

9/11

VĚDECKÝ ČASOPIS

ROSTLINNÁ VÝROBA

11-12

ROČNÍK 14 (XLI)
PRAHA,
LIST.-PROS. 1968
CENA 36 Kčs

ÚSTŘEDÍ ZEMĚDĚLSKÉHO A POTRAVINÁŘSKÉHO VÝZKUMU

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

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

Vedoucí redaktorka Milena Sovová

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1968

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

Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации. Выход в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

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

Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebieten der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion Praha 2, Slezská 7.

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

■ V předcházejících pracích týkajících se vodního režimu bramborů jsme ukázali, že osmotické poměry zřejmě nejsou u mnoha odrůd kulturních bramborů určující složkou jejich vodního režimu (Nečas 1964, 1965a, 1965b, Nečas a Zrůst 1967). Soustředili jsme proto svou pozornost v dalším jeho studiu na hospodaření vodou v transpiračním výdeji metodami, jež nám byly dostupné a jež by mohly něco říci o regulačních systémech transpirace, uplatňujících se výrazněji v celkovém vodním režimu kulturních brambor. Již v předcházející práci jsme zjistili, jak obtížné je studium jejich reakcí v intenzitě transpirace na sníženou půdní vlhkost nebo jiné vnější vlivy v neklimatizovaných prostorách (Nečas a Zrůst 1965 a Zrůst a Nečas 1966), pokud nemáme k dispozici moderní vybavení pro její přímé měření. Přes tuto zkušenost jsme znovu aplikovali metodu analýzy transpiračních křivek, jak byla vypracována Slavíkem (1958). Modifikovali jsme ji pro své účely tak, abychom mohli zjišťovat v pokusech s vlivem snížené půdní vlhkosti na vodní režim bramborů také intenzitu transpirace, popřípadě odrůdové rozdíly v ní, jak se projeví za těchto podmínek. Transpirace je jedním ze základních fyziologických procesů, které rozhodují o pěstitelsky důležitých typech suchovzdornosti rostlin, jak to uvádějí na př. Levitt (1951), Maksimov (1952), Stocker (1956), Iljin (1957). Slavík (1965) upozorňuje na vztah transpirace a fotosyntézy, neboť oba procesy jsou vzájemně vázány v celkové výměně plynů u rostlin.

MATERIÁL

Ve skleníkovém pokusu, kde byla závlaha rostlin řízena na určitou úroveň půdní vlhkosti, byly následující odrůdy: raná 'Rajka', poloraná 'Kardinál' a pozdní 'Blaník'. V polním pokusu, kde nebyla závlaha řízena, byly tyto trojice odrůd: rané 'Jara', 'Ambra', 'Bintje'; polorané 'Kardinál', 'Krasava', 'Mirka'; polopozdní a pozdní 'Aquila', 'Karmen' a 'Blaník'. Sadba pro pokusy byla zajišťována přímo ze šlechtitelských stanic v dobrém zdravotním stavu. Vysazována byla po předklíčení.

METODIKA

Skleníkové pokusy byly umístěny v emailovaných vegetačních nádobách pro brambory (velké). Plněny byly zemí o maximální kapilární kapacitě podle Nováka, 40–43 %. K ní byla vztahována relativní půdní vlhkost v jednotlivých variantách pokusu a udržována na příslušné úrovni záhlvkou (viz Nečas a Zrůst 1967).

Schéma pokusu:

Kontrolní varianty měly úroveň půdní vlhkosti:

K₁ = 35 % relativní půdní vlhkosti po celou vegetaci

K₂ = 70 % relativní půdní vlhkosti po celou vegetaci

Pokusné varianty měly úroveň půdní vlhkosti:

V₁ = 35 % relativní půdní vlhkosti od vsazení do vytvoření okem patrných poutat a potom až do konce vegetace 70 % relativní půdní vlhkosti;

V₂ = 70 % relativní půdní vlhkosti od vsazení hlíz do vytvoření okem patrných poutat, potom až do odkvětu 35 % relat. půdní vlhkosti a po odkvětu až do konce vegetace opět 70 % relativní půdní vlhkosti;

V₃ = 70 % relativní půdní vlhkosti od vsazení až do odkvětu a potom 35 % relativní půdní vlhkosti až do konce vegetace.

Polní pokusy byly vysazovány do parcel o dvou stech hlíz bez opakování. Pozemek byl v bezprostřední blízkosti skleníků a laboratoře. Měly běžnou agrotechniku bramborářských polních pokusů s vyloučením všech postřiků. Půdní vlhkost zde nebyla řízena.

Pro konstrukci transpiračních křivek bylo užito Hygenovy (1951, 1953) metody modifikované Slavíkem (1958). Pro váhové zjišťování výdeje vody jsme odebírali vždy některý z hlavních stonků trsu. Z něho bylo odříznuto bez výběru v pořadí podle inzerce deset zcela vyvinutých listů. Rezné plochy listů byly ihned smočeny v parafínu o teplotě blízké jeho bodu tuhnutí a listy zasazeny do závěsného kruhu Arlandovy váhy. Prvé vážení probíhalo bezprostředně po vsazení listů do otvorů závěsného kruhu a další vážení následovala vždy po šestiminutových intervalech. Celková doba vážení byla 54 minut. Současně se zpracovávaly vzorky z vybraných tří rostlin, vždy ze tří variant nebo od tří odrůd. Vážení probíhalo za týchž podmínek, za kterých rostliny rostly — ve skleníku. Listy rostlin z polního pokusu byly zpracovány rovněž ve skleníku, který byl v bezprostřední blízkosti polního pokusu. Ze získaných váhových údajů byly vypočteny potřebné hodnoty pro konstrukci logaritmicky transformované transpirační křivky, přepočtené na počáteční obsah vody, jak se to ukázalo pro brambory nejvýhodnější (viz Nečas a Zrůst 1965). U těchto křivek byl hodnocen úhel, sevřený prvou lineární fází křivky s osou x jako charakteristická hodnota pro celkovou transpiraci. Úhel, sevřený druhou lineární fází křivky s osou x, byl indikací kutikulární transpirace při určité míře sevření průduchů. Spojnice obou lineárních úseků logaritmicky transformované křivky svým tvarem i časovou délkou charakterizovala uzavírací fázi, která je určována především přivíráním průduchů.

Poněvadž nebylo možno v každém datu zpracovat takový počet jedinců, aby byla získána spolehlivá průměrná hodnota, dobře charakterizující odrůdu nebo variantu pokusu, byl položen důraz na srovnávání průběhů výše uvedených charakteristik transpiračních křivek během celé vegetace. Pro jasnější charakteristiku vlivu půdní vlhkosti v jednotlivých variantách na ukazatele intenzity transpirace a její regulace byly vykresleny také průběhy průměrných hodnot pro všechny tři vždy současně sledované odrůdy. Mimo to byly srovnány též vějíře všech zaregistrovaných transpiračních křivek, vymezené pro celý pokus, popřípadě pro hodnocené odrůdy v jednotlivých variantách skleníkového pokusu nebo v polním pokusu v jednotlivých letech. Vějíře odpovídajících transpiračních křivek byly vymezeny nejextrémnější položenými transpiračními křivkami.

Pro dokreslení poměrů ve vodním režimu hodnocených odrůd byly vykresleny za celou vegetaci průběhy celkových výdejů vody z odříznutých listů za celou dobu jejich váhového sledování, vztahených na původní obsah vody. Srovnání průběhu celkového výdeje vody s průběhy výše uvedených charakteristik transpiračních křivek během vegetace umožnilo hledat určující podíl jejich jednotlivých úseků na celkovém výdeji vody za daných podmínek.

VÝSLEDKY A JEJICH HODNOCENÍ

HODNOCENÍ METODIKY

Vcelku platí o hodnocení metody pro zjišťování intenzity transpirace brambor podle výdejových křivek pro vodu to, co již bylo konstatováno v práci Nečase a Zrůsta (1965). Bylo tam ukázáno, že za vhodně zvolených

dostatečně se shodujících meteorologických podmínek nevykazují odrůdově jednotné soubory příliš širokou variabilitu ve zjišťovaných charakteristikách i při opakovaných rozborech během vegetace a je možno je bezpečně odlišit. Jinak je tomu však, jestliže se při opakovaných rozborech mění povětrnostní podmínky. Pak se variabilita těchto charakteristik u téže odrůdy, popřípadě i v téže variantě půdní vlhkosti velmi rozšiřuje. Rozlišení takovýchto souborů, reprezentovaných průměrem jen z několika málo hodnot, získaných v paralelních měřeních je velmi obtížné. Změny v osvětlení a teplotě i v průběhu registrace transpiračních křivek měly pochopitelně za následek náhlé změny jejich průběhu. To také komplikovalo jejich správné hodnocení.

Vzhledem k tomu, že nebylo možno předem vyloučit možnost toho, že rozdíly mezi variantami nebo odrůdami se mohou týkat kterékoli z výše

I. Analýza variance hodnot úhlu sklonu první lineární fáze transpiračních křivek, zaregistrovaných během vegetace r. 1962 ve skleníkovém pokusu

Proměnlivost způsobená	N	$S(x - \bar{x})^2$	V	F	s
a) varianty K_2, V_2, V_3					
odrůdami	2	83,71	41,85	0,23	
variantami	2	2 806,19	1403,09	7,73**	
daty	4	16 502,60	4125,65	22,75**	
denní dobou	1	1 020,10	1020,10	5,62*	
odr. $\times$ var.	4	4 630,73	1157,68	6,38**	
data $\times$ denní doba	4	1 255,40	313,85	1,73	
varianta $\times$ denní doba	2	278,10	139,05	0,76	
odr. $\times$ data	8	1 044,60	130,57	0,72	
nekontr. vlivy	62	11 239,33	181,28		13,47
Celkem	89	38 860,76			
b) varianty K_1, K_2, V_1					
odrůdami	2	34	17,00	0,14	
variantami	2	6 873	3436,50	29,03**	
daty	4	1 470	367,50	3,10*	
denní dobou	1	237	237,00	2,00	
odr. $\times$ var.	4	218	54,50	0,46	
data $\times$ denní doba	4	166	41,50	0,35	
varianta $\times$ denní doba	2	2 830	1415,00	11,95**	
odr. $\times$ data	8	1 208	151,00	1,27	
nekontr. vlivy	62	7 338	118,35		10,88
Celkem	89	20 374			

II. Analýza variance hodnot úhlu sklonu druhé lineární fáze transpiračních křivek, zaregistrovaných během vegetace r. 1962 ve skleníkovém pokusu

Proměnlivost způsobená	N	$S(x - \bar{x})^2$	V	F	s
a) varianty K_2, V_2, V_3					
odrůdami	2	282,02	141,01	1,44	
variantami	2	362,07	181,03	1,85	
daty	4	531,95	132,98	1,36	
denní dobou	1	88,01	88,01	0,89	
odr. $\times$ var.	4	154,75	38,68	0,39	
data $\times$ denní doba	4	341,55	85,38	0,87	
varianta $\times$ denní doba	2	17,57	8,78	0,09	
odr. $\times$ data	8	301,40	37,55	0,38	
nekontr. vlivy	62	6063,97	97,80		9,89
Celkem	89	8143,29			
b) varianty K_1, K_2, V_1					
odrůdami	2	663,67	331,83	4,36*	
variantami	2	477,60	238,80	3,14	
daty	4	1770,88	442,72	5,82**	
denní dobou	1	20,97	20,97	0,27	
odr. $\times$ var.	4	239,52	59,88	0,78	
data $\times$ denní doba	4	636,18	159,04	2,09	
varianta $\times$ denní doba	2	121,20	60,60	0,79	
odr. $\times$ data	8	589,66	73,70	0,96	
nekontr. vlivy	62	4713,16	76,01		8,72
Celkem	89	9232,84			

uvedených základních charakteristik transpiračních křivek, bylo nutno je ve všech případech registrovat celé. Proto také byla opuštěna dříve užívaná metoda, navržená Sla ví k e m (1958), podle níž se registrují jen postačující úseky obou lineárních fází výdejevých křivek.

Je nesporné, že rostliny pěstované za řízených podmínek, kdy rozdílná půdní vlhkost jednotlivých variant pokusu by byla nejsilněji působícím faktorem, by daly mnohem jasnější a přesvědčivější výsledky. Nicméně pokusili jsme se ze zdánlivě zcela chaotických výsledků, jak jsme je získali použitou metodikou v našich podmínkách pokusů, vyvodit první orientační údaje o hodnocených rysech vodního režimu několika odrůd bramborů.

Podle průběhu transpiračních křivek je třeba brambory považovat za rostliny průduchově labilní podle klasifikace E g e r a (1958).

III. Analýza variance hodnot úhlu sklonu první lineární fáze transpiračních křivek, zaregistrovaných během vegetace r. 1962 v polním pokusu

Proměnlivost způsobená	N	$S(x - \bar{x})^2$	V	F	s
odrůdami	8	350,22	43,77	2,98**	3,83
daty	6	6 937,10	1156,18	78,81**	
denní dobou	1	5,78	5,78	0,39	
odr. × denní doba	8	349,89	43,73	2,98**	
odr. × data	48	1 659,02	34,56	2,35**	
data × den. doba	6	173,86	28,97	1,97	
nekontr. vlivy	48	704,60	14,67		
Celkem	125	10 180,47			

Práce v podmínkách polních pokusů a neklimatizovaných skleníků si vyžádala opatrné a komplexní vyhodnocení získaných výsledků.

Do jisté míry mohou zde pomoci k hrubému posouzení celkové variability získaných výsledků a ke srovnání jejích hlavních složek, které nás v těchto pokusech zajímaly, uvedené analýzy variance hodnot, získaných v r. 1962 (tabulka I). Analýzy variance hodnot úhlu sklonu první lineární fáze transpirační křivky rostlin ze skleníkového pokusu byly sestaveny tak, aby s kontrolní variantou K_2 byly srovnávány ty varianty, které s ní byly vždy současně, tedy za shodných podmínek sledovány. Uváděné soubory dat však ukazují shodně a velmi průkazně, že odrůdové rozdíly zde představují nejmenší složku celkové variability ze všech složek, jež mohly být z těchto analýz vyčísleny. Pouze v tom souboru, kde jsou zahrnuty obě kontroly, alespoň složka pro varianty dosahuje přes rušení změnami počasí nejvýznamnější hodnoty. Inter-

IV. Analýza variance hodnot úhlu sklonu druhé lineární fáze transpiračních křivek, zaregistrovaných během vegetace r. 1962 v polním pokusu

Proměnlivost způsobená	N	$S(x - \bar{x})^2$	V	F	s
odrůdami	8	2 318,02	289,75	10,82**	5,17
daty	6	9 519,27	1586,54	59,26**	
denní dobou	1	190,68	190,68	7,12*	
odrůda × denní doba	8	943,23	117,90	4,40**	
odr. × data	48	4 362,43	90,88	3,39**	
data × denní doba	6	1 340,46	223,41	8,34**	
nekontr. vlivy	48	1 285,38	26,77		
Celkem	125	19 959,47			

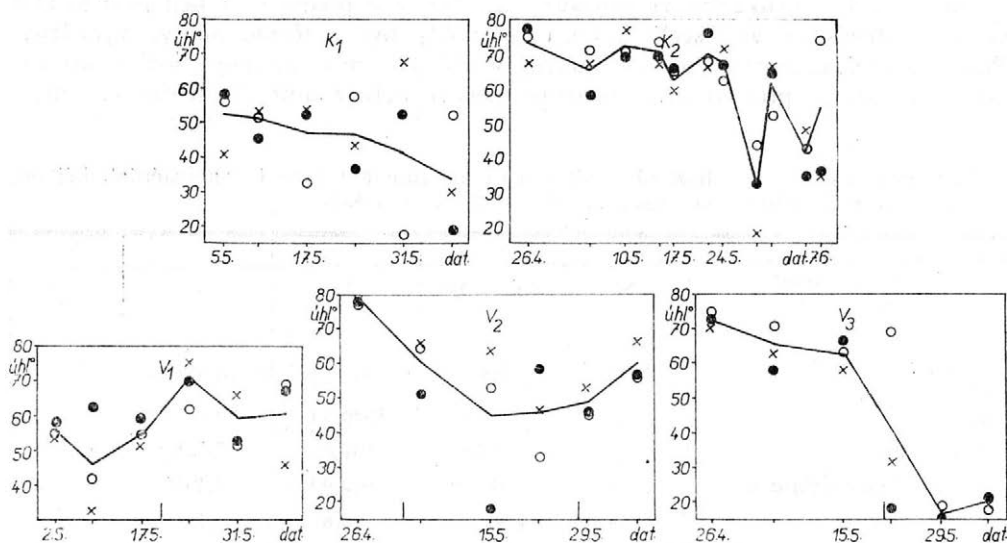
akce odrůd a variant je však významnější v prvním souboru, kde je pouze jedna kontrola a kde je zachyceno více přechodů z jedné úrovně půdní vlhkosti do druhé. Relativně vyšší je odrůdová složka v celkové variabilitě hodnot, charakterizujících druhou lineární fázi transpiračních křivek (tabulka II). Jak je vidět z grafického vykreslení získaných výsledků, bylo to vyvoláno dříve několika extrémními hodnotami než trvalou a výraznou tendencí všech odpovídajících si hodnot.

Poměrně příznivější, s ohledem na odrůdovou složku celkové variability, jsou analýzy variance z polního pokusu, rovněž z r. 1962, pro tytéž charakteristiky transpiračních křivek (tabulky III a IV).

Je to do značné míry zajisté dáno již tím, že je zde zahrnut početnější soubor odrůd, čímž se zvýšila pravděpodobnost, že byly zahrnuty odrůdy, které se v těchto charakteristikách výrazněji liší, alespoň v některých úsecích vegetace.

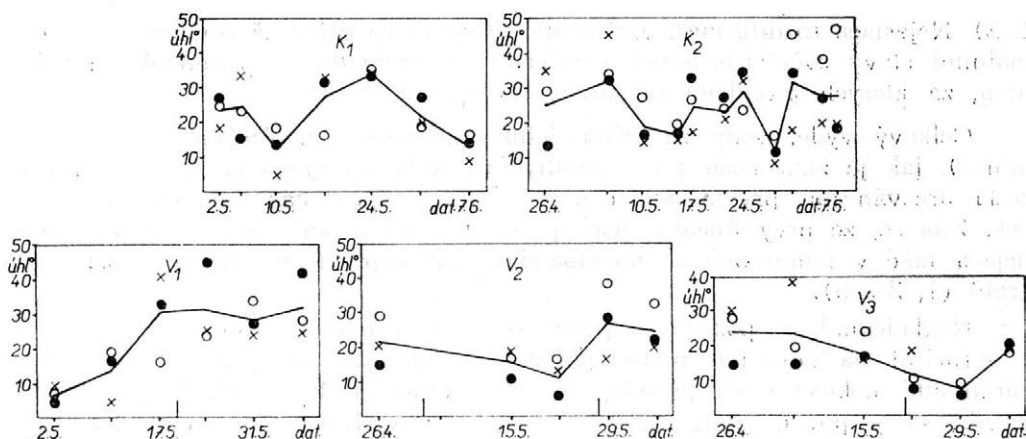
HODNOCENÍ VLASTNÍCH VÝSLEDKŮ

Ve skleníkovém pokusu vyplynul vliv snížené půdní vlhkosti na intenzitu transpirace bramborů poměrně dosti jasně z průběhů hlavních sledovaných charakteristik transpiračních křivek v celé vegetaci, jak jsou pro jednotlivé varianty vykresleny na grafech č. 1 až 3. Uváděné výsledky se potvrdily kvalitativně i v ostatních dvou letech. Brambory rostoucí trvale za snížené půdní vlhkosti mají podstatně sníženou transpiraci oproti těm, které rostou za optimální půdní vlhkosti. Zatímco ve variantě K_1 se vegetační průběh úhlu sklonu I. lineární fáze udržuje v rozmezí $40-60^\circ$, ve variantě K_2 probíhá převážně v oblasti $65-80^\circ$ (graf č. 1). Obě kontrolní varianty vykazují mimo to trend mírného poklesu během vegetace.



1. Průběh úhlu sklonu první lineární fáze transpiračních křivek odrůd ze skleníkového pokusu v jeho jednotlivých variantách ve vegetaci r. 1962. Na ose x vyznačeny změny úrovně půdní vlhkosti v pokusných variantách

○○○ 'Rajka' ●●● 'Kardinál' ××× 'Blaník'

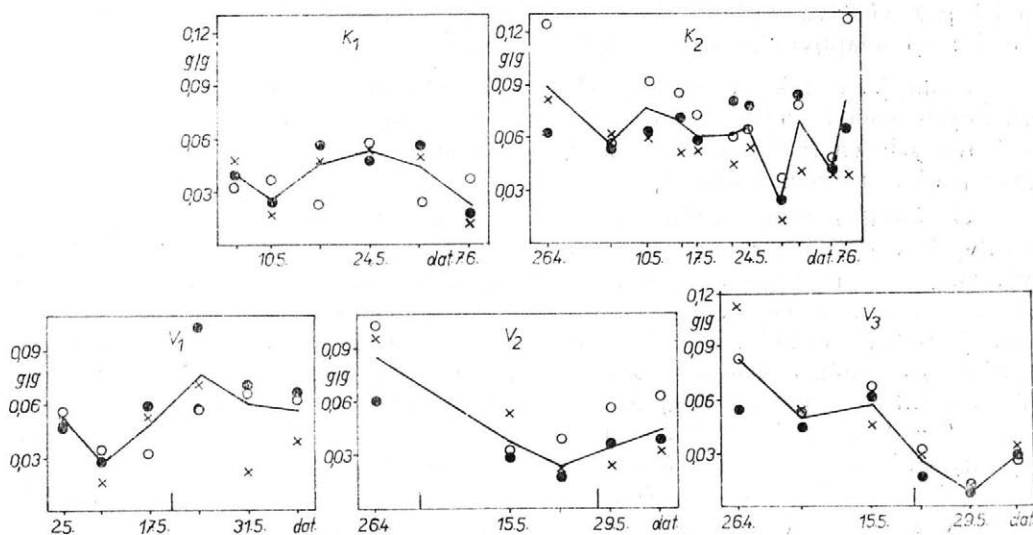


2. Průběh úhlu sklonu druhé lineární fáze transpiračních křivek odrůd ze skleníkového pokusu v jeho jednotlivých variantách ve vegetaci r. 1962. Na ose x vyznačeny změny úrovně půdní vlhkosti v pokusných variantách

○○○ 'Rajka' ●●● 'Kardinál' ××× 'Blaník'

V obou variantách, ve kterých dochází k náhlému zvýšení půdní vlhkosti po delším období jejího snížení (V₁, V₂), přesvědčuje průběh úhlu sklonu I. lineární fáze transpiračních křivek o tom, že i nadále zůstává delší dobu intenzita transpirace poněkud snížena. Naproti tomu obě varianty, kde dochází k náhlému snížení půdní vlhkosti (V₂, V₃), vykazují výraznější pokles celkové transpirace, než odpovídá příslušné kontrole (K₁).

Ačkoliv u druhé lineární fáze transpiračních křivek není v jednotlivých variantách obraz tak jasný, je možno říci, že tendence je zde podobná (graf



3. Průběh celkového výdeje vody za 54 min., vztažený na počáteční její obsah u odrůd ze skleníkového pokusu v jeho jednotlivých variantách ve vegetaci r. 1962. Na ose x vyznačeny změny úrovně půdní vlhkosti v pokusných variantách

○○○ 'Rajka' ●●● 'Kardinál' ××× 'Blaník'

č. 2). Nejasnost rozdílů mezi variantami je vyvolána dříve již zmíněnými abnormálními stavy svěracích buněk průduchů za neobvyklých podmínek ve skleníku, za kterých probíhala registrace transpiračních křivek.

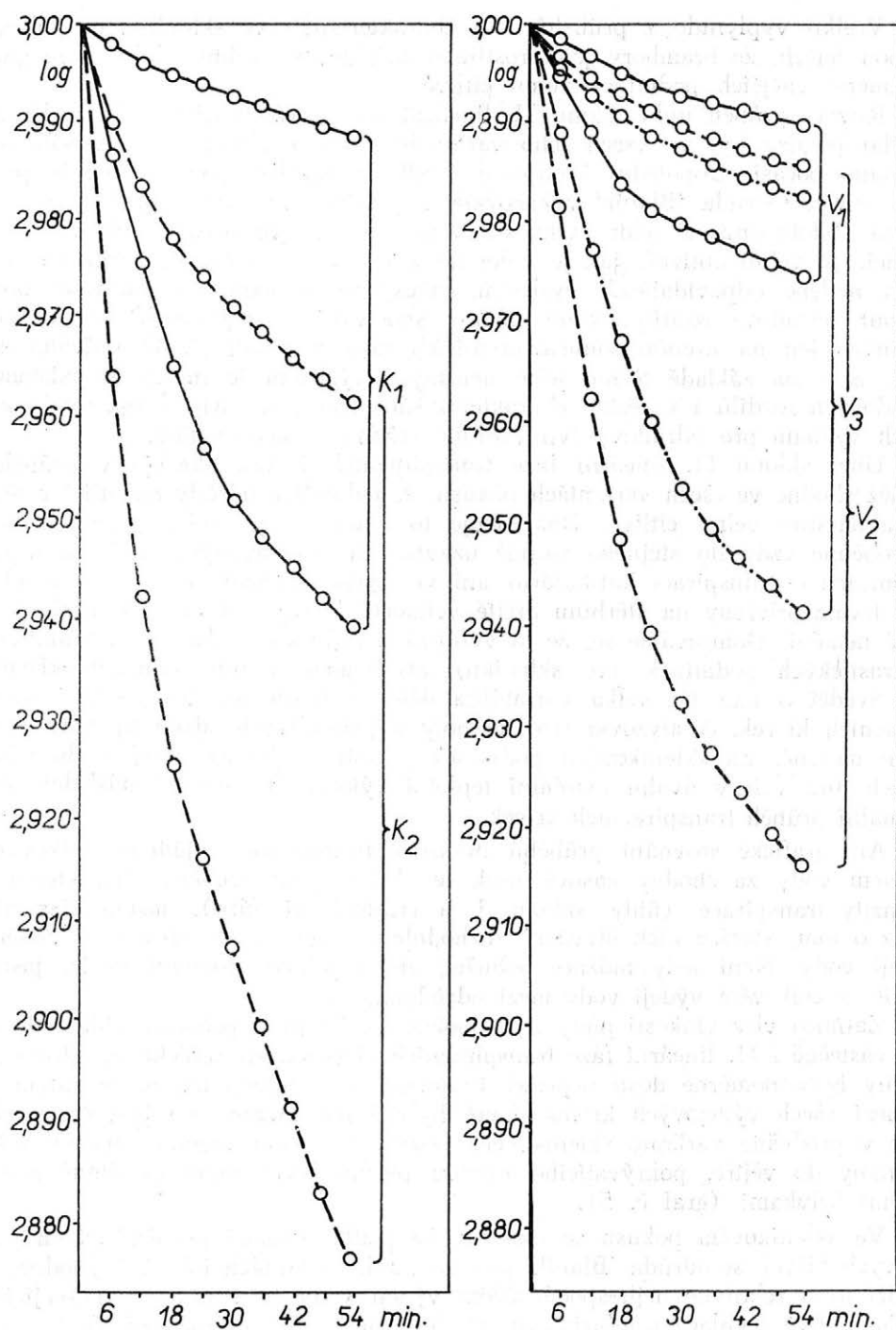
Celkový výdej vody za celou dobu registrace transpiračních křivek (54 minut), jak je znázorněn pro jednotlivé varianty na grafu č. 3, není zřejmě zcela určován ani prvním, ani druhým lineárním úsekem transpiračních křivek. Zdá se, že první lineární úsek převažuje, ale délka a tvar uzavírací fáze nejsou také v tomto ohledu zanedbatelné, jak vyplývá ze srovnání všech tří grafů (1, 2 a 3).

Neklademe-li si požadavek postihnout reakci rostlin v obdobích přechodů z normální na sníženou půdní vlhkost a obráceně, vyplynou rozdíly mezi variantami pokusu dosti přesvědčivě ze srovnání vějířů všech transpiračních křivek, které pro ně byly za celou vegetaci registrovány. Nejvýraznější jsou odlišeny obě kontrolní varianty. U ostatních variant je třeba také v tomto případě srovnat s příslušnou kontrolou ty úseky vegetace, ve kterých byla udržována půdní vlhkost odpovídající této variantě (graf č. 4).

Za snížené půdní vlhkosti jsou u bramborů všechny tři hlavní úseky transpiračních křivek změněny. Vykazují úměrně snížený transpirační výdej vody celkový a při sevřených průduších. Také reakce průduchů (uzávěr) proběhne u takových rostlin zřejmě rychleji a sevření svěracích buněk je dokonalejší. U neadaptovaných rostlin, u nichž trvalý vodní deficit nastal náhle po rychlém snížení půdní vlhkosti, není reakce tak příznivá. Zdá se, že kulturní brambory, popřípadě alespoň mnohé odrůdy, nemají dostatečně účinné adaptivní systémy pro náhlý nástup trvalejšího vodního deficitu. Musí se zřejmě delší dobu vývinově adaptovat pro tyto podmínky. Dalšího studia by si tedy zřejmě zasloužily zkrácené metody adaptace na podmínky snížené půdní vlhkosti předkládaných hlíz v období před výsadbou (Genkel 1954), a to zejména u takových odrůd, které se jinak adaptují jen velmi pomalu. Ve šlechtitelské práci pak zůstává nadále úkolem hledat, popřípadě vytvářet takové odrůdy, které mají adaptivní systémy tohoto druhu.

Proto jsme také v naší práci a při aplikaci pro tento účel tak málo vhodných metod soustřeďovali pozornost na postižení odrůdových rozdílů ve zjišťovaných charakteristikách, které by mohly také v tomto směru sloužit jako první orientační informace.

Odrůdové rozdíly v úhlu sklonu I. lineární fáze transpiračních křivek v jednotlivých variantách skleníkového pokusu nejsou u studovaných tří odrůd tak výrazné, aby je bylo možno vyznačit výrazně odlišnými rozmezími jejich celovegetačního průběhu. Je to vidět z měnicích se vzájemných poloh hodnot pro jednotlivé odrůdy. Zjištění odrůdově odlišných reakcí vyznačených na grafech rozdílnými značkami vyžaduje velmi pozorné prohlédnutí grafu č. 1. Ve variantě K₁ je nápadné, že průběh úhlu sklonu I. lineární fáze odrůd 'Rajky' a 'Kardinála' má během vegetace ve většině termínů měření vždy opačný směr vzhledem k průměru pro variantu. Jsou tedy reakce obou odrůd na tytéž podmínky, za kterých byla transpirace zjišťována, zřejmě odlišné. Také v ostatních variantách pokusu, ačkoliv to není již tak jednoznačné, je rovněž reakce v mnoha termínech u obou výše uvedených odrůd protichůdná. Odrůda 'Blaník' má ve většině případů reakce shodné s odrůdou 'Rajka'. V roce 1963 však odrůdové rozdíly tak výrazné nebyly, ačkoliv varianty vykazovaly stejnou tendenci v průběhu této hodnoty.



4. Rozmezí průběhů transpiračních křivek v r. 1962, vymezené krajními křivkami, jak byly zaregistrovány v jednotlivých variantách skleníkového pokusu u odrůdy 'Kardinál'. U kontrol byla vykreslena oblast průběhu za celou vegetaci, u variant pouze v úseku vegetace, kdy byly rostliny pěstovány v úrovni 35 % relativní půdní vlhkosti

Vcelku vyplynulo z průběhů této charakteristiky ve skleníkovém pokusu v obou letech, že brambory jsou rostlinou průduchově velmi labilní a reagují na změnu vnějších podmínek velmi citlivě.

Rovněž průběh úhlu sklonu II. lineární fáze u všech tří odrůd ze skleníkového pokusu byl ve všech jeho variantách během vegetace rušen náhlými změnami počasí. Dopolední i odpolední odběry dovolily pouze jeden bezpečnější závěr. Odrůda 'Blaník' vykazovala v průběhu vegetace, zejména po působení období snížené půdní vlhkosti, větší stabilitu ve snížené celkové transpiraci. Je velmi obtížné, jak je vidět již z grafického vykreslení celkové tendenci nejlépe odpovídajících výsledků, takovouto jednoduchou analýzou posítnout odrůdové rozdíly, které mohou spočívat ve složitějších interakcích, vázaných jen na určitou souhru určujících faktorů prostředí. Domníváme se však, že i na základě těchto ještě nejasných výsledků je možno o existenci odrůdových rozdílů i v těchto charakteristikách transpiračních křivek uvažovat. Jejich význam pro odrůdový typ vodního režimu je nepochybný.

