niedrigste, denn hier entfiel je 1 Kčs 5,55 Kčs Bruttoproduktion.

6. Das mittels Düngung erreichte Bruttoeinkommen je 1 ha betrug 267,85 Kčs bis 786,85 Kčs. Die Düngung der Wiesen ist demnach eine hoch effektive Maßnahme.

7. Wenn auch die Volldüngung die günstigsten Resultate ergab, kann man auch durch alleinige Stickstoffdüngung für eine vorübergehende Zeit zur raschen Erhöhung der Wiesenerträge und dadurch zur Sicherung einer ausreichenden Menge Wirtschaftsfutter für die tierische Produktion beitragen.

Inž. Václav Pokorný, CSc.

Ústav pro vědeckou soustavu
hospodaření, Praha, Opletalova 23

■ V půdách pod polními kulturami dochází pravidelně v průběhu vegetace k úbytku obsahu N. Část ztrát připadá na vyplavení rozpustných forem N do spodiny nebo unikání do ovzduší, avšak největší podíl na celkovém úbytku N má zpravidla odběr dusíku sklizní plodin.

Z přehledné práce Allisona (1955), shrnující výsledky víceletých lysimetrických pokusů provedených v různých oblastech USA, vyplývá, že z celkového ročního úbytku N připadalo na vyplavení nejčastěji 8–23 %, zatímco na odběr rostlinami 50–80 %. Nejmenší ztráty vyplavením nastaly u trvalého travního porostu, zatímco k největším ztrátám, které přesahovaly odběr N plodinami, docházelo při nepřetržitém pěstování jedné plodiny (tabáku). Výsledky víceletých pokusů v Rothamstedu dokazují, že nebylo-li hnojeno dusíkem, odpovídal veškerý úbytek N v půdě odběru sklizní, zatímco při dodání N v průmyslových nebo statkových hnojivech připadala část ztrát též na vyplavení (Russell 1961).

Po sklizni plodin zjišťuje proto mnoho autorů pokles obsahu N v půdě ve srovnání s jeho obsahem na začátku a v průběhu vegetace (Harmse a Schreven 1955, Harmse 1961). Část N vyplaveného během vegetace se může znovu vracet do svrchních vrstev půdy (Harmse 1961), zčásti se hladina přístupného N obnovuje mineralizací organického podílu N a jeho dodáním v hnojivech. Celkový úbytek N z půdy za více roků však přesto může za určitých podmínek dosáhnout značných hodnot (až 39 % původního obsahu po 40 letech obdělávání půdy — Haas a Evans 1957), přičemž počáteční pokles je prudší než po několika letech po začátku obdělávání původně panenské půdy. Podle Hobbsa a Browna (1957) byl úbytek obsahu N tím větší, čím vyšší byl původní obsah N v půdě.

Tito autoři se pokusili uvést velikost úbytku N v půdě do vztahu k velikosti poklesu výnosů, avšak nenalezli jednoznačný vztah. Vysvětlení nacházejí v tom, že limitujícím faktorem v jejich pokusech nebyl zřejmě obsah N v půdě, nýbrž nedostatek vody.

Jelikož však určitou závislost mezi výší výnosu, tj. odběru N sklizní a poklesem obsahu N v půdě je možné teoreticky předpokládat, sledovali jsme tento vztah v polních pokusech se stupňovanými dávkami N k obilninám. Obsah N v půdě před pokusy a po sklizni plodin jsme stanovili inkubační metodou (Koppová, Baier 1963), čímž jsme chtěli mimo jiné ověřit její využitelnost. Rovněž šlo o to, prověřit hypotézu (Kolářík 1959), podle níž má být obsah N v půdě po sklizni plodin v přímé závislosti na výši výnosu a z níž by tudíž vyplýval závažný závěr o relativně vyšší zásobě N v půdě, a tím i nižší potřebě hnojení dusíkem při vyšších výnosech.

METODIKA

Při řešení daného problému jsme vycházeli z materiálu získaného v polních pokusech s obilninami, provedených v různých půdních a klimatických podmínkách ČSSR (tab. I).

V pokusech byly zařazeny kombinace hnojení O, PK, N₁PK, N₂PK a N₃PK popř. N₃aPK na dvou blocích čtyřikrát opakované. Střední dávka živin dodaná na kombinaci N₂PK v pokusech na jednotlivých stanovištích je uvedena v tabulce II.

Půdní vzorky pro stanovení obsahu N byly odebrány na podzim r. 1956 před založením pokusů z hloubky ornice a po sklizni sledovaných plodin na podzim následujícího roku z každé kombinace hnojení. Stanovení N jsme provedli ve směsných vzorcích ze 4 opakování každé kombinace hnojení inkubační metodou (Koppová, Baier 1963). Hodnoty obsahu N uvádíme v přepočtu na kg N na ha na

I. Údaje o polních pokusech s obilninami

Stanoviště	Výrobní oblast	Půdní typ	Srážky v mm (50ti-letý) Ø	Tep-plota v °C Ø	pH vým. před pokusem	Rok	Plodina	Odrůda	Před-plodina
Lukavec	bramb.	podzol. půda	686	6,8	6,42	1957	pšenice ozimá	Chlumská 12	oves
Šumperk	bramb.	podzol. půda	708	7,4	6,26	1957	oves	Český žlutý	pšenice ozimá
Větrov	bramb.	podzol. půda	745	6,6	4,80	1957	oves	Nalžovský	bramb.
Čáslav	řepař.	černo-zem	590	8,1	6,70	1957	pšenice ozimá	Pyšelka	pšenice ozimá
							ječmen jarní	Stupický Hanák	pšenice ozimá
Ivanovice	řepař.	černo-zem	556	8,4	7,16	1957	pšenice ozimá	Kaštická osinatka	řepka ozimá
							ječmen jarní	Valtický	řepka ozimá

II. Dávky N, P₂O₅ a K₂O v pokusech s obilninami na kombinaci N₂PK

Stanoviště pokusu	Plodina	Dávky živin v kg/ha ¹⁾		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Lukavec	pšenice ozimá	60	100	160
Šumperk	oves	50	45	80
Větrov	oves	50	38	40
Čáslav	pšenice ozimá	60	100	160
	ječmen jarní	40	93	140
Ivanovice	pšenice ozimá	60	100	160
	ječmen jarní	40	93	140

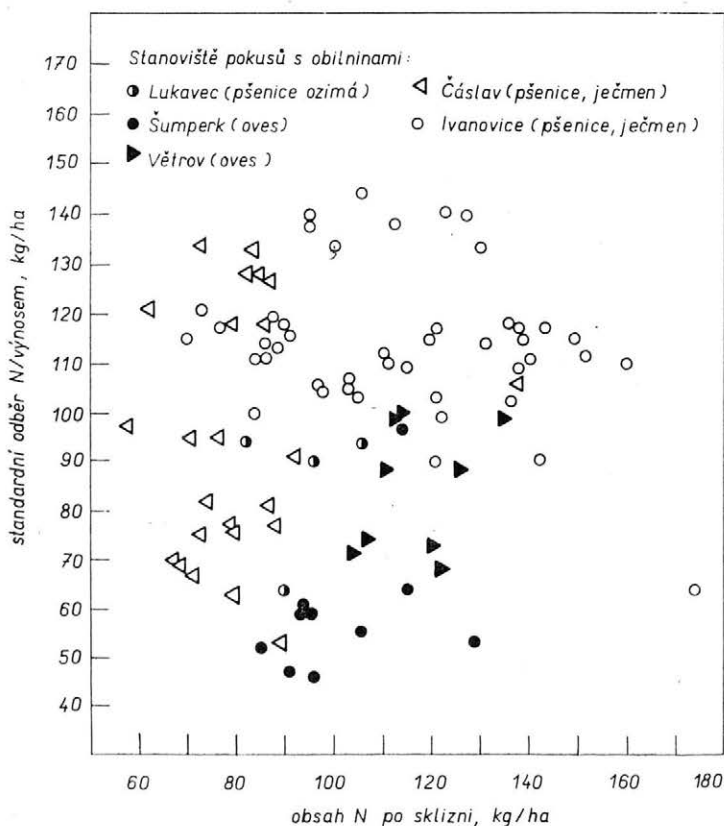
Poznámka: 1) N dodán v ledku ostravském (20 %), ve Větrově zčásti v dusíkatém vápnu, v Šumperku v síranu amonném; P₂O₅ v superfosfátu (18 %) a K₂O v draselné soli (40 %)

základě průměrné váhy jemnozeme v hloubce 0–20 cm = 3 mil. kg, což nám umožnilo přímé srovnání s hodnotami výnosů, resp. odběru N výnosem, vyjadřovanými ve stejných jednotkách (kg/ha).

Výnosy obilnin uvádíme v q/ha zrna, popřípadě v přepočtu na tzv. standardní odběr N (výnos zrna $\times$ standardní spotřeba N), který je vlastně průměrnou hodnotou odběru N určitým výnosem zrna + odpovídajícím množstvím slámy. Standardní spotřeba N u různých plodin i příslušnou literaturu, z níž byly tyto průměrné hodnoty přepočteny, uvádí Baier (1963). Přepočet na standardní spotřebu určité živiny (N, P_2O_5 , K_2O) jsme zvolili totiž proto, že obdobně jako např. přepočet na tzv. obilní jednotky umožňuje lepší vzájemné porovnání výnosů různých plodin a mimoto dovoluje též určité srovnání s hodnotami obsahu příslušné živiny v půdě. Jako standardní spotřebu N na tvorbu výnosu 1 q zrna jsme uvažovali u pšenice ozimé 3 kg, u ovsa 2,7 kg a u ječmene jarního 2,4 kg N.

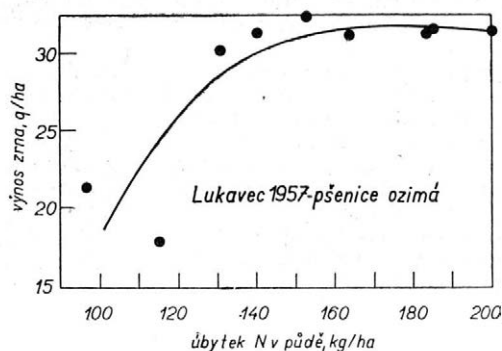
VÝSLEDKY A DISKUSE

Vztah mezi výnosem plodiny a obsahem N v půdě, stanoveným po její sklizni. Obsah N stanovený inkubační metodou ve vzorcích půd, odebraných po sklizni obilnin z pokusů se stupňovanými dávkami dusíku v Lukavci, Šumperku, Větrově, Čáslavi a Ivanovicích v roce 1957 se pohyboval od 19,5 do 58,3 mg/kg zeminy, tj. od 58,5 do 175,0 kg N/ha. Závislost na výši výnosu předplodiny jsme nemohli prokázat, jak je patrné i z obr. 1, zahrnujícího všechny obilniny po převodu jejich výnosů zrna na tzv. standardní odběr N.

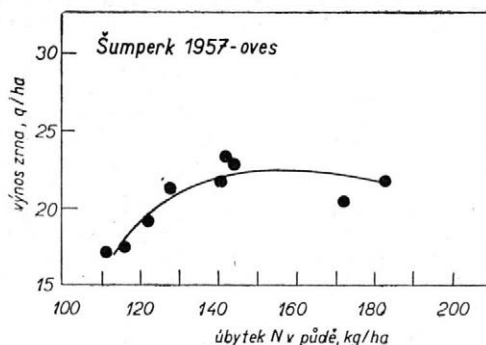


1. Vztah mezi obsahem N podle inkubační metody v půdě po sklizni a standardním odběrem N výnosem obilnin (= výnos zrna $\times$ standardní spotřeba N)

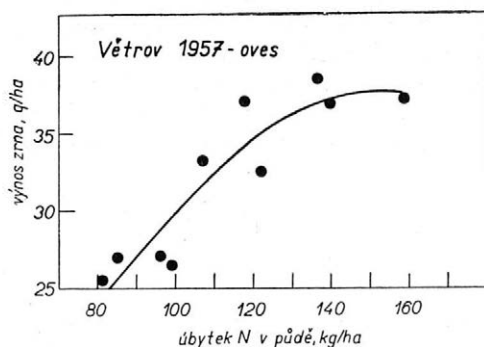
2.



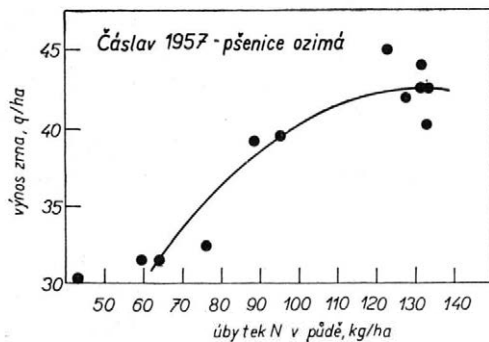
3.