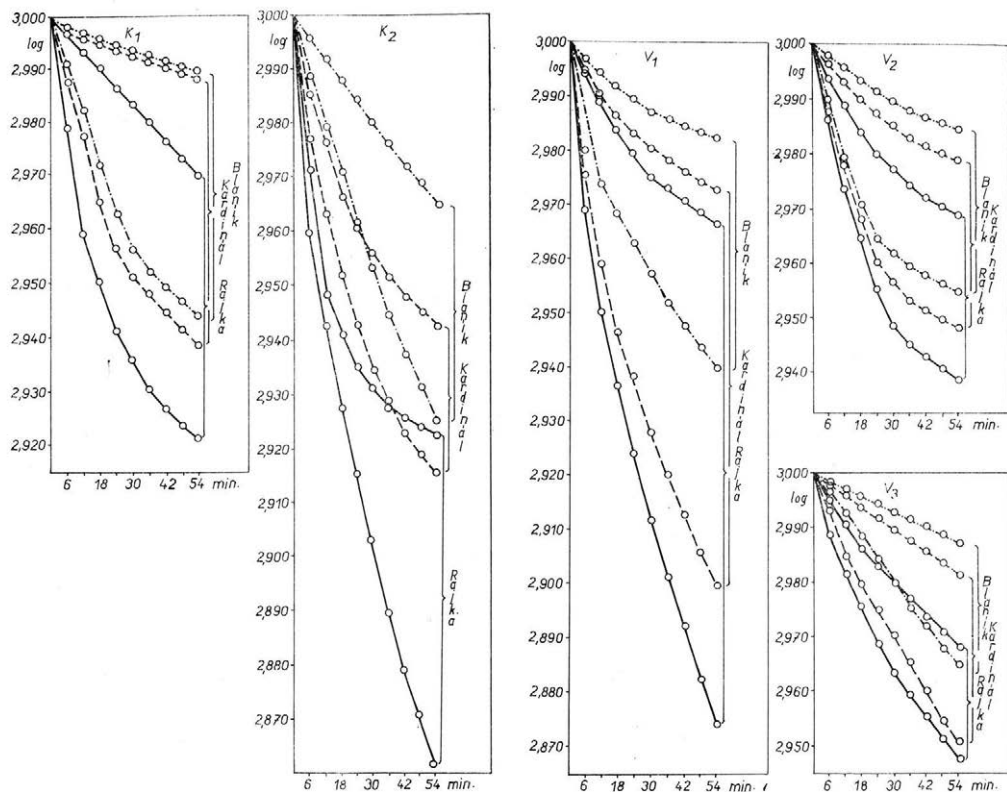
Úhel sklonu II. lineární fáze transpiračních křivek ukazuje v průběhu rovněž shodně ve všech variantách pokusu, že jednotlivé odrůdy reagují i v této charakteristice velmi citlivě. Nasvědčuje to tomu, že přivírání průduchů asi neproběhne vždy do stejného stupně uzavření u srovnávaných odrůd a nejde potom jen o transpiraci kutikulární ani ve druhé lineární fázi, ale průduchy jsou trvale přivřeny na šterbinu určité velikosti, která se již s dalším výdejem vody nemění. Domníváme se, že to vyplývá z průduchové lability bramborů a drastických podmínek (ve skleníku) při registraci transpiračních křivek.

Svědčí o tom též velká variabilita délek i tvarů uzavíracích fází transpiračních křivek. Analyzovat tyto hodnoty u jednotlivých odrůd by tedy bylo velmi obtížné. Za skleníkových podmínek je totiž třeba za jasných slunných letních dnů vzít v úvahu extrémní teplotní výkyvy. To má za následek abnormální průběh transpiračních křivek.

Ani grafické srovnání průběhů intenzity transpirace, vyjádřené celkovým výdejem vody za shodný časový úsek se sledovanými průběhy charakteristik intenzity transpirace (úhly sklonu I. a II. lineární fáze), nedalo jasnější obraz o tom, která z nich převážně rozhoduje u jednotlivých odrůd o celkovém výdeji vody. Není tedy možno, bohužel, ani z tohoto srovnání vyčíst jasné rozdíly v celkovém výdeji vody mezi odrůdami.

Zatímco vliv vlhkosti půdy bylo možno vyčíst již z průběhu úhlů sklonu I. a částečně i II. lineární fáze transpiračních křivek dosti spolehlivě, odrůdové rozdíly byly poměrně dosti nejasné. Projevily se zřetelněji teprve ve srovnání rozmezí všech výdejevých křivek, které byly konstruovány pro jednotlivé odrůdy v příslušné variantě skleníkového pokusu za celou vegetaci, byly-li tyto srovnány do vějíře, pokrývajícího určitou plochu, vymezenou extrémně položenými křivkami (graf č. 5).

Ve skleníkovém pokusu se ukázalo, že podle rozmezí průběhů všech výdejevých křivek se odrůda 'Blaník' jeví ve všech variantách jako nejvýhodnější. Svědčí to o relativně nejhospodárnějším výdeji vody transpirací, vyplývajícím z jeho citlivé regulace průduchovým mechanismem. Při srovnávání těchto rozdílů v obou kontrolních variantách vyniknou odrůdové rozdíly mnohem výrazněji ve variantě K₂. Je to opačné než jak tomu bylo u osmotických hodnot, kde se odrůdové rozdíly mezi těmito třemi sledovanými odrůdami zvýraznily při snížené půdní vlhkosti. Také tato skutečnost potvrzuje to, co vyplynulo již z posuzování charakteristik transpiračních křivek, že transpirační výdej



5. Vzájemná poloha rozmezí průběhů transpiračních křivek jednotlivých odrůd za celou vegetaci v r. 1962, vymezených krajními křivkami, jak byly zaregistrovány v jednotlivých variantách skleníkového pokusu

vody je u bramborů velmi citlivě regulován. Povaha těchto regulačních systémů je zřejmě ve vodním režimu bramborů mnohem významnější při mírnějším snižování půdní vlhkosti. Tak drastické snížení půdní vlhkosti, jak odpovídá úrovni varianty K₁, se blíží již limitu existence druhu natolik, že se již odrůdové rozdíly stírají. Rozmezí vymezená krajními transpiračními křivkami ve vějířích pro jednotlivé odrůdy jsou značně široká a vzájemně se z velké části překrývají. Nelze odrůdově určit jednotlivé transpirační křivky v oblastech se překrývajících, ale odrůdová tendence zde vyplývá zřetelněji než z průběhů jejich jednotlivých charakteristik během vegetace.

V. Počet případů v různém pořadí odrůd podle celkového charakteru výdejových křivek ve skleníkových pokusech z r. 1962 a r. 1963

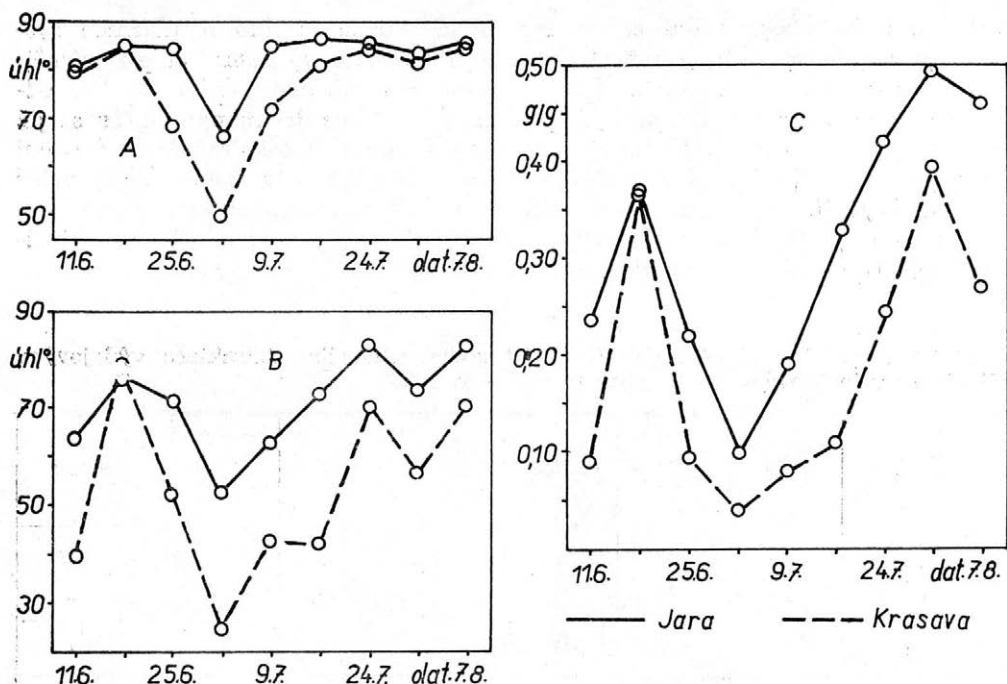
Pořadí odrůd	BKR	BRK	RBK	KBR	RKB	KRB	Celkem
1962	33	17	13	12	7	11	93
1963	28	23	18	10	11	4	94
Celkem	61	40	31	22	18	15	187

B = 'Blaník' R = 'Rajka' K = 'Kardinál'

K postižení odrůdových rozdílů jsme použili také frekvence případů, ve kterých z celkového počtu měření během vegetace současně sledované odrůdy měly určité pořadí podle umístění transpiračních křivek ve shodném koordinátním systému. Přehled těchto údajů je pro skleníkový pokus v tabulce V. Z této tabulky vyplývá opět dosti zřetelně, že odrůda 'Blaník' má relativně nejcitlivější průduchovou regulaci a tím i nejhospodárnější transpirační výdej vody v podmínkách snížené půdní vlhkosti. U dvou dalších odrůd to již tak zřejmě není, ale přesto podle počtu případů můžeme usuzovat, že odrůda 'Kardinál' má citlivější regulaci a hospodárnější transpirační výdej vody než odrůda 'Rajka'.

Hlubší rozbor těchto velmi hrubých konstatování, která byla možno vyvodit teprve na základě srovnávání rozmezí (vějířů) transpiračních křivek za celou vegetaci, nebyl možný pouze na základě srovnávání celovegetačních průběhů jejich dílčích charakteristik. V tomto směru se ukázalo, že detailnější rozbor dílčích charakteristik transpiračních křivek z hlediska odrůdové rozdílnosti není při tomto rozsahu pokusu možný. Jestliže byl pro toto hrubé konstatování odrůdových rozdílů za daných podmínek uvedený rozsah pokusu právě postačující, byl potřebný rozsah pokusu pro detailnější rozbor dílčích charakteristik za daných podmínek nezajistitelný.

V polním pokusu, jak již bylo konstatováno při hodnocení metody, se projeví ve větším souboru odrůd výraznější rozdíly, ačkoliv půdní vlhkost nebyla řízena. Podle dříve uvedeného zjištění mohly být za našich experimentálních podmínek prokazatelně nalezeny jen takové rozdíly, které se projevily v delším úseku vegetace. Takové rozdíly ve vegetačním průběhu sledovaných charakteristik transpiračních křivek byly zaznamenány např. mezi



6. Odrůdové rozdíly v celovegetačních průbězích úhlu sklonu první lineární fáze (A), druhé lineární fáze (B) a celkového výdeje vody za 54 min. (C) z polního pokusu v r. 1962

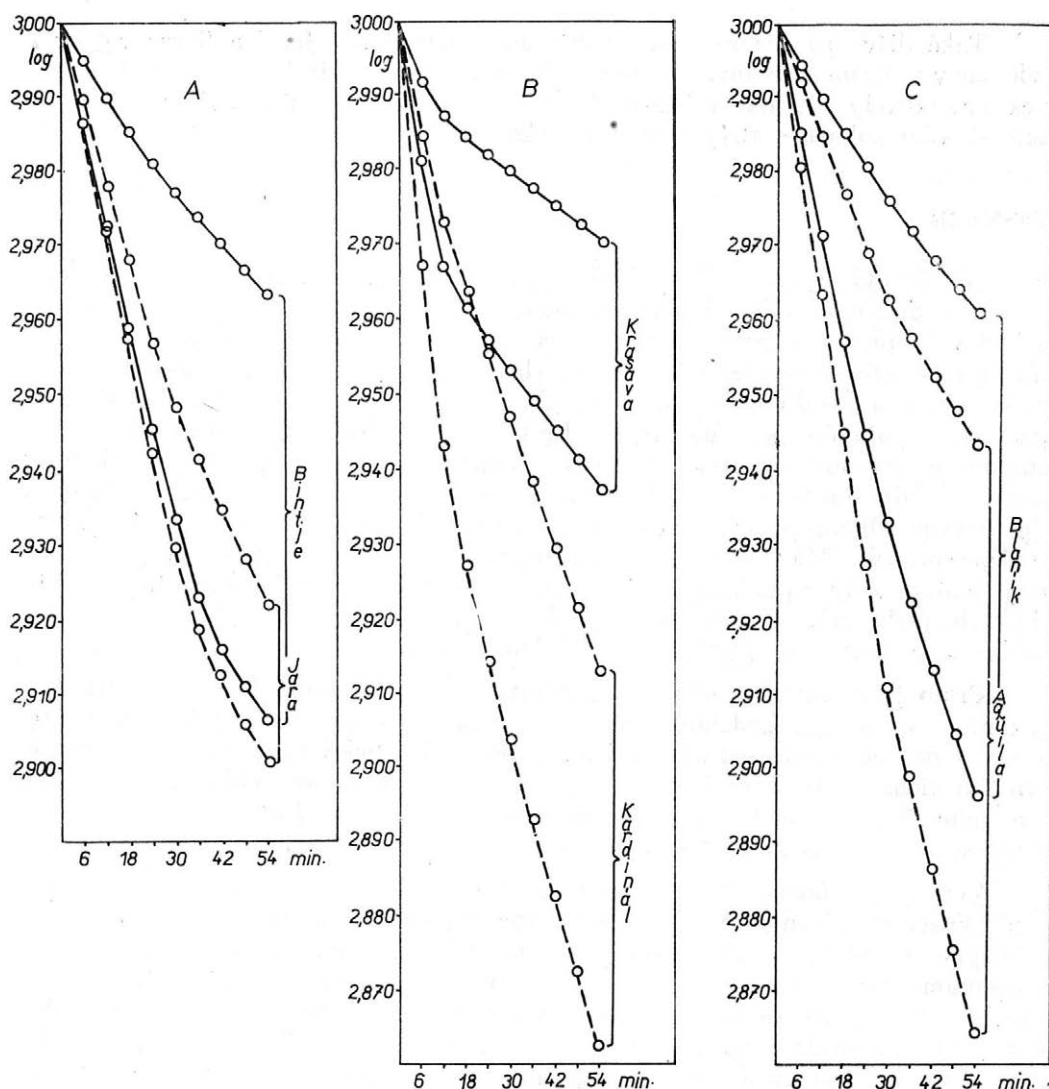
odrůdami 'Jara' a 'Krasava', jak je to vidět na grafu č. 6. Také v polním pokusu se uváděné vztahy mezi odrůdami projeví v rozdílném stupni ve všech třech pokusných letech.

V úhlu sklonu I. lineární fáze transpiračních křivek se odrůdové rozdíly zvýraznily v období snížené půdní vlhkosti koncem června a začátkem července v r. 1962. Za vyšší půdní vlhkosti jsou tyto rozdíly nevýrazné. Je tedy možno předpokládat, že jde o rozdíly ve schopnosti adaptovat se k podmínkám snížené půdní vlhkosti. Tato adaptace je u odrůdy 'Krasava' oproti odrůdě 'Jara' zřejmě podstatně lepší.

V úhlu sklonu II. lineární fáze transpiračních křivek se udržovaly výraznější rozdíly mezi těmito dvěma odrůdami téměř po celou vegetaci. Je však obtížné vyvodit pouze z těchto výsledků, které jsme mohli získat určitou metodikou, zda jde skutečně o rozdíly v kutikulární transpiraci, nebo o rozdíly v regulačním průduchovém mechanismu, tj., že průduchy se za daných podmínek sevrou u obou odrůd v různém stupni.

Rozdíly v průběhu celkového výdeje vody za stejný časový interval a za týchž podmínek jsou v tomto případě, jak je rovněž vidět na grafu č. 6, určovány především rozdíly v úhlu sklonu II. lineární fáze transpiračních křivek.

Zjištěné rozdíly do určité míry vysvětlují praktické zkušenosti z pěstování těchto odrůd v produkčních podmínkách. Odrůda 'Krasava' skutečně lépe překonává období ne příliš drasticky snížené půdní vlhkosti.



7. Vzájemná poloha rozmezí průběhu transpiračních křivek, vymezených krajními křivkami, jak byly zaregistrovány během celé vegetace u nejvíce se lišících odrůd ve skupinách raných (A), poloraných (B) a pozdních (C) odrůd z polního pokusu v r. 1962

Také v polním pokusu se však projeví i menší odrůdové rozdíly při srovnávání ploch, krytých vějíři zaregistrovaných transpiračních křivek během celé vegetace. Na grafu č. 7 jsou srovnány dvojice odrůd ze skupin raných, poloraných a pozdních odrůd. Největší rozdíly jsou ve skupině poloraných odrůd mezi odrůdami 'Krasava' a 'Kardinal'. Jak je vidět na grafu č. 7 z průběhu okrajových transpiračních křivek, vymezujících plochu pro vějíře těchto křivek u obou odrůd, týká se rozdíly mezi nimi především regulačních průduchových mechanismů. Z nich vyplývají i rozdíly v úhlu sklonu druhé lineární fáze jejich transpiračních křivek.

Také dříve již diskutované rozdíly mezi odrūdami 'Jara' a 'Krasava' jsou zde znovu demonstrovány. Rovněž vzájemná poloha vějířů transpiračních křivek pro odrūdy 'Blaník' a 'Kardinál' potvrzuje to, co o nich bylo zjištěno ve skleníkovém pokusu s řízenou půdní vlhkostí.

DISKUSE

Jak již bylo konstatováno dříve, spolehlivé zjištění menších rozdílů v intenzitě transpirace metodou analýzy transpiračních křivek odříznutých orgánů by vyžadovalo práci za přesně řízených podmínek. Odrūdové rozdíly v intenzitě transpirace mezi odrūdami kulturních brambor zřejmě jen ve vzácných případech mohou dosáhnout velikosti rozdílů mezi variantami skleníkového pokusu, jak byl uspořádán pro tuto práci. Proto bude třeba v těch případech, kdy chceme použít metody analýzy transpiračních křivek pro zjištění odrūdových rozdílů, vždy dobře určit v předběžných pokusech interval vnějších podmínek (především vlhkost půdy, teplotu a osvětlení), za kterých se odrūdové rozdíly nejlépe projeví. Má to ovšem jistou nevýhodu v tom, že takto zjištěné rozdíly budou vždy vyžadovat ověření za přirozených, danému klimatu odpovídajících podmínek. V případě nesouhlasu je možno získat další informace pouze v podmínkách, které jsou vzhledem k přirozeným záměrně řízeny.

Proto jsme chtěli v této práci, nemajíce možnost klimatizace, pracovat za podmínek co nejvíce podobných těm, za kterých rostliny rostly. Jak se ukázalo, jsou to pro odříznuté orgány podmínky příliš drastické a neodpovídají zřejmě těm, za nichž orgán transpiruje ve spojení s ostatní rostlinou. Odpovídají jim asi jen velmi krátce, snad jen v prvním intervalu mezi prvými dvěma váženími. Brzy se pak dostávají do stavu velmi blízkého limitu existence druhu.

Vcelku je možno říci, že metoda v provedení uvedeném v naší práci i při značném objemu zpracovaného materiálu dala poměrně velmi málo spolehlivých výsledků k další analýze. Dovolila sice postihnout rozdíly mezi variantami skleníkového pokusu, ale další její analýza nemohla být vedena hlouběji. Odrūdové rozdíly je možno ze získaných výsledků zjistit jen při velmi pozorném srovnávání. Spolehlivě je prokázat jak ve skleníkovém, tak i v polním pokusu tohoto druhu by bylo možno jen statisticky, při značně zvětšeném rozsahu.

Zatímco při studiu osmotických poměrů v bramborových rostlinách za snížené půdní vlhkosti bylo možno vyvodit řadu dosti spolehlivých závěrů, studium intenzity transpirace metodou analýzy transpiračních křivek odříznutých orgánů to nedovolilo. Nebylo proto také možno integrovat výsledky obou úseků studia vodního režimu bramborů a vyvodit tak i další závěry pro jeho detailnější poznání. Umožnilo by to pochopitelně lepší a bezprostřednější využití těchto výsledků v pěstitelské a šlechtitelské praxi.

Pro další práci ve studiu vodního režimu bramborů, zejména pro zjišťování odrūdových rozdílů, bude třeba věnovat soustředěnou pozornost možnostem využití moderních metod přímého měření transpirace přímo v pokusných podmínkách.

Velký význam i malých rozdílů v intenzitě transpirace potřebné pro optimální produkci vyplyne při jejich přepočtu na větší plochy kultur v oblastech, kde není zajištěna po celou vegetaci potřebná půdní vlhkost.

ZÁVĚR

V této práci byla po tři roky metodou analýzy transpiračních křivek odříznutých listů v neklimatizovaných podmínkách studována intenzita transpirace a její regulace jako složka struktury komplexního znaku vodního režimu kulturních bramborů. Výsledky možno shrnout do následujících bodů:

1. Průběh všech sledovaných charakteristik transpiračních křivek ve vegetaci může poněkud zřetelněji ukázat při daném rozsahu a provedení pokusu (a z něho vyplývajících zajištění spolehlivosti naměřených hodnot) pouze vliv dostatečně odlišených variant půdní vlhkosti, ale jen orientačně vliv odrůdové rozdílnosti.

2. Všechny zjišťované charakteristiky se projeví jako citlivé na změnu podmínek jak v pokusu, tak při registraci transpiračních křivek.

3. Žádná ze zjišťovaných hodnot neprojevila tak silně převládající vliv na celkový výdej vody za zcela neřízených podmínek pokusu i registrace, aby ji bylo možno označit za určující.

4. Všechna tato zjištění potvrdila, že kulturní brambory je třeba řadit do skupiny rostlin průduchově velmi labilních.

5. Vyplynulo z nich také, že kulturní brambory pravděpodobně nemají dostatečně vyvinutý adaptivní systém pro regulaci transpiračního výdeje vody jinak než průduchovými pohyby, což znamená, že jeho snížení je vždy provázáno také ztížením výměny i ostatních plynů (rovněž příjmu CO_2 pro fotosyntézu).

6. Odrůdové rozdíly naznačují zřetelněji pouze rozdílné polohy rozmezí pro celé soubory transpiračních křivek za celou vegetaci.

Došlo dne 31. 8. 1966

Literatura

1. EGER, V. G.: Untersuchungen zur Methode der Transpirationsbestimmung durch kurzfristige Wägung abgeschnittener Pflanzenteile, besonders an Wiesenpflanzen. = „Flora“, 145, 1958 : 374-420. — 2. GENKEL, P. A.: Diagnostika zasuchoustojčivosti kulturnych rastenij i sposoby jejo povyšeniya. Moskva, 1954. — 3. HYGEN, G.: Studies in Plant Transpiration. I = „Physiologia Plantarum“, 4, 1951 : 57-83. — 4. HYGEN, G.: Studies in Plant Transpiration. II. = „Physiologia Plantarum“, 6, 1953 : 106. — 5. ILJIN, W. S.: Drought Resistance in Plants and Physiological Processes. = „Ann. Review of Plant Physiology“, 8, 1957 : 257-274. — 6. LEVITT, J.: Frost, drought and heat resistance. = „Annual Rev. of Plant Physiol.“ 2, 1951 : 245-268. — 7. MAK-SIMOV, N. A.: Izbrannyye raboty po zasuchoustojčivosti i zimostojčnosti rastenij. I. Vodnyj režim i zasuchoustojčivost rastenij. Izd. AN SSSR, 1952, 575 s. — 8. NEČAS, J.: Studium osmotických hodnot v bramborové rostlině za podmínek snížené půdní vlhkosti. Závěrečná zpráva VÚB Havlíčkův Brod, 1964. — 9. NEČAS, J.: Zur Problematik der Verlässlichkeit der refraktometrischen Methode für die Indikation des Wasserbedarfes der Kartoffeln. = „Biologia Plantarum“, 7, 1965a : 146-157. — 10. NEČAS, J.: The Effect of Decrease in Soil Moisture on the Osmotic Values of Cell Sap in the Individual Organs of the Potato Plant. = In: Slavík, B. (ed): Water Stress in Plants. Proceedings of a Symposium, Prague 1963, 1965b : 50-59. — 11. NEČAS, J. - ZRŮST, J.: Vodní režim bramborů. II. Reakce intenzity transpirace a vodního sytostního deficitu bramborů na sníženou půdní vlhkost. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965 : 641-656. — 12. NEČAS, J. - ZRŮST, J.: Odrůdové rozdíly v osmotických hodnotách brambor pěstovaných za snížené půdní vlhkosti. = „Rostlinná výroba“, 13, 1967 : 825-841. — 13. SLAVÍK, B.: Grafické stanovení intenzity průduchové a kutikulární složky transpirace rostlin. = „Československá biologie“, 7, 1958 : 347-351. — 14. SLAVÍK, B.: Supply of Water to Plants. = „Meteorological Monographs“, 6, 1965 : 149-162. — 15. STOCKER, O.: Meßmethoden der Transpiration. = In: Handbuch der Pflanzenphysiologie. Band III, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1956 : 293-311. — 16. ZRŮST, J. - NEČAS, J.: Vliv nevyvážené minerální výživy bramborů na některé rysy jejich vodního režimu. = „Rostlinná výroba“, 12, 1966 : 421-432.

Влияние пониженной почвенной влажности на регуляцию расхода воды транспирацией у картофеля

В данной статье в течение трех лет изучалась интенсивность транспирации и ее регуляции, как составной части структуры комплексного признака водного режима культурного картофеля, при помощи метода анализа транспирационных кривых отрезанных листьев в неконтролируемых условиях.

Оказалось, что:

1. Ход всех изучаемых характеристик транспирационных кривых в период вегетации несколько яснее может показать при данном объеме и проведении опыта вытекающего (и из него обеспечения надежности измеренных значений) лишь влияние сравнительно различных вариантов почвенной влажности, а влияние сортового различия только ориентировочно.
2. Все установленные характеристики оказались чувствительными к изменению условий как в опыте, так и при регистрировании транспирационных кривых.
3. Ни одно из установленных значений не проявило такого сильно преобладающего влияния на общий расход воды при совсем нерегулируемых условиях опыта и регистрации, чтобы можно было обозначить его определяющим.
4. Все эти установленные факты подтвердили, что культурный картофель следует отнести к группе растений, очень неустойчивой в отношении устьиц.
5. Отсюда также вытекает, что культурный картофель очевидно не имеет иной достаточно развитой системы приспособляемости для регуляции транспирационного расхода воды, чем через устьица. Это значит, что их сжатие всегда сопровождается также затруднением обмена и других газов (также приема CO_2 для фотосинтеза).
6. Сортовые различия отчетливо показывают только различные положения диапазона для всего комплекса транспирационных кривых в течение всего вегетационного периода.

Текст к таблицам

- I. Анализ дисперсии значений угла наклона первой линейной фазы транспирационных кривых, зарегистрированных в период вегетации в 1962 году в тепличном опыте
- II. Анализ дисперсии значений угла наклона второй линейной фазы транспирационных кривых, зарегистрированных в период вегетации в 1962 году в тепличном опыте
- III. Анализ дисперсии значений угла наклона первой линейной фазы транспирационных кривых, зарегистрированных в период вегетации в 1962 году в полевом опыте
- IV. Анализ дисперсии значений угла наклона второй линейной фазы транспирационных кривых, зарегистрированных в период вегетации в 1962 году в полевом опыте
- V. Число случаев разной очередности сортов согласно общему характеру кривых транспирационного расхода воды в тепличных опытах 1962—63 гг.

Текст к графикам

1. Ход угла наклона первой линейной фазы транспирационных кривых сортов из тепличного опыта в его отдельных вариантах в период вегетации 1962 года. На оси x отмечены изменения уровня почвенной влажности в опытных вариантах (аналогично и на графиках 2 и 3) ○○○ = 'Райка', ●●● = 'Кардинал', ××× = 'Бланик' (аналогично и на графиках 2 и 3)
2. Ход угла наклона второй линейной фазы транспирационных кривых сортов из тепличного опыта в его отдельных вариантах в период вегетации 1962 года
3. Ход общего расхода воды за 54 минуты, относящийся к начальному ее содержанию у сортов тепличного опыта в его отдельных вариантах в период вегетации 1962 года
4. Диапазон хода транспирационных кривых 1962 года, ограниченный предельными кривыми, как они были зарегистрированы в отдельных вариантах тепличного опыта у сорта 'Кардинал'. У контролей была зарисована область хода для всей вегетации, у вариантов — только для части вегетации, когда растения выращивались при уровне 35 % относительной почвенной влажности
5. Взаимное положение диапазона хода транспирационных кривых отдельных сортов во время всей вегетации 1962 года, ограниченных предельными кривыми, как они были зарегистрированы в отдельных вариантах тепличного опыта
6. Сортовые различия в общевегетационном ходе угла наклона первой линейной фазы (А), второй линейной фазы (В) и общего расхода воды за 54 минуты (С) в полевом опыте 1962 г.

7. Взаимное положение диапазона хода транспирационных кривых, ограниченных предельными кривыми, как они были зарегистрированы в течение всей вегетации у больше всего отличающихся сортов в группах скороспелых (А), среднеспелых (В) и позднеспелых (С) сортов полевого опыта 1962 г.

The Influence of Decreased Soil Moisture on the Regulation of the Transpiration Output of Water

In this work the method of analysis of the transpiration curves of cut-off leaves under non-climatized conditions had been applied for three years for the study of the intensity of transpiration and of its regulation as a component of the structure of the complex character of the water regime of cultivated potatoes.

It was found that:

1. In the given extent and performance of the experiment (and from these conditions following reliability of values obtained), the course of all investigated characteristics of the transpiration curves during vegetation could indicate somewhat more distinctly only the influence of sufficiently differentiated variants of soil moisture, and the influence of varietal differences only informatively.
2. All determined characteristics proved to be sensitive to changes of conditions both in the experiment and in the registration of transpiration curves.
3. None of the determined values exercised such a strongly predominating influence on the total water output under the quite uncontrolled conditions of the experiment and of registration as to qualify them as determinative.
4. All these findings have confirmed the fact that cultivated potatoes must be ranked in the group of plants having very labile stomata.
5. These findings also show that, probably, cultivated potatoes have not any sufficiently developed adaptive system for the regulation of the transpiration output of water only this one of stomatic movements. It means that the closing of the stomata is always accompanied by a more difficult exchange of other gases (it is the same with the receipt of CO_2 for photosynthesis).
6. Varietal differences indicate more distinctly only the different positions of the limits at the whole fan-shaped bunch of transpiration curves for the whole vegetation.

Text to the tables

- I. Variance analysis of the values of the angle of sloping of the first linear phase of the transpiration curves registered in the course of the vegetation in 1962 in a glass-house experiment
- II. Variance analysis of the values of the angle of sloping of the second linear phase of the transpiration curves registered in the course of the vegetation in 1962 in a glass-house experiment
- III. Variance analysis of the values of the angle of sloping of the first linear phase of transpiration curves registered in the course of vegetation in 1962 in a field experiment
- IV. Variance analysis of the values of the angle of sloping of the second linear phase of transpiration curves registered in the course of vegetation in 1962 in a field experiment
- V. Number of cases in the single differing orders of varieties according to the whole character of transpiration curves in glass-house experiments carried out in the years 1962 and 1963

Text to the graphs

1. The course of the angle of sloping of the first linear phase of transpiration curves of varieties in a glass-house experiment in its different variants during vegetation in 1962. On the axis x changes in the level of soil moisture in the experimental variants have been marked (likewise also in graphs 2 and 3)
 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ = 'Rajka', $\bullet\bullet\bullet$ = 'Kardinal', $\times\times\times$ = 'Blaník' (likewise also in graphs 2 and 3)

2. The course of the angle of sloping of the second linear phase of transpiration curves in the glass-house experiment in its different variants during vegetation in 1962
3. The course of the total output of water in 54 minutes with regard to its initial content in varieties in the glass-house experiment in different variants of the glass-house experiment during vegetation in 1962
4. The fan-shaped bunches of transpiration curves courses in 1962 defined by the extreme (marginal) curves as registered in the different variants of the glass-house experiment with the 'Kardinal' variety. For the controls the courses were registered for the whole vegetation period; for the variants these courses were registered for the vegetation section only in which the plants were cultivated at the level of a 35 per cent relative soil moisture
5. The mutual position of the range of the course of transpiration curves of different varieties for the whole vegetation in 1962 defined by the marginal curves as registered in the different variants of the glass-house experiment
6. Varietal differences in the whole-vegetation courses of the angle of sloping of the first linear phase (A), of the second linear phase (B), and of the total water output in 54 minutes (C) in the field experiment of 1962
7. The mutual position of the ranges of the course of transpiration curves defined by the marginal curves as registered in the course of the whole vegetation for the most strongly differing varieties in groups of early (A), half-early (B), and late (C) varieties of the field experiment carried out in 1962

Adresy autorů:

RNDr. Josef Nečas, CSc., Laboratoř experimentální algologie Mikrobiologického ústavu ČSAV, Třeboň

Ing. Jaromír Zrůst, Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod

Prohlubování, přesto že je radikálním zásahem do půdy, se může na růst a výnosy zemědělských plodin projevovat různým způsobem, a to jak ve smyslu pozitivním, tak i negativním. Z přehledů světové literatury vyplývá dominantní úloha vlastností půdy, průběhu počasí a požadavků jednotlivých druhů, popř. i odrůd plodin (Brind 1957, Černý 1960, Juráň 1964).

STANOVIŠTĚ A METODIKA

Ve dvouletých pokusech v ÚVÚRV Ruzyně byl sledován vliv různých způsobů prohlubování půdy na silážní kukuřici, bob koňský, jarní ječmen a oves. Ornice pozemku dosahuje hloubky 27 až 30 cm, je jílovitohlinitá, v průměru s obsahem 51 % částic I. kategorie. Podorničí je hnědé až rezavohnědé, jílovitohlinité až jílovité (59—61 % I kategorie) s příměsí skeletu, odvápněné bělohorské opuky. Půdním typem se řadí k hnědozemí. Agrochemická charakteristika, podrobně uvedená v dřívějších pracích (Černý a kol. 1966, Černý a kol. 1967), svědčí o velmi příznivých poměrech jak v orniční, tak i podorniční vrstvě. Průměrné roční teploty vzduchu se pohybují kol +8 °C, průměrný úhrn srážek za 18 let činí 503,1 mm. První rok polních pokusů lze charakterizovat jako suchý. Vyznačoval se především nedostatkem srážek v červnu (13,3 mm). Rok následný — 1963, byl též suchý, zejména v měsíci červenci a srpnu (38,3 a 34,4 mm). Podrobné přehledy o povětrnostních podmínkách jsou uvedeny v pracích Černý a kol. 1966 a Černý a kol. 1967.

V pokusech byly zařazeny varianty základního zpracování půdy, jak jsou uvedeny v tabulce I. Uvedené varianty byly založeny v r. 1961 na podzim, v roce následujícím byl pokus zorán pluhem s odhrnovací deskou na hloubku 22 cm, pouze varianta č. 5 byla kypřena do hloubky 10 cm talířovými branami.

I. Druh zpracování půdy

Varianta číslo	Zpracování půdy	Hloubka cm
1	orba klínovým pluhem	27
2	orba klínovým pluhem + podrývání	27 + 14
3	postupné prohlubování	29
4	přímá prohlubovací orba rigolovacím pluhem	41
5	kypření pluhem bez odhrnovací desky podle Malceva	41

Fyzikální stav půdy v tomto pokuse nebyl sledován, jelikož podrobnější studium bylo konáno na sousední pokusné ploše (Černý a kol. 1966), která má stejnou půdní charakteristiku.

Růst, výnosy a produkce kořenové hmoty byly sledovány u těchto plodin:

1. rok	2. rok
kukuřice na siláž —	oves
bob koňský —	kukuřice na siláž
jarní ječmen —	O
oves —	bob koňský

K uvedeným plodinám nebylo vůbec hnojeno, aby více vynikl efekt jednotlivých mechanických zákroků. Pokus byl založen metodou dlouhých parcel s vloženými kontrolními dílci (var. 1). Z každého dílce bylo sklízeno 6 sklizňových parcel.

Sledování kořenových systémů bylo konáno vždy bezprostředně po sklizni pomocí monolitů o rozměrech 30 X 30 X 40 cm, které byly vyplaveny metodou podle Tjagla (Najm 1957). Z každé varianty pokusu byly odebrány tři monolity po vrstvách 10 cm hlubokých, až do hloubky 40 cm.

VÝSLEDKY

V prvním pokusném roce vykazoval jarní ječmen po celou dobu sledování největší délku po přímé prohlubovací orbě (var. 4), nejkratší byl po kypření podle Malceva. Obdobné tendence byly zjištěny u ovsa. U koňského bobu byl po přímém prohloubení zpočátku pomalejší růst, od poloviny června však již byl

II. Výnosy jarního ječmene

Var.	Zrno				Sláma			
	q/ha	%	t	P %	q/ha	%	t	P %
1	36,4	100,0	—	—	35,9	100,0	—	—
2	31,0	85,2	6,0	0,4	35,0	97,4	0,9	41,9
3	40,2	110,4	1,1	33,4	36,5	101,1	0,5	64,4
4	41,0	112,6	3,1	3,6	43,5	121,2	3,9	1,8
5	36,0	98,9	0,2	85,1	33,3	92,7	1,7	16,4

III. Výnosy ovsa

Var.	Zrno				Sláma			
	q/ha	%	t	P %	q/ha	%	t	P %
1	14,1	100,0	—	—	34,3	100,0	—	—
2	10,4	73,7	4,5	1,2	37,1	108,1	1,1	33,4
3	18,7	132,6	2,3	8,3	36,9	107,6	1,0	37,5
4	22,9	162,4	1,7	16,4	35,0	102,1	0,3	77,9
5	15,4	109,9	1,0	37,5	34,8	101,4	1,0	37,5

IV. Výnos koňského bobu — zelená hmota

V. Výnos silážní kukuřice — zelená hmota

Var.	q/ha	%	t	P %
1	124,2	100,0	—	—
2	120,1	96,2	3,9	1,8
3	134,4	108,2	3,3	3,1
4	135,2	108,7	5,9	0,4
5	108,8	87,6	9,7	0,1

Var.	q/ha	%	t	P %
1	383,3	100,0	—	—
2	346,8	90,5	2,9	4,4
3	371,2	96,8	0,7	52,4
4	419,7	109,6	3,2	3,3
5	364,4	95,1	2,6	6,0

na této variantě porost nejvyšší, v porovnání s ostatními pokusnými dílci. Kukuřice vykazovala vždy nejvyšší rostliny po přímé prohlubovací orbě, podstatně nižší byl porost po podrývání a hloubkovém kypření pluhem bez odhrnovací desky; rozdíly činily až 25 cm.

Výnos jarního ječmene byl průkazně vyšší v porovnání s orbou na 27 cm po přímém prohloubení, a to ve sklizni zrna a slámy. Průkazné snížení sklizně zrna bylo po podrývání (tabulka II). U ovsa došlo po podrývání k průkaznému snížení sklizně zrna, jinak meze průkaznosti nebylo dosaženo (tabulka III). Sklizeň zelené hmoty bobu byla též průkazně zvýšena po prohlubovacích orbách (var. 3 a 4) a průkazně nižší po podrývání a kypření podle Malceva (tabulka IV). Výnos silážní kukuřice byl meliorační orbou průkazně zvýšen, snížen po podrývání (tabulka V).

Množství kořenové hmoty v jednotlivých vrstvách i celkové, do hloubky 40 cm, bylo prakticky mezi variantami u všech plodin stejné, bez určitějšího vztahu k různým způsobům základního zpracování půdy.

Ve druhém pokusném roce nebyl sledován jarní ječmen, který byl zařazen v pokusech na sousedící plce (Černý a kol. 1967). Porost ovsa byl během vegetace výrazně nižší po podrývání a kypření podle Malceva. Prohlubovací přímá orba i postupné prohlubování působily na délku porostu pozitivně. U bobu byl porost výrazně nejnižší po kypření podle Malceva. Obdobné tendence byly patrné i u silážní kukuřice.

Výnosy zrna ovsa byly opět průkazně zvýšeny po přímé prohlubovací

VI. Výnosy ovsa

Var.	Zrno				Sláma			
	q/ha	%	t	P %	q/ha	%	t	P %
1	35,2	100,0	—	—	71,2	100,0	—	—
2	33,7	95,7	0,8	47,0	66,3	93,1	0,4	71,1
3	37,7	107,1	1,2	29,7	75,7	106,3	1,4	23,3
4	40,1	113,9	4,9	0,9	67,6	94,9	0,7	52,4
5	39,0	110,8	2,4	7,4	72,2	101,4	0,2	85,1

VII. Výnosy silážní kukuřice — zelená hmota

Var.	q/ha	%	t	P %
1	473,7	100,0	—	—
2	385,6	81,4	4,0	1,6
3	460,1	97,1	0,9	41,9
4	485,9	102,6	0,6	58,2
5	485,2	102,4	0,5	64,4

orbě, v ostatních případech, a zejména ve výnosech slámy, nebylo meze průkaznosti dosaženo (tabulka VI). Porost bobu byl silně ovlivněn výskytem mšic, výsledky kolísaly natolik, že je od jejich reprodukce upuštěno. Sklizeň silážní kukuřice byla průkazně nižší po podrývání, v ostatních případech byly výsledky neprůkazné (tabulka VII).

Ani v tomto roce nebyly zjištěny výraznější rozdíly v produkci kořenové hmoty ve vztahu k orbám.

DISKUSE

Přímé prohlubování půdy a částečně i postupné prohlubování se projeví velmi příznivě na růst i výnos sledovaných plodin po oba pokusné roky. Jelikož se jednalo o roky suché (o čemž svědčí i absolutní výše výnosů), s nedostatkem srážek v době intenzivního růstu plodin, rozhodujícím faktorem se stal obsah vody v půdě, který právě po prohlubovacích orbách byl nejvyšší (Černý a kol. 1966). Příznivé působení zvýšeného obsahu vody překrylo i případné nepříznivé působení vyorané podorniční vrstvy, a to i u ječmene jarního, který je všeobecně označován jako „nejcitlivější“ plodina na priorání spodiny. Naopak bob koňský byl z počátku ve svém růstu po prohlubovací orbě pozdržen, avšak vzhledem ke své značné náročnosti na vláhu toto zpoždění nejen dohnal, ale výnosově přesáhl i ostatní varianty. Zjištění, že podrývání, resp. hloubkové kypření vede ke snížení vlhkosti půdy, je patrné z prací Gleta (1961) a Špičky (1961), což v suchých letech (Černý a kol. 1966, 1967) vede ke snížení výnosů. Podrývání do určité míry působí jako krtčí drenáž (Rid 1962).

Produkce kořenové hmoty byla v našich pokusech u všech plodin prakticky stejná. Toto zjištění je v rozporu s pracemi, které uvádějí pozitivní vliv hlubšího zpracování půdy na rozvoj kořenové hmoty (Bobritzka a 1960, Drezgić, Kastori 1964 aj.). Rozhodující úlohu lze však spatřovat ve fyzikálním a chemickém stavu hlubších vrstev půdy. V našich pokusech, kdy chemické a fyzikální vlastnosti v hloubce do 40 cm jsou velmi příznivé, nebyl zjištěn vliv hloubky a způsobu orby na rozvoj a celkovou produkci kořenové hmoty sledovaných plodin.

ZÁVĚR

Přímé prohlubování půd v letech s nedostatkem srážek zvyšovalo výnosy sledovaných plodin. Podrývání a hloubkové kypření bez obracení ornice se projevilo depresivně. Priorání spodiny hnědozemní půdy nemělo za daných podmínek negativní vliv na výnosy. Na hnědozemí v dobrém kulturním stavu nebyl hloubkou a způsobem zpracování ovlivněn vývoj a celková produkce kořenové hmoty jarního ječmene, ovsa, koňského bobu a kukuřice.

Došlo dne 23. 12. 1967

Literatura

1. BOBRITZKAJA, M. A.: Einfluß der Tiefenbearbeitung auf die biologischen Eigenschaften des Bodens und die Entwicklung des Wurzelsystems sowie damit zusammenhängende Fragen der Untersuchungsmethodik. = „Probleme der Bodenbearbeitung. Tagungsber. der DAL“, 1960, 28: 195-198. — 2. BRIND, W. D.: Some recent work on depth of plowing. = „Soils & Fert.“, 1957, s. 241-245. — 3. ČERNÝ, V.: Problémy hloubky základního zpracování půdy. = „Přehled zem. lit.“, 10, 1960, 11: 1401-1406. — 4. ČERNÝ, V. - BELZA, J. - PEŠKOVÁ, E.: Vliv prohlubování půdy na změny fyzikálních vlastností hnědozemě. = „Rostl. výroba“, 1966, 12: 1211-1220. — 5. ČERNÝ, V. - BELZA, J. - MÜLLEROVÁ, V.: Prohlubování hnědozemě při stupňovaném hnojení a jeho vliv na rostliny. = „Rostl. výroba“, 1967, 11: 1133-1134. — 6. DREZGIĆ, P. - KASTORI, R.: Uticaj dubine obrade na razvoj korenovog sistema kukuruza. = „Arch. Poljopr. Nauke“, 1964, 17: 63-80. — 7. GLET, O.: Výsledky jednoletého sledování vlivu podrývání na změny půdních stavů. = „Rostl. výroba“, 1961, 3/4: 405-416. — 8. JURÁŇ, C.: Vplyv prehlbovania ornice na zmenu niektorých pôdných vlastností. = „Studijní inf. ÚVTI“, ř. Půdoznalství a melior., 1964, 7: 3-65. — 9. NAJMR, S.: Über die Methode der Isolierung der Wurzelsysteme der Futterpflanzen aus dem Boden. = „Zschr. f. Acker- u. PflBau“, 1957, sv. 104, č. 1: 103-109. — 10. RID, H.: Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Bodenstruktur. = „Landw. Forschung“, 1962, sv. 15, 2: 105-117. — 11. ŠPÍČKA, A. - BRYCH, J. - HAVLÍČKOVÁ, V.: Zhodnocení vlivu podrývání na stav půdy. = „Rostl. výr.“, 1961, 3/4: 383-404.

Разные способы углубления бурозема и их влияние на урожай и развитие корневых систем полевых культур

На буроземной почве в Рузыне, которая находится в очень хорошем культурном состоянии, в течение двух лет изучалось влияние разной глубины и способа вспашки на урожай и продукцию корневой массы овса, ярового ячменя (наблюдение велось только один год), конского боба и кукурузы на силос. В опыт были включены следующие варианты: 1 — вспашка на 27 см; 2 — вспашка с подповерхностным взрыхлением — 27 + 14 см; 3 — постепенное углубление — 29 см; 4 — прямое углубление — 41 см; 5 — глубокое рыхление без оборота пласта — 41 см. Опыт был основан методом длинных делянок с вложенными контрольными участками (вариант 1); было убрано 6 делянок с каждого участка.

Оба опытные года отличались недостаточным количеством осадков (402,0 и 450,0 мм) по сравнению с долгосрочным средним (503,1 мм). В первом опытном году в июне выпало, например, только 13,3 мм осадков, а во втором — в июле и августе — 38,3 и 34,4 мм. Под влиянием этих факторов повышенное содержание воды после углубления (Черны и колл. 1966) резко повлияло на урожай. Прямое углубление достоверно повышало урожай всех изучаемых культур. Подповерхностное взрыхление и глубокое рыхление проявлялись отрицательно. На буроземе при благоприятных физических и химических условиях в пахотном и подпахотном слоях (Черны и колл. 1966) глубина и способ обработки не влияли ни на общее количество, ни на количество корней в слоях, по 10 см, до глубины 40 см изучаемых культур.

Текст к таблицам

1. Вид обработки почвы
2. Урожай ярового ячменя
3. Урожай овса
4. Урожай конского боба — зеленая масса
5. Урожай кукурузы на силос — зеленая масса
6. Урожай овса
7. Урожай кукурузы на силос — зеленая масса

Different Methods of Deepening Grey-Brown Podzolic Soil and their Influence on Yields and on the Development of the Root Systems of Field Crops

On grey-brown podzolic soil at Ruzyně, which is in a very good cultural state, investigations were carried out for two years regarding the influence of different depths and methods of ploughing on the yields and on the production of the root

substance of oats, summer barley (examined for only one year), horse beans, and maize grown for silage. The experiment included the following variants: 1. tillage to a depth of 27 cm, 2. tillage with subsoiling — 27 + 14 cm, 3. gradual deepening — 29 cm, 4. direct hollow tillage — 41 cm, and 5. deep loosening without turning of topsoil — 41 cm. The experiment was established by means of the method of long parcels with inserted control plots (var. 1), with 6 parcels harvested of every plot.

Both experimental years were characterized by insufficient precipitations (402.0 and 450.0 mm) compared with the long-term average (503.1 mm). In June of the first experimental year, for example, precipitations amounted to only 13.3 mm and in July and August of the second year to 38.3 and 34.4 mm. In consequence of these conditions the increased water content after hollow ploughings (in: Černý et al. 1966) had a considerable influence on yields. Direct hollow ploughing significantly increased the yields of all examined crops. Subsoiling and deep loosening had a negative influence. Under favourable physical and chemical conditions in the topsoil and subsoil of grey-brown podzolic soil (Černý et al. 1966) the depth and the method of tilling influenced neither the total quantity nor the quantity of roots in layers of 10 cm down to a depth of 40 cm of the examined crops.

Text to the tables

1. Kind of soil cultivation
2. Yields of summer barley
3. Yields of oats
4. Yields of horse beans — green matter
5. Yields of silage maize — green matter
6. Yields of oats
7. Yields of silage maize — green matter

Verschiedene Arten der Braunerdevertiefung und ihr Einfluß auf die Erträge und die Entwicklung der Wurzelsysteme bei den Feldfrüchten

Auf der Braunerde in Ruzyně, die sich in sehr gutem Zustand befindet, ist 2 Jahre lang der Einfluß der verschiedenen Tiefe und der Art des Pflügens auf die Erträge und die Produktion der Wurzelmasse beim Hafer, bei der Sommergerste, der Pferdebohne und dem Silomais untersucht worden. Bei der Sommergerste dauerte diese Untersuchung nur 1 Jahr lang. In den Versuch wurden folgende Varianten eingereicht:

1. Pflügen in die Tiefe von 27 cm; 2. Pflügen mit Untergrundlockerung — 27 + 14 cm; 3. allmähliche Vertiefung — 29 cm; 4. direkte Vertiefungsfurche — 41 cm; 5. Tiefbodenlockerung ohne Ackerkrumenwendung — 41 cm.

Der Versuch erfolgte auf Grund der Methode der langen Parzellen mit eingelegten Kontrollschlägen (Variante 1), geerntet wurden 6 Parzellen von jedem Schlag.

Beide Versuchsjahre wurden durch einen bedeutenden Mangel an Niederschlägen (402,0 und 450,0 mm) im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt (503,1 mm) gekennzeichnet. Im Verlauf des ersten Versuchsjahres, im Juni, erreichten die Niederschläge z. B. nur 13,3 mm und im zweiten Versuchsjahr im Juli und August 38,3 mm und 34,4 mm. Unter dem Einfluß dieser Verhältnisse zeichnen sich der erhöhte Wassergehalt nach der Vertiefungsfurche (Černý und Koll. 1966) durch einen bedeutenden Einfluß auf die Erträge aus. Die direkte Vertiefungsfurche erhöhte signifikant die Erträge aller untersuchten Feldfrüchte.

Die Untergrundlockerung und die Tiefbodenlockerung wirkten sich negativ aus. Auf der Braunerde, unter den günstigen physikalischen und chemischen Bedingungen in der Ackerkrume und Unterackerkrume (Černý und Koll. 1966) wurden weder die Gesamtmenge noch die Wurzelmenge in den Schichten von 10 cm in die Tiefe von 40 cm bei den untersuchten Feldfrüchten durch die Tiefe und die Art der Bearbeitung beeinflusst.

Text zu den Tabellen

1. Art der Bodenbearbeitung
2. Sommergersteerträge
3. Hafererträge
4. Pferdebohnenenerträge — Grünmasse
5. Silomaissertrag — Grünmasse
6. Hafererträge
7. Silomaisserträge — Grünmasse

Adresa autora:

Doc. ing. Vladimír Černý, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby,
Praha - Ruzyně

**VÝBĚR Z NOVÝCH PŘÍRŮSTKŮ
ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÉ A LESNICKÉ KNIHOVNY ÚVTI
Z ÚSEKU ROSTLINNÁ VÝROBA**

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně i písemně v ÚZLK, ÚVTI, výpůjční oddělení, Praha 2 - Vinohrady, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí — pátek 9—18, sobota 9—12 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu!

D 56.066

Vodnyj režim rastenij i ich produktivnost'. Moskva, Nauka 1968. 291 s. obr., tb. (Rostliny — produkční schopnost — vodní režim — vztahy — výzkum — sborníky — SSSR)

Łukasiewicz, Aleksander

D 33.759/31/5

Rytmika rozwojowa bylin. (Ze szczególnym uwzględnieniem organów podziemnych). Poznań, PAN 1966. 33 s. obr. Poznańskie towarzystwo przyjaciół nauk. Tom 31, zs. 5. (Růst a vývin rostlin — podzemní části — výzkum / Kořeny rostlin — růst a vývin — vývin — výzkum — Polsko)

Brouwer, R.

D 32.829/358

Beziehungen zwischen Sproß- und Wurzelwachstum. Wageningen, Inst. voor Biol. en Scheikunding Onderzoek val Landbouwgewassen 1967. s. 244-254, 9 obr. Repr. from Angewandte Botanik 41, Mededeling 358. (Kořeny — růst — nadzemní části — vztahy — výzkum / Výhonky rostlin — růst — kořeny — vztahy — výzkum)

Eck, Harold V. - Ford, Robert H. - Fanning, Carl D.

D 52.835/11

Productivities of horizons of seven benchmark soils of the Southern Great Plains. Washington, U. S. Depart. of agric. 1967. 46 s. 21 tb. Conservation research report No. 11. (Půda — produktivnost — výzkum — USA)

Misu, Motoi

D 54.437/17

Studies on soil conditions and other factors of the agricultural productivity in Tokusa-Ato town Yamaguchi prefecture. Ouchi, Yamaguchi (Japan), Agric. exp. station 1964. 189 s. obr. tb. Special bulletin 17. (Půda — úrodnost — Japonsko — Yamaguchi — výzkum)

Hutchinson, F. E.

D 37.625/31

The chemical properties of seven agricultural soil series and their relationship to soil fertility. Orono (Maine), Agric. exp. station 1968. 35 s. 10 obr. 11 tb. Technical bulletin 31. (Půda — úrodnost — chemické vlastnosti — vztahy — výzkum — USA)

Alov, A. S.

E 32.262/6(84)

Faktory effektivnosti udobrenij (obzor otečestvennoj i zarubežnoj literatury za 1915 — 1965 gg.) Čast' 2. Agrofiziko-chimičeskije faktory. Moskva, VINTISCH 1967. 175 s. tb. Obzor literatury Vyp. 6(84). (Půda — fyzikálně chemické vlastnosti — hnojení — efektivnost — vztahy — studijní zprávy — SSSR)

Ansorge, Hermann

D 54.555/191/2

Ergebnisse von achtjährigen Versuchen zur Überprüfung verschiedener organischer Düngemittel, insbesondere der Strohdüngung, auf unterschiedlichen Standorten. Berlin, Akademie-Verlag 1966. S. 1139 — 1147. 7 tb. Sonderdr. a. d. Zeitschrift Albrecht-Thaer-Archiv, Bd. 10, H. 12, 1966. (Půda — chemické složení — hnojení organické — vliv — výzkum — NDR)

Procesy sorpce a iontové výměny na částicích popílku byly podrobně prozkoumány na materiálu z n. p. Silon v Plané nad Lužnicí, který vzniká spalováním sokolovského a komořanského uhlí (Kolář 1966). Z diskusí publikovaných prací je zřejmé, že základní anomálií iontové výměny je skutečnost, že na částicích popílku nedochází k výrazným projevům selektivity, která je typická po silikátové měniče s rozvinutou vnitřní strukturou (Deuel 1954). Svým chováním při iontové výměně se blíží popílek organickým syntetickým sorbentům. Stejnou anomálii však vykazují i jíly, samozřejmě v různé míře. Je vysvětlována především existencí „sítového efektu“ a převahou povrchové sorpce i iontové výměny nad stejnými pochody, probíhajícími v objemu hmoty (Kelley 1948).

Z dalších anomálií byl vyšetřen vliv pH, hydrolytické procesy, výměna II. řádu, časové změny popílku jako měniče, selektivita v systémech: koloid — elektrolyt a studie byla dokončena vyhodnocením titračních křivek popílku.

MATERIÁL A METODIKA

K práci byl použit stejný materiál jako při studiu sorpce (Kolář 1966). K ověření charakteristických anomálií bylo vhodné aplikovat metodiky různých autorů, které souhrnně podává Griessbach (1963). Popílek byl upraven odvzdušněním a uvedením do H^+ — cyklu rovněž postupy použitými ve výše uvedené práci o sorpčních vlastnostech popílku.

VLIV pH NA IONTOVÝMĚNNÉ POCHODY NA ČÁSTICÍCH POPÍLKU

Vzorky původního a do H^+ — cyklu uvedeného popílku byly třepány s roztoky zásaditého, kyselého a amfoterního barviva v pufovaném prostředí (Britton — Robinson) do ustavení sorpční rovnováhy. Koncentrace barviv byly voleny empiricky tak, aby při kolorimetrickém měření původních a konečných roztoků na kolorimetru Lange UK VIIS při jednotné navážce popílku 50 g byly údaje propustnosti zhruba v mezích 10–80 %. Z barviv byla použita metylenová modř, sudan III a quinejská zeleň A.

Výsledky jsou na obr. 1.

VLIV HYDROLYTICKÝCH PROCESŮ

Je známo, že ionexy se slabě kyselými či slabě zásaditými skupinami podléhají při delším styku s vodou hydrolyze. Z termodynamických dat, zjištěných při studiu sorpce na popílku vyplývá, že popílek v původním stavu lze považovat za měnič, nasycený železem a hliníkem. Při práci s laboratorními filtry, plněnými popílkem, bylo zjištěno rychlé ucpávání filtru vznikajícími hydroxidy, především hydroxidem

hlinitým. Tento hydroxid, lpící na povrchu zrn popílku, je neobyčejně aktivní z hlediska sorpce a iontové výměny, protože je jemně dispergován a představuje rozhraní mezi solem a gelem. Je zřejmé, že bude pronikavě měnit vlastnosti popílku jako sorbentu.

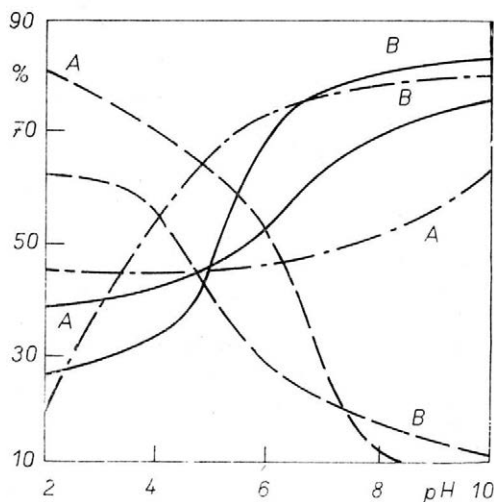
K vyšetření vlivu hydrolyzy byly vzorky popílku původního a v H^+ —cyklu vystaveny po dobu 30 dnů styku s roztoky různého pH. Po této době byly roztoky odsáty, promyty destilovanou vodou a přelity 0,01 N roztokem argininu, adeninu, močoviny a glycinu. Po ustavení sorpční rovnováhy byly zjištěny změny koncentrací a sorpce vyjádřena adsorbovaným množstvím v ‰ původního množství na jednotkovou váhu popílku. Výsledky jsou v tabulce I. Močovina byla stanovena hydrolyzou a stanovením NH_3 , aminokyseliny podle van Slykea (Veibel 1961), adenin mikrokjeldahlací podle Rotha (Jureček 1957).

VÝMĚNA II. ŘÁDU

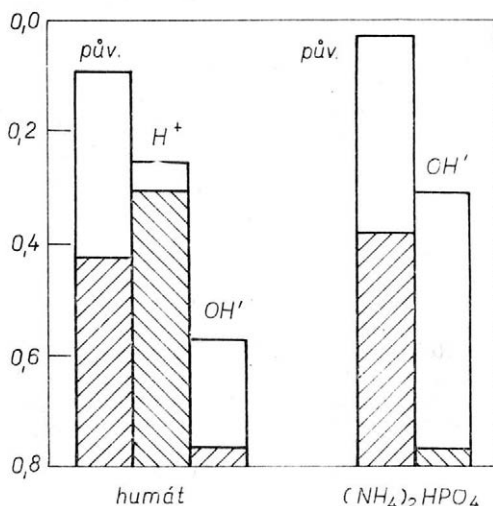
Tento proces je charakterizován tím, že iont uvolněný z měniče při iontové výměně reaguje s opačně nabitým iontem roztoku za vzniku málo rozpustné sraženiny. Při výměnných procesech II. řádu z roztoku mizí současně kationt i aniont, přičemž sraženiny obalují zrna měniče a posléze se uvolňují. Výměna II. řádu tedy zkresluje proces iontové výměny, neboť výsledný efekt je charakteristický pro prostou sorpci.

Protože popílek v původním stavu lze považovat za měnič, nasycený Al^{3+} (Fe^{3+}), dá se předpokládat značný rozsah existence tohoto procesu při sorpčních a iontovýměnných dějích na popílku.

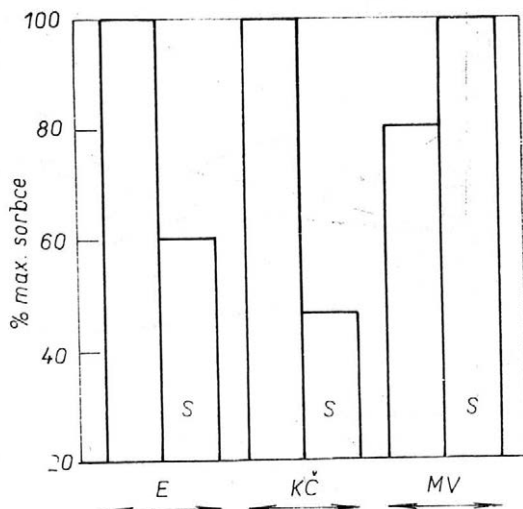
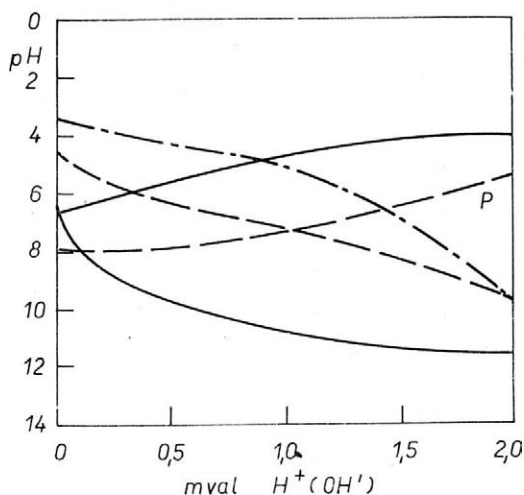
Vzorky popílku původního, v H^+ —cyklu a v OH^- —cyklu (Kolář 1967) byly třepány 2 hodiny s roztokem humátu draselného. Po 10minutovém odstředění při 5000 ot./min. byla změřena extinkce hnědého roztoku humátu na kolorimetru Lange s použitím filtru VEB Schot BG12. Původní koncentrace humátu byla upravena na hodnotu extinkce $\varepsilon = 0,80$. Vzhledem k disociaci humátu draselného musí dojít k snížení extinkce po dosažení sorpční rovnováhy na popílku v OH^- —cyklu pouze vlivem prosté sorpce, na popílku v H^+ —cyklu se uplatňuje výměna II. řádu a Weissův efekt, na původním popílku sorpce výměna druhého řádu, Weissův efekt a hydrolytické procesy, neboť popílek je slabý acidobazický měnič, jak bylo již dříve dokázáno (Kolář 1966).



1. Vliv pH na sorpci zásaditých, kyselých a neutrálních barviv. (— methylenová modř, — — — sudan III, — . — — guinejská zeleň A)



2. Snížení extinkce humátu draselného a středního fosforečnanu amonného (stanoveného kolorimetricky) při sorpci na popílku (šrafovaná část odpovídá úbytku kationtu NH_4^+ v jednotkách extinkce a snížení koncentrace K^+ v ‰)



3. Titrační křivky původního popílku (—) a vzorků v H^+ -cyklu (— · —) a OH^- -cyklu (---). Vzorek P promyt 2N HCl

4. Vliv umělého stárnutí na sorpci barviv (E=eosin, KČ=kongočerven, MV=methylová violet, S=popílek vystavený stárnutí)

Protože z tohoto experimentu nebyl zřejmý rozdíl mezi snížením extinkce vlivem Weissova efektu a výměny II. řádu (Al^{3+} i H^+ sráží humát), byl pokus zopakován s $(NH_4)_2HPO_4$, na popílku v OH^- -cyklu (sorpce) a na původním materiálu (sorpce a výměna II. řádu). Proces byl sledován kolorimetricky a K^+ byl stanoven na plamenném fotometru (Malát 1956).

Výsledky jsou na obr. 2.

TITRAČNÍ KŘIVKY POPÍLKU

Křivky byly stanoveny titrací 0,1 N KOH a 0,1 N HCl a měřením pH na acidimetru EK — 21 — Dělbá (Buriánek, Wünsch 1954). Viz obr. 3.

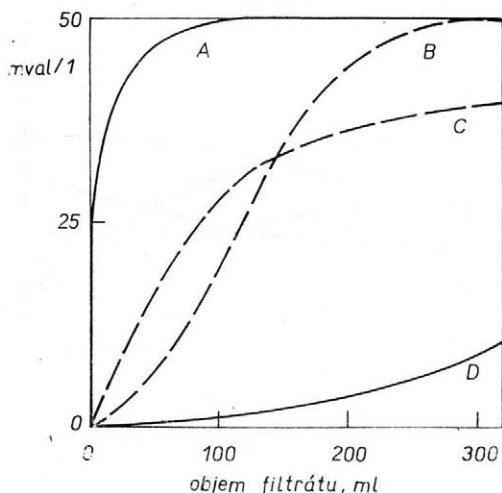
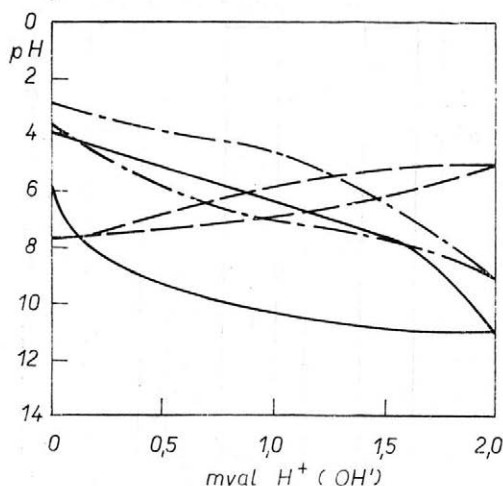
STÁRNUTÍ POPÍLKU JAKO MĚNÍČE

Zajímavá je otázka, jak se budou měnit sorpční a iontovýměnné vlastnosti popílku za dlouhou dobu po jeho aplikaci do půdy. Z předchozího je zřejmé, že vlivem hydrolytických procesů bude se chování popílku blížit projevům hydroxidu hlinitého jako měniče a sorbentu. Tento $Al(OH)_3$, pokrývající část povrchu popílkových zrn, bude jistě podléhat dalším změnám stárnutím (Fricke, Hütting 1937).