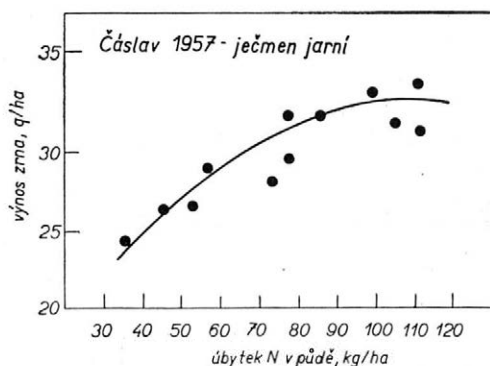
4.



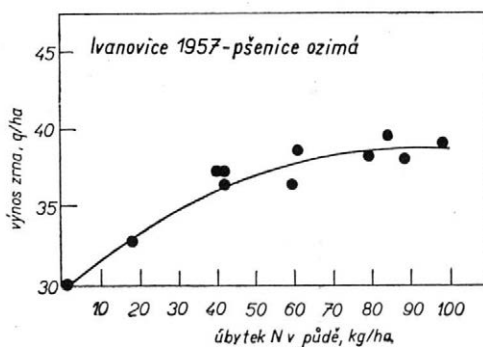
5.



6.

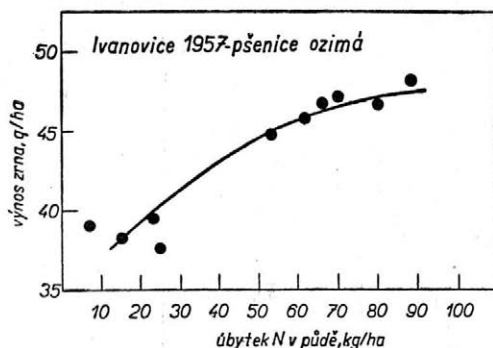


7.

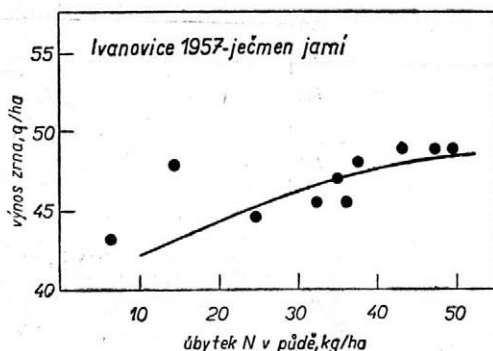


B. Vztah mezi výnosem plodiny a úbytkem N v půdě. Obsah N v půdě, stanovený na podzim před začátkem pokusů, k němuž jsme na kombinacích hnojených N připočítali dávku N v hnojivech, byl ve všech případech vyšší než obsah stanovený po sklizni sledovaných plodin. Během vegetace tedy docházelo k úbytku N, který na kombinacích nehnojených dusíkem (0 a PK kombinace) odpovídá rozdílu analytických hodnot obsahu N před a po vegetaci, na kombinacích hnojených N pak rozdílu mezi hodnotou obsahu N před pokusem + dodaný N, a hodnotou obsahu N po sklizni. Zjištěné úbytky se pohybovaly ve sledovaných pokusech od cca 10 do 110 kg N/ha.

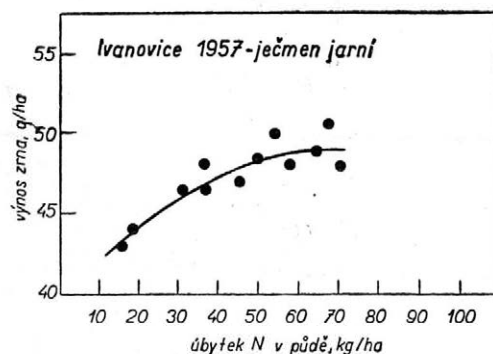
8.



9.



10.

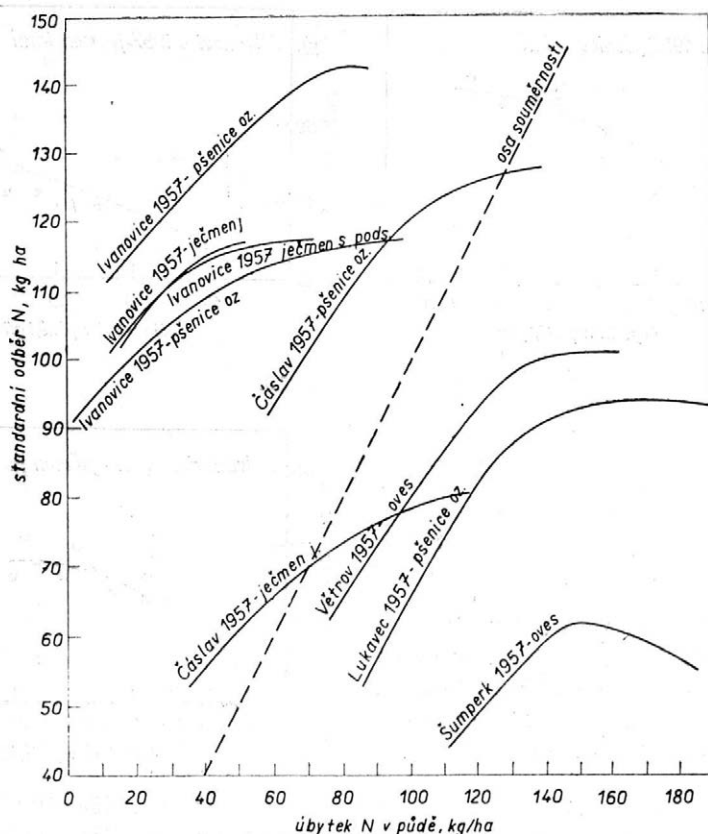


2.—10. Vztah mezi výnosem zrna a úbytkem N v půdě (= obsah N stanovený na podzim před založením pokusu inkubační metodou + N dodaný v hnojivech minus obsah N v půdě po sklizni)

Z grafického vyjádření je patrné (obr. 2—10), že výše úbytku N byla závislá na dosaženém výnosu zrna u jednotlivých obilnin. Získané křivky mají ve své počáteční fázi, kdy lze předpokládat, že byl N v minimu (kombinace 0, PK, popř. N_1PK) zpravidla lineární průběh, který později při dalším stupňování N přechází v logaritmický tvar. Tento jev, opakující se ve všech pokusech, je možno vysvětlit klesajícím využitím dusíku na tvorbu zrna při vyšších výnosech jako důsledek jednostranného stupňování této živiny.

Pro vzájemné porovnání získaných závislostí jsme výnosy zrna jednotlivých obilnin převedli na tzv. standardní odběr N a získané křivky převedli do společného grafu (obr. 11). Křivky mají svou typickou polohu vzhledem k tzv. teoretické ose souměrnosti, na níž leží vzájemně si odpovídající stejné hodnoty úbytku N v půdě a standardního odběru N výnosem. Na levé straně osy souměrnosti leží křivky získané v pokusech s pšenicí ozimou v Ivanovicích a Čáslavi a křivka z pokusu s ječmenem jarním v Čáslavi v této oblasti má svůj počátek. Tyto křivky vyjadřují relaci, při které úbytek N je menší než by odpovídalo výnosům vyjádřeným standardním odběrem N, což je možno vysvětlit mineralizací určitého podílu během vegetace z půdních zásob. K takovému předpokladu opravňuje skutečnost, že uvedenou relaci vykazují ve všech případech pokusy provedené na černozemích v řepařské oblasti (Ivanovice, Čáslav), kde lze předpokládat během vegetace podmínky příznivé pro mineralizaci N.

Napravo od osy souměrnosti leží křivky získané v pokusech s ovsem ve Větrově a v Šumperku a s pšenicí ozimou v Lukavci. Tyto křivky vyjadřují naopak relaci, při které úbytek N byl větší než by odpovídalo výnosům vyjádřeným standardním odběrem N. Relaci je možno vysvětlit tím, že během



11. Vztah mezi standardním odběrem N a úbytkem N v půdě v pokusech se stupňovanými dávkami N u obilnin na různých stanovištích

sledovaného roku došlo k většímu úbytku vyplavením dusíku z orniční vrstvy. Ve všech uvedených případech jde o pokusy provedené na lehčích půdách v humidnějších poměrech bramborářské oblasti (Větrov, Lukavec, Šumperk).

Při matematickém vyjádření polohy výchozích bodů křivek na kombinaci PK (kde N byl v minimu, takže výnos byl v nejužším vztahu k tzv. standardnímu odběru N) jsme podle vzorce

$$k = \frac{\text{úbytek N v půdě na PK}}{\text{standardní odběr N na PK}}$$

získali koeficienty (k), uvedené v tabulce III. Z tabulky je patrné, že tyto koeficienty byly na podzolovaných půdách nižší než 1, na půdách černozemních vyšší než 1.

SOUHRN

V polních pokusech s obilninami, provedených v roce 1957 v různých půdních a klimatických podmínkách, jsme nenalezli přímý vztah výnosu k obsahu N stanovenému inkubační metodou v půdě po sklizni. Ukázalo se však, že:

III. Srovnání hodnot koeficientů „k“ na kombinacích PK na různých stanovištích

Stanoviště	Půdní typ	Půdní druh	Plodina	Koeficient „k“
Šumperk	podzolovaná půda	písčitohlinitá	oves	0,43
Lukavec	podzolovaná půda	písčitohlinitá	pšenice ozimá	0,66
Větrov	podzolovaná půda	písčitohlinitá	oves	0,81
Čáslav	černozem (degradovaná)	hlinitá	ječmen jarní	1,31
			pšenice ozimá	1,44
Ivanovice	černozem (degradovaná)	hlinitá až jílovitohlinitá	ječmen s podsevem	2,73
			ječmen jarní	4,39
			pšenice ozimá	5,06

1. v daných pokusech existoval vztah mezi úbytkem dusíku v půdě během vegetace (stanoveným inkubační metodou) a výši výnosu zrna obilnin, který byl přibližně lineární v počátečních úsecích křivek, tzn. na kombinacích 0, PK, popř. N₁PK, kde N byl v minimu;

2. relace mezi úbytkem N v půdě a výnosem v jednotlivých pokusech byla ovlivněna stanovištními podmínkami: na černozemních půdách v řepářských oblastech (Čáslav, Ivanovice) byl totiž úbytek N v půdě relativně nižší a na podzolovaných půdách v bramborářské oblasti (Lukavec, Šumperk, Větrov) naopak relativně vyšší v porovnání s výnosy zrna jednotlivých druhů obilnin, vyjádřenými standardním odběrem N.

Zjištěné závislosti naznačují možnost využití inkubační metody pro studium změn obsahu N na témže stanovišti.

Došlo dne 8. 12. 1964

Literatura

1. Allison, F. E.: The enigma of soil nitrogen balance sheets. = „Advances in agronomy“, 1955, č. 7, s. 213-250. — 2. Baier, J.: Vliv zásoby živin na výnosy obilovin. Kandidátská práce, Archiv ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1963. — 3. Haas, H. J., Evans, C. E.: Nitrogen and carbon changes in Great Plains soils as influenced by cropping and soil treatments. = „Techn. Bull. 1164, U. S. Dep. of Agric.“, 1957:1-111. — 4. Harmsen, G. W.: Einfluß von Witterung, Düngung und Vegetation auf den Stickstoffgehalt des Bodens. = „Landw. Forschung, 15. Sonderheft“, 1961:61-74. — 5. Harmsen, G. W., Schreven, D. A.: Mineralization of organic nitrogen in soil. = „Advances in Agronomy“, 1955, č. 7, s. 299-398. — 6. Hobbs, J. A., Brown, P. L.: Nitrogen and organic carbon changes in cultivated Western Kansas soils. = „Agric. Exp. Stat. Techn. Bull.“, 1957, č. 89, s. 1-48. — 7. Kolář, J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. Praha 1959. — 8. Koppová, A., Baier, J.: Ke stanovení dusíku v půdě inkubační metodou. = „Rostlinná výroba“, 9, 1963, č. 2, s. 173-186. — 9. Russell, E. W.: Soil conditions and plant growth (9. vyd.). Londýn 1961.