Vzorky původního popílku byly 6X vařeny 5 hodin v destilované vodě, vysušeny při $105^\circ C$, vyžehány při $550^\circ C$ a ponořeny na 12 hodin do vody, nasycené CO_2 při $18^\circ C$ a tlaku 750—765 mm Hg. Po těchto operacích, které mají být modelem přirozeného stárnutí popílku v půdě, byly provedeny sorpční pokusy s kongočervení, metylovou violetí a eosinem a výsledky srovnány se vzorky, které byly pouze máčeny v destilované vodě stejnou dobu. Barviva byla stanovena na kolorimetru Lange a výsledky jsou vyjádřeny v % maximální sorpce. Viz obr. 4.

HYSTERESE IONTOVÝMĚNNÝCH PROCESŮ NA POPÍLKU

Vzorek původního popílku byl potenciometricky titrován 0,1 N HCl a 0,1 N KOH. Pokusy byly provedeny pro srovnání také na vzorcích popílku v H^+ -cyklu a OH^- -cyklu. Před každým měřením byla suspenze popílku v destilované vodě 15 minut míchána. Rovnováha popílek — destilovaná voda byla dosažena po 14 dnech styku popílku s vyměňovanou destilovanou vodou při každodenním 2hodinovém varu. Výsledky viz obr. 5.

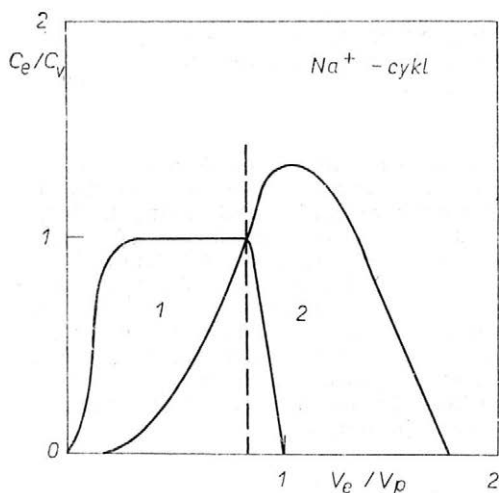


5. Hystereze na původním popílku a na vzorcích v H^+ a OH' cyklu (popílek v H^+ - cyklu a původní materiál titrován nejprve louhem, potom kyselinou. — = původní popílek, — — — = popílek v H^+ - cyklu, — — — = popílek v OH' - cyklu)

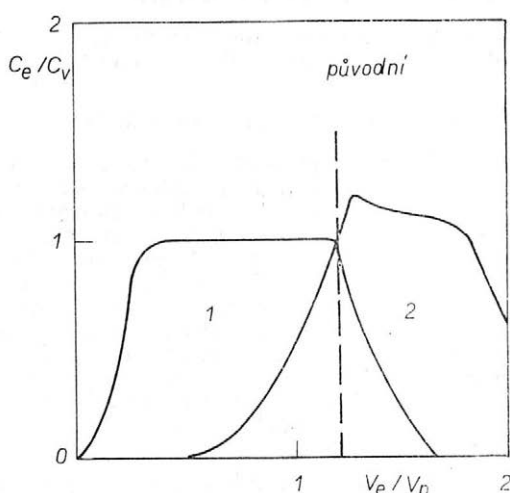
6. Sorpce na popílku v soustavě koloid-elektrolyt. Křivky A, B zobrazují změny obsahu K^+ ve filtrátu, křivky C, D změny obsahu Fe^{3+} z koloidního $Fe(OH)_3$ (— = původní popílek, — — — = popílek v H^+ - cyklu)

SORPCE NA POPÍLKU V SYSTÉMU: KOLOID — ELEKTROLYT

Dvě kolonky byly naplněny původním popílkem a popílkem v H^+ - cyklu. Kolonkami byl rychlostí 12 kapek za min. propouštěn roztok koloidního hydroxidu železitého a chloridu draselného. Koncentrace roztoku vzhledem k Fe^{3+} i K^+ byla 0,5 N (po rozpuštění hydroxidu v HCl). Ve filtrátu byla měřena nepřetržitě koncen-



7a. Wheaton-Baumannův efekt na popílku v Na^+ - cyklu



7b. Wheaton-Baumannův efekt na původním popílku

(C_e = koncentrace u výtoku, C_v = koncentrace u vstupu, V_e = objem filtrátu, V_p = objem popílku, — = počátek extrakce)

trace K^+ na plamenném fotometru Zeiss, model III, filtr K-77, koncentrace Fe^{3+} po převedení $Fe(OH)_3$ na sůl kolorimetricky sulfokyanidovou metodou (Malát 1956). Koloidní hydroxid železitý byl připraven podle Grema (Putilova 1961).

SORPCE NA POPÍLKU V SYSTÉMU: ELEKTROLYT — NEELEKTROLYT

Kolonka s popílkem v Na^+ — cyklu i kolonka plněná původním popílkem byly prolévány stejnou rychlostí, jako v předchozím odstavci směsným roztokem 0,01 M thiomocoviny a 0,01 M NaCl. Koncentrace NaCl ve filtrátu byla měřena nepřetržitě na plamenném fotometru Zeiss III, filtr Na-59, thiomocovina ve vzorcích byla stanovena srážením xanthidolem (Večeřa, Gasparič 1963). U měničů, které jsou současně dobrými sorbenty větších molekul lze očekávat u velmi zředěných roztoků tzv. „Wheaton-Baumanův efekt“ (Griessbach 1957), tj. sorpci neelektrolytu a volný průtok elektrolytu měničem, který je v cyklu odpovídajícímu kationtu elektrolytu. Výsledky viz obr. 7.

VÝSLEDKY

I. Závislost mezi adsorbovaným množstvím (v % původní koncentrace) amino-kyselin a močoviny a pH roztoku, použitého k hydrolýze popílku. (V závorce uvedeno pH 0,01 N roztoku, použitého k sorpci)

pH	Arginin (9,52)		Adenin (8,45)		Močovina (7,08)		Glycin (6,10)	
	H^+ — cykl.	—	H^+ — cykl.	—	H^+ — cykl.	—	H^+ — cykl.	—
3,55	30,5	12,1	13,4	10,2	3,5	8,7	1,9	3,6
5,20	28,6	10,9	13,9	10,7	7,4	10,3	2,1	3,9
6,95	27,1	9,4	14,7	11,4	12,1	14,9	2,4	4,3
7,89	25,3	8,3	13,6	9,8	11,5	14,5	2,9	4,8
9,42	19,2	5,1	12,1	7,9	6,4	10,3	3,1	6,8
11,07	14,3	4,8	11,5	7,1	4,5	8,7	3,5	8,1
12,35	10,7	4,7	10,6	6,9	4,1	7,8	3,6	9,9

DISKUSE

Z měření vlivu pH na sorpci barviv je zřejmý amfoterní charakter popílku jako měniče. Zásaditá barviva se sorbují podobně jako kyselá a neutrální, ale zásaditá více v alkalické, kyselá v kyselé oblasti. Popílek v H^+ — cyklu má proti původnímu materiálu zřetelněji vyhraněné katexové vlastnosti, ale zůstává amfoterním měničem. Z výsledků je zřejmé, že i na původním popílků má pH značný vliv na specifičnost iontové výměny a zvláště sorpce, jak vyplývá z křivek pro neutrální barvivo.

Velmi zajímavé jsou výsledky studia sorpce v závislosti na hydrolytických procesech. V tabulce I. jsou uvedeny látky, použité k sorpčním pokusům. Byly voleny tak, aby tvořily postupnou řadu z hlediska sorbovatelnosti na Al_2O_3 a na silikagel:

Al_2O_3 : arginin < adenin < močovina < glycin

silikagel: arginin > adenin > močovina > glycin

Je zřejmé, že se vzrůstem pH se charakter popílku blíží svým chováním z hlediska sorpce kyslíčnicku hlinitému, s poklesem pH roztoků k silikagelu. tedy v dlouhodobém působení alkalického roztoku dochází jistě k vzniku $Al(OH)_3$ (jak bylo také zjištěno propláchnutím popílkových filtrů) na povrchu

popílkových částic a popílek tak získává typicky bazoidní charakter. V půdním prostředí bude sorbovat a vyměňovat ionty jako anex, ale také jako katex, bude-li půda dostatečně vyvápňena. Záleží tedy především na pH půdního prostředí, které bude dále na hydrolyzovaný popílek působit. Izoelektrický bod čistého $\text{Al}(\text{OH})_3$ je sice dosažen při $\text{pH} = 8,1$, ale v půdních podmínkách při složitosti vzájemných vlivů elektrických polí různých částic je vždy při nižším pH. Působí-li na popílek dlouhodobě naopak kyselé prostředí, blíží se jeho charakter z hlediska sorpčních a iontovýměnných jevů k silikagelu, tedy je typickým acidoidem, který poutá kationty. Tyto závislosti platí stejně pro popílek v původním stavu i v H^+ — cyklu, jen s tím rozdílem, že popílek v H^+ — cyklu má větší pružnost a proto větší kapacitu.

Ze změny extinkce po sorpci humátu a $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ je zřejmý jednoznačný závěr, že popílek v původním stavu sorbuje lépe než popílek v H^+ či OH^- — cyklu. Tato skutečnost potvrzuje představu o existenci jiných mechanismů sorpce, jak bylo vysvětleno v metodické části. Existuje tedy na popílku výměna II. řádu, která jak vyplývá z měření změny extinkce fosforečnanového aniontu, se spclu s možnými hydrolytickými procesy uplatňuje mnohe více než prostá iontová sorpce. Z hlediska praktického to znamená, že lze očekávat u popílku značnou sorpci fosforečnanů, jak bylo již dokázáno v předešlé práci o sorpčních vlastnostech popílku. Vzhledem k existenci výměny II. řádu bude ale uvolnitelnost tohoto iontu pro potřeby rostlin problematická, a to tím více, čím déle bude existovat vazba popílku na fosforečnanový aniont. Příčinu nutno hledat ve vnitřně strukturních změnách (P i r k l, N o v o z á m s k ý 1965). U sorpce v OH^- — cyklu se jistě projevuje také vznik dvou elektrických dvojvrstev a nelze proto celý pokus kvantitativně vyhodnocovat (I v a n o v 1962) už proto, že pevnost vazby fosforečnanového aniontu na sorbent je složitý problém (K o l á ř 1967).

Z průběhu titračních křivek je zřejmé, že pro iontovou výměnu má význam pouze popílek v cyklech. Je ovšem pravděpodobné, že v půdním prostředí se jeho charakter změní a že je zde mnoho reakcí, které mají „cyklizující“ vliv. Původní popílek pufruje mnohem výrazněji kyselou reakci než alkalickou. To vyplývá už z jeho bazoidního charakteru. Titrační křivky dále prozrazují, že pro kationty vzhledem k jejich iontové výměně (H^+ — cyklus) je velmi významná hodnota pH. pH se samozřejmě nejpronikavěji projevuje u jakékoliv sorpce na původním popílku. Menší vliv má pH při iontové výměně aniontů (OH^- — cyklus).

Sorpci barviv na vzorcích popílku vystavených umělému stárnutí bylo dokázáno, že hydrolyzou vzniklý $\text{Al}(\text{OH})_3$ na povrchu popílkových částic podléhá dalším změnám a uplatňuje se během doby jako amfolytoid se zdůrazněným kyselým charakterem; při tomto stárnutí dochází jistě k vnitřně strukturním změnám, amorfní $\text{R}(\text{OH})_3$ s bazoidním charakterem vytváří vlastní krystalický stav se spíše acidoidními vlastnostmi. Stejným změnám podléhají však i $\text{R}(\text{OH})_3$ v půdě, vzniklé v procesu zvětrávání (K o s i l 1962, V o z b u c k a j a 1964). Lze tedy říci, že během doby se popílek v půdě změní tak, že se sníží jeho schopnost poutat anionty a zvýší schopnost iontové výměny pro kationty. Nelze ovšem zapomenout na skutečnost, že krystalické gely mají mnohem nižší výměnnou kapacitu než gely amorfní a je tedy nutno očekávat během stárnutí popílku v půdě celkové snížení sorpční a iontovýměnné kapacity (D i G l e r i a 1963, K u t í l e k 1964).

Popílek vykazuje značnou hysterézi při potenciometrické titraci H^+ (OH^-).

Tato hysteréze se dala očekávat vzhledem k tomu, že popílek je slabý sorbent. Nejmenší hysteréze je u popílku v OH^- — cyklu, což lze vysvětlit jeho bazoidním charakterem jako amfolytického měniče. Hysteréze má pochopitelně velmi nepříznivý účinek v tom, že lze jen těžko mluvit o hodnotě sorpční kapacity popílku vzhledem k její kolísavosti. Bude se tedy popílek v půdě chovat z hlediska iontovýměnných vlastností podle toho, kterým směrem se bude rovnováha systému půdní roztok — sorpční komplex pohybovat.

Ze studia sorpce v systému: koloid — elektrolyt je zřejmé, že původní popílek sorbuje především koloidní sol. Elektrolyt nesorbuje téměř vůbec. Nelze ale zapomenout, že elektrolytem v pokuse byl KCl a nelze předpokládat, že K^+ by byl schopen uvolnit Al^{3+} , který obsazuje volné sorpční síly u původního popílku, jak bylo dokázáno stanovením změn entropie (Kolář 1966). Zcela opačně se chová popílek v H^+ — cyklu. Sorbuje především kationt elektrolytu, koloidní sol se sice sorbuje, ale poněkud méně. Po nasycení popílku K^+ pokračuje sorpce koloidního solu.

Bylo zjištěno, že nejen na popílku v Na^+ — cyklu, ale i na původním popílku probíhá Wheaton-Baumannův efekt, což bylo jistým překvapením. Snad právě značná sorpční stálost iontu Al^{3+} vysvětluje tuto skutečnost. Znamená to tedy, že popílek je účinným sorbentem neelektrolytů a koloidních solů, což otevírá zcela nové aspekty na důsledky jeho přítomnosti v půdě, především ve vztahu k půdnímu humusu.

ZÁVĚR

Bylo dokázáno, že pH značně ovlivňuje sorpční a iontovýměnné vlastnosti popílku. Při přímé aplikaci popílku do půdy usnadňuje neutrální a alkalická půdní reakce sorpci a výměnu kationtů, kyselá půdní reakce sorpci a výměnu aniontů. Vzhledem k charakteru popílku se neutrální molekuly sorbují lépe v alkalickém prostředí, neboť se neuplatňuje slabě disociovaná kyselina křemičitá na povrchu popílkových zrn.

K značným změnám dochází při delším styku popílku s půdou, neboť dochází k hydrolyze popílku. V kyselejší půdě jsou během doby zdůrazněny vlivem hydrolytických procesů katexové vlastnosti popílku a schopnost poupat také kationty. V alkalickém prostředí (kompostování popílku s vápnem!) se charakter popílku změní a lze jej považovat z hlediska sorpčního za hydroxid hlinitý na neúčinném nosiči. Typický je pro tento popílek bazoidní charakter. Neplatí tedy pro hydrolyzovaný popílek zjištění, že je vždy amfolytickým měničem, jak bylo konstatováno pro čerstvý materiál (Kolář 1966). Jen neutrální reakce nebo mírná alkalita půdy zajistí u tohoto popílku sorpci a iontovou výměnu kationtů.

Vysoká sorpční kapacita popílku pro fosforečnany je způsobena především výměnou II. řádu a také hydrolytickými procesy. Tyto jevy jsou pro popílek jako sorbent typické. Znamená to tedy, že lze očekávat snížení přístupnosti fosforečnanů pro rostliny na půdách s vyššími dávkami popílku, i když tento popílek zvyšuje sorpční kapacitu půd pro tento aniont. Toto snížení přístupnosti bude větší u popílku hydrolyzovaného, tj. jehož přítomnost v půdě je delší a zvláště v alkalických půdách, při hnojení vysokými dávkami fosforečných hnojiv jednorázově a při vysokém obsahu popílku v půdě.

Z titračních křivek je zřejmé, že popílek pufruje hlavně kyselou reakci v půdě. Změnami pH je nejméně ovlivněna iontová výměna aniontů na popílku v OH^- — cyklu.

Stárnutí popílku v půdě vede k změně charakteru jeho sorpčních a iontovýměnných vlastností. Jeho bazoidní charakter mizí a zvyšuje se schopnost poutat kationty, ale současně lze s největší pravděpodobností předpokládat celkové snížení sorpční a iontovýměnné aktivity.

Procesy iontové výměny jsou na popílku velmi zkomplikovány značnou hysterezi, která má za následek také kolísavost hodnoty jeho sorpční kapacity, která se bude měnit podle směru pohybu rovnováhy v systému půda — sorpční komplex.

V systému koloid — elektrolyt sorbuje původní popílek převážně koloidní sol, zatímco elektrolyt popílkovým filtrem prochází. Popílek v H^+ — cyklu se chová zpočátku sorpčního děje opačně.

Popílek v Na^+ — cyklu, ale i původní popílek sorbuje značně neelektrolyty vzhledem k elektrolytům, probíhá tedy na něm Wheaton-Baumannův efekt

Došlo dne 14. 6. 1967

Literatura

1. BURIÁNEK, J. - WÜNSCH, J.: Měníče iontů, jejich vlastnosti a použití. SNTL, Praha 1954. — 2. DEUEL, H. - BUSER, W. - BRUNISCHOLZ, G. - HOLK, H.: Ionen-austauscher. Referate der Schweizer Ionenaustauscher. Tagung von Lausanne, H. R. Lauerländer Co., Aarau 1954. — 3. FRICKE, R. - HÜTTIG, G. F.: Hydroxyde und Oxydhhydrate. Akad. Verlag Leipzig 1937. — 4. DI GLERIA, J.: Bodenphysik und Bodenkolloidik. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, Akadémia Kiadó, Budapest 1962. — 5. GRIESSBACH, R.: Teorija i praktika jonovogo obmena. Izd. mnohostrannoj literatury, Moskva 1963. — 6. GRIESSBACH, R.: Austauschadsorption in Theorie und Praxis. Akademie Verlag, Berlin 1957. — 7. IVANOV, C. N.: Fiziko-chimičeskij režim fosfatov torfov i děrnovopodzolistych počv. Selchozgis, Minsk 1962. — 8. JUREČEK, M.: Organická analýza II. ČSAV Praha 1957. — 9. KELLEY, W.: Cation exchange in soils. Reinhold publishing corporation, New York 1948. — 10. KOLÁŘ, L.: Zemědělské aspekty v relaci s potenciálu a sorpce, elektrokinetických a jiných projevů povrchových sil létavého popílku. Habilitační práce VŠZ Praha, fakulta agronomická 1966. — 11. KOLÁŘ, L.: Sorbční vlastnosti elektrárenského popílku. = „Rostlinná výroba“ 11, 1966, 10: 1055-1070. — 12. KOLÁŘ, L.: Příspěvek k studiu iontové výměny na popílku z elektrárny a teplárny. = „Sborník VŠZ“, České Budějovice, č. 12, V, 43-55, 1967. — 13. KOLÁŘ, L.: Anorganická chemie III (zemědělská koloidní chemie). SPN, Praha, 1967. — 14. KOSIL, V.: Půdoznalství. SPN Praha 1962. — 15. KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. SPN Praha 1964. — 16. MALÁT, M.: Kolorimetrie, ČSAV Praha 1956. — 17. PIRKL, L. - NOVOZÁMSKÝ, I. - JEDLIČKA, J.: Aluminiumfosfát jako zdroj fosforu pro rostliny. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965: 937-944. — 18. PUTILOVA, I. N.: Rukovodstvo k praktičeským zanjatijam po kolloidnoj chemii. Izd. Vysšaja škola, Moskva 1961. — 19. VEČERA, M. - GASPARIČ, J.: Důkaz a identifikace organických látek. SNTL, Praha, 1963. — 20. VEIBEL, S.: The Identification of Organic Compounds. G. E. C. Gad Publisher, Kodaň 1961. — 21. VOZBUKAJA, A. E.: Chimija počvy, Izd. Vysšaja škola, Moskva 1964.

О некоторых аномалиях сорбции и ионного обмена на частицах летучей золы

В статье было доказано, что pH значительно влияет на сорбционные и ионообменные свойства летучей золы. При непосредственном внесении летучей золы в почву нейтральная и щелочная почвенная реакция упрощает сорбцию и обмен катионов, кислая почвенная реакция — сорбцию и обмен анионов. Учитывая характер золы, нейтральные молекулы лучше сорбируются в щелочной среде, так как не появляется слабо диссоциационная кремниевая кислота на поверхности пыльных зерен.

Большие изменения совершаются при длительном контакте золы с почвой, так как происходит гидролиз золы. В более кислой почве со временем выделяются под влиянием гидролитических процессов катионные свойства золы и способность связывать также катионы. В щелочной среде (компостирование золы с известью) характер золы меняется и ее можно считать с сорбционной точки зрения гидратом окиси алюминия на недействующем носителе. Типичным для этой золы является ее щелочной характер. Следовательно, для гидролизованной золы недействительно определение, что она всегда является амфотерным преобразовате-

лем, как это констатировалось для свежего материала (Коларж 1966). Только нейтральная реакция или средняя щелочность почвы у этой золы обеспечит сорбцию и ионный обмен катионов, которые нейтрализуют значительную щелочность.

Высокая сорбционная емкость золы для фосфатов прежде всего вызвана обменом II порядка, а также гидролитическими процессами. Эти явления типичны для золы в качестве сорбента. Следовательно это означает, что можно ожидать понижения доступности фосфатов для растений на почвах с более высокими дозами золы, хотя эта зола и повышает сорбционную емкость почв для этого аниона. Это понижение доступности будет большим у гидролизованной золы, т. е. наличие которой в почве дольше в особенности в щелочных почвах, при удобрении высокими дозами фосфорных удобрений в один прием и при высоком содержании золы в почве.

Из кривых титрования очевидно, что зола главным образом регулирует кислую реакцию в почве. Меньше всего зависит ионный обмен анионов от золы в OH^- -цикле при изменении pH.

Старение золы в почве приводит к изменению характера ее сорбционных и ионообменных свойств. Ее щелочной характер исчезает и повышается способность связывать катионы однако одновременно с максимальной вероятностью можно предполагать общее понижение сорбционной и ионообменной активности.

Процессы ионного обмена у золы весьма усложнены значительным гистерезисом, также вызывающим колебание значения ее сорбционной емкости, которая будет изменяться согласно направлению движения равновесия в системе: почва — сорбционный комплекс.

В системе: коллоид — электролит первоначальная зола сорбирует преимущественно коллоидную золу, в то время как электролит проходит зольным фильтром. Зола в H^+ -цикле в начале сорбционного процесса ведет себя иначе.

Зола в Na^+ -цикле, а также первоначальная зола значительно сорбируют неэлектролиты по отношению к электролитам, следовательно, в ней действует эффект Витон-Баймана.

Текст к таблице

1. Зависимость между адсорбированным количеством (в % первоначальной концентрации) аминокислот и мочевины и pH раствора, примененного для гидролиза золы (в скобках приводится pH 0,01 N раствора, взятого для сорбции)

Текст к графикам

1. Влияние pH от сорбции щелочных, кислых и нейтральных красителей. — метиленовая синь, --- судан III, -.-. гвинейская зелень А
2. Понижение экстинкции гумата калийного и среднего фосфата аммония (определенного колориметрически) при сорбции на золе. Заштрихованная часть отвечает убыли катионов NH_4^+ в единицах экстинкции и понижение концентрации K^+ в %
3. Кривые титрования первоначальной золы (—), образца в H^+ -цикле (-.-.) и OH^- -цикле (---). Образец Р промыт 2 NHCl
4. Влияние искусственного старения на сорбцию красителей. E = эозин, KC = конго-красная MV = метиловая фиолетовая, S = зола, подвергаемая старению
5. Гистерезис у первоначальной золы и у образцов в H^+ и OH^- -цикле. Зола в H^+ -цикле и первоначальный материал титрованы вначале щелочью, затем кислотой. — первоначальная зола -.-. зола в H^+ -цикле, --- зола в OH^- -цикле
6. Сорбция у золы в системе коллоид-электролит. Кривые A и B изображают изменения содержания K^+ в фильтрате, кривые C и D — изменения содержания Fe^{3+} из коллоидного $\text{Fe}(\text{OH})_3$. — первоначальная зола, --- зола в H^+ -цикле

On Certain Anomalies of Sorption and Ion Exchange on Fly Ash Particles

It has been proved that the pH exercises a considerable influence on the sorption and ion exchange properties of fly ash. In the case of a direct application of the ash to the soil the neutral and alkaline soil reaction facilitates sorption and the cation exchange, and acid soil reaction facilitates sorption and anion exchange, and acid soil reaction facilitates sorption and anion exchange. With regard to the character of the ashes neutral molecules adsorb better in an alkaline environment, as the slightly dissociated silicic acid on the surface of the ash grains is less effective.

Considerable changes occur in the case of a longer contact of ash with the soil, as there occurs a hydrolysis of the ash. In more acid soil the cation resin properties of ash and the ability to bind also cations are emphasized in the course of time influenced by the hydrolytical processes. In an alkaline environment (com-

posting of ash with lime) the character of the ash changes and, as regard sorption, it may be considered to be aluminium hydroxide on an ineffective carrier. Typical for this ash is its basoid character. Thus to hydrolysed ash it is impossible to apply the finding that it is always an amphoteric exchanger, as was stated for fresh material (Kolář 1966). Only neutral reaction or slight soil alkalinity ensures sorption and ion exchange of cations in this ash, that is quite vitiated in case of considerable alkalinity.

The high sorption capacity of ash for phosphates is caused above all by the exchange of the IInd order and also by hydrolytical processes. These phenomena are typical for ash as a sorbent. This means that it is possible to assume a lowering of the availability of phosphates for plants on soils with higher doses of fly ash, even if this ash increases the sorption capacity of soils for this anion. This lowering of availability will be greater in hydrolysed ash, i. e. of ash the presence of which in the soil is longer, and especially in alkaline soils, in the case of fertilizing with high doses of phosphoric fertilizers applied in single doses, and in the case of a high ash content in the soil.

From the titration curves it can be seen that ash buffers chiefly the acid soil reaction. Changes in the pH affect least of all the ion exchange of anions on the ash in the OH⁻ cycle.

Aging of ash in the soil results in a changing of the character of its sorption and ion exchange properties. Its basoid character disappears and the capacity of binding cations increases, but at the same time it is possible to expect with the greatest likelihood a total decreasing of the sorption and ion exchange activity.

The processes of ion exchange on the ash are made very complicated by the considerable hysteresis, which results also in a fluctuation of the value of its sorption capacity, which will change according to the direction of the motion of equilibrium in the system: soil — sorption complex.

In the system: colloid — electrolyte the origin ash adsorbs predominantly colloid soil, whereas the electrolyte passes through the ash filter. In the H⁺ — cycle the ash behaves in the opposite way at the beginning of the sorption.

Ash in the Na⁺ — cycle as well as the original ash adsorbs considerably non-electrolytically with regard to the electrolytes, i. e. the Wheaton-Bauman effect takes place on it.

Text to the table

1. The mutual dependence between the adsorbed quantity (percentage of original concentration) of amino acids, urea, and of the pH solution used for the hydrolysis of the ash (in brackets the pH 0.01 of the N solution used for the sorption)

Text to the graphs

1. The influence of pH on the sorption of basic, acid and neutral stains. ——— methylene blue, ——— Sudan III, —.—.— Guinea green A
2. Lowering of the extinction of potassium humate and ammonium secondary phosphate (determined colorimetrically) in the sorption on the ash. The hatched section corresponds to the decreasing of the NH₄⁺ cation in units of extinction and to the lowering of concentration of K⁺ in its percentage
3. Titration curves of original ash (——) and of samples in the H⁺ — cycle (—.—) and in the OH⁻ cycle (———). P sample washed with 2N HCl
4. The influence of artificial aging on the sorption of stains. E=eosine, KC=Kongo red, MV=methyl violet, S — ash exposed to aging
5. Hysteresis on original ash and on samples in the H⁺ and OH⁻ cycle. Ash in the H⁺ — cycle and original material titrated first of all with lye, then with acid. ——— original ash, —.—.— ash in the H⁺ — cycle, ———— ash in the OH⁻ — cycle
6. Sorption on ash in the colloid-electrolyte system. Curves A, B illustrating changes in the K⁺ content in the filtrate, curves C, D illustrating changes in the Fe³⁺ content of colloid Fe(OH)₃. ——— original ash, ———— ash in the H⁺ — cycle.

Adresa autora.

Doc. ing. Ladislav Kolář, CSc., Vysoká škola zemědělská, katedra chemie a agrochemie, České Budějovice

■ Ověřoval jsem celou řadu otázek týkajících se správného měření pH výměnného u půd a vlivů působících na toto měření.

Důvodem zkoumání těchto otázek byla značná nejednotnost metodik stanovení pH výměnného ve světě a dále ta okolnost, že metodika u nás léta používaná pro analýzy velkých sérií a dokonce zakotvená v Československé státní normě se v některých bodech lišila od jiných zahraničních metodik. Metodika byla přijímána všeobecně jako jednoduchá a jasná, ale není tomu tak. Odchytky v měření ovlivňují i výsledky hromadného zkoušení půd, tedy i procentické zastoupení kyselých, slabě kyselých, neutrálních a alkalických půd a i s tím spojené nároky na vápenaté hmoty pro zemědělství.

Dosavadní nejednotnost některých parametrů při stanovení pH výměnného půdy ve světě:

V SSSR jsou jednotné závazné metody jak při hromadných stanoveních, tak při pracích ve výzkumných ústavech (Askinaži — Jarusov 1954, Peterburgskij 1954). Používá se 1,0 n KCl s pH 5,5—6,0 po patnáctiminutovém protřepání půdní suspenze.

V Anglii jsou podmínky velmi nejednotné — doba protřepávání kolísá od jedné minuty až do dvaceti minut a pak se nechává ještě suspenze stát 0,5—5 hodin. Pokud jde o pH roztoku KCl, často se vůbec nezjišťuje (Kac — Kacas — Rozýcka 1961), protože tam existuje přesvědčení, že kolísání pH roztoku nemá vliv na pH půdy. Totéž potvrzoval Alamovský 1964. Vedle KCl se používá též CaCl_2 .

V Německu (Fiedler 1965, Kappen 1929, Handbuch der Untersuchungs-Methodik 1955, Scillak 1958) se půda třepe 1—10 minut a pH se stanoví ihned nebo po 24 hodinách. Jako roztok se používá 1,0 n nebo 0,1 n KCl. pH roztoku se neupravuje. Fiedler 1965 mění i navážku půdy (tzn. poměr půdy k roztoku KCl) navážku 20 g na 50 ml roztoku KCl používá u běžných půd, u půd bohatých humusem snižuje navážku na 10 nebo i 5 g. Používá koncentrace KCl 1 n i 0,1 n.

V Polsku (Kac — Kacas 1961) je nejednotnost hlavně u pH roztoku KCl, pH kolísá od 5,5 do 7. Je zde někdy upravováno záměrně, někdy se ponechává jaké vyjde. Jinak je rozšířeno všeobecně stání vzorků po dobu 2—24 hodin.

Jackson 1958, když popisuje metody měření pH v USA, nemluví sice nic výslovně o pH výměnném, ale při uvádění metodik měření pH (čímž myslí převážně pH ve smyslu pH aktivního), předkládá též metodiku stanovení pH v poměru 1:2 v 0,01 m CaCl_2 , 1:2,5 v 1 n KCl a v poměru půda:roztok = 1:2,5 — 1:25 v 0,1 n KCl. Mluví zde o tom, že škála pH půd se při tomto způsobu měření posunuje dolů, ale neuvádí toto pH jako výměnné a jako důvod používání roztoku solí uvádí, aby se předešlo velkým relativním změnám v obsahu solí u půd.

V ČSSR — ČSN agrochemické rozbory půd a Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ III — 1965 — se používalo při hromadných rozbořech 0,2 n KCl, který se upravoval louhem na pH = 7,0. Po vypracování této práce se metodiky změnily.

Vzhledem k značné typologické rozmanitosti československých půd jsem zkoumal základní otázky práce u všech našich dostupných důležitých půdních typů, a to

vždy na základě většího počtu měření tak, aby půdní typy byly zastoupeny z různých okresů celé ČSSR.

Počty vzorků a zkoumané půdní typy:

<i>půdní typ</i>	<i>počty proměřených vzorků</i>
černozem (ČM)	233
hnědozem (HM)	340
hnědá půda (HP)	355
illimerizovaná půda (IP)	359
lužní půda (LP)	174
nivní půda (NP)	285
rendzina (RA)	171
glejová půda (GL)	185
drnová půda (DA)	86
celkem	2188

Poznámka: Vzhledem k obrovskému množství zpracovaného materiálu nebylo možno v této práci uvádět v některých případech ani výbor z experimentálních dat, ale musel jsem volit spíše formu sdělení dílčích závěrů s určitým dokreslením údajů. Podrobné údaje jsou uvedeny v původní disertační práci (J a v o r s k ý 1966), na kterou se odvolávám.

Řešil jsem tyto problémy:

1. Vliv doby skladování půdních vzorků na hodnoty pH výměnného.
2. Suspenzní efekt a jeho vliv na měření pH výměnného a odstranění tohoto vlivu.
3. Vliv pH roztoku KCl na hodnoty pH výměnného; vliv vzdušného CO₂ na roztok KCl.
4. Závislost pH výměnného na různých koncentracích KCl a určení vhodné koncentrace roztoku KCl pro stanovení pH výměnného.
5. Vliv doby ustavení reakční rovnováhy na pH výměnné a určení vhodné doby stání suspenze půdy s KCl.
6. Závislost pH výměnného na poměru půdy k roztoku KCl.
7. Prověření hodnot pH půdy v půdní pastě ve vztahu k výměnnému pH.

Problémy uvedené pod body 3, 4, 5 a 6 byly řešeny jednak pro všechny běžné půdní typy s použitím velkého množství vzorků a jednak detailně pro všechny půdní typy s menším množstvím vzorků. V těchto zkouškách byly zkoumány i podzolové půdy, které jsou jinak velmi obtížně dostupné. U ověřování na velkém množství vzorků se použily vždy vzorky z celého půdního profilu. U detailního prověřování otázek včetně rozboru různých vlivů byly použity vzorky pouze z orničního horizontu, protože použití dalších vzorků z profilu by vedlo k ohromnému rozšíření problematiky a dále proto, že orniční horizont má pro výživu rostlin rozhodující význam. Vedle rozborů bezprostředně nutných k hodnocení stanovení pH byly u všech vzorků stanoveny rovněž hodnoty sorpčního nasycení, sorpční kapacity, výměnného vodíku, oxidovatelný uhlík a mechanické složení.

Řešení jednotlivých problémů:

VLIV DOBY SKLADOVÁNÍ PŮDNÍCH VZORKŮ NA HODNOTY pH VÝMĚNNÉHO

Kolísání pH výměnného bylo sledováno v 10 skladech vzorků po dobu 1 roku u tří různých vzorků, skladovaných jednak otevřeně v krabicích, jednak uzavřeně v igelitových sáčkích. Stanovení pH a vlhkosti byla prováděna 1 X měsíčně. Průměry jsou uvedeny v tabulce I.

U vzorků skladovaných v uzavřených igelitových sáčkích šlo spíše o kolísání pH; u vzorků skladovaných volně v krabicích je zřejmý vzrůst hodnot pH během jednoho roku ve všech třech sledovaných případech. Tímto vzrůstem je možno vysvětlit též to, že průměrná hodnota u volně skladovaných vzorků byla ve všech případech vyšší. Korelace s obsahem vody zjištěna nebyla — bylo zkoumáno graficky. Zajímavá je rovněž otázka vlhkosti, která se mění během

I. Změna pH výměnného půdy při skladování

Vzorek č.	Druh sklad.	Ø pH vým.	Max. odchylka od průměru	celk. odchylka	Průměr. odchylka mezi druhy sklad.
1	igelit	6,40	+ 0,07 - 0,06	celk. 0,13	krabice + 0,08
	krabice	6,48	+ 0,09 - 0,09	celk. 0,18	
2	igelit	7,43	+ 0,07 - 0,11	celk. 0,18	krabice + 0,04
	krabice	7,47	+ 0,10 - 0,15	celk. 0,25	
3	igelit	7,16	+ 0,06 - 0,14	celk. 0,20	krabice + 0,10
	krabice	7,26	+ 0,13 - 0,12	celk. 0,26	

roku, a to v zásadě stejným způsobem u vzorků otevřených i uzavřených až na to, že u otevřených je zpočátku ostřejší pokles, pak ale dochází opět k růstu, jako u vzorků uzavřených.

Kolisání pH výměnného u vzorků tedy existuje. Menší kolísání je u vysušených vzorků uzavřeně skladovaných v igelitových sáčcích. Vzorky je pak možno analyzovat i po delší době s tím, že chyba způsobená kolísáním vlivem skladování může dosáhnout až 0,2 pH.

SUSPENZIJNÍ EFEKT A JEHO VLIV NA MĚŘENÍ pH VÝMĚNNÉHO A ODSTRANĚNÍ TOHOTO VLIVU

Celkem na 140 půdních vzorcích byl sledován vliv suspenzičního efektu při měření pH výměnného. Z údajů je zřejmé, že suspenziční efekt má značný vliv na měření pH výměnného a má ostře odlišený charakter podle pH půdy. Diference jsou poměrně značné. Průměrná diference v rozmezí jednotlivých oblastí pH se pohybuje od 0,35 do 0,85 pH. Diference jsou na obě strany. Maximální odchylky (diference pH v susp. - pH ve výluhu) jsou vysoké +1,7 až -1,1 pH.

Přehled výsledků měření je uveden v tabulce II.

V kyselé oblasti byly téměř všechny odchylky záporné, v alkalické kladné.

Pro kyselé půdy platí:

$$a_H = a_H^0 + K \nu$$

ν koncentrace suspenze;

K konstanta;

a_H aktivita H^+ v suspenzi;

a_H^0 aktivita H^+ v ultrafiltrátu.

II. Velikost difference pH suspenze — pH vodní výluh v závislosti na pH

Δ (pH v susp. — pH ve výluhu) celkem 140 stanovení		Obor pH v suspenzi				
		< 5,0	5,0 – 6,0	6,05 – 7,0	7,05 – 8,0	> 8,0
počet stanovení	celkem	5	23	8	47	57
	$\Delta +$	0	1	0	45	56
	$\Delta -$	5	22	8	2	0
průměrná difference	celková	- 0,85	- 0,38	- 0,37	+ 0,63	+ 0,82
	$\Delta +$	-	(+ 0,3)	-	+ 0,64	+ 0,83
	$\Delta -$	- 0,85	- 0,41	- 0,37	- 0,20	-
maximální difference	$\Delta +$	-	(+ 0,3)	-	+ 1,30	+ 1,70
	$\Delta -$	- 1,10	- 0,75	- 0,80	- 0,30	-
maximální difference	$\Delta +$	-	(+ 0,3)	-	+ 0,05	+ 0,1
	$\Delta -$	- 0,7	- 0,1	- 0,05	- 0,1	-

Pro alkalické půdy platí:

$$a_{\text{OH}} = a_{\text{OH}}^0 + K_{\nu}$$

a_{OH} aktivita OH^- v suspenzi;

a_{OH}^0 aktivita OH^- v ultrafiltrátu.

Nečetné odchylky jsou vysvětlitelné upřesněním Pallman-Wiegnerovy teorie (Nikolský 1939). Tzn. kyselý efekt je u půd se záporně nabitými koloidními disperzemi a zásaditý u půd s kladně nabitými koloidními disperzemi. Neprokázal se vliv mechanického složení na velikost suspenzičního efektu.

Hodnota konstanty K ve výše uvedených rovnicích je specifická pro každou půdu a zřejmě závisí na charakteru koloidní disperze půdy. Se vzrůstající koncentrací suspenze se difference vždy zvyšuje.

Pro odstranění vlivu suspenzičního efektu je nutno používat speciální aparaturu (Javorský 1964). Míchání vzorku při měření je nutné, pokládám za nevhodné i tzv. průtokové měření pH, kdy elektrody byly umístěny v nálevce, do které se viila suspenze a spodem po měření odpouštěla. Míchání vzorku se děje skleněnou vrtulkou, která je spojena gumovou spojkou s osou motorku na stejnosměrný proud 4,5 V. Regulace otáček motoru je umožněna sériově zapojeným potencimetrem 50 Ω . Motor je napájen transformovaným a usměrněným proudem (Graetzův můstek) ze sítě. Obě elektrody jsou stabilně upevněny spolu s motorkem na panelu, kterým je možno pohybovat po vodicích tyčích. Tím je umožněna snadná výměna nádobek se vzorky.

VLIV pH ROZTOKU KCl NA HODNOTY pH VÝMĚNNÉHO; VLIV VZDUŠNÉHO CO_2

Kromě srovnání pH výměnného u všech vzorků půd v práci zkoušených při koncentraci 0,1 n a 1 n KCl při pH roztoku KCl neupravovaného pH = 5,6 a upravovaného na 7 bylo přezkoušeno 16 vzorků půd na vliv pH roztoku KCl na pH výměnné, v rozpětí pH KCl 4,5–9,0.

6 vzorků půd bylo lehkých (frakce < 0,01 mm 0–20 % označení v grafech č. 1 a 2 jako 3; 5; 8; 10; 12; 13),
 5 vzorků půd bylo středních (frakce < 0,01 mm 20–45 % — označení jako 1; 2; 7; 9; 16),
 5 vzorků půd bylo těžkých (frakce < 0,01 mm > 45 % — označení jako 4; 6; 11; 14; 15).

Bylo prokázáno, že pH výměnné půdy je ovlivněno výší pH použitého roztoku KCl. Z grafů č. 1 a 2 je vidět, že pH suspenze klesá s poklesem pH roztoku KCl.

Zjištění vlivu vzdušného CO₂ na pH roztoku KCl a jeho další odraz ve vlivu na pH výměnné bylo po stránce teoretického zdůvodnění nejzajímavější.

pH roztoku KCl = 5,7 a je to způsobeno rozpuštěným CO₂ ze vzduchu. Podle Henryho zákona

$$\frac{v}{V} = \alpha$$

v = objem pohlčeného plynu,

V = objem kapaliny, v níž je plyn pohlčen.

α = Ostwaldův absorpční koeficient,

$\alpha_{\text{CO}_2, 20^\circ\text{C}} = 0,878$.

Ve vzduchu je 0,03 % obj. CO₂; rozpustnost CO₂ při p = 1 atm a 20 °C = 0,038 g mol/l lt vody.

Podle Daltonova zákona je p CO₂ ve vzduchu = 3.10⁻⁴ atm., čili podle Henryho zákona je 1,15.10⁻⁵ g mol/CO₂ v 1 lt vody.

Substitucí do rovnice pro rovnovážnou konstantu kyseliny uhličitě (při zanedbání disociační konstanty do druhého stupně) vyjde pH = 5,74. Vliv teploty na hodnotu pH je malý, při zvýšení teploty na 25 °C z 20 °C se změní pH jen o 2.10⁻².

III. Vliv vzdušného CO₂ na roztok KCl pro stanovení pH výměnného

Druh srovnání počet stanovení 80	Průměr. diference	Maxim. difer.	Shodná měření		Vyšší hodnoty prvního pH		Vyšší hodnoty druhého pH	
			počet	%	počet	%	počet	%
Difer. mezi pH vým. v KCl neuprav. (5,7) a v KCl uprav. na 7 nepřeřař.	– 0,18	– 0,55	7	8,7	2	2,5	71	88,8
Dif. mezi pH vým. v KCl neuprav. (5,7) a v KCl přeřař. a zbaveném CO ₂	– 0,04	– 0,10	64	80,0	3	3,7	13	16,3
Dif. mezi pH vým. v KCl uprav. na 7 nepřeřař. a v KCl přeřař. a zbaveném CO ₂	+ 0,14	+ 0,50	6	7,5	61	76,2	13	16,3

S aktivitou není nutno počítat, jedná se o extrémně zředěné roztoky H_2CO_3 .

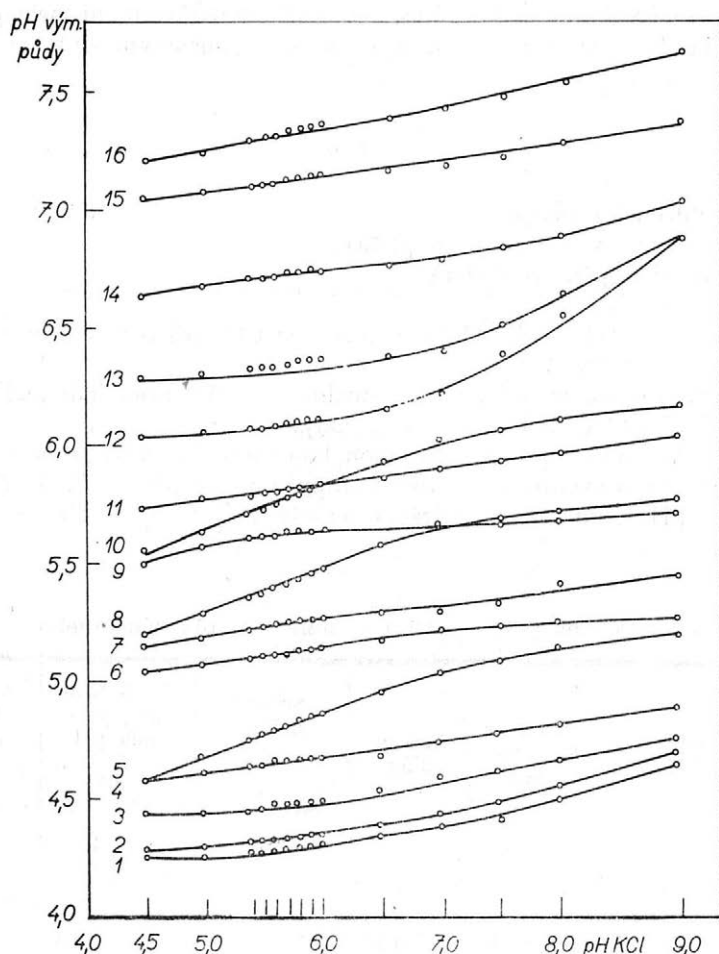
Zkoumal jsem i vliv přítomnosti elektrolytu na rozpustnost CO_2 . Závislost se řídí rovnicí

$$\ln \frac{S_0}{S} = K C \quad (\text{Kirejev 1955})$$

S_0 = rozpustnost ve vodě,

S = rozpustnost v elektrolytu,

K = konstanta.



1. Závislost pH půdy na pH $\odot$ KCl 0,1 n

U 1,0 n KCl se snižuje $\alpha_{\text{CO}_2, 20^\circ\text{C}}$ na 0,745. Tato korekce se projeví na pH nepatrně — pH = 5,77.

Pro zjištění vlivu vzdušného CO_2 na měření pH výměnného jsem přezkoušel 80 půdních vzorků na shodnost stanovení při použití 0,1 n KCl

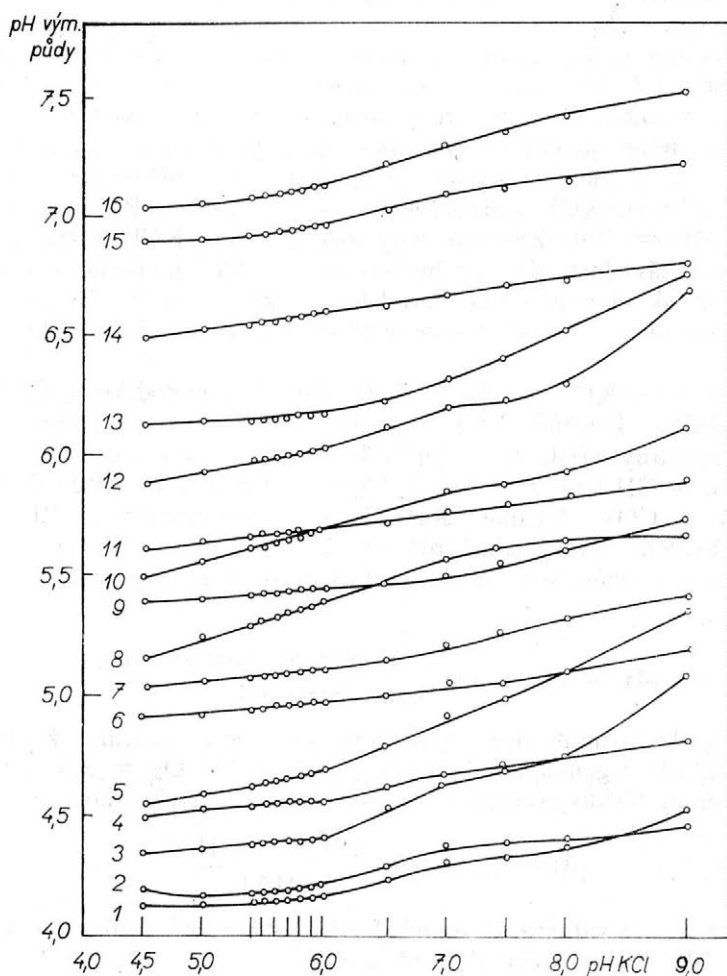
a) neupraveného, nepřevařeného (pH = 5,6–5,8),

b) nepřevařeného, upraveného na pH = 7 přidavkem KOH,

c) zbaveného CO_2 vyvařením (tento roztok měl pak $\text{pH} = 7$ tím, že byl vypuzen CO_2).

Při měření c) bylo stání suspenze i vlastní měření provedeno za nepřístupu vzduchu v dusíkové atmosféře. pH bylo měřeno na 0,05 pH . Diference do 0,1 pH včetně jsou v tabulce klasifikovány jako „shodné“. Výsledky jsou vyhodnoceny v tabulce III.

Z tabulky III je zřejmé, že výsledky pH výměnného stanoveného v KCl neupraveném, nepřevarném ($\text{pH} = 5,7$) jsou ve velké většině shodné s mě-



2. Závislost pH půdy na pH $\odot$ KCl 1,0 n

řením roztoku KCl , odkud byl CO_2 vypuzen varem. Kromě toho je průměrná diference malá.

Z ostatních srovnání je zřejmé, že pH výměnné půd při použití roztoku KCl upraveného na $\text{pH} = 7$ přidavkem louhu se neshoduje ani s pH výměnným s KCl neupraveným a přirozeně ani s pH převarným. Absolutně správné měření by bylo tehdy, kdyby se používal převarný roztok KCl (který

by musel mít teoreticky po vypuzení CO_2 $\text{pH} = 7$). Nutná technická opatření pro zajištění před vnikáním vzdušného CO_2 by však ztížila sériová měření zcela neúnosně.

Je však zřejmé, že bez zavedení zřetelných chyb do měření je možno používat roztoku KCl neupraveného a nepřevařeného, čímž se měření podstatně zjednodušuje.

Převažovat destilovanou vodu k přípravě roztoku KCl pro stanovení pH výměnného není tedy třeba. Výsledky jsou stejné při porovnání stanovení s KCl neupraveným při měření v normálním ovzduší a při měření pod dusíkovým uzávěrem s roztokem KCl, ze kterého byl CO_2 vypuzen varem. Důvod zřejmě spočívá v půdním CO_2 .

Předpokládáme-li, že v půdním vzduchu vzorků je 0,5 % obj. CO_2 , pak je v 1000 ml vody $1,7 \cdot 10^{-5}$ g mol CO_2 . Zavedením této hodnoty do výpočtu pak dostaneme $\text{pH} = 5,65$. Čili převařený neupravený roztok KCl po styku s půdním CO_2 je ve stejné oblasti pH jako nepřevařený, neupravený. Je ovšem třeba počítat s tím, že dojde ke zvýšení koncentrace H^+ přidávkem CO_2 z půdy a při použití roztoku KCl nepřevařeného, neupraveného. Působením obou složek vychází $\text{pH} = 5,4$. Zůstává tedy pH roztoku KCl blízké $\text{pH} = 5,7$ i v oblasti, kde závislost pH výměnného na pH KCl je malá. I když se bere v úvahu, že při skladování dojde k dalšímu poklesu obsahu CO_2 v půdě, vliv CO_2 na pH zůstává v oblasti blízké $\text{pH} = 5,7$ (při 0,1 % CO_2 — $\text{pH} = 6,08$).

Úprava roztoku KCl na $\text{pH} = 7$ (podle staré metodiky v ČSN) louhem zkresluje výsledky. Dochází totiž k ovlivnění vznikem pufrujících směsí — zbytek slabé kyseliny (H_2CO_3) a její soli se silnou zásadou.

V roztoku je $\text{CH}_2\text{CO}_3 = 1,15 \cdot 10^{-5}$ g mol. Přidávkem KOH dochází k neutralizaci části CO_2 . Vzniká KHCO_3 o koncentraci = y. Zbylý $\text{CO}_2 = C_{\text{CO}_2} - y$. Systém má výsledné $\text{pH} = 7$.

Z rovnice pH směsi soli slabé kyseliny a silné zásady, ve směsi se slabou kyselinou

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{\text{koncentrace slabé kyseliny}}{\text{koncentrace soli}}$$

(pk = záporný logaritmus diss. konstanty kyseliny) zjistíme, že koncentrace $\text{KHCO}_3 = 9,2 \cdot 10^{-6}$ g mol/l a koncentrace zbylé $\text{H}_2\text{CO}_3 = 2,3 \cdot 10^{-6}$ g mol/l.

Při zkoumání těchto poměrů z hlediska titrační křivky dané rovnicí

$$\text{pH} = \text{pk} - \log \frac{[\text{HA}] - [\text{OH}^-]}{[\text{HA}]}$$

při zjednodušeném zanedbání aktivních koeficientů a zavedení výrazu pro ústožnou kapacitu (derivací rovnice titrační křivky)

$$\frac{d[\text{OH}^-]}{d\text{pH}} = 2,30 [\text{OH}^-] \left(1 - \frac{[\text{OH}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

a při zohlednění druhé derivace této rovnice zjistíme, že ústožná kapacita je maximální při $[\text{OH}^-] = 0,5 \cdot [\text{HA}]$, tj. když kyselina a sůl jsou v roztoku v poměru 1 : 1.

Ústožná kapacita závisí tedy na poměru kyseliny a její soli. Konkrétní rozmezí dobré tlumicí schopnosti je podle titrační křivky v rozmezí $\text{pK} - 1$ až $\text{pK} + 1$.

Při propočtu našeho případu (pH směsi = 7) jsme v oblasti výrazné ustojčivosti ($\text{pK}_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 6,45$), v této oblasti zůstáváme i při zohlednění vzestupu koncentrace CO_2 z půdního vzduchu.

Tuto okolnost stará metodika vůbec nebrala v úvahu a byla vypracována bez ohledu na tento jev.

Při použití neupraveného roztoku KCl nedochází již k případům, kdy pH aktivní bylo kyselejší než pH výměnné. Není již ovlivnění vlivem ustojčivosti (dříve se projevovalo hlavně u lehkých půd, které neměly schopnost prostředí regulovat).

Pro praktické měření je nejvhodnější překrystalizovaný p. a. KCl , jehož roztok v destilované vodě se nemá nijak upravovat a má vykazovat $\text{pH} = 5,6-5,7$.

ZÁVISLOST pH VÝMĚNNÉHO NA RŮZNÝCH KONCENTRACÍCH KCl A MĚŘENÍ VHDNÉ KONCENTRACE ROZTOKU KCl PRO STANOVENÍ pH VÝMĚNNÉHO

Koncentrace použitého roztoku KCl přímo ovlivňuje hodnoty pH výměnného. Zkoušky byly provedeny u všech hlavních půdních typů a výsledky jsou uvedeny v řadě grafů v základní autorově disertační práci.

V rozmezí koncentrací 0,01 n — 3 n platí závislost

$\text{pH}_{\text{vým. x}} = \text{pH}_{\text{vým. 1 n KCl}} - 0,25 \cdot \log c_{\text{KCl}}$

Platí nezávisle na půdním typu.

Pro určení vhodných koncentrací KCl z hlediska nejmenších analytických chyb — určení oblasti nejvyrovnanějších hodnot — byl zvolen následující předpoklad: Minimální vhodná koncentrace KCl musí být taková, aby

- a) poměr rozdílu pH v KCl o koncentraci 0,05 n a pH KCl o hledané koncentraci a rozdílu pH v KCl o hledané koncentraci a pH v KCl o koncentraci 2 n byl menší nebo roven 1.

$$\frac{\text{pH}_{\text{C 0,05 n KCl}} - \text{pH}_{\text{C xn KCl}}}{\text{pH}_{\text{C xn KCl}} - \text{pH}_{\text{C 2n KCl}}} < 1$$

- b) Rozdíl pH v hledané koncentraci a pH v 2 n KCl byl menší nebo roven 0,15 pH .

- c) Koncentrace KCl byla menší než 2 n.

Tyto všechny předpoklady byly postulovány pro určení minimální koncentrace KCl při vyrovnaných hodnotách určených i s ohledem na přístrojovou techniku.

Z vyhodnocení velké řady grafů pro jednotlivé půdní typy vyplynulo, že prakticky je pro přesné měření pH výměnného třeba používat 1,0 n KCl — viz základní disertační práce. Ostatní koncentrace nejsou zárukou dostatečně přesného měření. Například dosud nejčastěji používané koncentrace do 0,25 n zaručují přesnost jen asi u třetiny vzorků.

VLIV DOBY USTAVENÍ REAKČNÍ ROVNOVÁHY NA pH VÝMĚNNÉ A URČENÍ VHDNÉ DOBY STÁNÍ SUSPENZE PŮDY S KCl

Při zkoušení byly vzorky měřeny po 10 minutách, 1 hod, 2 hod, 8 hod, 24 hod a 92 hod jak pro koncentrace 0,1 n KCl , 1 n KCl tak i pro přechodové koncentrace.

V úseku kratších časů, obzvláště 10 min až 8 hod, byly hodnoty značně kolísavé a neuspořádané (uvedeno podrobně v základní disertační práci). U části vzorků docházelo k poklesu pH , u části vzorků ke vzrůstu. Tato

tendence nemá žádnou zákonitost ani co do půdního typu, ani co do oblasti pH. K určitému vyrovnání a ustavení rovnováhy dochází kolem 24 hod stání, a proto je tato doba nejvhodnější z hlediska analytického měření.

ZÁVISLOST pH VÝMĚNNÉHO NA POMĚRU PŮDY K ROZTOKU KCl

Se snižujícím se objemem roztoku KCl na jednotku váhy půdy se pH snižuje. Tento výsledek je paradoxní pouze zdánlivě. Neznamená totiž, že se zmenšujícím se objemem na jednotku váhy půdy by se vytěsnilo více H^+ iontů, naopak, celkové množství vytěsněných H^+ na jednotku váhy půdy stoupá se zvětšujícím se objemem KCl a rovnováhy až do poměru 1 : 10 nebylo dosaženo.

pH však též stoupá se zvyšujícím se přebytkem roztoku KCl, což je způsobeno zředovacím efektem. Přesná měření by proto vyžadovala obtížný uzančení přepočtu a měření ve velkých objemech. Jeví se proto do určité míry používaný poměr 1 : 2,5 jako kompromis pro praxi.

Zkoušeny byly poměry půda : roztok 1 : 10, 1 : 5, 1 : 2,5, 1 : 2, 1 : 1,5 a 1 : 1. Bylo použito těchto koncentrací KCl : 0,25 n; 0,5 n; 1 n; 1,5 n a 2 n.

Charakter všech závislostí poměru půdy k roztoku na pH výměnném je v podstatě obdobný. Není žádného výraznějšího rozdílu ani mezi jednotlivými půdními typy, ani uvnitř půdních typů. Charakter závislosti se nemění ani při různých koncentracích KCl v práci zkoušených.

PROVĚŘENÍ HODNOT pH PŮDY V PŮDNÍ PASTĚ VE VZTAHU K VÝMĚNNÉMU pH

Měření v půdní pastě bylo prováděno podle Jacksona (1958). Je technicky obtížné, náročné a drahé (zvýšené nebezpečí poškození skleněných elektrod).

Stanovení bylo provedeno jednak v bodě ztekutění „flow point“ (pH_F) a jednak v bodě meze lepidlosti „sticky point“ (pH_S). pH_F je převážně vyšší než pH_S . Hlavním důvodem je to, že pH_F je stanoveno ve větším zředění, čili za teoretického předpokladu uvolnění stejného množství dissociovaných H^+ iontů dochází ke snížení koncentrace H^+ na jednotku objemu a tím i ke zvýšení pH (protože pH vyplývá z konc. H^+ gramionty na 1 litr).

Hodnoty v půdní pastě se nejvíce blíží hodnotám pH výměnného při použití nízké koncentrace KCl a hodnotám pH výměnného při středních koncentracích KCl, ale při vysokých poměrech ředění.

Hodnoty pH_S a pH_F nejsou ekvivalentní s hodnotou pH odpovídající pH půdy po vytěsnění takového množství H^+ , kdy se přibližujeme k hodnotám blízkým koncentracím H^+ odpovídajícím rovnovážnému stavu po vytěsnění K^+ . Nemůže jimi být tedy v našich podmínkách nahrazena doposud zavedená hodnota pH výměnného.

ZÁVĚR

Na obširném vzorkovém materiálu, zahrnujícím všechny hlavní půdní typy ČSSR, bylo prověřeno zhodnocení faktorů ovlivňujících stanovení půdní reakce.

Prakticky pro všechny půdní typy lze použít jednotnou metodiku na stanovení pH výměnného. Přesto se projevuje určitá rozdílná citlivost půdních typů na přesnost dodržování parametrů metodiky. Tvoří se zhruba dvě skupiny — jedna vykazuje větší rozdíly se změnou koncentrace roztoku KCl a má

na ni větší vliv, zda je pH roztoku KCl upravené, nebo ne (je myšlena původně prováděná úprava louhem na pH 7), a druhá vykazuje menší rozdíly. pH první skupiny půd je tedy více ovlivnitelné a druhé skupiny méně ovlivnitelné. Rozdělení do skupin se rovněž kryje s rozdělením půdních typů do skupin podle velikosti difference mezi pH aktivním a pH výměnným.

Do první skupiny patří HM, HP, IP, NP, GL,
do druhé skupiny patří ČM, LP, RA, DA.

Více ovlivnitelné jsou též půdy, které mají pH v rozmezí 5–7, méně pak půdy s pH <5 nebo >7. Kromě toho ovlivnitelnost klesá se zvyšujícím se podílem jemných půdních částic (frakce 0,01 mm).

Parametry upřesněné jednotné komplexní metodiky na stanovení pH výměnného u půd v ČSSR vyplývají z problémů řešených v práci, tj. ze sledování:

- a) vlivu doby skladování půdních vzorků na hodnoty pH výměnného,
- b) suspenzičního efektu,
- c) vlivu pH roztoku KCl na pH výměnné a vlivu vzdušného CO₂ na roztok KCl,
- d) vlivu koncentrace KCl na pH výměnné,
- e) vlivu doby ustavení reakční rovnováhy,
- f) závislosti pH výměnného na poměru půdy k roztoku KCl,
- g) prověření hodnot pH půdy v půdní pastě.

Ukazuje se, že je vhodné vzorky půd analyzovat co nejdříve po vysušení na vzduchu. V případě delšího uskladnění je vhodné je přechovávat uzavřené (igelitové sáčky). Maximální difference při analýzách po uskladnění do jednoho roku jsou v rozmezí 0,2 pH.

K analýzám je třeba používat 1,0 n KCl v nepřevařené destilované vodě. Hodnota pH výměnného je přímo závislá na koncentraci KCl — matematická formulace vztahu je uvedena v práci. pH roztoku KCl se nemá upravovat na pH = 7 ani přídavky louhu, ani ev. kyseliny. Metody, které tohoto způsobu používají, zkreslují výsledky. Proto také docházelo podle staré metodiky k případům, že pH aktivní bylo kyselejší než pH výměnné. K tomu při použití zde navrhované metodiky nedochází. pH roztoku KCl má být v rozmezí 5,6–6,0. V případě, že pH není v tomto rozmezí, doporučuje se KCl překrystalizovat z vody, ev. z alkoholu. Údaje jsou zevrubně teoreticky zdůvodňovány.

Intenzivní míchání celé suspenze při měření je naprosto nevyhnutelné. Vliv suspenzičního efektu je totiž značný; návrh zařízení je popsán.

Nejvhodnější poměr půda : roztoku KCl je 20 g půdy na 50 ml roztoku.

Doba stání suspenze pro vytvoření rovnovážného stavu je 24 hodin.

Výsledky stanovení pH půdy měřením v půdní pastě nejsou ekvivalentní s měřením pH výměnného a nemohou tedy toto stanovení nahradit.

Došlo dne 21. 9. 1967

Literatura

1. ALAMOVSKIJ, M. J.: Metodika massovych opredelenij nuždajemosti počv v izvestkovanii. = In: Trudy VIUAA. Moskva 1964, s. 351. — 2. ASKINAZI, D. L. - JARUSOV, S. S.: Opredelenije kislottosti podzolistych i dërnovopodzolistych počv v celach ich izvestkovanija. = In: Agrochim. metody issled. počv, Moskva 1954. — 3. FIEDLER, H. J.: Die Untersuchung der Boden. Dresden-Leipzig, 1965. — 4. JACKSON, M. L.: Soil chemical Analysis. Prentice-Hall, INC. Englewood Cliffs, N. J., 1958. — 5. JAVORSKÝ, P. - KALAŠ, V.: Půdní rozbory, používané při komplexním průzkumu půd. = „Naše služba“ Praha, 1965, 20 : 18-37. — 6. JAVORSKÝ, P.: Zhod-

nocení faktorů ovlivňujících stanovení půdní reakce. Kand. disert. práce. Praha 1966. — 7. Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ III, Praha, 1965. — 8. KAC - KACAS, M. - ROZYCKA, T.: Badania nad metodiką oznaczania niektórych form kwasowości gleby. = „Roczniki nauk rolniczych“, 84, 1961, 4 : 631-654. — 9. KAPPEN, H.: Boden azidität. Berlin 1929, s. 320-326. — 10. KIREJEV, V. A.: Kurs fizičeskoj chimii. Moskva, 1955, s. 890-891. — 11. Die Untersuchung von Boden. Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, Band 1. Berlin 1955. — 12. NIKOLSKIJ, B. P.: Teorija suspenzino go efekta Wiegnera a Pallmanna. = „Počvovedenje“ 1939, č. 9. — 13. PETERBURSKIJ, A. V.: Praktikum po agrochimii, Moskva, 1954, s. 167. — 14. SCHILLAK, R.: Oznaczenie pH w glebach. = „Roczn. Glebozn.“ 25, 1958, č. 7.