Отношение между урожаем зерновых и убылью азота в почве в течение вегетации, установленное инкубационным методом

А. Резюме

В полевых опытах с дифференцированными дозами азота под зерновые, проведенных в разных почвенно-климатических условиях ЧССР, инкубационным методом нами изучалось отношение между урожаем зерна и содержанием азота в почвах, установленное после уборки.

Результаты не подтвердили гипотезу о прямом отношении размера урожая и содержания азота в почве после уборки зерновых. Однако нами было установлено, что

1. во всех опытах имелось однозначное отношение между убылью азота в почве в течение вегетации и размером урожая зерна, которое в начальных отрезках кривых было приблизительно линейным, т. е. в комбинациях О, РК, или N_1PK , где содержание азота было минимально;

2. реляция между убылью азота в почве и урожаем в отдельных опытах находилась под влиянием условий местопроизрастания: на черноземных почвах в свекловичных областях (Часлав, Ивановице), убыль азота в почве была относительно низкой, а на подзолистых почвах в картофельной области (Лукавец, Шумперк, Ветров), наоборот, относительно высокой по сравнению с урожаями зерна отдельных видов зерновых, выраженными стандартным потреблением азота.

Установленные зависимости свидетельствуют о пригодности инкубационного метода определения изменений содержания азота на том же местопроизрастании.

Б. Тексты таблиц

- I. Данные о полевых опытах с зерновыми
- II. Дозы азота, P_2O_5 и K_2O в опытах с зерновыми с комбинацией N_2PK
- III. Сравнение показателей коэффициентов «к» в комбинациях РК на разных местопроизрастаниях

В. Тексты графиков

1. Отношение между содержанием азота по инкубационному методу в почве после уборки и стандартным отбором азота урожаем зерновых (= урожай зерна $\times$ стандартный расход азота)
- 2.—10. Отношение между урожаем зерна и убылью азота в почве (= содержание азота, установленное осенью до закладки опыта инкубационным методом + азот, внесенный с удобрением минус содержание азота в почве после уборки)
11. Отношение между стандартным отбором азота и убылью азота в почве во время опытов с дифференцированными дозами азота у зерновых на разных местопроизрастаниях.

Relation between the Yield of Cereals and the Decrease of Nitrogen Contents in Soils during the Vegetation Period, as Determined by means of the Incubation Method

A. Summary

In a series of field experiments under various soil and climatic conditions throughout the Czechoslovak territory, using gradually increased nitrogen doses, the author studied the relations existing between the grain yield of cereals and the nitrogen contents in soils, as determined by means of the incubation method after the harvest.

The results did not confirm the hypothesis suggesting a direct relation existing between the yield of cereals and the nitrogen contents in the soil after the harvest. The author stated nevertheless that:

1. In all experiments a fully determined relation was found between the decrease of nitrogen in soil in the course of the vegetation period on the one hand and the quantity of grain yield of cereals. This relation proved to be almost linear in the initial sections of the curves, i. e. there where the O, P-K, or N_1P-K combinations were involved and where nitrogen occurred in a limiting quantity.

2. The relation between the decrease of nitrogen in soil and the yield in the various field experiments was influenced by the site conditions: in chernozem soils of the sugar beet region of Čáslav and or Ivanovice, the decrease of nitrogen contents

in soil was relatively lower and in podzol soils of the potato region of Lukavec, Šumperk, Větrov on the other hand it was relatively higher if compared with the grain yields of different cereal species expressed by a standard consumption of nitrogen.

The determined relations point at the incubation method being convenient for the purpose of recording the changes of nitrogen contents on the same site.

B. Text of Tables

- I. Data on field tests with cereals
- II. Doses of nitrogen, phosphorus pentoxide and potassium oxide involved in cereal experiments, in the N₂PK combination
- III. Comparison of coefficient values "k" in PK combinations at different sites

C. Text of Graphs

1. The relation between the nitrogen contents as determined by the incubation method in the soil after harvest and the standard nitrogen consumption (grain yield X standard quantity of N per 1 q grain)
2. to 10. The relation between the grain yield and the decrease of nitrogen contents in the soil (= nitrogen contents as determined in the autumn before the start of the experiment by the incubation method plus the nitrogen added to the soil in form of fertilizers minus the residual contents of nitrogen in the soil after harvest)
11. The relation between the standard consumption of nitrogen and the decrease of nitrogen contents in the soil during the experiments with gradually increased doses of nitrogen added to cereals at various sites

Die Beziehung zwischen dem Getreideertrag und der mittels Inkubationsmethode während der Vegetation ermittelten Stickstoffabnahme

A. Zusammenfassung

Bei Feldversuchen mit gesteigerten Stickstoffgaben zu Getreidearten, die bei verschiedenen bodenklimatischen Bedingungen der ČSSR vorgenommen wurden, stellten wir die Beziehung zwischen den Körnererträgen und dem N-Gehalt in Böden, der mittels Inkubationsmethode nach der Ernte bestimmt wurde, fest.

Die Ergebnisse bestätigen nicht die Hypothese über die direkte Beziehung der Ertragshöhe und des N-Gehaltes im Boden nach der Ernte der Getreidearten. Wir konnten jedoch das Folgende feststellen:

1. Bei sämtlichen Versuchen bestand eine eindeutige Beziehung zwischen der Stickstoffabnahme im Boden während der Vegetation und der Körnerertragshöhe der Getreidearten; diese Beziehung war in den Anfangsabschnitten der Kurven, d. h. an den Kombinationen O, PK, bzw. N₁PK, wo der N das Minimum aufwies, annähernd linear.

2. Die Relation zwischen der Stickstoffabnahme im Boden und dem Ertrag bei den einzelnen Versuchen, wurde von den Standortbedingungen beeinflusst: auf Schwarzerden in den Rübenbaugebieten (Čáslav, Ivanovice) war die Stickstoffabnahme im Boden relativ niedriger und auf den Podsolböden des Kartoffelgebietes (Lukavec, Šumperk, Větrov) demgegenüber relativ höher im Vergleich zu den Körnererträgen der einzelnen Getreidearten, die durch die standardisierte Stickstoffentnahme ausgedrückt werden.

Die ermittelten Abhängigkeiten weisen auf die Zweckmäßigkeit der Anwendung der Inkubationsmethode für die Ermittlung der Änderungen des N-Gehalts auf demselben Standort hin.

B. Text zu den Tafeln

- I. Angaben über die Feldversuche mit Getreidearten
- II. N-, P₂O₅ und K₂O-Gaben bei Versuchen mit Getreidearten auf der Kombination N₂PK
- III. Vergleich der Werte der „k“ — Koeffizienten bei den Kombinationen PK auf verschiedenen Standorten

C. Text zu den graphischen Darstellungen

1. Die Beziehung zwischen dem N-Gehalt nach der Inkubationsmethode im Boden nach der Ernte und der standarden N-Entnahme durch den Getreideertrag (= Körnerertrag X standarder N-Verbrauch)
- 2.-10. Die Beziehung zwischen dem Körnerertrag und der N-Abnahme im Boden (= der im Herbst vor der Versuchsanstellung mittels der Inkubationsmethode ermittelte N-Gehalt + der in Form von Düngern zugeführte N minus N-Gehalt im Boden nach der Ernte)
11. Die Beziehung zwischen der standarden N-Aufnahme und N-Abnahme im Boden bei Versuchen mit gesteigerten N-Gaben bei Getreidearten an verschiedenen Standorten

Inž. Jan Baier, CSc.

Milena Smetánková, prom. biol.

Ústřední výzkumný ústav rostlinné
výroby, Praha - Ruzyně 507

■ Vliv organických i minerálních hnojiv na kvantitativní zastoupení azotobaktera v půdě je často diskutovaným problémem v oblasti půdní mikrobiologie. Dosavadní poznatky o výskytu azotobaktera v půdách organicky nebo minerálně hnojených jsou nejednotné a často i protichůdné, jak vyplývá z prací Katznelsona (1940), Fjodorova (1952), Vinogradského (1952), Berezovové (1953), Bilinkinové (1953) aj. Tato nejasnost vede často k nedůsledným obecným závěrům. V dostupné literatuře jsme však nezjistili údaje o vlivu různých forem organického a minerálního hnojení v průběhu celého osevního postupu na výskyt azotobaktera. Převážná část prací se zabývá buď vlivem organického hnojení samotného, a to opět určitou formou těchto hnojiv (Rybalkinová 1938, Suškinová 1952, Tanatin 1951, Fjodorov 1952 aj.) nebo naopak vlivem minerálního hnojení (Vandecaveye 1939, Pavlovičová 1953, Geller 1954, Vojnovová 1957 aj.).

Kvantitativní zastoupení azotobaktera v půdě různě organicky a minerálně hnojené sledujeme od roku 1957 v souvislosti s podrobným mikrobiologickým a biochemickým pozorováním týchž parcel devítihonného osevního postupu s organickým, minerálním a organickominerálním hnojením (Škarda 1964). Sledování jsme ukončili v roce 1964.

Toto sdělení zahrnuje výsledky vlivu soustavného používání určitého typu hnojení na výskyt azotobaktera. Ve většině půdně mikrobiologických prací je popisován výskyt azotobaktera jako mikroba, který charakterizuje půdní vlastnosti. Větší výskyt azotobaktera se většinou považuje za indikátor příznivého stavu půdy. V hnojařských pokusech je třeba zvážit i tu okolnost, že azotobakter příznivě reaguje i na nedostatek minerálního dusíku v půdě. Z tohoto hlediska je hodnocen jeho výskyt také v předkládané práci.

METODIKA

Kvantitativní zastoupení azotobaktera jsme stanovovali v čerstvě odebraných prosátých vzorcích o přirozené vlhkosti. Půdní vzorky pocházely z těchto sledovaných kombinací: nehnojeno — 0, hnojeno minerálně — NPK, hnojeno hnojem — H, hnojeno kompostem — K, hnojeno hnojem + minerálně — H + NPK, hnojeno kompostem + minerálně — K + NPK a odebírány byly od roku 1958 do roku 1964 v průběhu devítihonného postupu (Škarda 1964).

Azotobakter byl zjišťován přelivem 1 ml půdní infuze zředěné $10\times$ a $100\times$. Inkubace byla mezofilní: zředění 10^{-1} po 5 dní, 10^{-2} po 10 dní. Jako živná půda sloužil Ashbyho agar. Volili jsme u příslušných ředění rozdílnou inkubaci proto, že

při výskytu velkého množství azotobakterových kolonií při pětidenní inkubaci nepigmentují všechny vyrostlé kolonie. Při prodloužené inkubaci zředění 10^{-2} již zpigmentují veškeré kolonie azotobaktera a rozpoznají se od případně vyrostlých kolonií amylobaktera pod vrstvou agaru. Kolonie amylobaktera zůstávají bílé a mají zřetelný dvůrek, vytvořený produkty metabolismu, jejichž následkem se rozpouští uhličitán vápenatý. Během této inkubace se projeví charakteristické vybarvení azotobaktera a nedochází k záměně s vyrostlými koloniemi amylobaktera. Výsledky jsou přepočteny na 1 g suché zeminy.