Оценка факторов, обуславливающих определение почвенной реакции

На многочисленном материале образцов, включающем все основные почвенные типы ЧССР, проделалась оценка факторов, влияющих на определение почвенной реакции.

Практически для всех почвенных типов можно применить единую методику определения pH обменного. Несмотря на это, проявляется определенная различная чувствительность почвенных типов к точности соблюдения параметров методики. В общем образуются две группы — первая показывает большие различия с изменением концентрации раствора KCl и оказывает на нее большее влияние, независимо от того, отрегулирован ли pH раствора KCl или нет (подразумевается первоначальная регуляция щелочью на pH 7), а вторая показывает меньше различий. pH первой группы почв, следовательно, более зависим, второй группы почв — менее зависим от концентрации. Разделение на группы также совпадает с разделением почвенных типов на группы по размеру дифференции между pH активным и pH обменным.

В первую группу относятся HM, HP, IP, NP, GL;

во вторую группу относятся CM, LP, RA, DA.

Более зависимы также почвы, которые имеют pH в пределах 5—7, меньше — почвы с pH < 5 или > 7. Помимо того эта зависимость понижается с ростом доли мелких почвенных частиц (фракция 0.01 мм).

Параметры уточненной единой комплексной методики по определению обменного pH у почв в ЧССР вытекают из проблем, решаемых в работе, т. е. из наблюдений: а) влияния срока хранения почвенных образцов на значения pH обменного, б) суспензионного эффекта, в) влияния pH раствора KCl на pH обменного и влияния воздушного CO₂ на раствор KCl, г) влияния концентрации KCl на pH обменного, д) влияния срока установления реактивного равновесия, е) зависимости pH обменного от отношения почвы к раствору KCl, ё) проверки значений pH почвы в почвенной пасте.

Оказывается, что хорошо анализировать образцы почв как можно скорее после сушки их на воздухе. В случае длительного их хранения следует образцы упаковать (игелиновые пакеты). Максимальное различие при анализах после хранения до одного года находится в пределах 0,2 pH.

Для анализов следует брать 1,0 н KCl в некипяченой дистиллированной воде. Значение pH обменного непосредственно зависит от концентрации KCl — математическая формулировка их взаимоотношений приводится в работе. pH раствора KCl не обязательно доводить до pH = 7 ни добавлением щелочи, ни даже кислоты. Методы, применяющие этот способ, искажают результаты. Поэтому согласно старой методике встречались случаи, когда pH активный был кислее pH обменного. При использовании в данной работе описываемой методики этого не происходит. pH раствора KCl должен находиться в пределах 5,6—6,0. Если же pH не находится в этом пределе, рекомендуется перекристаллизовать KCl из воды или спирта. Данные подробно теоретически обоснованы.

Интенсивное смешивание всей суспензии при измерении абсолютно неизбежно. Влияние суспензионного эффекта очень велико; проект установок описывается в данной статье.

Наиболее подходящее отношение «почва : раствор KCl» представляет 20 г почвы на 50 мл раствора. Срок отстоя суспензии для создания равновесного состояния составляет 24 часа.

Результаты определения pH почвы путем измерения в почвенной пасте неэквивалентны измерению pH обменного, и следовательно, они не могут это определение заменить.

Текст к таблицам

I. Изменение pH обменного почвы при хранении

II. Размер дифференции pH сусп. — pH водн. экстракта в зависимости от pH

III. Влияние воздушного CO₂ на раствор KCl для определения pH обменного

1. Зависимость pH почвы от pH $\odot$ KCl 0,1 н
2. Зависимость pH почвы от pH $\odot$ KCl 1,0 н

Evaluation of the Factors Influencing the Determination of Soil Reaction

On the basis of an extensive sample material including all main soil types of Czechoslovakia an evaluation of the factors influencing the determination of soil reaction was checked.

Practically for all soil types it is possible to use a uniform method for the determination of exchangeable pH. Nevertheless, there appears a certain difference in the sensitiveness of soil types to the accuracy of the adherence to the parameters of the method. Roughly two groups form — one shows larger differences with a change of the concentration of the KCl solution and exercises a greater influence on it, whether the pH of the KCl solution has been adapted or not (this refers to the originally carried out adaptation by means of lye to pH 7), and the second group shows smaller differences. Thus the pH of the first group of soils is easier to influence and the second less so. The division into groups conforms to the division of soil types into groups according to the size of the difference between active pH and exchangeable pH.

To group I belong HM, HP, IP, NP, and GL,
to group II belong ČM, LP, RA, and DA.

Easier to influence are also soils with a pH within limits of 5—7, and less so soils with a pH < 5 or > 7. Apart from this, the possibility of influencing decreases together with an increasing proportion of fine soil particles (the fraction 0.01 mm).

The parameters of a more accurate, uniform and complex method for the determination of the exchangeable pH of soils in Czechoslovakia result from the problems investigated in this work, i. e. from the investigation of: a) the influence of the length of storage of soil samples on the values of exchangeable pH, b) the suspension effect, c) the influence of the pH of the KCl solution on the exchangeable pH and of the influence of atmospheric CO₂ on the KCl solution, d) the influence of the KCl concentration on exchangeable pH, e) the influence of the length of time of the establishing of the reaction equilibrium, f) the dependence of the exchangeable pH on the ratio of soil to the KCl solution, and g) the checking of the values of the soil pH in the soil paste.

It has been shown that it is suitable to analyse soil samples as soon as possible after drying in the air. In the case of a longer storage it is suitable to keep them sealed (in airtight bags). The maximum differences found in analyses after a storage of up to one year are within limits of 0.2 pH.

For analysis it is necessary to use 1,0 n KCl in unboiled distilled water. The value of exchangeable pH is directly dependent on the concentration of KCl — the mathematical formulation of the relation is stated in the work. The pH of the KCl solution should not be adjusted to pH 7 either by an addition of lye or of acids. The methods applying this way distort the results. Therefore, with the application of the old methods, there occurred cases of the active pH being more acid than exchangeable pH. This cannot happen with the application of the method suggested here. The pH of the KCl solution ought to range between 5.6 and 6.0. If the pH is not within this range, it is recommended to recrystallize the KCl from water or also from alcohol. The data have been thoroughly substantiated theoretically.

An intensive stirring of the whole suspension during the measuring is absolutely indispensable. This is to say that the influence of the suspension effect is considerable. There is a description of the suggested equipment.

The most suitable ratio of soil to the KCl solution is 20 g of soil per 50 ml of the solution. The length of time of the state of rest of the suspension for the forming of an equilibrium state is 24 hours.

The results obtained in the determination of the pH of soil by means of measuring in soil paste are not equivalent to the measuring of exchangeable pH and so cannot substitute this determination.

Text to the tables

- I. Change of exchangeable pH of soil in storage
- II. Size of difference pH susp. — pH water extract in dependence on the pH
- III. The influence of atmospheric CO₂ on the KCl solution for the determination of exchangeable pH

Text to the graphs

1. Dependence of soil pH on pH $\odot$ KCl 0,1 n
2. Dependence of soil pH on pH $\odot$ KCl 1,0 n

Adresa autora:

Ing. Petr Javor ský, CSc., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský,
Praha 8, Sokolovská 1

■ Výživu cukrovky a s ní související různé vztahy mezi hnojením, půdou a rostlinou studovala celá řada autorů, jako např. Czapek (1905), Andrlík a Urban (1906–1909), Stoklasa a Matoušek (1916, 1924), Krüger a Wimmer (1927), Remy a Deichmann (1931), Duchoň (1948), Kolářík (1959), Boguslawski a Gierke (1962), Ansorge (1965 a, b, 1966), Birke (1966) aj.

V těchto pracích jsou vyhodnoceny různé korelace jednotlivých faktorů živinného režimu této kaloricky bohaté plodiny a ze závěrů vyplývá, že cukrovka má, vzhledem k intenzivní asimilační činnosti a látkové výměně, vysokou spotřebu živin.

Problematika hnojení cukrovky zaměstnává významná výzkumná pracoviště na celém světě s cílem stanovit optimální dávky živin v různých půdně klimatických a výrobních podmínkách. Někteří autoři sledují hnojení cukrovky a jeho výsledky v osevním postupu (Ansorge 1965a, b, 1966, Škarda 1963a, b, Strnad 1967), jiní obrazejí pozornost na využití živin cukrovkou (Bader 1965, Gericke 1945, Jekič 1960), na poměr přijatých živin (Homés 1952, Boguslawski, Vömel Reichelt 1954, Gierke 1957), na obsah živin v sušině cukrovky (Grebinskij 1964, Bougy 1960, Basibekov 1964) a další na techniku hnojení a účinek statkových a průmyslových hnojiv (Gorobčenko 1961, Jung 1965, Philipp 1962, Adams 1961, Garz 1961).

Autoři, kteří v pokusech sledovali působení statkových hnojiv, jednoznačně konstatují, že společné hnojení statkovými a průmyslovými hnojivy k cukrovce je nejlepším hnojařským opatřením, které zaručuje nejvyšší efekt hnojení (Grootenhuis 1961, Gorobčenko 1961, Gorobčenko, Žemela 1964, Gromova 1962, Bouchner 1964, Novák 1960, Löbl, Novák 1965, Škarda 1963a, b, 1966, Ansorge 1965a, b, 1966, Sine 1965 aj.).

Působení statkových hnojiv je však velmi rozmanité. Nezáleží pouze na intenzitě minerálního hnojení a půdně klimatických podmínkách, ale i na formě použitých statkových hnojiv s různým obsahem humusových látek a mineralizovaných nebo organicky vázaných živin.

Konfrontace vlivu různých forem statkových hnojiv na výrobní i ekonomické ukazatele je ve světové literatuře zastoupena ve velmi omezeném počtu případů (např. Nehring, Schiemann 1952, Nehring, Wiesemüller 1964, Novák 1960, Škarda 1963a, b). Většinou se hodnotí pouze hnoj, ať samostatně aplikovaný, nebo ve spojení s průmyslovými hnojivy. V našem příspěvku jsme proto použili výsledky dlouhodobého pokusu v Ruzyni, abychom u cukrovky jako hlavní představitelky řepařského osevního postupu prokázali rozdílnost v účinnosti kompostu — se stabilizovanou organickou hmotou a organicky vázanými živinami a hnoje — s lehce využitelnými organickými látkami a mineralizovatelnými živinami.

CHARAKTERISTIKA PROSTŘEDÍ A METODIKA

Dlouhodobý hnojařský pokus byl založen v Ruzyni v r. 1955 na těžší hnědozemi s neutrální půdní reakcí ($\varnothing$ 7,03 pH), s dobrým obsahem přístupných živin P_2O_5 ($\varnothing$ 16,4 mg/100 g) i K_2O ($\varnothing$ 20,0 mg/100 g) a s obsahem humusu 2,5 % (podrobněji Škarda 1966, 1967).

V letech 1958—1965 činila průměrná teplota vzduchu 7,7 °C (pod normál 9,0 °C) a průměrné roční ovzdušné srážky dosáhly 466 mm (pod normál 517 mm); sluneční svit byl v pokusných letech vyšší než normál 1590 hod.

Ve všech letech byla seta odrůda 'Dobrovická N'. Předplodinou byla vždy ozi-
má pšenice.

V období 1958—1965 jsme při stupňované intenzitě minerálního hnojení sledovali u 10 sklizní cukrovky vliv hnoje a kompostu z chlévské mrvy a zeminy na přírůstky výnosu kořene a chrástu, produkční schopnost odebraného N a ekonomickou efektivnost hnojení.

HNOJENÍ CUKROVKY

I. Statková hnojiva (SH) — ekvivalentní dávka 300 q/ha chlévské mrvy

Varianty hnojení	Dávka v q/ha	Obsah živin v %			Symbol
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Nehnojená kontrola	—	—	—	—	0
Hnůj (6měsíční)	210	0,61	0,36	0,68	Hn
Kompost z chlévské mrvy a zeminy (10 : 1) (6 měsíční)	225	0,55	0,41	0,79	Kst

Dávky i obsah živin po ztrátách při ošetření. Hnůj zaoráváme na podzim do hloubky 15—18 cm, kompost zapravujeme do půdy na jaře bez orby do hloubky 8—10 cm.

II. Průmyslová hnojiva

Varianty hnojení	Dávky živin v kg/ha			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	celkem
N ₁ P ₁ K ₁	71	58	120	249
N ₂ P ₂ K ₂	84	91	185	360
N ₃ P ₃ K ₃	99	75	172	346
N ₄ P ₄ K ₄	113	115	254	482

Dusíkem hnojíme na třikrát: před setím, po vyjednocení, po 2. okopávce. Celou dávku P₂O₅ a K₂O zaoráváme na podzim. Ve 2. (N₂P₂K₂) a 4. (N₄P₄K₄) dávce jsme předzásobně hnojili fosforem a draslem.

ODBĚRY VZORKŮ ROSTLIN PŘI SKLIZNI

Z každého opakování všech 15 variant hnojení bylo odebráno vždy 10 řep. Ze 40 jedinců každé varianty hnojení byl připraven průměrný vzorek pro rozbor rostlin. Analýzy kořene a chrástu na obsah živin NPK v sušině (mg%) byly provedeny „mokrou cestou“ podle metody Koppová, Pírková, Kalina (1955) ve 2 stavebních. Propočtem analytických hodnot procentického obsahu živin v sušině s vý-

nosem suché hmoty byly získány číselné údaje o odběru živin NPK v jednotlivých variantách hnojení u kořene a chrástu (v kg/ha).

Vztah odběru nebo zvýšeného odběru (proti nehnojené kontrole) dusíku k výnosu cukrovky jsme vyjádřili podílem hrubé produkce kořene, chrástu i celé cukrovky na 1 kg odebraného N nebo na 1 kg zvýšeného odběru N; tuto hodnotu jsme nazvali produkční schopnost odebraného N.

Ekonomická účinnost nákladů na hnojení vyjadřuje podíl zvýšené hrubé produkce hnojením na 1 Kčs nákladů na hnojení.

K vyhodnocení jsme použili běžné biometrické metody.

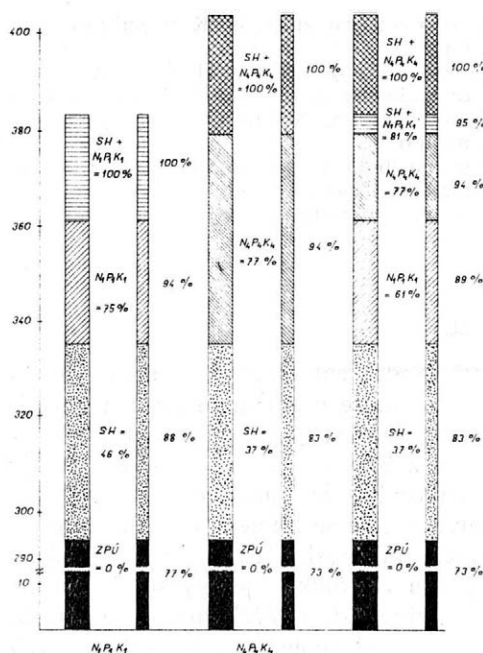
VÝSLEDKY, JEJICH ROZBOR A DISKUSE

PŘÍRŮSTKY VÝNOSU KOŘENE A CHRÁSTU

I při vysoce průkazné lineární závislosti výnosu cukrovky na hnojení (u kořene — $r = 0,76^{++}$, u chrástu — $r = 0,70^{++}$) nelze přehlédnout, že na hnědozemí se v průměru na celkové sklizni podílí základní půdní úrodnost z 63 % (73 % u kořene, 50 % u chrástu) a hnojení z 37 % (27 % u kořene, 50 % u chrástu), hodnotíme-li nejvyšší výnos cukrovky ve variantě $Kst + N_4P_4K_4$ 100 % — graf 1 a 2. Relativní hodnoty potvrzují, že se hnojení výrazněji uplatnilo ve výnosech chrástu než kořene. Účinek průmyslových hnojiv v dávce $N_1P_1K_1 - N_4P_4K_4$, vyjádřený přírůstky výnosu cukrovky, je vyšší u kořene o 24–40 % a u chrástu o 32–56 % než účinek statkových hnojiv, ale nižší u kořene o 20–23 % a u chrástu o 14–22 % než společný účinek statkových a průmyslových hnojiv. Na černozemi v Čáslavi připadá u cukrovky na půdní úrodnost 73 % a na hnojení 27 % (Strnad 1967).

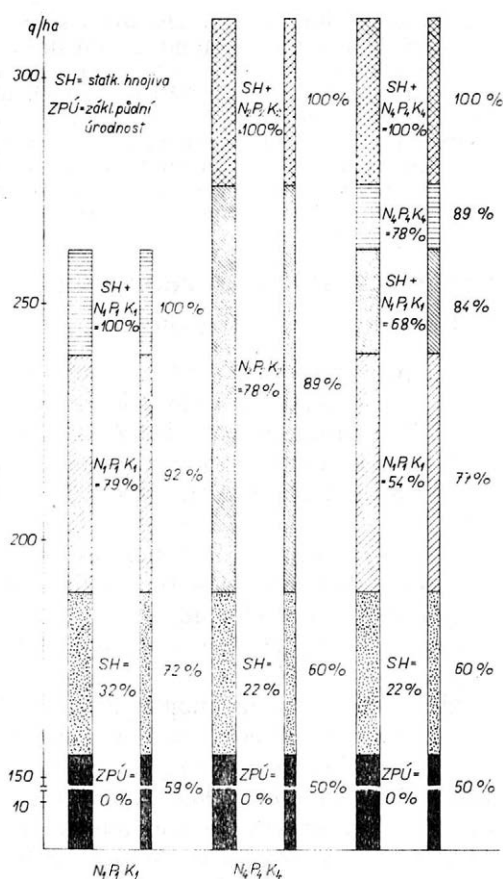
Dosažené výsledky potvrzují zcela zásadní význam statkových hnojiv i při stupňované intenzitě minerálního hnojení, což dokládají také např. Aslaňjan 1961, Bouchner 1964, Ansoerge 1965 a, b, 1966 (tabulka III). Přírůstky výnosu cukrovky se pohybují v závislosti na intenzitě hnojení u kořene od 41,0 do 109,5 q/ha a u chrástu od 34,0 do 157,4 q/ha; na tomto zvýšení výnosů se statková hnojiva podílejí 41,0–46,0 q/ha u kořene, 34,0–47,0 q/ha u chrástu, když za nehnojené kontrole jsme sklídili v průměru 294,0 q/ha kořene a 155 q/ha chrástu. V účinku statkových hnojiv je však značný rozdíl při použití hnoje a kompostu (tabulka IV a V, graf 3). Přírůstek výnosu kořene i chrástu je ve variantě Hn vyšší než ve variantě Kst (u kořene o 12 %, u chrástu o 38 %). Přidáme-li však stupňované dávky $N_1P_1K_1 - N_4P_4K_4$ v průmyslových hnojivech, a posuzujeme-li účinek statkových hnojiv (tab. IV), zjistíme, že v organickominerálních variantách s hnojem klesá přírůstek výnosu kořene ze 100 % ($N_1P_1K_1$) na 42 % ($N_4P_4K_4$) a chrástu ze 100 na 92 %, kdežto s kompostem vzrůstá přírůstek výnosu kořene ze 100 na 112 % a chrástu ze 100 na 161 %. Se stupňovanou intenzitou minerálního hnojení vzrůstá účinek kompostu, kdežto účinek hnoje klesá (Škarda 1966). Podobný obraz dostaneme, sledujeme-li účinek zvyšovaných dávek průmyslových hnojiv $N_1P_1K_1 - N_4P_4K_4$ v organickominerálních variantách jednou s hnojem a podruhé s kompostem (tab. V). S hnojem vzrůstá přírůstek výnosu kořene ze 100 % ($N_1P_1K_1$) na 125 % ($N_4P_4K_4$) a chrástu ze 100 % na 153 %, zatímco s kompostem u kořene ze 100 % na 143 % a u chrástu ze 100 % na 171 %.

V závislosti na stupňované intenzitě hnojení neodpovídá většinou průběh přírůstků výnosu kořene a chrástu výnosovým křivkám Mitscherlichovým (1948) — graf 4. Nejlepší shodu s Mitscherlichem jsme zjistili u samotného minerálního hnojení, a to jak u kořene, tak i chrástu. V organickominerálních variantách jsou odchylky velmi značné a odpovídají výsledkům Duchonovým



1. Vliv základní půdní úrodnosti a hnojení na výnos kořene cukrovky (q/ha) (Ø 10 sklizní za období 1958—1965). SH = statková hnojiva, ZPÚ = základní půdní úrodnost

2. Vliv základní půdní úrodnosti a hnojení na výnos chrástu cukrovky (q/ha) (Ø 10 sklizní za období 1958—1965) ➔



III. Přírůstky výnosu kořene a chrástu v q/ha (průměr 10 sklizní cukrovky za období 1958—65) P 0,10 24 = 10,21** a 19,9**

Varianty hnojení	Přírůstky výnosu v q/ha	
	kořene	chrástu
Kst - Hn	41,0 - 46,0	34,0 - 47,0
N ₁ P ₁ K ₁ - N ₄ P ₄ K ₄	67,0 - 84,8	84,0 - 122,0
Hn + (N ₁ P ₁ K ₁ - N ₄ P ₄ K ₄)	82,0 - 91,1	114,0 - 149,6
Kst + (N ₁ P ₁ K ₁ - N ₄ P ₄ K ₄)	89,0 - 109,5	106,0 - 157,4

P 0,10 (24) = 10,21** a 19,9**

(1940, 1948), který dokazuje, že výnosová křivka nemá parabolický průběh, ale probíhá ve tvaru esovitém, ve tvaru konvexkonkávní nebo konkávkonvexní křivky.

Nejpříznivějších výsledků dosahuje kompost, zejména u nejvyšší dávky průmyslových hnojiv, jehož vlivem sleduje jak přírůstek výnosu kořene, tak i chrástu konkávkonvexní křivku, kdežto u hnoje má přírůstek výnosu kořene pouze

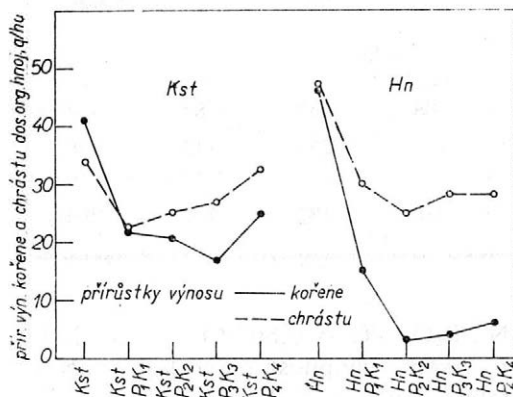
IV. Přírůstek výnosu cukrovky dosažený statkovými hnojivy v organickominerálních variantách (proti variantám s průmyslovými hnojivy) v q/ha

Varianty hnojení	Přírůstek výnosu v q/ha			
	Hn		Kst	
	kořen	chrást	kořen	chrást
$N_1P_1K_1$	15,0	30,0	22,0	22,0
$N_2P_2K_2$	3,0	25,4	21,2	25,0
$N_3P_3K_3$	4,0	28,0	17,0	27,0
$N_4P_4K_4$	6,3	27,6	24,7	35,4

tvár konvexkonkávní křivky a přírůstek výnosu chrástu probíhá dokonce po parabole. Podobné závěry zjistil u cukrovky u jednotlivých živin také Novák (1960).

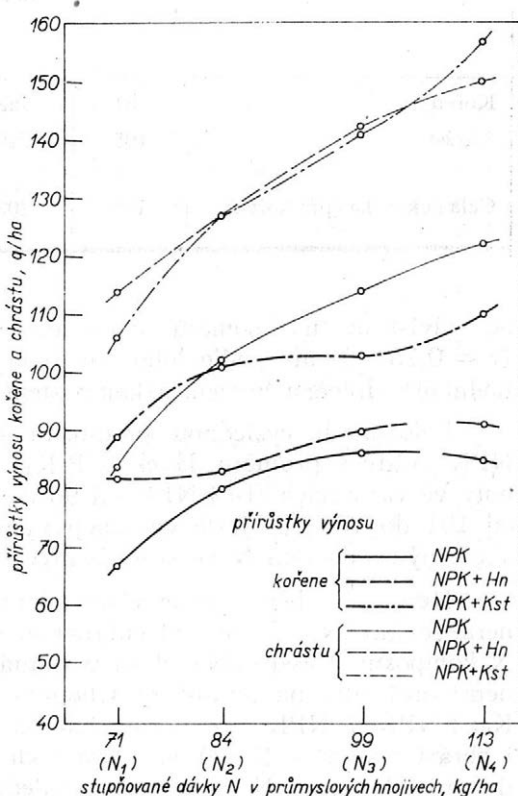
PRODUKČNÍ SCHOPNOST ODEBRANÉHO N CUKROVKOU

jako hlavní ukazatel efektivity hnojení jsme nehodnotili podle její průkazné negativní korelace na celkovém odběru N ($r = -0,97^{++}$) a na zvýšeném odběru N ($r = -0,82^{++}$), nebo podle její pozitivní statisticky význam-



3. Přírůstek výnosu kořene a chrástu cukrovky dosažené hnojem a kompostem v organickominerálních oproti minerálně hnojeným variantám (Ø 10 sklizní za období 1958—1965)

4. Přírůstek výnosu kořene a chrástu cukrovky dosažené stupňovanými dávkami dusíku (+PK) v průmyslových hnojivech ve variantách se statkovými hnojivy i bez statkových hnojiv (Ø 10 sklizní za období 1958—1965)



V. Přírůstek výnosu cukrovky dosažený průmyslovými hnojivy v organickominerálních variantách (proti variantám se statkovými hnojivy) v q/ha

Varianty hnojení	Přírůstek výnosu v q/ha			
	Hn		Kst	
	kořen	chrást	kořen	chrást
N ₁ P ₁ K ₁	36,0	67,0	48,0	72,0
N ₂ P ₂ K ₂	37,0	80,4	60,2	93,0
N ₃ P ₃ K ₃	44,0	95,0	62,0	107,0
N ₄ P ₄ K ₄	45,1	102,6	68,4	123,4

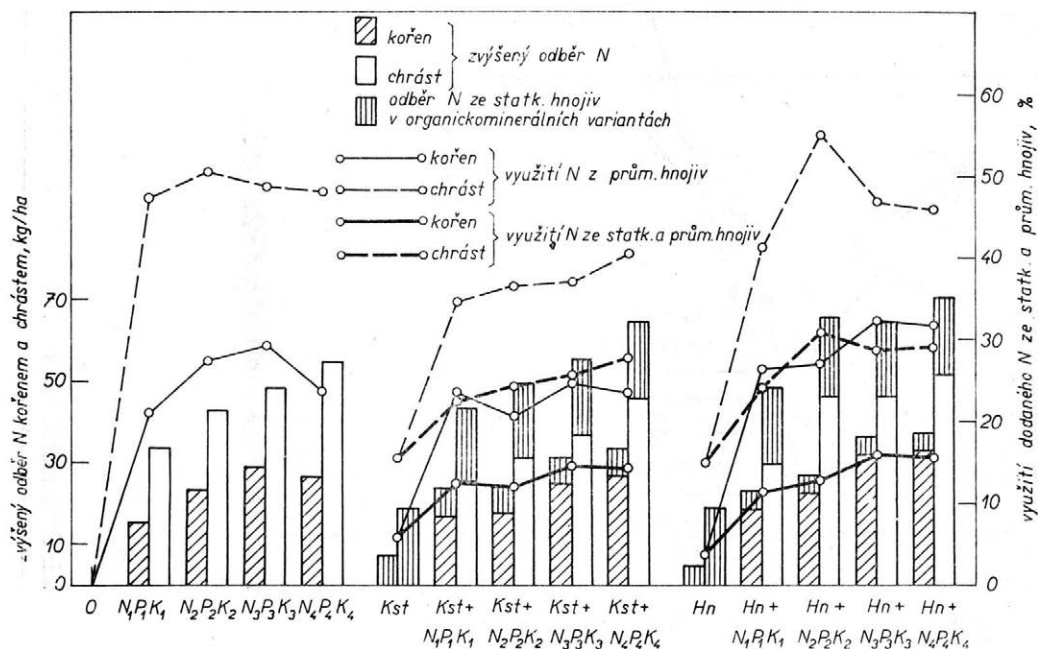
VI. Vliv statkových hnojiv na produkční schopnost odebraného N kořenem, chrástem a celou cukrovkou (pro výnos kořene) v kg/1 kg N

Sklizené produkty	Varianty hnojení					
	NPK		Hn + NPK		Kst + NPK	
	odběr N	produkční schopnost	odběr N	produkční schopnost	odběr N	produkční schopnost
	v kg					
Kořen	81	462	88	433	85	464
Chrást	105	249	122	237	112	256
Celá cukrovka (pro kořen)	186	202	210	182	197	204

né závislosti na poměru odebraného N : P₂O₅ ($r = 0,86^{++}$) a N : K₂O ($r = 0,78^{++}$), ale podle toho, jak byla produkční schopnost N ve své konečné hodnotě ovlivněna hnojem a kompostem (tabulka VI).

Položíme-li výslednou produkční schopnost odebraného N ve variantách NPK (vždy v průměru dávek N₁P₁K₁ – N₄P₄K₄) za 100 %, pohybují se hodnoty ve variantách Hn+NPK od 90 do 95 %, kdežto ve variantách Kst+NPK od 101 do 103 %. Ještě výrazněji vyniknou tyto výsledky, porovnáme-li je se skutečným odběrem N ve srovnávaných variantách.

Nejvyšší odběr N jsme vlivem hnoje zjistili ve variantách Hn+NPK. Mineralizovaný N z hnoje byl cukrovkou snadněji přijímán než organicky vázaný N kompostu. Vyšší odběr N ve variantách Hn+NPK (109–116 %) měl však nepříznivý vliv na produkční schopnost N, která byla nižší než ve variantách Kst+NPK i NPK. Ve variantách Kst+NPK odebrala celá cukrovka, kořen i chrást také více N než ve variantách NPK (105–107 %), ale s vyšší produkční schopností N, a to nejen vzhledem k variantám Hn+NPK, ale i NPK.



5. Zvýšený odběr a využití dodaného N kořenem a chrástem (oproti nehnojené kontrole) ve variantách NPK, Hn + NPK a Kst + NPK (Ø 10 sklizní za období 1958 až 1965)

U produkční schopnosti zvýšeného odběru N (proti kontrole) jsou tyto výsledky ještě přesvědčivější (tabulka VII). Nejvyšší přírůstek odběru N ve variantách Hn + NPK (131–138 %) byl i zde doprovázen nejnižší produkční schopností zvýšeného odběru N (80–86 %). Ve variantách Kst + NPK jsme naproti tomu i při vyšším odběru N (117–118 % ve srovnání s variantami NPK) dosáhli nejvyšší produkční schopnosti N (105–107 %), i když využití dodaného N bylo ve variantách Kst + NPK podstatně nižší [(zvýšený odběr 80 kg N: dodanými 211 kg N) $\times$ 100 = 38 %] než ve variantách NPK [(zvýšený odběr 68 kg N: dodanými 92 kg N) $\times$ 100 = 75 %] (graf 5).

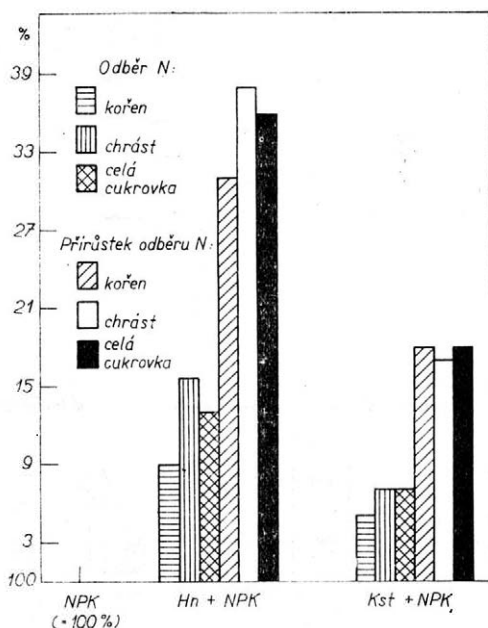
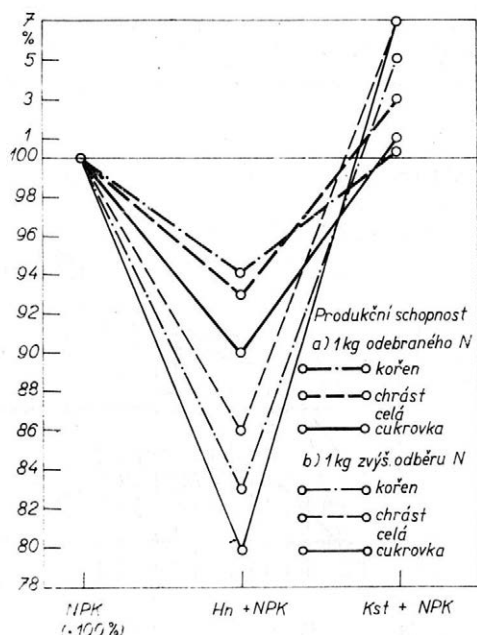
Využití dodaného N není tedy rozhodující pro konečný efekt hnojení. Při vyšším koeficientu využití dodaného N (75 %) jsme zjistili nižší produkční schopnost zvýšeného odběru N cukrovkou.

Můžeme tedy konstatovat, že jsme ve variantách Kst + NPK dosáhli i při vyšším odběru N než ve variantách NPK nejvyšší produkční schopnosti odebraného N jak u kořene, chrástu, tak i celé cukrovky (pro výnos kořene) (graf 6).

Se zvyšovanými dávkami N vzrůstá podíl odebraného N u chrástu na úkor kořene. Tento podíl je u zvýšeného odběru N větší než u odběru N. Z toho vyplývá i nižší produkční schopnost odebraného N u chrástu než u kořene. Vzrůst podílu odebraného N chrástem souvisí s vyšším využitím dodaného N chrástem než kořenem v důsledku vyššího výnosu chrástu na 1 q kořene ($r = 0,77^{++}$).

Také podle Boguslavského a Gierkeho (1962) rozhoduje výnos chrástu na 1 q kořene v poměru 1:0,58–0,94 o odběru N cukrovkou.

Hodnotíme-li v této souvislosti účinek statkových hnojiv, je podíl odběru N a zvláště zvýšeného odběru N v kořenu ve všech variantách s kompostem



6. Vliv statkových hnojiv na produkční schopnost 1 kg odebraného N a 1 kg zvýšeného odběru N (relativní hodnoty za období 1958—1965; produkční schopnost ve variantách NPK = 100 %)

7. Vliv statkových hnojiv na odběr N a přírůstek odběru N (relativní hodnoty za období 1958—1965; odběr a přírůstek odběru N ve variantách NPK = 100 %)

VII. Vliv statkových* hnojiv na produkční schopnost zvýšeného odběru N kořenem, chrástem a celou cukrovkou (pro výnos kořene) v kg/1 kg N

Sklizené produkty	Varianty hnojení					
	NPK		Hn + NPK		Kst + NPK	
	odběr N	produkční schopnost	odběr N	produkční schopnost	odběr N	produkční schopnost
	v kg					
Kořen	23	352	31	292	28	369
Chrást	45	237	62	217	53	253
Celá cukrovka (pro kořen)	68	119	93	95	81	127

(i + NPK) vždy vyšší než ve variantách s hnojem (tabulka VIII). Mineralizovaný N je ve variantách s hnojem intenzivněji využíván chrástem na úkor kořene než N organicky vázaný ve stabilizované organické hmotě kompostu.

VIII. Vliv hnoje a kompostu na podíl odebraného N u kořene a chrástu v % (celá cukrovka při sklizni = 100 %)

		Varianty hnojení			
		Hn	Kst	Hn + (N ₁ P ₁ K ₁ – N ₄ P ₄ K ₄)	Kst + (N ₁ P ₁ K ₁ – N ₄ P ₄ K ₄)
Odběr N (v %) kořen		44	45	42	43
	chrást	56	55	58	57
Zvýšený odběr N (v %) kořen		18	27	33	35
	chrást	82	73	67	65

IX. Vliv statkových hnojiv na ekonomickou účinnost nákladů na hnojení (výsledky za období 1958–1965)

	Varianty hnojení		
	NPK (N ₁ P ₁ K ₁ – N ₄ P ₄ K ₄)	Hn + NPK (N ₁ P ₁ K ₁ – N ₄ P ₄ K ₄)	Kst + NPK (N ₁ P ₁ K ₁ – N ₄ P ₄ K ₄)
Účinnost nákladů na hnojení	4,04 – 2,91 (100 %)	4,02 – 2,87 (99 %)	3,82 – 3,12 95 – 107 %

Vyšší podíl odběru i zvýšeného odběru N v chrástu je v úzké souvislosti s poměrně vyšším výnosem chrástu ve vztahu k výnosu kořene ve variantách s hnojem proti variantám s kompostem.

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST HNOJENÍ

Pro zhodnocení ekonomické efektivity hnojení jsme z hlavních ukazatelů použili ekonomickou účinnost nákladů na hnojení (tab. IX). Zjištěné hodnoty dokládají, že při nejnižší intenzitě minerálního hnojení (N₁P₁K₁) jsme ve zvýšení hrubé produkce hnojením dosáhli na 1 Kčs nákladů na hnojení ve variantách NPK 4,04 Kčs (100 %), kdežto v organickominerálních variantách s Hn 4,02 Kčs (99 %) a s Kst 3,82 Kčs (95 %). Se zvyšovanými dávkami průmyslových hnojiv klesá účinnost nákladů ve variantách NPK o 28 %, Hn+NPK o 29 % a Kst+NPK pouze o 18 %, takže 1 Kčs vynaložených nákladů na hnojení byla při nejvyšší intenzitě (N₄P₄K₄) zhodnocena ve variantách NPK 2,91 Kčs, Hn+NPK 2,87 Kčs a Kst+NPK 3,12 Kčs. I při stupňovaných dávkách průmyslových hnojiv zůstává mezi variantami NPK a Hn+NPK stále stejná relace: NPK = 100 %, Hn+NPK = 99 %, zatímco ve variantách Kst+NPK dochází ke zvýšení účinnosti nákladů na hnojení z 95 na 107 %. Ekonomická účinnost nákladů je při nejvyšší intenzitě hnojení nejlepší ve variantách Kst+NPK a i při o 35 % vyšších nákladech na výrobu kompostu nedosahuje hnůj jeho efektivity.

U cukrovky jsme těmito propočty zjistili pouze přímý vliv organického hnojení na některé produkční a ekonomické ukazatele. Pro zhodnocení celkové účinnosti

nosti statkových hnojiv v osevním postupu studujeme v dlouhodobém pokusu kromě přímého působení u cukrovky a brambor i následný účinek statkových hnojiv u obilnin a víceletých pícnin.

Za období 1956—1964 jsme při zpracování výsledků za I. rotaci osevního postupu prozatím zjistili, že koeficient ekonomické účinnosti nákladů na hnojení je v organickominerálních variantách s kompostem (114 %) v průměru o 14 % vyšší než ve stejných variantách s hnojem (100 %).

SOUHRN

V období 1958—1965 jsme při stupňované intenzitě minerálního hnojení u 10 sklizní cukrovky zjistili ve vlivu statkových hnojiv na sledované ukazatele značný rozdíl mezi hnojem a kompostem z chlévské mrvy a zeminy, resp. mezi snadno v půdě rozložitelnou organickou hmotou hnoje a stabilizovanou organickou hmotou kompostu (3,3 % v hnoji a 36,1 % v kompostu veškerého C v huminových kyselinách) a mezi mineralizovanými živinami hnoje a organicky vázanými živinami kompostu (36 % v hnoji a 1 % v kompostu minerálního N).

Při stejném ekvivalentním výchozím množství 300 q chlévské mrvy na 1 ha a při vyšších nákladech na výrobu kompostu (o 35 % proti hnoji) je při stupňované intenzitě hnojení účinek kompostu vyšší než účinek hnoje, a to jak u přírůstků výnosu kořene a chrástu, tak i produkční schopnosti odebraného N i ekonomické účinnosti nákladů na hnojení u cukrovky.

Kompost umožňuje neefektivnější využití průmyslových hnojiv a jeho vlivem má výnosová křivka největší stoupání. Brání luxusnímu uvolňování živin, reguluje příjem živin rostlinou, spclurozhoduje u efektivnějším zpracování živin v rostlinném metabolismu a při jeho použití jsme dosáhli se zvyšovanými dávkami průmyslových hnojiv nejvyšší ekonomické efektivity hnojení.

Došlo dne 26. 6. 1967

Literatura

1. ADAMS, S. N.: The effect of sodium and potassium fertilizer on the mineral composition of sugar beet. = „J. Agr. Sci.“, 56, 1961, 3: 383-389. — 2. ANDRĚLÍK, K. - URBAN, J.: Spotřeba živin u cukrovky v 1. roce vegetace a jejich vztah k cukru v kořenu. = „Cukrovarnické listy“ Praha 1906, 1907, 1908, 1909. — 3. ANSORGE, H.: Nährstoffaufnahme u. Nährstoffbilanzen im „Statischen Düngungsversuch“ Lauchstädt nach 60 jähriger Versuchsdauer. 1. Mitteilung: Stickstoff. = „Albrecht-Thaer-Archiv“ - B. 9, 1965, seš. 3: 221-242. — 4. ANSORGE, H.: Nährstoffaufnahme und Nährstoffbilanzen im „Statischen Düngungsversuch“ Lauchstädt nach 60jährigen Versuchsdauer. 2. Mitteilung: Phosphorsäure. = „Thaer-Archiv“ 9, 1964, 7: 631-650. — 5. ANSORGE, H.: Nährstoffaufnahme und Nährstoffbilanzen im „Statischen Düngungsversuch“ Lauchstädt nach 60jähriger Versuchsdauer. 3. Mitteilung: Kali. = „Albrecht-Thaer-Archiv“, B. 10, 1966, seš. 3: 259-277. — 6. ASLANJAN, V. E.: Vlijanije udobrenij na urožaj svjokly. Min. s. ch. Arm. SSR. = „Izvestija - sel. n.“, 4, 1961, č. 7-8: 47-58. — 7. BADER, B.: Phosphate sichern die Erträge und steigern die Qualität! = „Mitt. Dt. Landwges.“, 80, 1965, 15: 662-664. — 8. BASIBEKOV, B. S.: Vlijanije različnych norm udobrenij i vodosnabženija rastenij na postuplenije fosfora v sacharnuju svjoklu. = „Vestnik s. ch. nauki“, 1964, 12: 8-13. — 9. BIRKE, J.: Zeitreihenuntersuchung über den Einfluß verschiedener agrotechnischer Maßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Zuckerrüben- und Maisblättern. = „Albrecht-Thaer-Archiv“ 10, 1966, 3: 239-258. — 10. BOGUSLAVSKI, E. von - VÖMEL, A. - REICHEL, G.: Nährstoffverhältnis in der Düngung und Ertragsbildung. = „Z. f. Acker- und Pflanzenbau“ 97, 1954, 3: 267-298. — 11. BOGUSLAVSKI, E. - GIERKE, K.: Neue Untersuchungen über den Nährstoffentzug verschiedener Kulturpflanzen. = „Bodenkultur“ 13, 1962, 3/4: 226-252. — 12. BOUCHNER, A.: Neue Wege der

Düngung im Intensivbetrieb. Frankfurt/main, DLG-Verlag, sv. 46, 1964, 94 s ÚZLK D 51.505. — 13. BOUGY, E.: Recherches sur le „collets“ de betteraves sucrières en seconde année de végétation. = „Industr. alim. agr.“, 77, 1960, 5: 393-396. — 14. CZAPEK, F.: Biochemie der Pflanzen. Jena 1905. — 15. DUCHON, F.: Biologické základy zákonů o přibývajících a ubývajících výtečcích půdních a zákona o hospodářské zastupitelnosti vegetačních faktorů (živin rostlinných). = „Sborník ČAZ“, XV, 1940, 3: 169-192. — 16. DUCHON, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských, Praha 1948. — 17. GARZ, J.: Untersuchungen über den Phosphathaushalt der Zuckerrübenpflanzen. Phosphorsäure, 21, 1961, 3-4: 200-211. — 18. GERICKE, S.: 1945 - Bodenkunde u. Pflanzenernährung. 36, 53, cit. BAIER: „Vliv zásoby živin na výnosy obilnin 1963“ (kandidátská práce). — 19. GIERKE, K. von: Nährstoffentzug und Nährstoffverhältnis bei verschiedenen Kulturpflanzen. Diss. Giessen 1957. — 20. GOROBČENKO, A. P.: Normy i sootnošenija pitatělných vėščestv v osnovnom udobreniji. Sach. svjokla, 1961, 8: 19-20. — 21. GOROBČENKO, A. P. - ŽEMELA, G. P.: Vlijanije vidov i norm udobrenij na urožaj i kačestvo sacharnoj svjokly i zerna ozimoj pšenicy. Kyjev, Chimija v sveklovodstve, 1964, str. 85-88, ÚZLK D 50.774. — 22. GREBINSKIJ, S. O.: O zavisimosti urožaja kukuruzy i sacharnoj svjokly ot soďeržanija v ich listjach azota, fosfora i kalija. = „Agrochimija“, 1964, 5: 137-139. — 23. GROMOVA, Je. N.: 1962 - Vlijanije različnych norm organičeskich i miněralnych udobrenij na urožaj sacharnoj svjokly. Kijev, Izd. UASChN, Osnovnyje vyvody naučno-issled. rabot za 1959-1960 gg., str. 195-197, ÚZLK C 14.179. — 24. GROOTENHUIS, J. A.: Organische bemesting en stickstoffbehoefte van suikerbieten. = „Landbouwk. onderzoekingen in de Noordoostpolder“, 1961, 53-61. — 25. HOMES, M. V.: 1952 - The Determination of Plant Nutrition Requirements. Ebenda 288. — 26. JEKIČ, M.: Die Wirkung der Phosphatdünger auf den Ertrag verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen. = „Phosphorsäure“, 1960, 20: 208-212. — 27. JUNG, F.: Feldversuche mit steigenden Phosphatgaben und unterschiedlicher Streuzeit. = „Phosphorsäure“, 1965, 25, č. 3-4: 173-186. — 28. KOLÁŘIK, J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. Praha 1959. — 29. KRÜGER, W. - WIMMER, G.: Der Nährstoffbedarf der Zuckerrübe. = „Mitteilung der Anhaltischen Versuchsstation“. Bernburg 60, 1, 1927. — 30. LÖBL, F. - NOVÁK, B.: Vliv organického hnojení na výnosy plodin v různých klimatických a půdních podmínkách. = „Rostlinná výroba“ 11, 1965, 4: 397-408. — 31. MITSCHERLICH, E. A.: Ertragsgesetze. Halle 1948. — 32. NEHRING, K. - SCHIEMANN, R.: Beiträge zur Kenntnis der Vorgänge bei der Rotte von Stallmist und Komposten sowie zur Kenntnis der Huminsäuren. = „Z. f. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenkunde“ 57: 97 u. 193, 1952. — 33. NEHRING, K. - WIESEMÜLLER, W.: Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Humusdüngemittel auf Pflanzenertrag und Boden. = „Z. f. landwirtschaftl. Versuchs-u. Untersuchungswesen“ 10, 1964, 3: 233-261. — 34. NOVÁK, B.: Relativní působení statkových a minerálních hnojiv na výnosy cukrovky. = „Rostlinná výroba“ 5, 1960, 1: 57-70. — 35. PHILIPP, J.: Ergebnisse eines dreijährigen PK-Streuzeitendüngungsversuches zu Zuckerrüben 1959-61. = „Zuckerrübe“, 11, 1962, 5: 13-14. — 36. REMY, Th. - DEICHMANN, E.: Der Verlauf der Nahrungsaufnahme und des Düngerbedürfnisses der Kulturgewächse. = „Die Ernährung der Pflanze“, XXVII, 1931, 14: 301-317. — 37. SINE: Sovmestnoje primeněnije miněralnych udobrenij i navoza. = „Sach. svj.“, 10, 1965, 9: 33-34. — 38. STOKLASA, J. - MATOUŠEK, A.: Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Jena 1916. — 39. STOKLASA, J. - MATOUŠEK, A.: Výživa řepy cukrové. MZ Praha 1924. — 40. STRNAD, P.: Hnojení cukrovky v soustavě ostatních agrotechnických opatření. Zemědělec XVI, 10, 1967. — 41. ŠKARDA, M.: 1963a — Vliv statkových hnojiv na výnosy plodin v osevním postupu. = „Rostlinná výroba“ 9, 1963 a, 3-4: 253-270. — 42. ŠKARDA, M.: 1963b — Působení statkových hnojiv na výrobnost osevního postupu. = „Rostlinná výroba“ 9, 1963b, 11: 1173-1192. — 43. ŠKARDA, M.: Vliv organického hnojení na využití živin z průmyslových hnojiv. = „Věd. práce výzk. ústavů zemědělských“ 10, 1966: 111-124. — 44. ŠKARDA, M.: Vliv hnojení na bilanci draslíku v půdě. = „Rostlinná výroba“ 13, 1967, 3: 271-284.

Влияние навоза и компоста на урожай и продуктивную способность отобранного азота у сахарной свеклы при дифференцированной интенсивности минерального удобрения

В период 1958—1965 гг. при дифференцированной интенсивности минерального удобрения у 10 урожаев сахарной свеклы в действии местных удобрений на изучаемые показатели было установлено значительное различие между навозом и компостом из свежего навоза

с землей или же между легко разложимой в почве органической массой навоза и стабилизированной органической массой компоста (3,3 % в навозе и 36,1 % в компосте общего С в гуминовых кислотах), а также между минерализованными действующими веществами навоза и органически связанными действующими веществами компоста (36 % в навозе и 1 % в компосте минерального азота).

При одинаковом эквивалентном исходном количестве 300 ц свежего навоза на 1 га и при повышенных расходах на производство компоста (на 35 % по сравнению с навозом) при дифференцированной интенсивности удобрения действие компоста выше, чем действие навоза, причем как в смысле повышения урожая корней и ботвы, так и продуктивной способности отобранного азота и экономической эффективности расходов на удобрение у сахарной свеклы.

Компост дает возможность наиболее эффективно использовать минеральные удобрения, в результате чего кривая урожая быстро растет. Компост препятствует быстрому освобождению питательных веществ, регулирует прием питательных веществ растением, участвует в решении относительно более эффективной переработки питательных веществ в растительном метаболизме; при его применении с повышенными дозами минеральных удобрений была достигнута максимальная экономическая эффективность удобрения.

Текст к графикам

1. Влияние основного почвенного плодородия и удобрения на урожай корня сахарной свеклы (ц/га). Среднее 10 урожаев за период 1958/1965 гг. Местные удобрения, основное почвенное плодородие
2. Влияние основного почвенного плодородия и удобрения на урожай ботвы сахарной свеклы (ц/га). Среднее 10 урожаев за период 1958/1965 гг.
3. Прибавка урожая корней и ботвы сахарной свеклы, полученная в результате внесения навоза и компоста в органо-минеральных вариантах по сравнению с минеральными вариантами (среднее 10 урожаев за период 1958/1965 гг.)
4. Прибавка урожая корня и ботвы сахарной свеклы, полученная в результате внесения дифференцированных доз азота (+РК) в минеральных удобрениях в вариантах с местными удобрениями и без местных удобрений (среднее 10 урожаев за период 1958/1965 гг.)
5. Повышенный отбор и использование внесенного азота корнем и ботвой (по сравнению с неудобренным контролем) в вариантах NPK, Nn + NPK и Kst + NPK (среднее 10 урожаев за период 1958/1965 гг.)
6. Влияние местного удобрения на продуктивную способность 1 кг отобранного азота и 1 кг повышенного отбора азота (относительные значения за период 1958/1965 гг.); продуктивная способность в вариантах NPK = 100 %)
7. Влияние местных удобрений на отбор азота и прибавка отбора азота (относительные значения за период 1958/1965 гг.; отбор и прибавка отбора азота в вариантах NPK = 100 %)

Текст к таблицам

- I. Местные удобрения (SH) — эквивалентная доза 300 ц/га свежего навоза
- II. Минеральные удобрения
- III. Прибавки урожая корней и ботвы в ц/га (среднее 10 урожаев сахарной свеклы за период 1958/1965 гг.)
- IV. Прибавка урожая сахарной свеклы, полученная благодаря местным удобрениям в органо-минеральных вариантах (по сравнению с вариантами с минеральными удобрениями) в ц/га
- V. Прибавка урожая сахарной свеклы, полученная в результате применения минеральных удобрений в органо-минеральных вариантах (по сравнению с вариантами с местными удобрениями) в ц/га
- VI. Влияние местных удобрений на продуктивную способность отобранного азота корнем, ботвой и всей свеклой (для урожая корня) в кг/1 кг азота
- VII. Влияние местных удобрений на продуктивную способность повышенного отбора азота корнем, ботвой и всей свеклой (для урожая корня) в кг/1 кг азота
- VIII. Влияние навоза и компоста на долю отобранного азота у корня и ботвы в % (вся свекла при уборке = 100 %)
- IX. Влияние местных удобрений на экономическую эффективность расходов, связанных с удобрением (результаты за период 1958—1965 гг.)

The Influence of Manure and Compost on the Yields and on the Production Capacity of Extracted N in Sugar-beet in the Case of a Gradated Intensity of Mineral Fertilizing

In the case of a gradated intensity of mineral fertilization applied in the years 1958—1965 to 10 harvests of sugar-beet we found, as regards the influence of FYM on the examined indices, a considerable difference between manure and compost of FYM and earth, i. e. between the organic substance of manure that is easily decomposable in soil and the stabilized organic substance of compost (3.3 per cent in manure and 36.1 per cent in compost of all C in humic acids) and between the mineralized nutrients of manure and the organically bound nutrients of compost (36 per cent of mineral N in manure and 1 per cent in compost).

In the case of the same equivalent original quantity of 30 tons of FYM per 1 hectare and in the case of higher costs of the production of compost (by 35 per cent compared with manure) the effect of compost in the case of a gradated intensity of manuring is higher than is the effect of manure, and that both with regard to the increasing of yields of roots and tops and with regard to the production capacity of the extracted N and to the economic effectiveness of fertilizing of sugar-beet.

Compost makes possible a most effective utilization of synthetic fertilizers and influenced by it, the yield curve shows the highest rise. It prevents a luxurious release of nutrients, it regulates the intake of nutrients by the plant, and it participates in the resulting more effective conversion of nutrients in the plant metabolism. With its application together with increased doses of synthetic fertilizers we attained the highest economic effectiveness of fertilizing.

Text to the tables

- I. Farmyard manure (SH) — an equivalent dose of 30 tons of dung per hectare
- II. Synthetic fertilizers
- III. Increases of yields of roots and tops in 0.1 tons per hectare (average of 10 harvests of sugar-beet in the period of 1958/1965)
- IV. Increase of sugar-beet yield obtained by means of FYM in organico-mineral variants (compared with variants with synthetic fertilizers) in 0.1 tons per hectare
- V. Increase of sugar-beet yield obtained with synthetic fertilizers in organico-mineral variants (compared with variants with FYM) in 0.1 tons per hectare
- VI. The influence of FYM on the production capacity of N extracted by the root, by the top, and by the whole sugar-beet (for the root yield) in kg per 1 kg of N
- VII. The influence of FYM on the production capacity of the increased intake of N by the root, by the tops, and by the whole sugar-beet (for the root yield) in kg per 1 kg of N
- VIII. The influence of dung and of compost on the share of the extracted N in the root and in the top in % (the whole sugar-beet at the harvesting = 100 per cent)
- IX. The influence of FYM on the economic effectiveness of costs of fertilizing (results obtained for the period 1958—1965)

Text to the graphs

1. The influence of the basic soil fertility and of fertilizing on the yields of sugar-beet roots (0.1 tons per hectare). Average of 10 harvests in the period 1958/1965. SH = farmyard manure, ZPŮ = basic soil fertility
2. The influence of the basic soil fertility and of fertilizing on the yield of sugar-beet tops (0.1 tons per hectare). Average of 10 harvests in the period 1958/1965.
3. Increases of yields of sugar-beet roots and tops obtained by means of dung and compost in organico-mineral variants compared with variants with mineral fertilization (average of 10 harvests in the period 1958/1965)
4. Increases of yields of sugar-beet roots and tops obtained by means of gradated doses of nitrogen (+PH) in synthetic fertilizers in variants with FYM and without FYM (average of 10 harvests in the period 1958/1965)

5. Increased intake and conversion of supplied N by the roots and tops (compared with the non-fertilized control) in the NPK, Hn + NPK, and Kst + NPK variants (average of 10 harvests in the period 1958—1965)
6. The influence of FYM on the production capacity of 1 kg of extracted N and of increased extraction of N (relative values for the period 1958—1965, production capacity in the NPK variants = 100 per cent)
7. The influence of FYM on the intake of N and on a rising of the intake of N (relative values for the period 1958—1965; intake and increase of intake of N in the NPK variants = 100 per cent)

Adresa autora:

Ing. Milan Š k a r d a, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

■ Agrochemické vlastnosti půd procházejí podle Neubergera (1966) obdobím intenzifikace, které je dáno celkovým intenzifikačním zaměřením našeho zemědělství. Toto období je charakterizováno aplikací zvyšovaných dávek průmyslových hnojiv, které umožní postupný přechod od půd hladových, tj. půd s velmi nízkou hladinou živin v porovnání s požadavky pěstovaných kultur, k půdám nasyceným, které budou schopny bez přihnojení na počátku vegetace zajistit dostatek živin pro dosažení takové sklizně, kterou umožňují ostatní faktory. Dostaneme se tak postupně z hlediska agrochemického do období vrcholící intenzifikace, kdy nebude nadále limitujícím faktorem výnosů hladina hlavních živin v půdě, ale uplatní se dominantní vliv ostatních ekologických faktorů, které tvoří vzhledem k výši výnosů tzv. ekologický strop. Další zvyšování hladiny živin v půdě by pak nebylo účelné, neboť daný ekologický strop zabraňuje stoupnutí výnosů; nadměrné zvyšování hladiny bez současného zlepšení ekologického stropu by mohlo být škodlivé.

Postupným dodáváním dalších a dalších živin v průmyslových hnojivech a zlepšováním ostatních agrochemických vlastností půd v průběhu intenzifikačního období se tedy bude zásoba živin v půdě zvyšovat, až dosáhne rovnovážného stavu s ostatními ekologickými faktory. V tomto období vrcholící intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy je nutno počítat se změnami v zákonitostech výživy rostlin (Neuberger 1966), které se projeví prakticky v dávkování živin i ve způsobech aplikace hnojiv. Bude se jednat zejména o udržení dosažené hladiny živin a celkového stavu agrochemických vlastností půd, o zvýšení stávajícího ekologického stropu obecným úsilím o zlepšení pěstitelských podmínek a podle toho též o regulaci dávek živin.

Doposud bylo možno zařadit většinu našich půd do skupiny půd hladových, i když v celostátním rozsahu je v úrodnosti půd v ČSSR značná rozmanitost. Z hlediska agrochemických vlastností orníc to potvrzují výsledky agrochemického zkoušení půd (Němec 1963), které svědčí o podstatných rozdílech nejen v jednotlivých okresech, ale i v katastroch zemědělských závodů. Na většině stanovišť jsou však hladiny rostlinných živin nebo jiné agrochemické vlastnosti půd faktorem, u kterého lze předpokládat možnosti intenzifikace a tím i stupňování výnosů plodin, neboť obecný ekologický strop skýtá doposud nevyužitě možnosti (Němec, Mazanec 1967).

Při praktickém řízení průběhu intenzifikačního procesu se však naskýtá důležitá otázka, jak poznáme v konkrétních případech fázi intenzifikačního procesu, ve kterém je daná půda. Nejspolehlivější kontrolou by jistě byly polní

hnojařské pokusy, které mají však svoje nevýhody, zvláště velkou pracnost (D u - c h o ň 1959). Pro praktické potřeby ve velkém rozsahu je třeba daleko jednoduššího a expeditivnějšího prostředku, kterým se může stát agrochemické zkoušení půd.

Na možnosti využít agrochemického zkoušení půd jako pomůcky pro kontrolu úrodnosti půd v celém komplexu upozorňuje B e r g m a n n (1965). Zdůrazňuje, že význam agrochemického zkoušení půd pro určování dávek živin k jednotlivým plodnám dostává při stoupající intenzitě hnojení stále podružnější charakter a hlavní poslání agrochemického zkoušení spatřuje ve využití jako ukazatele celkového stavu hospodaření s půdou z hlediska jejích agrochemických vlastností. Pomocí agrochemického zkoušení půd má být v půdě vytvořena tak vysoká hladina živin, aby se s přihlédnutím na místní poměry zabezpečilo pěstování i těch nejnáročnějších plodin a zajistil se v nich obsah minerálních látek, potřebný pro výživu lidí i zvířat. Z tohoto hlediska byla v NDR propracována i nová kritéria pro hodnocení živin v půdě nikoli podle stupně zásobenosti půdy, ale jako obsah malý, střední — minimálně žádoucí a vysoký, což vystihuje daleko lépe nové pojetí.

Podobná hlediska nebyla v ČSSR doposud propracována a bude nutno vynaložit značné úsilí, aby se získaly podklady pro praktické hodnocení půdních stanovišť pro určení, v jaké fázi intenzifikačního procesu se nalézají. Jedná se např. o stanovení, zda jsou doposud ve fázi hladových půd, nebo zda již intenzifikačním procesem prošly a je možná úprava dávek průmyslových hnojiv, popřípadě o hledání jiných agrochemických faktorů, které doposud nedosáhly ekologického stropu v případech, kdy by se nedosahovalo odpovídajících výnosů.

Jsou však k dispozici podklady pro posouzení, jaké jsou v ČSSR podmínky intenzifikačního procesu, aby bylo možno odhadovat, jakým způsobem bude pravděpodobně probíhat. V minulém roce byl ukončen II. cyklus agrochemického zkoušení půd, který proběhl v letech 1961—1965 a navazoval na I. cyklus 1956—1960. Metodiky byly v obou cyklech v podstatě stejné, takže výsledky je možno vzájemně srovnávat, a to zejména z hlediska současného stavu agrochemických vlastností orníc a vývoje jejich změn, z čehož lze usuzovat na průběh intenzifikačního procesu do budoucna.

VYHODNOCENÍ STAVU AGROCHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ ORNIC

V průběhu II. cyklu agrochemického zkoušení půd bylo prozkoumáno celkem 6 642 531 ha zemědělské půdy, což představuje celou výměru obhospodařovanou socialistickými zemědělskými závody. Výsledky jsou dostatečně reprezentativní, neboť síť odběru půdních vzorků byla velmi podrobná; jeden průměrný vzorek byl odebrán průměrně z výměry 3 ha.

Při rozbořech půd v ÚKZÚZ byly stanovovány tyto základní agrochemické vlastnosti:

1. Obsah uhličitánu vápenatého se stanovil manometrickou metodou.
2. Půdní reakce — stanovila se jako výměnná reakce potenciometricky na Laník-Janičkové přístroji v suspenzi půdy v roztoku chloridu draselného.
3. Potřeba vápnění — stanovila se potenciometrickou titrací půdní suspenze hydroxidem sodným podle Goy-Rosse.
4. Obsah přijatelné kyseliny fosforečné se stanovil podle Egnéra — fotokolorimetricky ve výluhu laktátem vápenatým.
5. Obsah přijatelného drasla se stanovil podle Schachtschabela plamenometricky ve výluhu šťovánem a octanem amonným.

Jako doplňující stanovení byl určován makroskopicky půdní druh potřebný pro vyhodnocení zásobenosti půd přijatelnou kyselinou fosforečnou.

Pro hodnocení výsledků agrochemických rozborů půd byla použita kritéria, která jsou v podstatě shodná s kritérii použitými při hodnocení I. cyklu (Němec 1963).

Výsledky rozborů byly využity hlavně v zemědělských závodech při sestavování plánů hnojení, mimo to byly statisticky vyhodnocovány, aby mohly být vypracovány agrochemické charakteristiky pro jednotlivé zemědělské závody, okresy a kraje. Tyto charakteristiky vyjadřují podíly půd, které spadají do určité kategorie agrochemické vlastnosti. Na rozdíl od prvního cyklu zkoušení půd byly zvláště vyhodnoceny agrochemické charakteristiky pro zemědělskou půdu, ornou půdu a pro travní porosty.

Základní podklady pro hodnocení výsledků jsou uvedeny v tabulce I pro půdní reakci a potřebu vápnění a tabulce II pro zásobu přijatelné P_2O_5 a K_2O .

Z údajů o podílu zemědělské půdy s obsahem $CaCO_3$ nad 0,3 % vyplývá, že pouze malá část půd (celostátně 17,1 %) má dostatečnou zásobu vápníku a nevyžaduje proto vápnění. Dostatečně zásobené půdy se prakticky nevyskytují v kraji Jihočeském (0,2 %), Západočeském (1,2 %) a velmi málo v kraji Severomoravském (2,9 %). Nejvyšší podíl půd s dostatečným obsahem $CaCO_3$ je v kraji Západoslovenském (42,7 %), Jihomoravském (27,0 %), Středočeském a Severočeském (21,8 %). V ostatních krajích se podíl těchto půd pohybuje okolo 10 %.