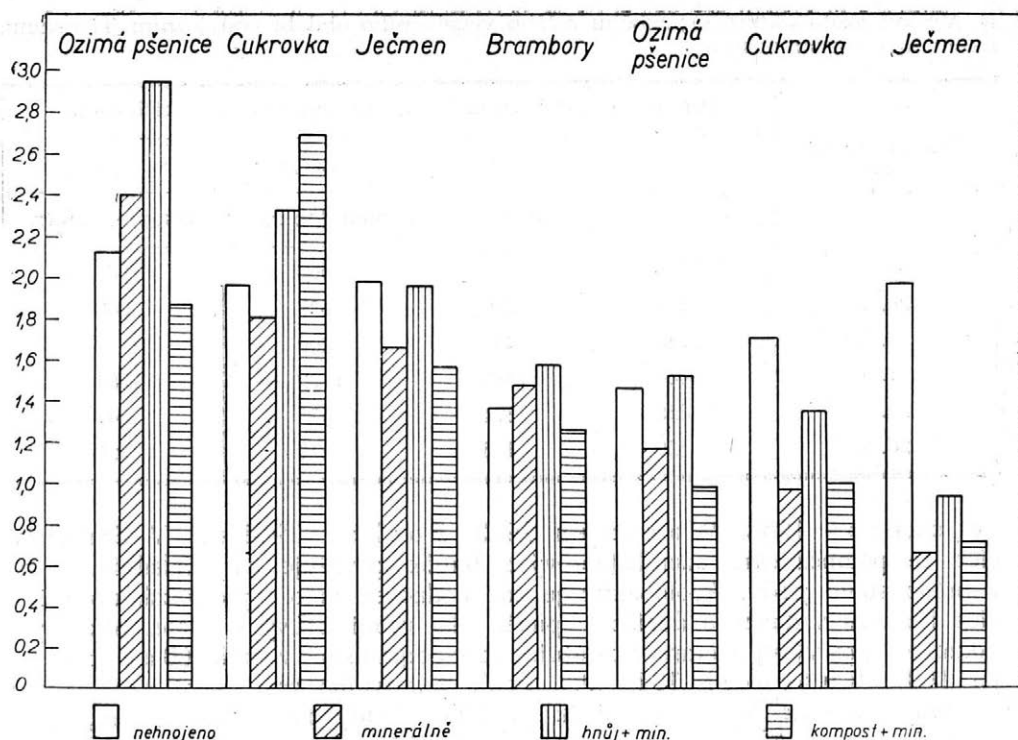
VÝSLEDKY

Množství azotobaktera kolísalo při zjišťování vlivu různých forem organického a minerálního hnojení v prvních letech sledovaného osevního postupu. Avšak při hodnocení množství azotobaktera v průběhu celého osevního postupu jsme zjistili již rozdílnost vlivu organického nebo minerálního hnojení na výskyt azotobaktera. Vliv jednotlivých forem hnojení je pronikavější až po několikaletém soustavném používání určitého typu hnojení, a pro ten je pak charakteristický. Výsledky sledovaného množství azotobaktera v rozdílně organicky a minerálně hnojených parcelách pokusného osevního postupu uvádíme v tabulce I. Z tabulky vyplývá, že samotné organické hnojení nebo organické s minerálním přihnojením zvyšuje množství azotobaktera v prvních letech osevního postupu při srovnání s nehnojenou parcelou. Získávané hodnoty v průběhu osevního postupu, zejména pak v posledních třech letech, mají již klesající tendenci.

Při hodnocení výskytu azotobaktera na parcele vůbec nehnojené jsme zaznamenávali nejvyšší množství, které se projevuje až do roku 1961, tj. po pěti letech pokusu. Dynamika výskytu azotobaktera na této parcele má naopak vzestupnou tendenci při srovnání s křivkami znázorňujícími ostatní kombinace. Z graficky znázorněných hodnot (graf 1) vyplývá, že množství azotobaktera

I. Výskyt azotobaktera při různém organickém a minerálním hnojení

Kombinace hnojení	Ø hodnoty množství azotobaktera						
	ozimá pšenice 1958	cukrovka 1959	ječmen 1960	brambory 1961	ozimá pšenice 1962	cukrovka 1963	ječmen s podsevem 1964
Nehnojeno	2112	1902	1992	1369	1450	1711	1967
Hnojeno minerálně	2390	1804	1650	1459	1149	965	644
Hnojeno hnojem	2528	2156	1893	1669	1393	1329	848
Hnojeno hnojem + minerálně	2946	2323	1965	1565	1513	1345	916
Hnojeno kompostem	2688	1921	1512	1470	1262	1276	735
Hnojeno kompostem + minerálně	1865	2680	1570	1262	973	994	709



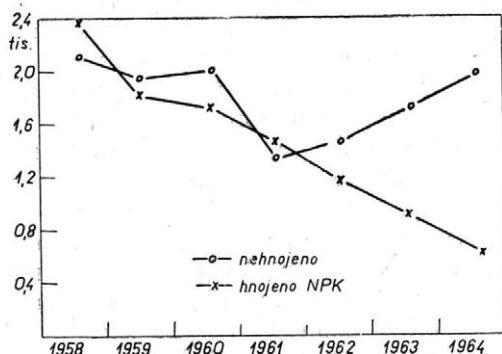
1. Azotobakter při různých kombinacích minerálního hnojení (osa y = tis.)

v osevním postupu po nepatrném počátečním kolísání rok od roku přibývá na nehnojené parcele. Naproti tomu množství azotobaktera v kombinacích s minerálním přihnojením klesá, nejvýrazněji na parcele hnojené jen minerálně. Pomnožování azotobaktera na nehnojené parcele a postupné snižování rozvoje azotobaktera na parcele minerálně hnojené znázorňuje graf 2.

V souhrnné tabulce II jsou zaneseny výsledky zjišťovaného množství azotobaktera ve vyšetřovaných půdních vzorcích v průběhu jednoho vegetačního období v roce 1964. Rozdíly v počtu azotobaktera v posledním roce devítihonného osevního postupu jsou výrazné a potvrzují rozdílné působení organického nebo minerálního hnojení na výskyt azotobaktera v průběhu celého sledovaného osevního postupu.

DISKUSE

Získané výsledky ukazují, že vliv různých forem organického i minerálního hnojení na azotobaktera je rozdílný, což souhlasí s literárními údaji



2. Dynamika výskytu azotobaktera v průběhu osevního postupu na nehnojené parcele a na parcele hnojené NPK

II. Výskyt azotobaktera v průběhu celého vegetačního období pod jarním ječmenem, ukončující osevní postup

Datum odběru 1964	Množství azotobaktera na 1 g suché zeminy v kombinacích hnojení			
	nehnojeno	hnojeno		
		minerálně	hnůj + miner.	komp. + miner.
31. 3.	1124	204	662	501
20. 4.	583	260	427	388
11. 5.	1248	454	209	—
1. 6.	6684	1388	1729	1284
22. 6.	850	371	622	547
20. 7.	4639	416	232	229

(Fjodorov 1952, Waksman 1952, Pochon 1958 aj.). V těchto pracích se pomnožování azotobakterových buněk považuje za výslednici velmi dobrého stavu půdy. Azotobakter je zde hodnocen jako typický zástupce žijících fixátorů vzdušného dusíku v půdě, jako velmi citlivý ukazatel příznivých podmínek pro vývoj a činnost ostatních mikroorganismů v půdě (Bačinskaja 1937, Rubenčik 1940 aj.). Podle relativního zastoupení azotobaktera v půdě rozděluje Vinogradskij (1952) půdy na velmi aktivní, méně aktivní, časem neaktivní a trvale neaktivní. Zjišťování zastoupení azotobaktera v půdě je považováno i za jednu z nejvhodnějších mikrobiologických metod pro stanovení úrodnosti a bonity půdy. Výsledky našich pokusů nasvědčují tomu, že azotobaktera z těchto hledisek nelze posuzovat zcela přesně a lze ho posuzovat jen za určitých okolností. Proto nelze z jeho množení nebo z jeho ubývání v půdě činit závěry paušální. V získaných výsledcích zvažujeme tu okolnost, že azotobakter příznivě reaguje na nedostatek minerálního dusíku v půdě. V relativním zastoupení azotobaktera zjišťujeme vztah k obsahu přístupného dusíku, což je v souladu se zjištěním Káše (1943). Zjišťujeme, že azotobakter se přirozeně rozvíjí hlavně tam, kde nebyl přidán minerální dusík, tj. na nehnojené kombinaci, kde je nejmenší zásoba minerálních živin. Zde se projevuje již několikaleté nehnojení průmyslovými hnojivy. V půdních podmínkách, kde byl pokus založen, je příznivé pH, rovněž i obsah vápna i hladina P_2O_5 pro rozvoj azotobaktera (Škarda 1964). Ačkoli nehnojená parcela nebyla po celý osevní postup přihnojována kyselinou fosforečnou vzhledem k její dostatečné zásobě před založením dlouhodobého pokusu, neprojevil se ještě dosud její nedostatek. Azotobakter měl rovněž dostatečný energetický zdroj uhlíku v kořenových výměšcích i v produktech ostatních fyziologických skupin mikroorganismů. Hodnotíme-li maximální výskyt azotobaktera na nehnojené parcele z tohoto hlediska, kdy přihlížíme ke konkrétním podmínkám prostředí, domníváme se, že si lze takto vysvětlit přibývání azotobaktera po několikaletém nehnojení. K osvětlení a potvrzení nepříznivého působení minerálního hnojení přispělo hodnocení výskytu azotobaktera v průběhu celého osevního postupu, a to průměrnými hodnotami množství azotobaktera během vegetace pod jednotlivými plodinami. Tímto způsobem hodnocení se uplatnily výrazněji jednotlivé formy hnojení. Dospěli jsme k zajímavým výsledkům, že množství azotobaktera přibývá v průběhu osevního postupu na nehnojené parcele a že rozdíly

mezi sledovanými kombinacemi hnojení se zvýrazňují. Rozdíly mezi sledovanými kombinacemi jsou znatelné a lze si je vysvětlovat rozdílným způsobem hnojení.

SOUHRN

V práci je sledována závislost výskytu azotobaktera na jednotlivých formách hnojení (nehnojeno, hnojeno minerálně, hnojem, kompostem, hnojem + NPK, kompostem + NPK) v osevním postupu. Je zachyceno období 1958 až 1964 s plodinami po sobě následujícími: ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen, brambory, ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen s podsevem.

Zjistili jsme, že azotobakter příznivě reaguje na nedostatek minerálního dusíku v půdě. V průběhu osevního postupu, kdy se zesiluje vliv jednotlivých forem hnojení, množství azotobaktera přibývá postupně na nehojené parcele, naopak jeho množství se snižuje na parcele hnojené jenom minerálními hnojivy samotnými. Hnojení NPK působí nepříznivě na rozvoj azotobaktera, nejvýrazněji v posledním roce osevního postupu. Organické hnojení s minerálním přihnojováním množství azotobaktera nepatrně, ale postupně snižuje.

Došlo dne 6. 5. 1965

Literatura

1. Bačinskaja, A. A. - Petrosjan, A. P.: O vzaimootnošenijach meždu *Azotobacter chrooc.* i aktinomycetami. = „Mikrobiologija“ VI, 1937, č. 7, s. 868. —
2. Berezova, E. F.: Roľ mikroorganizmov v pitanii rastenij. Moskva 1953. —
3. Bilinkinova, V. N.: Vlijanije dlitel'nogo primenenija udobrenij na mikrofloru černoziemnych počv. „Trudy vses. n.-issl. in-ta s.-ch. mikrobiologii“ 1953, č. 13, s. 28-32. —
4. Conn, H. J.: The most abundant groups of bacteria in soil. = „Bacter. reviews“ 12, 1948, č. 3, s. 257. —
5. Fjodorov, M. V. - Tepper, E. Z.: Ob uslovijach, opredel'jajusčich priživajemost' Azotobaktera v rizosfere sel'schochozjajstvennyh rastenij i v počve. = „Mikrobiologija“ 16, 1947, č. 6, s. 498. —
6. Geller I. A., Chariton, E. G.: Azotobakter v počve travopolnoj sistemy. - „Mikrobiologija“ 20, 1951, č. 2, s. 113. —
7. Geller, I. A. - Juspe, F. B.: O vlijanii mineralnyh udobrenij na mikrobiologičeskie processy počvy. = „Mikrobiologija“ 23, 1954 : 451-454. —
8. Christenson: On the occurrence and distribution of *Azotobacter chroococcum* in different soils. = „Z. Bakt.“ II, 1916, č. 17, s. 161-165. —
9. Káš, V.: Mikrobiologický průzkum půdy. Spisy Svazu výzkumných ústavů zeměděl. v Praze, 1939. —
10. Káš, V.: Hlavní půdní typy na algonkických horninách z okolí Průhonice. = „Sborník ČAZ“ XVI, 1941 : 286-290. —
11. Káš, V.: České křídové slinovatky. IV. Mikrobiologické poměry. = „Sborník ČAZ“ XVIII, 1943, č. 2, s. 167-171. —
12. Káš, V.: Důležité úkoly půdní mikrobiologie. = „Věstník ČAZV“ XX, 1946, č. 5, s. 275-285. —
13. Káš, V.: Celkové hodnocení výsledků mikrobiologického průzkumu půdy z hlediska její úrodnosti. = „Sborník ČSAZV, Rostl. výroba“, XXIX, 1956, č. 9-10, s. 903-904. —
14. Katznelson, H.: Survival of *Azotobacter* in soil. = „Soil Sci.“ 49, 1940, č. 1, s. 25. —
15. Krainsky, W.: *Azotobacter chrooc.* und seine Wirkung im Boden. = „Zentralbl. f. Bakt.“, II. Abt., Bd. 20, 1908, s. 725. —
16. Krasilnikov, A. N.: Mikroorganizmy i plodorodie počvy v svete učenija V. R. Viljamsa. = „Agrobiologija“ 22, 1952, č. 6, s. 57. —
17. Martin, W. P. - Brown, P. E.: Factors influencing the occurrence of *Azotobacter* in Iowa soils. — „Soil Sci.“ 1938, č. 45, s. 455. —
18. Martre, J. - Coppier, O.: Essai sur l'évaluation de l'activité des „*Azotobacter*“ dans les sols. = „Frans. Fifth. Int. Congr. Soil Sci.“, 1954, č. 3, s. 39. —
19. Naumova, N. A.: K voprosu o pričinach neaktivnosti Azotobaktera. = „Mikrobiologija“ 1, 1932, č. 2, s. 181. —
20. Mišustin, E. N.: Mikrobiologičeskij faktor v razvitii rastenij i problema urožajnosti. = „Vestnik AN SSSR“,

Moskva 1953, č. 4. — 21. Nickell, L. G. - Burkholder, P. R.: Inhibition of Azotobacter by soil actinomycetes. = „J. Am. Soc. Agron.“ 39, 1947: 771-779. — 22. Novogrudskij, D. M. - Naumova, A.: K voprosu o pričínach neaktivnosti azotobaktera. = „Mikrobiologija“ I, 1932, č. 2, s. 181. — 23. Pavlovičova, A. D.: Rasprostraneniye azotobaktera v počvach latvinskoj SSSR. = „Trudy vses. n.-issl. in-ta sch. mikrobiologii AN Latv. SSR“, 1953, č. 2, s. 183-198. — 24. Pochon, J. - Barjac, H. de: Traité de microbiologie des sols. Paris 1958 (ruský překlad, Moskva 1960). — 25. Rabotnova, I. L. - Glagoleva, R. M.: Obogašćenije substrata azotistymi veščestvami pri razvitii *Azotobacter chroococcum*. = „Mikrobiologija“ 22, 1953, č. 5, s. 506. — 26. Rossi, G. de: La fixation de l'azote élémentaire dans le sol. II. Les Azotobacters dans les différents terrains d'Italie. = „Soc. intern. de microbiol., Bul. de la Sec. Ital.“ IV, IX, 1932. — 27. Rubenčik, L. J.: Vzaïmootnošenija meždú azotobakterom i drugimi počvennymi bakterijami. = „Doklady na konferencii po s. ch. mikrobiologii“, 1940. — 28. Rybalkina, A. V.: Vyživajemość kultur *Azotobacter chroococcum* v torfe. = „Mikrobiologija“ VII, 1938, č. 8, s. 933. — 29. Řídký, K.: Úloha mikrobů ve výživě rostlin. — „Sborník ČSAZV“ XXIX, 1956, č. 9-10, s. 813-841. — 30. Suškina, N. N.: Ekologo-geografičeskoje rasprostraneniye azotobaktera v počvach SSSR, 1949. — 31. Suškina, N. N.: Sovremennyye dannyye po ekologii *Azotobacter chroococcum*. = „Mikrobiologija“ 21, 1952, č. 1, s. 96. — 32. Škarda, M.: Vliv statkových hnojiv na výnosy plodin v osevním postupu. = „Rostlinná výroba“ 9, 1963, č. 3-4, s. 253. — 33. Tanatin, B. J.: O naličii azotobaktera v počvach turkestanskogo chreta. = „Mikrobiologija“ 20, 1951, č. 6, s. 489. — 34. Vandecaveye, S. C. - Anderson, S. A.: Longevity of Azotobacter in soils treated with lime and superphosphate. = „Journ. Amer. Soc. Agron.“ 26, 1934, s. 353. — 35. Vinogradskij, S. N.: Études sur la microbiologie du sol. Analyse microbiologique du sol, principes d'une nouvelle méthode. = „Ann. de l'Inst. Pasteur“ 48, 1932, č. 1. — 36. Vinogradskij, S. N.: Mikrobiologija počvy. Moskva 1952. — 37. Vojnova-Rajkova, Zh.: Conditions for the development of azotobacter in Bulgarian soils. = „Izv. pochv. inst., Sofia, 1957, č. 4, s. 117. — 38. Waksman, S. S.: Soil Microbiology. New York 1952.

Азотобактер при разном органическом и минеральном удобрении

А. Резюме

В работе изучается зависимость появления азотобактера в отдельных формах удобрения (неудобрено, удобрено минеральными удобрениями, навозом, компостом, навозом + NPK, компостом + NPK) в севообороте. Опыты проводились в период 1958—1964 гг. с культурами, следующими друг за другом: озимая пшеница, сахарная свекла, яровой ячмень, картофель, озимая пшеница, сахарная свекла, яровой ячмень с подсевом.

Было установлено, что азотобактер благоприятно реагирует на недостаток минерального азота в почве. Во время севооборота, когда проявляется сильное влияние отдельных форм удобрения, количество азотобактера на неудобренной делянке постепенно увеличивается. Наоборот, его количество понижается только у одного минерального удобрения; NPK оказывает неблагоприятное влияние на развитие азотобактера, выразительнее всего в последнем году севооборота. Органическое удобрение вместе с минеральным незначительно, но постепенно понижают количество азотобактера.

Б. Тексты таблиц

- I. Появление азотобактера при разном органическом и минеральном удобрении
- II. Появление азотобактера в период всей вегетации ярового ячменя, заканчивающего севооборот.

В. Тексты графиков

1. Азотобактер при разном минеральном удобрении
2. Динамика появления азотобактера в период севооборота на неудобренной делянке и на удобренной NPK.

The Azotobacter in Various Conditions of Organic and Mineral Manuring

A. Summary

The paper pursues the occurrence of azotobacter in dependence on the various fertilizing methods (not manured, manured with mineral fertilizers, farmyard manure, composted, farmyard manure + NPK, composted + NPK) in the crop-rotation. The author examines the period from 1958 to 1964 with the following subsequently alternating crops: winter wheat, sugar-beet, spring barley, potatoes, winter wheat, sugar-beet, spring barley with undercrop.

The author stated that azotobacter reacted favourably on the lack of mineral nitrogen in soil. In the course of the crop-rotation, when the effect of the various fertilizing methods grew stronger, the amount of azotobacters was gradually increasing on the not manured plot. The amount of azotobacters was, on the contrary, reduced through the effect of the mineral manure method itself. Also the NPK method had negative effect on the development of azotobacter, most conspicuously in the last year of the crop-rotation. Organic manuring with mineral ingredients reduced the amount of azotobacter slightly, but gradually.

B. Text of Tables

- I. Occurrence of azotobacter in various conditions of organic and mineral manuring
- II. Occurrence of azotobacter throughout the whole vegetation period, under the spring barley being the last to close the rotation of crops

C. Text of graphs

1. Azotobacter in various conditions of mineral manuring
2. The dynamics of the occurrence of azotobacter in the course of the crop-rotation as checked on a not manured plot and on another one treated with N-P-K fertilizers

Das Azotobakter bei verschiedener organischer und Mineraldüngung

A. Zusammenfassung

In dieser Arbeit verfolgt man die Abhängigkeit des Vorkommens von Azotobakter von den einzelnen Düngungsformen (ungedüngt, Mineraldüngung, Stallmist, Kompost, Stallmist + NPK, Kompost + NPK) in der Fruchtfolge. Es wird der Zeitraum 1958–1964 mit nachstehenden nacheinander folgenden Fruchtarten festgehalten: Winterweizen, Zuckerrüben, Sommergerste, Kartoffeln, Winterweizen, Zuckerrüben, Sommergerste mit Untersaat.

Wir konnten feststellen, daß das Azotobakter auf den Mineralstickstoffmangel im Boden günstig reagiert. Während der Fruchtfolge, wo der Einfluß der einzelnen Düngungsformen gesteigert wird, nimmt die Menge des Azotobakters auf der ungedüngten Parzelle nach und nach zu. Die Menge des Azotobakters wird demgegenüber durch alleinige Mineraldüngung herabgesetzt; die NPK-Düngung wirkt auf die Entwicklung des Azotobakters ungünstig, und zwar am ausgeprägten im letzten Jahre der Fruchtfolge. Die organische Düngung mit Mineral-Beidüngung hat eine geringfügige, jedoch allmähliche Herabsetzung der Azotobaktermenge zur Folge.

B. Text zu den Tafeln

- I. Das Vorkommen des Azotobakters bei verschiedener organischer und mineralischer Düngung
- II. Das Vorkommen des Azotobakters im Verlaufe der gesamten Vegetationsperiode unter der Sommergerste, die die Fruchtfolge beendet

C. Text zu graphischen Darstellungen

1. Das Azotobakter bei verschiedener Mineraldüngung
2. Die Dynamik des Vorkommens von Azotobaktters im Verlaufe der Fruchtfolge auf ungedüngter Parzelle und auf der mit NPK gerüngten

Dr. Jaroslava Pokorná-Kozová, CSc.

Ústřední výzkumný ústav rostlinné
výroby, odd. organických hnojiv,
Praha - Ruzyně 507

Agrochemická hodnota fosforečno-vápenatého kalu z naturalizace vod odpadajících při výrobě syntetického kaučuku stereospecifického typu

■ Rozvoj průmyslu, přinášející růst kulturní a hmotné úrovně má i stinnou stránku v produkci různých odpadů úzké využitelnosti a rozličné konzistence (exhaláty, tuhé odpady, odpadní vody), které se často rozptylují po okolí výrobních závodů, zamořují životní prostředí a zhoršují jeho vlastnosti po stránce hygienicko-toxikologické a zdravotně vodohospodářské.

Vzhledem k této skutečnosti byl současně s výzkumem výroby nového typu kaučuku stereospecifického typu (s jehož realizací se v ČSSR uvažuje) zahájen výzkum ekonomického zpracování odpadních vod (Pohl 1962). Úkol byl řešen komplexně, to znamená, že byl sledován maximální stupeň vyčištění za současně ekonomické likvidace kalů, které budou nutně vznikat. Jako jedna z možností využití těchto kalů bylo navrženo prověření jejich využití v zemědělství jako fosforečného hnojiva pro výživu rostlin.

Význam celé práce spočíval především v komplexním řešení předpokládané výroby kaučuku stereospecifického typu a dalšího využití kyseliny fosforečné a jejich sloučenin, jež nepřecházejí do finálního produktu. Zachycení kyseliny fosforečné a její další využití si nutně vyžádá v projektu plán investiční výstavby, a proto bylo hledáno nejvýhodnější řešení. Využití fosforečno-vápenatého kalu má pro národní hospodářství velký význam, neboť fosforečné suroviny pro výrobu kyseliny fosforečné musíme většinou dovážet z dolarové oblasti.

ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY

VÝROBNÍ PROBLEMATIKA

Odpadní vody vznikající při výrobě kaučuku stereospecifického typu (např. polybutadien, polyizopren apod.) obsahují řadu znečišťujících látek anorganického i organického charakteru. Podle materiálové bilance bude při výrobě jedné tuny surového kaučuku odcházet do odpadních vod toto množství látek:

monomer — (izopren)	0,6 kg	kyselina ortofosforečná (100 %)	46,1 kg
rozpustidlo (izopentan)	0,1 kg	fosforečnan amonný	6,5 kg
aldol alfa naftylamin	0,5 kg	síran sodný	21,7 kg
metanol	19,8 kg		

Tyto hlavní složky přecházejí do 12,5 m³ vody, která pochází z jednotlivých výrobních úseků.

Pro potřebu zemědělství (výživy rostlin a výroby průmyslových hnojiv) bylo navrženo:

zpracovat odpadní vody z deaktivace katalyzátoru a praní polymeru samostatně;

vody odpadající v množství 10,25 m³ na tunu surového kaučuku (a obsahující vedle ostatních látek celou fosforečnou složku) zneutralizovat vápenným hydrátem, vzniklý vápenný kal oddělit sedimentací od přečištěné vody, tu pak po smíšení s městskými splašky dočistit biologicky (Pohl 1963).

Vzhledem k tomu, že bude vznikat větší množství uvedeného produktu (např. při výrobě 20 000 t surového kaučuku cca 1000 t P₂O₅), bylo přikročeno k prošetření a testaci tohoto produktu v zemědělství.

PROVĚŘOVÁNÍ PRODUKTU V ZEMĚDĚLSTVÍ

Přešetření agrochemické hodnoty fosforečno-vápenného kalu, označeného jako GOK, bylo provedeno na pracovišti Ústředního výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni sektorem výživy rostlin, odd. průmyslových hnojiv, a spolupracující Vysokou školou zemědělskou v Brně, katedrou agrochemie.

K prověřování tohoto produktu v zemědělství vedle již uvedených skutečností jsme byli vedeni snahou o podchycení a nejúčelnější využití vhodných zdrojů kyseliny fosforečné (se kterými se bilančně nepočítá) pro potřebu výživy rostlin nebo jako suroviny pro výrobu průmyslových hnojiv.

Využití takového typu koncentráту (s obsahem cca 38 % P₂O₅) co do původu není ani v zahraniční literatuře známo a nebylo doposud pro zemědělské účely prověřováno. Domníváme se, že příčinou toho je dostatek fosforečných surovin v zemích vyrábějících tento typ kaučuku (zejména USA).

Srovnáme-li uvedený fosforečno-vápenný produkt na základě použité technologie a možnosti vzniku různých sloučenin vápníku s kyselinou fosforečnou v uvedeném zředění a obsahu P₂O₅, mohli jsme usuzovat, že složku P₂O₅ v tomto produktu tvoří v největší míře hydroxylapatit a dikalciumfosfát (Duchovní-Hampl, 1962, Remy 1961, Schneider 1959, Neuberger 1964). Nelze vyloučit přítomnost jiných forem P₂O₅ — sloučenin s Al a Ti.

Vysušený vzorek uvedeného kalu byl vyšetřován laboratorně a testován ve vegetačních nádobových pokusech, aby byla zjištěna forma P₂O₅, její účinnost a využitelnost a také fyziologická nezávadnost produktu pro pěstované plodiny. Současně byl také odhadnut přínos z používání tohoto vedlejšího produktu v zemědělství a naznačeny výhody plynoucí z naznačeného systému využití pro výrobní závod — kaučukárnu.

LABORATORNÍ ŠETŘENÍ

Na základě laboratorních šetření lze vysušený fosforečno-vápenný kal (v dílčí závěrečné zprávě Neuberger-Jedlička 1964 označovaný jako GOK — gumárenský odpadní kal) charakterizovat jako bílý lehký a kyprý prášek s vysokým obsahem P₂O₅ a CaO těchto agrochemických hodnot A.

Rentgenografické vyšetření vzorku provedl Výzkumný ústav anorganické chemie v Ústí nad Labem. Bylo zjištěno, že produkt obsahuje jako hlavní složku P₂O₅ hydroxylapatit v podílu 85–90 % z celkového obsahu P₂O₅; dikalciumfosfát pod 3 % (leží pod hranicí stanovitelnosti). Monokalciumfosfát v produktu zjištěn nebyl. Přítomný hydroxylapatit má však velmi malé částice.

A Agrochemická analýza

Sledovaná hodnota		Rozbor provedený	
		ÚKZÚZ	ÚVÚRV
Obsah veškeré P_2O_5	%	37,85	39,5
Vodorozpustné P_2O_5	%	0,82	×
P_2O_5 rozp. ve 2% kyselině citrónové	%	37,85	38,1
P_2O_5 rozp. v citranu amonném	%	×	15,4
Obsah CaO	%	45,42	×
Obsah $CaCO_3$	%	1,20	×
Vlhkost produktu (105 °C)	%	4,94	×
pH vodního výluhu		5,9	×

x = nestanoveno

Rentgenografický rozbor potvrdil přítomnost předpokládaných forem P_2O_5 a po agrochemické stránce bylo možno považovat uvedený produkt za vyhovující.

VEGETAČNÍ NÁDOBOVÉ POKUSY

Vegetační nádobové pokusy sledovaly u uvedeného produktu tento cíl:

a) porovnání účinnosti uvedeného odpadního produktu s některými fosforečnými hnojivy a jinými fosforečnými odpady;

b) zjištění účinnosti tohoto produktu při stupňovaných dávkách P_2O_5 ve srovnání s nejvyšším standardem — superfosfátem;

c) zjištění toxických vlivů a škodlivosti pro rostliny.

V pokusu založeném v ÚVÚRV v Ruzyni byla pokusnou plodinou kukuřice (*Zea mays*), odrůda KAZ, jako následná plodina byl zaset jílek anglický (*Lolium perene*), odrůda Rožnovský. Pokus měl čtyři opakování.

V pokusu byly zařazeny tyto kombinace hnojení fosforečnými hnojivy:

Číslo kombinace	Základní živiny	P_2O_5 dodáno
1	NK	bez fosforu
2	NPK	v superfosfátu
3	NPK	v elektrofosfátu hořečnatém
4	NPK	v Thomasově moučce
5	NPK	v kladenském konventorovém úletu
6	NPK	ve vysušeném odpadním gumárenském kalu
7	NPK ×	v metafosfátu draselném — snížené K_2O^*
8	NPK	v metafosfátu draselném

* Dávka K_2O dodána jen v metafosfátu draselném

a použity v něm byly tyto dávky čistých živin :

Ukazatel		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK celkem
Poměr živin	podle fosforu	1,2	1	1,8	—
	podle dusíku	1	0,82	1,5	
Dávka čistých živin na 1 nádobu (13 kg směsi) v g		0,78	0,65	1,17	2,60
Dávka čistých živin na 1 kg použité směsi zeminy s pískem v mg		60	50	90	200

Hnojiva byla dodána v práškovém stavu: N v síranu amonném, P₂O₅ v příslušném fosforečném hnojivu, K₂O v draselné soli (u metafosfátu draselného dodána část K₂O v tomto hnojivu).

V pokuse byla použita kyselá podzolovaná ornice s malým obsahem fosforu ze Sobětic u Klatov z katastru obce Kydliny a z této ornice byla připravena jemnozem.

I. Výnos kukuřice a jílku

Číslo kombinace použité fosforečné hnojivo	Kukuřice			
	váha zelené hmoty		váha na vzduchu sušené hmoty	
	průměr	NK = 100 %	průměr	NK = 100 %
	g	%	g	%
1 NK — bez P ₂ O ₅	1116,25	100	196,7	100
2 NPK — superfosfát	1381,25	123,74	228,0	115,91
3 NPK — elektrofosfát hořečnatý	1380,0	123,6	228,5	116,16
4 NPK — Thomasova moučka	1353,0	121,2	200,0	101,67
5 NPK — konvertorový úlet	1157,5	103,69	181,25	92,14
6 NPK — gumárenský odpadní kal	1258,75	112,76	209,25	106,38
7 NPK ₁ — metafosfát draselný	1273,45	114,10	209,75	106,63
8 NPK — metafosfát draselný	1266,25	113,43	206,25	104,85

Průměrný, na vzduchu vyschlý vzorek jemnozeme obsahoval:

N (obsah dusíku nebyl zjištěn)
 P_2O_5 3,3 mg/100 g podle Egnéra
 K_2O 45,6 mg/100 g podle Schachtschabela
 uhličitánů 0 %,

potřeba vápnění stanovena na 10,5 q CaO/ha, pH v KCl 5,64.

Dosažené sklizňové výsledky jsou uvedeny v tabulce I, obr. 1.

Výsledky v tabulce I jsou u kukuřice v zelené hmotě statisticky vysoce průkazné, u suché hmoty kukuřice neprůkazné; suchá hmota jílku není průkazná.

Vzhledem k tomu, že v pokuse u kombinace s vysušeným gumárenským odpadním kalem byla skutečná dávka P_2O_5 o 25 % nižší než v ostatních kombinacích, můžeme konstatovat, že se tento odpad vyrovnává svou účinností ostatním fosforečným hnojivům a přiblížil se účinností superfosfátu.

Vyhodnocujeme-li koncentraci sledované živiny v rostlině, v našem případě fosforu, byla nejvyšší u kombinace hnojené Thomasovou moučkou — 0,22 g na 100 g sušiny: U kombinace hnojené gumárenským odpadním kalem byl zjištěn obsah 0,18 g P na 100 g sušiny (tab. II).

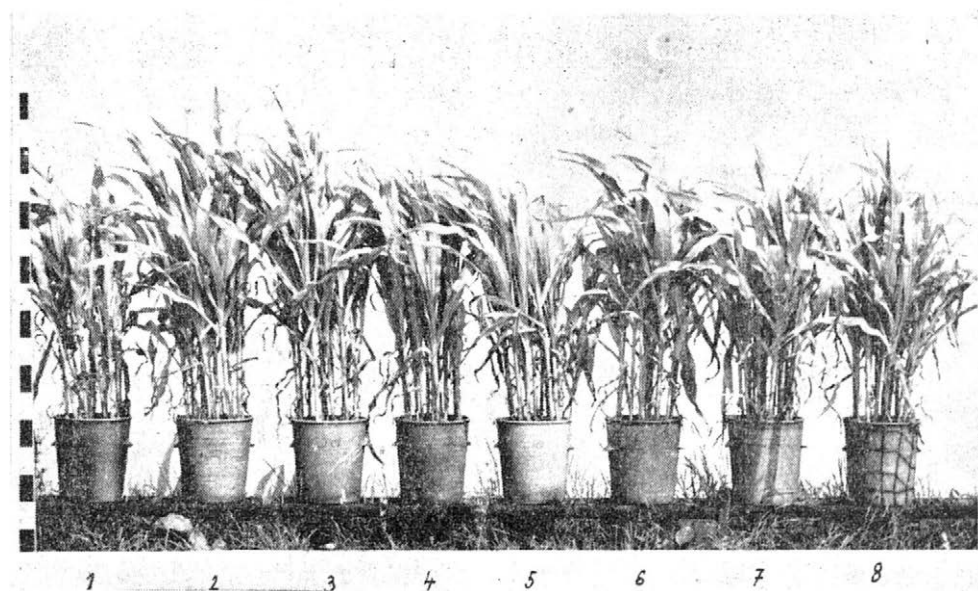
			Jílek	
poměr suché hmoty k hmotě zelené		délka sklizených rostlin	váha suché hmoty (105°C)	
suchá k zelené	procento suché hmoty		průměr	NK = 100 %
1 : x	%	cm	g	%
1 : 5,67	17,63	117,43	25,75	100
1 : 6,05	16,52	119,51	26,62	103,37
1 : 6,03	16,58	123,54	25,85	100,38
1 : 6,76	14,79	117,62	27,50	106,79
1 : 6,38	15,67	119,76	27,10	105,24
1 : 6,01	16,69	119,81	25,97	100,85
1 : 6,07	16,47	117,78	24,25	94,17
1 : 6,13	16,31	115,96	26,97	104,73

II. Výsledky rozboru rostlin

Číslo kombinace a použité hnojení P_2O_5 dodáno	Sušina při 105 °C	Obsah prvků v % (v sušině)				
		N	P	K	Na	Ca
1 NK — bez fosfátu	92,15	1,33	0,19	3,13	0,008	0,19
2 NPK — superfosfát	92,31	1,30	0,21	2,78	0,005	0,17
3 NPK — elektrofosfát hořečnatý	92,27	1,36	0,20	2,61	0,005	0,15
4 NPK — Thomasova moučka	92,02	1,33	0,22	2,68	0,005	0,17
5 NPK — konventorový úlet	92,39	1,44	0,18	2,92	0,005	0,17
6 NPK — gumárenský odpad. kal	92,61	1,41	0,18	2,78	0,005	0,17
7 NPK _x — metafosfát draselný	91,93	1,20	0,17	1,99	0,005	0,16
8 NPK — metafosfát draselný	92,58	1,24	0,21	2,55	0,005	0,15

V pokusu založeném na VŠZ v Brně podle metodiky ÚVÚRV byla zjišťována účinnost vysušeného fosforečno-vápenného kalu při stupňovaných dávkách P_2O_5 .

Jako pokusná plodina byl pěstován oves (*Avena sativa*), odrůda Český žlutý. Pokus měl 4 opakování.



I. Pokus s kukuřicí 1963.

Schéma hnojení; P_2O_5 dodána ve fosforečném hnojivu:

1: NK - bez fosforu, 2: NPK - superfosfát, 3: NPK - elektrofosfát hořečnatý (termofosfát), 4: NPK - Thomasova moučka, 5: NPK - konventorový úlet, 6: NPK - vysušený gumárenský odpadní kal (fosforečno-vápenný kal), 7: NPK - metafosfát draselný (bez doplnění K_2O), 8: - metafosfát draselný. (Foto Mirko Novák)

V pokusu byly zařazeny tyto kombinace hnojení různými stupňovanými dávkami superfosfátu a vysušeného gumárenského odpadního kalu :

Číslo kombinace	Základní živiny	P_2O_5 dodána	Dávka P_2O_5 na nádobu v g
1	NK	bez fosforu	—
2	NPK	v superfosfátě	0,3
3	NPK	v superfosfátě	0,6
4	NPK	v gumárenském odpadním kalu	0,22
5	NPK	v gumárenském odpadním kalu	0,45
6	NPK	v gumárenském odpadním kalu	0,68
7	NPK	v gumárenském odpadním kalu	0,90

Dávky živin použité v pokusu ukazuje tento přehled :

Ukazatel	Kombinace číslo	Stupňovaná dávka P_2O_5 v g	N	P_2O_5	K_2O	NPK celkem
Poměr živin podle P_2O_5	2	0,3	2,66	1	4,0	
	3	0,6	1,33	1	2,0	
	4	0,22	3,60	1	5,45	
	5	0,45	1,77	1	2,66	
	6	0,68	1,17	1	1,76	
	7	0,9	0,88	1	1,33	
Dávka čistých živin na 1 nádobu (obsahující 6 kg směsi) v g	2	0,3	0,8	0,3	1,2	2,3
	3	0,6	0,8	0,6	1,2	2,6
	4	0,22	0,8	0,22	1,2	2,22
	5	0,45	0,8	0,45	1,2	2,45
	6	0,68	0,8	0,68	1,2	2,68
	7	0,9	0,8	0,9	1,2	2,9
Dávka čistých živin na 1 kg použité směsi ornice a písku v mg	2	0,3	133	50	200	383
	3	0,6	133	100	200	433
	4	0,22	133	36	200	369
	5	0,45	133	75	200	408
	6	0,68	133	113	200	446
	7	0,9	133	150	200	483

Hnojiva byla dodána v práškovitém stavu:

N — v ledku amonném

P_2O_5 — v superfosfátu a gumárenském odpadním kalu

K_2O — v magnakali.

Navážka jednotlivých analyzovaných hnojiv byla provedena podle potřeby hnojení, stanovené v čistých živinách.

Agrochemická analýza použitého odpadního gumárenského kalu byla v tomto pokuse vzata podle úředního rozboru ÚKZÚZ, který stanovil obsah 37,85 % P_2O_5 veškeré.

V pokuse byla použita kyselá, lehká hlinitopísčitá půda s malým obsahem pro rostliny přístupného fosforu.

Průměrný, na vzduchu vyschlý vzorek jemnozeme obsahoval:

N — 25 mg podle Pázlera
 P_2O_5 — 1,5 mg podle Egnéra
 K_2O — 19,6 mg podle Schachtschabela
 0,1 % uhličitanů
 1,86 % humusu
 pH v H_2O — 5,5; pH v KCl — 4,8

Jako hnojená náplň Mitscherlichovy vegetační nádoby byla použita směs 5 kg půdy a 1 kg čistého křemitého písku.

Sklizňové výsledky a průměrná výška rostlin při sklizni jsou zahrnuty v tabulce III:

III. Výnos ovsa

Čís. kombinace základ. hnojení, P_2O_5 dodáno	Dávka P_2O_5	Váha celkem		Váha zrna		Váha slámy		Poměr zrna : sláma	Výška rostlin	
		g	srovnání NK = 100 %	g	srovnání NK = 100 %	g	srovnání NK = 100 %		cm	srovnání NK = 100 %
1 — NK bez fosforu	—	26,28	100	11,29	100	14,99	100	1 : 1,32	63,5	100
2 — NPK SP	0,3	37,65	143,26	16,76	148,44	21,15	141,09	1 : 1,26	72,7	114,48
3 — NPK SP	0,6	44,36	168,79	19,57	173,33	24,79	165,37	1 : 1,26	73,0	114,96
4 — NPK GOK	0,22	34,02	129,45	16,31	144,46	17,71	118,14	1 : 1,09	69,7	109,76
5 — NPK GOK	0,45	35,02	133,25	15,95	141,27	19,07	127,21	1 : 1,19	71,2	112,12
6 — NPK GOK	0,68	38,49	146,46	17,70	156,77	20,64	137,69	1 : 1,16	72,0	113,38
7 — NPK GOK	0,90	42,11	160,23	17,67	156,51	24,43	162,97	1 : 1,36	71,5	112,59

Sklizeň zrna a slámy i výška rostlin uvedená v tabulce III je pro zkoušená hnojiva statisticky průkazná. Statistické vyhodnocení bylo provedeno podle Hrubého a Konvičky (1954).

Při sledování účinnosti produktu u ovsa při stupňovaných dávkách P_2O_5 ve srovnání se superfosfátem bylo nejvyššího výnosu dosaženo na kombinacích hnojených superfosfátem při shodném průběhu výnosů dosažených na kombinacích hnojených superfosfátem při shodném průběhu výnosů dosažených na

kombinacích hnojených stupňovanými dávkami P_2O_5 , dodanými ve vysušeném odpadním kalu. Dosažené výnosy ve srovnání s kombinacemi hnojenými superfosfátem se opět odlišovaly jen rozdílem kolem 10 %.

V pokusu ani při vysokých dávkách použitého hnojiva (vysušeného odpadního produktu) nebyly patrné fyziologické změny, které by svědčily o toxickém vlivu na rostliny.

EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

Ekonomické zhodnocení bylo uskutečněno na základě modelu aplikace superfosfátu v polních podmínkách. Vypočítaný hrubý zemědělský důchod plynoucí z aplikace 1000 t P_2O_5 v superfosfátu byl vzat za základ jako 100 % a pro odpadní kal byla vzata jen 80 % hodnota. Hrubý zemědělský důchod plynoucí z aplikace 1000 t P_2O_5 v odpadním fosforečném kalu byl tak odhadnut na 10 000 000 Kčs ročně. Vezmeme-li v úvahu též hledisko závodu, v němž tento odpadní kal vzniká (který jej event. různě upravuje sušením apod.), lze počítat nejméně s takovou cenou P_2O_5 , za jakou jsou prodávány mleté fosfáty zemědělcům, tj. 1700 Kčs za tunu P_2O_5 . Při 1000 tunách je to částka 1 700 000 Kčs, která by se po odečtení manipulačního rozpětí apod. pohybovala kolem částky 1 200 000 Kčs. Touto částkou by mohl závod zčásti uhradit náklady na čištění odpadních vod a kalové hospodářství. Mimořádná dodávka P_2O_5 okolním zemědělským závodům by byla přínosem nejen pro zemědělství, ale i pro výrobní závod.

ZÁVĚR

Provedená šetření prokázala vhodnost využití fosforečno-vápenného kalu odpadajícího při dezaktivaci katalyzátoru a praní polymeru stereospecifického typu kaučuku ve výživě rostlin v zemědělství.

Zhodnocením vegetačních pokusů bylo zjištěno, že P_2O_5 z uvedeného produktu je uspokojivě účinná a odpovídá přibližně 90 % účinnosti P_2O_5 ze superfosfátu. U tohoto produktu lze počítat i s příznivou následnou využitelností P_2O_5 .

Fyziologická závadnost fosforečno-vápenného kalu pro rostliny nebyla během pokusů zjištěna.

Uvedený produkt lze využít v jakékoli formě (disperze, prášek, granule) k přímému hnojení zemědělských plodin (i melioračnímu), dále do všech typů kompostů, i jako surovinu pro výrobu průmyslových hnojiv.

Došlo dne 18. 5. 1965

Literatura

1. Duchoň, F. - Hampl, J.: Agrochemie. II. vydání ČSAZV ve SZN, Praha 1962. — 2. Hrubý - Konvička, O.: Polní pokusy, jejich zakládání a hodnocení. Olomouc 1954. — 3. Kolektiv: Skladba cen rostlinných výrobků platných od 1. dubna 1964 (Ústř. spr. nák. zem. výr., Praha). — 4. Kolektiv: Průmyslová hnojiva ve výživě rostlin. MZLVH, Praha 1963. — 5. Neuberger, J.: Průmyslová hnojiva v zemědělství (rukopis, připraveno pro tisk 1964). — 6. Neuberger, J. - Jedlička, J.: Přezkoušení vhodnosti vysušeného gumárenského odpadního kalu s vysokým obsahem fosforu ke hnojení zemědělských plodin. Dílčí závěrečná zpráva. Praha-Ruzyně 1964. — 7. Pohl, B.: Dílčí závěrečná zpráva č. 231, Kaučuk n. p., VÚSK, Gottwaldov 17. 11. 1962. — 8. Pohl, B.: Dílčí zpráva č. 296, Kaučuk n. p., ÚVV, Kralupy nad Vltavou, 1963. — 9. Remy, J.: Anorganická chemie. SNTL Praha, 1961 - I. díl. — 10. Schneider J.: Výroba průmyslových hnojiv. SNTL, Praha 1959.

Агрохимическая ценность фосфорно-кальцевой грязи нейтрализующих вод, получающихся при производстве синтетического каучука стереоспецифического типа

А. Резюме

Проведенные обследования доказали пригодность использования фосфорно-кальцевой грязи, отделяющейся при дезактивации катализаторов и промывке полимеров стереоспецифического типа каучука в питании растений в сельском хозяйстве.

В результате оценки вегетационных опытов было установлено, что P_2O_5 в приведенном продукте удовлетворительно эффективно и отвечает приблизительно 90 % эффективности P_2O_5 в суперфосфате. У этого продукта можно рассчитывать и на благоприятную последующую используемость P_2O_5 .

Физиологическая вредность этого продукта у растений во время опытов не была установлена.

Приведенный продукт можно использовать в любой форме (дисперсия, порошок и гранулы) для непосредственного удобрения сельскохозяйственных культур (и для мелиоративной цели), далее во всех типах компостов и в качестве сырья для производства минеральных удобрений.

Б. Тексты таблиц

- I. Урожай кукурузы и райграса
- II. Результаты анализа растений
- III. Урожай овса

В. Текст к рисунку

1. Схема удобрения, P_2O_5 внесена в виде фосфорного удобрения: 1 — НК без фосфора, 2 — НПК суперфосфат, 3 — НПК электрофосфат магниевый (термофосфат), 4 — НПК томасшлак, 5 — НПК концентратные отходы, 6 — НПК сушеная грязь резиновой промышленности (фосфорно-кальцевая грязь), 7 — НПК_x метафосфат калийный (x без добавления K_2O), 8 — НПК метафосфат калийный. (Опыт с кукурузой 1963 г.)

The Agrochemical Importance of Phosphorous-Lime Sludge Coming of Sewage Water Neutralization Discharged from the production of Synthetic Rubber of Stereospecific Type

A. Summary

The research works gave evidence of the good convenience of phosphorous-lime sludge which is obtained during the disactivation of the catalyst and the wash of the stereospecific polymere type of rubber. This waste material proved utilizable in agricultural plant nutrition.

By evaluating the vegetation tests, the authors stated that the P_2O_5 contained in the product gave satisfactory efficiency and corresponded to an approximately 90 per cent efficient P_2O_5 in superphosphate. In this product a favourable subsequent use efficiency of the phosphoric acid (P_2O_5) may be envisaged.

No physiological noxiousness of this product with regard to plants was stated in the course of the tests.

The mentioned product may be availed of in any practical form (dispersion, powder, granules) for direct manuring on agricultural crops (and even in ameliorative manuring), as well as for all types of composts, and as a raw material for the production of industrial fertilizers.

B. Text of graphs

- I. Maize and rye-grass yields
- II. Results of plants analysis
- III. Oats yield

C. Text to figures

1. Manuring scheme — phosphoric acid supplied in form of phosphorous fertilizer: 1 - NK without phosphorus; 2 - NPK Superphosphate; 3 - NPK magnesium electrophosphate (thermophosphate); 4 - NPK - Thomas slag; 5 - NPK - convertor flying ashes; 6 - NPK - dried rubber-factory waste sludge (phosphorous-lime sludge); 7 - NPK - potassium metaphosphate (X without K_2O supplement); 8 - NPK - potassium metaphosphate (A test was made with maize in the year 1963)

Agrochemischer Wert des Phosphor-Kalzium-Schlammes aus der Neutralisierung der Abwässer bei der Produktion von synthetischem Kautschuk stereospezifischen Types

A. Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen bestätigen die Zweckmäßigkeit der Ausnützung von Phosphor-Kalzium-Schlamm als Abfallprodukt bei der Desaktivierung des Katalysators und beim Waschen des Polymers des stereospezifischen Kautschuktypes bei der Pflanzenernährung in der Landwirtschaft.

Durch die Bewertung von Vegetationsversuchen stellte man fest, daß das P_2O_5 aus dem angeführten Produkt eine befriedigende Wirksamkeit, die annähernd einer 90%igen Wirksamkeit des P_2O_5 aus dem Superphosphat entspricht, aufweist. Bei diesem Produkt kann auch mit einer späteren günstigen Ausnützbarkeit des P_2O_5 gerechnet werden.

Eine physiologische Schädlichkeit dieses Produktes für Pflanzen konnte während des Versuches nicht festgestellt werden.

Das angeführte Produkt kann in beliebiger Form (Dispersion, Pulver, Granulen) für direkte Düngung von landwirtschaftlichen Fruchtarten (auch für Meliorationsdüngung) sowie als Beigabe in sämtliche Komposttypen und als Rohstoff für die Erzeugung von Handelsdüngern ausgenützt werden.

B. Text zu den Tafeln

- I. Mais- und Lolchertrag
- II. Ergebnisse der Pflanzenanalyse
- III. Haferertrag

C. Text zur Abbildung

- 1. Düngungsschema, P_2O_5 zugeführt im Phosphordünger: 1 - NK ohne Phosphor, 2 - NPK Superphosphat, 3 - NPK Magnesium-Elektrophosphat (Thermophosphat), 4 - NPK Thomasmehl, 5 - NPK Konvertor-Flugasche, 6 - NPK getrockneter Abfallschlamm von der Gummifabrikation (Phosphor-Kalzium-Schlamm), 7 - NPK Kalium-Metaphosphat (X ohne K_2O - Ergänzung, 8 - NPK Kalium-Metaphosphat. (Versuch mit Mais 1963)

Inž. Jan Jedlička

Inž. Jaroslav Neuberg, CSc.

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně 507

Inž. Bohuslav Pohl

Kaučuk, n. p., UVV,
Kralupy nad Vltavou

Seznamujeme čtenáře

vědeckého časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA s edičním programem redakční rady pro rok 1966:

Kromě čísel obsahujících práce s různou tematikou se připravuje materiál pro vydání monotematických čísel. Plánují se tato temata:

mikrobiologie,
ovocnictví, zelinářství a zahradnictví,
biochemie a technologická hodnota rostlinných produktů,
řepa cukrovka.

Vědecký časopis Rostlinná výroba přinese v roce 1966 také práce o komplexně řešených úkolech. Tyto práce budou cenné všestranností pohledu na řešený problém. První soubor komplexně řešených prací bude z oboru zpracování půdy.

Do obsahu Rostlinné výroby budou zařazovány i významné práce vědeckých pracovníků ze zahraničí a v rubrikách časopisu informativní příspěvky o zajímavých novinkách našeho i zahraničního výzkumu.

Redakce časopisu

Podepsáno k tisku dne 23. srpna 1965

I. Půdní a klimatická charakteristika pokusných míst

Výrobní typ zemědělský	Lokalita	Nadmořská výška v cm	Průměrný úhrn srážek (mm) za období 1901—1950	Průměrná teplota vzduchu (°C) za období 1901—1950	Půdní typ	Půdní druh		Hloubka ornice v cm	% humusu v ornici	Půdní reakce v ornici
						ornice	spodina			
Kukuřičný	Králová pri Senci	126	593	9,6	aluvia	písečtohlinitá	hlinitopísečtá	20—30	2,2—2,8	neutrální
	Pohorelice	183	499	9,0	aluvia, černozemě	hlinitá	hlinitá	25—35	1,9—2,4	neutrální až slabě zásaditá
	Trebišov	107	582	8,8	černozemě	jílovitohlinitá	jílovitohlinitá	—	—	—
Řepařský	Čáslav	249	590	8,1	degrad. černozemě	hlinitá	jílovitohlinitá	25	1,9—2,2	neutrální
	Čáslav (Uhřetice)	246	622	8,2	degrad. černozemě	hlinitá	jílovitohlinitá	25—30	1,8—2,3	neutrální
	Dobrovice	233	571	8,2	boroviny slinovatky	jílovitá	jílovitá	25—40	3,1—3,4	neutrální
	Ivanovice na Hané	251	599	8,4	černozemě	hlinitá	jílovitohlinitá	40—50	2,8—3,6	neutrální
	Kaštice	290	455	8,4	černozemě	jílovitohlinitá	jílovitohlinitá až jílovitá	25—35	2,8—3,3	neutrální
	Piešťany (Borovce)	162	625	9,2	degrad. černozemě	hlinitá až jílovitohlinitá	hlinitá až jílovitohlinitá	25—35	1,8—2,0	neutrální
	Ruzyně	344	493	8,2	hnědozemě	hlinitá	jílovitohlinitá	25—30	1,8—2,0	neutrální
	Zahrádky	285	687	7,7	hnědozemě	jílovitohlinitá	jílovitohlinitá	25—30	2,0—2,4	neutrální
Bramborářský	Hladké Životice	281	675	7,9	slabě až středně podzol. půdy	hlinitá až jílovitohlinitá	hlinitá až jílovitohlinitá	19—20	1,8—2,1	slabě kyselé
	Hrádek u Pacova	580	657	6,8	hnědozemě	písečtohlinitá až hlinitá	hlinitopísečtá	16—27	1,1—1,6	kyselé až slabě kyselé
	Lukavec u Pacova	574	686	6,8	hnědozemě	hlinitá, slabě šterk.	písečtohlinitá	18—25	2,5—3,0	slabě kyselé až neutrální
	Soběčice	421	582	7,6	podzolové půdy	písečtohlinitá až hlinitopísečtá	hlinitopísečtá	20—30	1,5—2,0	slabě kyselé
	Vigláš	340	669	7,7	slabě až středně podzol. půdy	jílovitohlinitá	jílovitohlinitá	—	1,6	kyselé

OBSAH

Baier J.: Závislost výnosu zrna ovsa na odběru N a jeho poměru k P_2O_5	899
Smetánková M.: Vztah mezi minerálním složením a výnosem sušiny nadzemní hmoty prosa (<i>Panicum miliaceum</i> L.) v nádobových pokusech	909
Neuberg J., Jedlička J.: Polorozložený fosfát (superfosfát II., superfosfát Refos) a jeho význam pro zemědělství	927
Pirkl J., Novozámský I., Jedlička J.: Aluminium-fosfát jako zdroj fosforu pro rostliny	937
Strnad P.: Vliv různé techniky hnojení vysokými dávkami dusíku na výnos a jakost ozimé pšenice a jarního ječmene	945
Křišťan F.: Vliv různé techniky hnojení dusíkem na výnosy jednotlivých plodin	953
Pokorný V.: Vliv stupňovaných dávek dusíku na výnosy luk	965
Baier J., Smetánková M.: Vztah mezi výnosem obilnin a úbytkem N v půdě během vegetace, zjištěný inkubační metodou	975
Pokorná-Kozová J.: Azotobakter při různém organickém a minerálním hnojení	985
Jedlička J., Pohl B., Neuberg J.: Agrochemická hodnota fosforečno-vápenatého kalu z naturalizace vod odpadajících při výrobě syntetického kaučuku stereospecifického typu	993

СОДЕРЖАНИЕ

Баьер Я.: Зависимость урожая зерна от поглощения азота и от его отношения к P_2O_5 (907). — Сметанкова М.: Отношение между минеральным составом и выходом сухого вещества надземной массы проса (*Panicum miliaceum* L.) при опытах в сосудах (924). — Нейберг Я., Йедличка Я.: Полуразложенный фосфат (суперфосфат II., суперфосфат Рефос) — его значение для сельского хозяйства (934). — Пиркл Я., Новозамский И., Йедличка Я.: Алюминийфосфат как источник фосфора для растений (944). — Стрнад П.: Влияние разной техники удобрения высокими дозами азота на урожай и качество озимой пшеницы и ярового ячменя (950). — Кржиšťан Ф.: Влияние разной техники удобрения азотом на урожай отдельных культур (962). — Покорны В.: Влияние дифференцированных доз азота на урожай лугов (973). — Баьер Я., Сметанкова М.: Отношение между урожаем зерновых и убылью азота в почве в течение вегетации, установленное инкубационным методом (982). — Покорна-Козова Я.: Азотобактер при разном органическом и минеральном удобрении (990). — Йедличка Я., Пол Б., Нейберг Я.: Агрохимическая ценность фосфорно-кальцевой грязи нейтрализующих вод, получающихся при производстве синтетического каучука стереоспецифического типа (1002).

CONTENT

Baier J.: Effect of Nitrogen Consumption and Its Relation to Phosphorus Pentoxide (P_2O_5) on Grain Yield (907). — Smetánková M.: Relation of the Mineral Composition and the Dry Matter Yield of the Overground Part of *Panicum miliaceum* L. in Pot Experiments (925). — Neuberg J., Jedlička J.: Semi-Decomposed Phosphate (Superphosphate II., Superphosphate 'Refos') and its Importance in the Agricultural Practice (934). — Pirkl J., Novozámský J., Jedlička J.: Aluminium Phosphate as a Phosphorus Source for Plants (944). — Strnad P.: Effect of Various Nitrogen Manuring Technics on the Yield and on the Quality of Winter-Wheat and of Spring-Barley (951). — Křišťan F.: Effect of Various Nitrogen Manuring Technics on the Yields of Individual Crops (962). — Pokorný V.: Effect of Gradually Increased Doses of Nitrogen on the Yields of Meadows (973). — Baier J., Smetánková M.: Relation between the Yield of Cereals and the Decrease of Nitrogen Contents in Soil during the Vegetation Period, as Determined by means of the Incubation Method (982). — Pokorná-Kozová J.: The Azotobacter in Various Conditions of Organic and Mineral Manuring (991). — Jedlička J., Pohl B., Neuberg J.: The Agrochemical Importance of Phosphorous-Lime Sludge Coming of Sewage Water Neutralization Discharged from the production of Synthetic Rubber of Stereospecific Type (1002).

Baier J.: Die Abhängigkeit des Körnerertrages von der Aufnahme des Stickstoffes und seiner Beziehung zu P_2O_5 (908). — Smetánková M.: Die Beziehung zwischen der mineralischen Zusammensetzung und dem Ertrag der Trockensubstanz der oberirdischen Pflanzenmasse der Hirse (*Panicum miliaceum* L.) bei Gefäßversuchen (925). — Neuberg J., Jedlička J.: Die Bedeutung des halbzersetzten Phosphates (Superphosphat II., Superphosphat Refos) für die Landwirtschaft (935). — Pírk J., Novozámský I., Jedlička J.: Das Aluminiumphosphat als Phosphorquelle für Pflanzen (E 944). — Strnad P.: Die Wirkung verschiedener Art der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Qualität von Winterweizen und Sommergerste (951). — Křišťan F.: Der Einfluß verschiedener Stickstoffdüngungsverfahren auf den Ertrag der einzelnen Feldfrüchte (963). — Pokorný V.: Einfluß der gesteigerten Stickstoffgaben auf die Wiesenenerträge (974). — Baier J., Smetánková M.: Die Beziehung zwischen dem Getreideertrag und der mittels Inkubationsmethode während der Vegetation ermittelten Stickstoffabnahme (983). — Pokorná-Kozová J.: Das Azotobakter bei verschiedener organischer und Mineraldüngung (991). — Jedlička J., Pohl B., Neuberg J.: Agrochemischer Wert des Phosphor-Kalzium-Schlammes aus der Neutralisierung der Abwässer bei der Produktion von synthetischem Kautschuk stereospezifischen Types (1003).

TABLE DES MATIÈRES

Baier J.: Le rendement du grain d'avoine en fonction de prélèvement de V et de son rapport au P_2O_5 (res. An/907, Al/908). — Smetánková M.: Le rapport entre la composition minérale et le rendement de substance sèche de la masse aérienne du millet (*Panicum Miliaceum* L.) au cours des essais en vase (res. An/925, Al/925). — Neuberg J., Jedlička J.: Le phosphate à demi décomposé (superphosphate II, superphosphate Refos) et son rôle dans l'agriculture (res. An/934, Al/935). — Pírk J., Novozámský I., Jedlička J.: Le phosphate d'aluminium en tant que source de phosphore des plantes (res. An/944). — Strnad P.: L'influence des techniques d'engraisement par doses élevées d'azote sur le rendement et la qualité du blé d'hiver et de l'orge printanière (res. An/951, Al/951). — Křišťan F.: L'influence des techniques d'engraisement variées sur les rendements des différentes plantes (res. An/962, Al/963). — Pokorný V.: L'influence des doses accentuées d'azote sur le rendement des prés (res. An/973, Al/974). — Baier J., Smetánková M.: Le rapport entre le rendement des céréales et la diminution, de l'azote dans le sol pendant la végétation, constatée par la méthode d'incubation (res. An/982, Al/983). — Pokorná-Kozová J.: L'azobacter en fonction de l'engrais varié organique ou minéral (res. An/991, Al/991). — Jedlička J., Pohl B., Neuberg J.: Valeur agrochimique des boues des phosphatées et calciques des eaux naturalisées provenant de la fabrication du caoutchouc synthétique du type stéréospécifique (res. An/1002, Al/1003).