Podíl půd kyselých činí celostátně 27,5 %, slabě kyselých 32,2 %, neutrálních 23,4 % a zásaditých 16,9 %. Převažují tedy půdy kyselé a slabě kyselé, které dohromady tvoří 59,7 %. Největší podíl kyselých půd je v kraji Jihočeském (92,8 %), Západočeském (91,7 %) a Východoslovenském (71,2 %), naproti tomu zásadité půdy jsou nejvíce zastoupeny v kraji Západoslovenském (51,7 %) a Středočeském (24,1 %). Podíl alkalických půd nelze mimo extrémní případy považovat za nepříznivý pro zemědělské účely, neboť těchto půd se dá za předpokladu vhodné volby plodin vhodně využít. Totéž platí o půdách slabě kyselých, na kterých jsou v bramborářské oblasti dosahovány u některých plodin stejné výnosy jako na půdách neutrálních v řepářské oblasti. Nejzávažnějším poznatkem, ze kterého bude nutné vyvodit důsledky, je poměrně vysoký podíl silně kyselých půd, který v některých okresech a krajích (Jihočeský, Západočeský) činí přes 50 % výměry zemědělské půdy.

V souladu s obsahem $CaCO_3$ a charakteristikou půdní reakce je potřeba vápnění. Největší podíl půd, které nepotřebují vápnění, je v kraji Západoslovenském (67,1 %) a Severočeském (33,8 %), na druhé straně potřeba nejintenzivnějšího vápnění je v kraji Jihočeském, Západočeském a Východoslovenském.

Velmi nepříznivý je stav zásobenosti půd přijatelným fosforem. S výjimkou jediného kraje — Severočeského — převažují půdy s malou zásobou této živiny. Jsou to zejména kraje Jihočeský, Východoslovenský, Západočeský, Středoslovenský, Severomoravský a Východočeský, kde podíl málo zásobených půd přesahuje 90 % nebo se této hodnotě velmi přibližuje. Podíl půd s dobrou zásobou přijatelného fosforu je velmi nízký (1,6—17,8 %), pouze v kraji Severočeském dosahuje 37,2 %.

Podstatně lepší situace je v zásobenosti půd přijatelným draslem. Celostátně je půd s malou zásobou této živiny 44,9 %, se střední 36,3 % a s dobrou 18,8 %. Podíly půd s malou zásobou přijatelného drasla jsou podstatně menší než tomu bylo u fosforu a pouze ve dvou krajích — Severomoravském a Středoslovenském — přesahují 50 %. Naproti tomu podíly půd s dobrou zásobou jsou větší a pohybují se okolo 20 %, pouze v kraji Severomoravském, Západoslovenském a Středoslovenském nedosahují 15 %.

Agrochemické vlastnosti půd mají, jak se ukázalo při společném hodnocení s výsledky půdoznaleckého průzkumu, vztah ke geologickému podkladu půd, ke klimatickým podmínkám, ke stupni zkulturnění apod. Tyto vztahy se odrážejí ve velmi rozdílných hodnotách agrochemických vlastností v jednotlivých výrobních oblastech (tab. III). Podíl zemědělské půdy s obsahem uhlíkatu vápenatého nad 0,3 % je zřetelně nejvyšší v oblasti kukuřičné (54,8 %) a řepářské (36,6 %), naproti tomu v bramborářské oblasti je velmi nízký (0,8 %). V horské oblasti je tento podíl vyšší (6,1 %) vlivem lokalit s podkladem dolomitického vápence. Obdobně je tomu u půdní reakce. V kukuřičné a řepářské oblasti podstatně převažují podíly půd neutrálních a alkalických, zatímco v oblastech bramborářské a horské spadají téměř všechny půdy do kategorie půd kyselých a slabě kyselých. To se odráží v rozdílném zastoupení půd s velkou a střední potřebou vápnění, která v kukuřičné a řepářské oblasti činí přibližně 10 %, zatímco v bramborářské a horské více než 50 %. Velmi zřetelný je i rozdíl v zásobenosti půd přijatelným fosforem. V oblasti kukuřičné a řepářské je podíl půd s malou zásobou poměrně příznivý a nedosahuje 50 %, naopak v oblasti horské a bramborářské činí 90 % všech půd.

Jedinou agrochemickou vlastností, která není zjevně ovlivněna souborem faktorů charakteristických pro jednotlivé výrobní oblasti, je zásoba přijatelného drasla. U této živiny jsou podíly jednotlivých kategorií zásobenosti téměř stejné. Ve všech oblastech se podíl málo zásobených půd pohybuje okolo 50 % a dobře zásobených půd okolo 20 %.

Agrochemické charakteristiky zemědělské půdy jsou do značné míry ovlivněny agrochemickými vlastnostmi půd s travními porosty. Jak je zřejmé z údajů v tabulce I a II, je stav všech agrochemických vlastností půd u travních porostů podstatně horší než u půd orných, které jsou pravidelně obdělávány a hnojeny. V rámci ČSSR je podíl silně kyselých půd u travních porostů o 20,5 % vyšší než u orné půdy. Největší podíly jsou v kraji Západočeském a Jihočeském, kde činí 64,5 % a 61,3 % z celé výměry travních porostů. Nejmenší výskyt silně kyselých půd u travních porostů je v kraji Západoslovenském (9,6 %) a Středočeském (26,1 %), v ostatních krajích se podíl těchto půd pohybuje okolo 40 %. Největší rozdíl mezi stavem půdní reakce na orné půdě a na půdě travních porostů je v kraji Severočeském, Jihomoravském a Východoslovenském. Tento stav se odráží i ve vyšších podílech půd s travními porosty, které vyžadují velké a střední dávky vápenatých hnojiv.

Velmi nepříznivá je u travních porostů zásoba přijatelných živin, zejména fosforu. Podíl těchto půd málo zásobených fosforem činí u kraje Jihočeského, Západočeského, Východoslovenského, Severomoravského, Středoslovenského a Východoslovenského 90 % a více. V ostatních krajích neklesá tento podíl pod 75 %. Celostátně je podíl této kategorie půd proti orné půdě vyšší o 19 %.

Příznivější je stav zásobenosti půd s travními porosty přijatelným draslem, i když i v tomto případě je podíl nedostatečně zásobených půd proti orné půdě vyšší o 21,4 %. Největší podíl travních porostů málo zásobených touto živinou je v kraji Středočeském (69,9 %), v krajích Jihomoravském, Severomoravském, Západoslovenském a Středoslovenském se pohybuje okolo 65 %, v ostatních krajích činí přibližně 60 %.

Ze všech ukazatelů vyplývá, že stav jednotlivých agrochemických vlastností půd s travními porosty je podstatně horší než u orné půdy, což je jednou z příčin nižší produktivnosti jak po stránce výnosové, tak po stránce kvality píce.

Z rozboru současného stavu agrochemických vlastností půd vyplývá, že je nutné předně počítat s velice nerovnoměrným průběhem intenzifikačního procesu. Tato nerovnoměrnost vyplývá z velké rozmanitosti půdních stanovišť, která se projevuje nejen mezi oblastmi nebo jinými většími půdními celky, ale ve velkém počtu případů i v agrochemických vlastnostech orníc na jednotlivých honech jednoho zemědělského závodu. Bude proto nutné posuzovat vývoj agrochemických vlastností individuálně podle daných podmínek půdních stanovišť a vypracovat podle nich diferencované postupy pro praktické řízení intenzifikačního procesu. Z těchto důvodů lze rovněž předpokládat, že fáze vrcholící intenzifikace bude v ČSSR dosaženo ve velmi širokém časovém rozpětí, neboť rozdílnost v půdních podmínkách se z tohoto hlediska dále prohloubí rozdíly v intenzitě hnojení, způsobu hospodaření apod. Obecně se dále jeví, že hlavním problémem intenzifikačního procesu v ČSSR bude dosažení optimální půdní reakce jako předpokladu pro účinnost rostlinných živin, ze kterých bude nejočekavější otázkou zvýšení hladiny přijatelného fosforu v půdě. V jednotlivých případech se však vyskytnou další problémy, které budou mít lokálně zásadní význam. Je to předně alkalická půdní reakce zejména u zasolených půd a zvyšování hladiny přijatelného drasla, která není v řadě případů na žádoucí úrovni. Neméně důležitým problémem bude vyrovnaní intenzifikačního procesu na orné půdě a u travních porostů, kde jsou výchozí podmínky podstatně horší; lze proto očekávat, že u travních porostů bude dosaženo období vrcholící intenzifikace značně později než u orné půdy.

ROZBOR DOSAVIDNÍHO VÝVOJE INTENZIFIKAČNÍHO PROCESU

V ČSSR byla zemědělská půda přezkoušena dvakrát, a to v letech 1956 až 1960 a 1961–1965. Statistické zhodnocení obou cyklů je uvedeno podle administrativních celků v tabulce IV a podle výrobních oblastí v tabulce V. Procentické zastoupení neutrálních a zásaditých půd je uvedeno jednou hodnotou, neboť hraniční číslo pH mezi neutrální a alkalickou půdní reakcí se v uvedených obdobích liší. Porovnání statistických údajů z obou cyklů ukazuje, že v období pěti let došlo k určitým změnám, i když nejsou příliš výrazné. U půdní reakce

I. Výsledky II. cyklu soustavného agrochemického zkoušení půd v ČSSR (1961–1965).
Stav půdní reakce a potřeby vápnění

Kraj		Podíl půdy s obsahem CaCO ₃ nad 0,3%	Půdní reakce				Potřeba vápnění			
			kyselá	slabě kyselá	neu- trální	zásaditá	velká	střední	malá	žádná
Středočeský	o	22,9	12,6	26,6	35,5	25,3	1,7	21,8	52,1	24,4
	tp	10,4	26,1	40,2	22,8	10,9	4,8	43,5	40,3	11,4
	z	21,8	13,8	27,8	34,3	24,1	1,9	23,8	51,1	23,2
Jihočeský	o	0,1	50,8	41,5	7,3	0,4	7,4	64,6	27,7	0,3
	tp	0,2	61,3	33,0	5,3	0,4	18,9	63,7	17,2	0,2
	z	0,2	53,8	39,0	6,8	0,4	10,7	64,3	24,7	0,3
Západočeský	o	1,2	55,3	35,6	8,3	0,8	14,4	67,1	17,8	0,7
	tp	1,4	64,5	29,3	5,7	0,5	23,2	64,2	12,1	0,5
	z	1,2	57,8	33,9	7,6	0,7	16,8	66,3	16,2	0,7
Severočeský	o	25,7	16,6	27,0	34,3	22,1	5,5	21,5	33,4	39,6
	tp	5,4	48,1	35,7	11,8	4,4	20,7	48,4	21,4	9,5
	z	21,8	22,6	28,6	30,1	18,7	8,4	26,5	31,3	33,8
Východočeský	o	8,8	32,3	35,3	26,4	6,0	7,5	43,4	40,3	8,8
	tp	6,9	42,6	35,8	18,6	3,0	13,7	49,7	29,7	6,9
	z	8,5	33,9	35,4	25,2	5,5	8,5	44,4	38,6	8,5
Jihomoravský	o	29,1	19,5	26,2	35,4	18,9	4,8	25,5	40,6	29,1
	tp	10,5	40,1	35,8	18,7	5,4	18,6	45,5	25,4	10,5
	z	27,0	21,7	27,2	33,6	17,5	6,3	27,7	39,0	27,0
Severomoravský	o	3,2	21,1	42,2	26,0	10,5	9,5	34,3	53,0	3,2
	tp	1,9	38,0	44,8	13,4	3,8	19,4	49,7	29,0	1,9
	z	2,9	24,7	43,0	23,2	9,1	11,6	37,5	48,0	2,9
Západoslovenský	o	43,6	4,2	17,8	25,5	52,5	0,2	5,4	26,5	67,9
	tp	30,2	9,6	22,0	27,4	41,0	0,8	9,6	33,9	55,7
	z	42,7	4,6	18,1	25,6	51,7	0,2	5,7	27,0	67,1
Středoslovenský	o	14,5	25,7	38,7	23,8	11,8	4,2	30,8	39,3	25,7
	tp	10,9	39,6	32,4	18,9	9,1	10,6	36,8	31,7	20,9
	z	13,7	31,2	36,2	21,9	10,7	6,7	33,2	36,3	23,8
Východoslovenský	o	10,7	25,0	44,5	19,9	10,6	2,9	44,0	33,4	19,7
	tp	10,7	43,2	31,5	14,6	10,7	13,4	47,6	21,0	18,0
	z	10,7	31,1	40,1	18,2	10,6	6,4	45,2	29,3	19,1
ČSSR	o	19,3	23,3	31,8	25,6	19,3	4,9	32,1	36,9	26,1
	tp	8,6	43,8	33,5	15,0	7,7	14,6	46,9	25,2	13,3
	z	17,1	27,5	32,2	23,4	16,9	6,9	35,1	34,5	23,5

o = orná půda tp = travní porosty z = zemědělská půda

II. Výsledky II. cyklu soustavného agrochemického zkoušení půd v ČSSR (1961—1965).
Stav zásoby přijatelných živin v půdě

Kraj		Zásoba přijatelného fosforu v půdě			Zásoba přijatelného drasla v půdě		
		malá	střední	dobrá	malá	střední	dobrá
Středočeský	o	55,2	25,9	18,9	48,2	36,2	15,6
	tp	81,0	11,9	7,1	69,9	20,5	9,6
	z	57,6	24,6	17,8	50,2	34,7	15,1
Jihočeský	o	89,7	8,6	1,7	26,3	45,0	28,7
	tp	95,0	3,8	1,2	58,2	27,4	14,4
	z	91,2	7,2	1,6	35,5	39,9	24,6
Západočeský	o	84,7	11,9	3,4	33,1	44,0	22,9
	tp	89,3	7,9	2,8	59,6	26,5	13,9
	z	85,9	10,8	3,3	40,2	39,3	20,5
Severočeský	o	42,8	14,9	42,3	27,5	29,5	43,0
	tp	76,5	8,2	15,3	57,0	21,4	21,6
	z	49,2	13,6	37,2	33,0	28,0	39,0
Východočeský	o	80,0	14,2	5,8	33,8	41,5	24,7
	tp	89,7	7,7	2,6	59,7	26,8	13,5
	z	81,5	13,2	5,3	37,9	39,2	22,9
Jihomoravský	o	64,8	21,3	13,9	33,4	43,8	22,8
	tp	85,1	10,1	4,8	66,2	22,9	10,9
	z	67,0	20,1	12,9	37,1	41,5	21,4
Severomoravský	o	80,2	13,8	6,0	54,8	31,6	13,6
	tp	91,6	6,2	2,2	63,9	25,0	11,1
	z	82,6	12,2	5,2	56,7	30,2	13,1
Západoslovenský	o	53,9	30,2	15,9	46,0	41,5	12,5
	tp	75,2	15,8	9,0	65,8	25,6	8,6
	z	55,4	29,2	15,4	47,4	40,6	12,0
Středoslovenský	o	85,1	10,2	4,7	54,3	29,3	16,4
	tp	92,0	5,5	2,5	65,5	22,5	12,0
	z	87,8	8,4	3,8	58,7	26,6	14,7
Východoslovenský	o	89,7	7,3	3,0	39,0	41,9	19,1
	tp	95,0	3,9	1,1	57,7	30,3	12,0
	z	91,4	6,2	2,4	45,3	38,0	16,7
ČSSR	o	70,9	17,7	11,4	40,5	39,1	20,4
	tp	89,9	6,7	3,4	61,9	25,5	12,6
	z	74,8	15,4	9,8	44,9	36,3	18,8

o = orná půda tp = travní porosty z = zemědělská půda

III. Výsledky II. cyklu soustavného agrochemického zkoušení půd v jednotlivých výrobních oblastech
(propočteno podle reprezentativních okresů)

Výrobní oblast		Podíl půdy s obsahem CaCO_3 nad 0,3 %	Půdní reakce				Potřeba vápnění				Zásoba přijatelného fosforu v půdě			Zásoba přijatelného drasla v půdě		
			kyselá	slabě kyselá	neutrální	zásaditá	velká	střední	malá	žádná	malá	střední	dobrá	malá	střední	dobrá
Orná půda	kukuřičná	57,5	4,6	12,8	22,2	60,4	0,4	8,8	18,5	72,3	46,4	34,6	19,0	45,3	37,5	17,2
	řepařská	37,3	4,0	17,0	46,4	32,6	0,8	7,2	48,6	43,4	44,3	25,7	30,0	40,5	33,3	26,2
	bramborářská	0,8	47,8	45,2	9,0	0,7	8,8	63,6	26,7	0,9	87,4	10,1	2,5	32,2	43,4	24,4
	horská	5,0	33,3	42,8	16,9	7,0	11,7	44,6	32,5	11,0	90,7	7,1	2,2	42,6	36,3	21,1
Travní porosty	kukuřičná	24,3	20,3	31,0	21,5	27,2	3,0	31,3	28,8	36,9	77,6	14,2	8,2	59,0	29,5	11,5
	řepařská	25,4	13,0	34,0	35,5	17,5	3,6	23,4	45,4	27,6	69,7	14,5	15,8	60,2	20,9	18,9
	bramborářská	0,9	57,7	35,1	6,6	0,6	19,0	63,0	17,3	0,7	91,4	6,4	2,2	62,2	25,5	12,3
	horská	7,6	45,3	33,7	14,0	7,0	5,4	45,0	23,2	13,3	94,3	4,0	1,7	61,1	26,5	12,4
Zemědělská půda	kukuřičná	54,8	5,9	14,3	22,1	57,7	0,7	10,6	19,3	69,4	49,0	33,0	18,0	46,4	39,9	13,7
	řepařská	36,6	4,5	17,9	45,8	31,8	0,9	8,1	48,4	42,6	45,7	25,1	29,2	41,6	32,6	25,8
	bramborářská	0,8	50,2	40,7	8,4	0,7	11,3	63,5	24,4	0,8	88,3	9,2	2,5	39,3	39,2	21,5
	horská	6,1	38,5	38,8	15,6	7,1	14,8	44,8	28,5	11,9	92,3	5,7	2,0	50,7	32,0	17,3

IV. Vývoj hlavních agrochemických vlastností orníc v ČSSR

Kraj	Ob- dobí	Půdní reakce			Zásoba přijatelného fosforu v půdě			Zásoba přijatelného drasla v půdě		
		kyselá	slabě kyselá	neutrál- ní - zá- kladitá	malá	střední	dobrá	malá	střední	dobrá
Středočeský	A	18,3	27,2	54,5	63,7	19,9	16,4	34,0	41,4	24,6
	B	13,8	27,8	58,4	57,6	24,6	17,8	50,2	34,7	15,1
Jihočeský	A	63,7	31,7	4,6	91,7	6,4	1,9	34,9	35,8	29,3
	B	53,8	39,0	7,2	91,2	7,2	1,6	35,5	39,9	24,6
Západočeský	A	53,9	38,2	7,9	86,0	10,3	3,7	22,9	40,0	37,1
	B	57,8	33,9	8,3	85,9	10,8	3,3	40,2	39,3	20,5
Severočeský	A	23,1	26,7	50,2	65,7	18,5	15,8	35,6	27,9	36,5
	B	22,6	28,6	48,8	49,2	13,6	37,2	33,0	28,0	39,0
Východočeský	A	35,9	39,1	25,0	82,3	12,5	5,2	54,8	30,1	15,1
	B	33,9	35,4	30,7	81,5	13,2	5,3	37,9	39,2	22,9
Jihomoravský	A	27,0	24,0	49,0	70,0	18,0	12,0	32,0	39,0	29,0
	B	21,7	27,2	51,1	67,0	20,1	12,9	37,1	41,5	21,4
Severomoravský	A	31,6	41,1	27,1	82,4	12,5	5,1	50,0	31,2	18,8
	B	24,7	43,0	32,3	82,6	12,2	5,2	56,7	30,2	13,1
Západoslovenský	A	9,7	21,2	69,1	81,8	11,0	7,2	41,2	41,7	17,1
	B	4,6	18,1	77,3	55,4	29,2	15,4	47,4	40,6	12,0
Středoslovenský	A	46,9	24,2	28,9	93,2	4,6	2,2	53,5	28,5	18,0
	B	31,2	36,2	32,6	87,8	8,4	3,8	58,7	26,6	14,7
Východoslovenský	A	35,8	39,0	25,2	93,6	4,1	2,3	52,0	31,0	17,0
	B	31,1	40,1	28,8	91,4	6,2	2,4	45,3	38,0	16,7
ČSSR	A	33,5	30,3	36,2	81,8	11,3	6,9	41,9	34,9	23,2
	B	27,5	32,2	40,3	74,8	15,4	9,8	44,9	36,3	18,8

A = období 1956—1960

B = období 1961—1965

došlo k poklesu výměry kyselých půd o 6 %, což představuje přibližně 377 000 ha zemědělské půdy. Tuto tendenci je možno pozorovat ve všech krajích s výjimkou Západočeského, kde se naopak podíl půd s nepříznivou kyselou reakcí zvětšil o 3,9 %. Z hlediska výrobních oblastí došlo k zlepšení stavu půdní reakce větší měrou v bramborařské a horské oblasti, což je pochopitelné vzhledem k podstatně větší výměře kyselých půd proti oblasti kukuřičné a řepařské. Zde na-

V. Vývoj hlavních agrochemických vlastností orníc ve výrobních oblastech (propočteno podle reprezentativních okresů)

Výrobní oblast	Období	Půdní reakce			Zásoba přijatelného fosforu v půdě			Zásoba přijatelného drasla v půdě		
		kyselá	slabě kyselá	neutrál-ní - zásaditá	malá	střední	dobrá	malá	střední	dobrá
Kukuřičná	1956—1960	8,2	17,0	74,8	77,9	12,6	9,5	42,6	36,0	21,4
	1961—1965	5,9	14,3	79,8	49,0	33,0	18,0	46,4	39,9	13,7
Řepařská	1956—1960	5,2	22,2	72,6	56,5	24,6	18,9	40,1	32,9	27,0
	1961—1965	4,5	17,9	77,6	45,7	25,1	29,2	41,6	32,6	25,8
Bramborářská	1956—1960	58,9	35,5	5,6	89,0	8,2	2,8	31,0	39,5	29,5
	1961—1965	50,2	40,7	9,1	88,3	9,2	2,5	39,3	39,2	21,5
Horská	1956—1960	43,3	34,5	22,2	92,3	5,5	2,2	52,1	28,1	19,8
	1961—1965	38,5	38,8	22,7	92,3	5,7	2,0	50,7	32,0	17,3

opak je možno pozorovat větší úbytek slabě kyselých půd ve prospěch půd neutrálních.

Rovněž u zásoby přijatelného fosforu došlo k určitému zlepšení, i když celkový stav zůstává nadále velmi nepříznivý. Celostátně poklesl podíl nedostatečně zásobených půd o 7 %, tj. o 440 000 ha zemědělské půdy. Téměř na stejné úrovni zůstala zásoba přijatelného fosforu právě v krajích, kde je podíl těchto půd největší, tj. v kraji Jihočeském, Západočeském, Východočeském, Severomoravském a Východoslovenském. Změny v zásobě přijatelného fosforu lze vysvětlit spíše celkovým zvýšením úrovně agrotechniky než vlivem zvýšených dávek fosforečných hnojiv. V intenzitě hnojení fosforečnými hnojivy nejsou totiž mezi kraji velké rozdíly a rovněž vzestup průměrné intenzity hnojení v období 1961—1965 proti létům 1956—1960 neumožňuje sám o sobě zvýšené zásoby fosforu v půdě:

Kraj	Průměrná dávka fosforečných hnojiv v kg č. ž./ha		Rozdíl v kg č. ž./ha	Úbytek slabě zásobených půd P ₂ O ₅ v % výměry z. p.
	1956—1960	1961—1965		
Středočeský	22	32,2	10,2	6,1
Jihočeský	22	29,0	7,0	0,5
Západočeský	20	29,0	9,0	0,1
Severočeský	23	30,2	7,2	16,5
Východočeský	23	31,4	8,4	0,8
Jihomoravský	22	32,6	10,6	3,0
Severomoravský	21	29,8	8,8	+0,2
Západoslovenský	24	32,2	8,2	26,4
Středoslovenský	16	22,0	6,0	5,4
Východoslovenský	17	25,4	8,4	2,2
ČSSR	21	29,4	8,4	7,0

Tento předpoklad potvrzuje i porovnání výsledků obou cyklů podle výrobních oblastí. V oblasti horské a bramborářské nedošlo k žádným změnám, avšak v oblasti kukuřičné a řepařské, kde lze s určitostí předpokládat vyšší úroveň agrotechniky, došlo ke zřetelnému úbytku půd s malou zásobou fosforu, jejichž podíl zde klesl pod 50 %.

Ke zcela opačnému vývoji došlo u zásoby přijatelného drasla. Podíl slabě zásobených půd vzrostl o 3 %, tj. o 188 000 ha, podíl dobře zásobených půd klesl o 4,4 %. Tento zjev se projevil nejpronikavěji v bramborářské oblasti. Při porovnávání vývoje zásoby přijatelného drasla v půdě s intenzitou hnojení draslem a s klimatickými faktory nebyly zjištěny určitější závislosti. Ukazuje se však, že v budoucnu bude třeba věnovat větší pozornost vývoji obsahu drasla v půdě a hnojení draslem, a to zejména v bramborářské oblasti, kde došlo k podstatnému snížení zásobenosti půd draslem a kde se pěstují plodiny na draslo velmi náročné.

Z porovnání výsledků agrochemických vlastností orníc v pětiletém odstupu je možno usuzovat na změny, které charakterizují dosavadní stav a průběh intenzifikačního procesu. Celkově se ukázalo, že v celostátním měřítku nedošlo k podstatným změnám v základních agrochemických vlastnostech orníc a že zůstaly v platnosti i základní směry jejich zlepšování, tj. úprava půdní reakce, zvýšení obsahu přijatelného fosforu a drasla, i když v některých případech došlo k určitému zlepšení. Větší změny lze pozorovat při detailním vyhodnocování menších půdních celků, kde došlo k vývoji půdní reakce i zásoby přijatelných živin. Tento vcelku setrvalý stav znamená, že při intenzitě hnojení charakteristické pro sledované období (zhruba 100 kg/ha NPK) nelze očekávat pronikavější změny v agrochemických vlastnostech orníc. Intenzifikační proces je celostátně na samém počátku, v některých případech ještě vůbec nezačal nebo probíhá u jednotlivých vlastností nerovnoměrně. Projevy intenzifikačního procesu lze pozorovat pouze ojediněle a nejsou zatím charakteristické pro celkový vývoj agrochemických vlastností. Znamená to, že s obecným uplatněním intenzifikačního procesu lze počítat až při podstatném zvýšení dávek průmyslových hnojiv a že jeho průběh až do fáze nasycených půd bude trvat značně dlouhou dobu.

ZAVER

Porovnáním výsledků I. a II. cyklu agrochemického zkoušení půd bylo zjištěno:

1. Intenzifikační proces probíhá z celostátního hlediska při intenzitě hnojení zhruba 100 kg/ha NPK velmi pozvolna, takže je v současné době na samém počátku. Potvrdily to malé rozdíly ve výsledcích I. a II. cyklu agrochemického zkoušení půd.

2. Intenzifikační proces bude v podmínkách ČSSR probíhat velmi různorodě, což je dáno různorodostí agrochemických podmínek půdních stanovišť spolu s dalšími faktory. Nutno počítat s tím, že období vrcholící intenzifikace bude dosaženo v jednotlivých případech ve velkém časovém rozpětí.

3. Vyhodnocení II. cyklu agrochemického zkoušení půd ukázalo, že hlavními směry ve zvyšování půdní úrodnosti z hlediska agrochemického zůstává zlepšování nepříznivé půdní reakce a zvýšení obsahu přijatelného fosforu, příp. drasla v půdě. V dalším průběhu bude nutno věnovat zvláštní pozornost přijatelnému draslu, u něhož se projevila tendence k poklesu zásoby v půdě.

4. Pro praktické řízení průběhu intenzifikačního procesu je třeba vypracovat konkrétní pokyny, jak sledovat, posuzovat a usměrňovat jeho vývoj. Navrhuje se, aby k tomuto účelu bylo využito agrochemického zkoušení půd.

Došlo dne 24. 2. 1967

Literatura

1. BERGMANN, W. - GÜTNER, A. - WITTER, B.: Anleitung für die Aufstellung von Düngungsplänen. Jena, Inst. f. Pflanzenernährung, 1965. — 2. BERGMANN, W.: Die Bedeutung der Nährstoffuntersuchungen der Böden für die Bodenfruchtbarkeit. Berlin, Sitzungsberichte DLAW, 14, 1965, seš. 9. — 3. DUCHOŇ, F. - HAMPL, J.: Agrochemie. SZN Praha, 1959. — 4. NĚMEC, A.: Výsledky I. cyklu agrochemického zkoušení půd v ČSSR. „Rostlinná výroba“, 9, 1963, 11: 1193-1208. — 5. NĚMEC, A. - MAZANEC, O.: Studium vzájemných vztahů mezi agrochemickými vlastnostmi orníc, hnojením a výnosy plodin. „Rostlinná výroba“, 13, 1967, 3: 285-296. — 6. NEUBERG, J.: K otázkám zákonitostí výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy. = „Studijní informace ÚVTI, Půdoznalství a meliorace“, 1966, č. 9-10. — 7. NEUBERG, J.: Obecně o průběhu výnosové křivky ve vztahu ke hnojení. „Agrochémia“, 6, 1966, č. 10.

Оценка результатов II цикла агрохимического обследования почв с точки зрения развития почвенного плодородия

Путем сравнения результатов I и II циклов агрохимического обследования почв было установлено:

1. С общегосударственной точки зрения процесс интенсификации плодородия почв при интенсивности удобрения приблизительно 100 кг/га NPK проходит очень медленно, так что в настоящее время он находится в начальной стадии. Это подтвердили небольшие различия в результатах I и II циклов агрохимического обследования почв.

2. В условиях ЧССР процесс интенсификации будет проходить весьма гетерогенно, что вызвано гетерогенностью агрохимических условий почвенных мест произрастаний наряду с другими факторами. Необходимо рассчитывать на то, что период максимальной интенсификации будет достигнут в отдельных случаях через большой промежуток времени.

3. Оценка II цикла агрохимического обследования почв показала, что с точки зрения агрохимии главными направлениями в повышении почвенного плодородия остаются улучшение неудовлетворительной почвенной реакции и повышение содержания усвояемого фосфора или же калия в почве. На дальнейшем этапе следует особое внимание уделять усвояемому калию, у которого проявилась тенденция к понижению его запаса в почве.

4. Для практического руководства ходом процесса интенсификации плодородия почв следует разработать конкретные инструкции, каким образом изучать, оценивать и регулировать его развитие. Для этой цели предлагается использовать агрохимическое обследование почв.

Текст к таблицам

- I. Результаты II цикла систематического агрохимического обследования почв в ЧССР 1961—1965 гг. Состояние почвенной реакции и потребность в известковании
- II. Результаты II цикла систематического агрохимического обследования почв в ЧССР 1961—1965 гг. Состояние запаса усвояемых питательных веществ в почве
- III. Результаты II цикла систематического агрохимического обследования почв в отдельных производственных областях (вычислено согласно репрезентативным районам)
- IV. Развитие главных агрохимических свойств пахотных земель в ЧССР
- V. Развитие главных агрохимических свойств пахотных земель в производственных областях (вычислено согласно репрезентативным районам)

Evaluation of the Results Obtained in the IInd Cycle of Agrochemical Soil Testing with Regard to the Development of Soil Fertility

A comparison of the results obtained in the Ist and IInd cycle of agrochemical soil testing revealed the following:

1. From the nation-wide point of view the intensification process of the soil fertility in the case of an intensity of fertilization with about 100 kg of NPK per

hectare takes place very slowly, so that at the present time it is at its very beginning. This was confirmed by the small differences in the results obtained in the Ist and IInd cycles of agrochemical soil testing.

2. Under the conditions existing in Czechoslovakia the intensification process will have to take place very heterogeneously, which is caused by the heterogeneity of the agrochemical conditions of the soil localities and by other factors. The fact will have to be reckoned with that the peak of intensification will be reached in the different cases within considerably differing time limits.

3. Evaluation of the IInd cycle of the agrochemical soil testing has shown that the main trends in the raising of soil fertility from the agrochemical point of view remain in improving of unfavourable soil reaction and a raising of the content of available phosphorus or potash in the soil. In its further course it will be necessary to pay special attention to available potash, which showed a tendency towards a decreasing of supplies in the soil.

4. For a practical control of the course of the intensification process of the soil fertility it is necessary to work out concrete instructions as how to follow, estimate, and direct its development. It has been suggested that for this purpose agrochemical soil testing should be applied.

Text to the tables

- I. The results obtained in the IInd cycle of systematic agrochemical soil testing in Czechoslovakia in the years 1961—1965. The state of soil reaction and need for liming
- II. The same, the state of supplies of available nutrients in the soil
- III. The results obtained in the IInd cycle of systematic agrochemical soil testing in the different production regions (calculated according to the representative districts)
- IV. The development of the principal agrochemical properties of topsoils in Czechoslovakia
- V. The development of the principal agrochemical properties of topsoils in the production regions (calculated according to the representative districts)

Adresy autorů:

Ing. Adolf Němec, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně,
ing. Otto Mazanec, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha 8,
Sokolovská 1

■ Malý rozsah pestovania letných a strniskových medziplodín a jednoročných podsevo v kukuričnej oblasti ČSSR, ktorý sa v posledných rokoch ďalej znižuje, dávajú rôzni autori do súvislosti s nedostatkom vlhky a zrážok počas ich pestovania, resp. s veľkým rizikom ich pestovania, ďalší s nedodržiavaním skorých termínov prípravy pôdy a sejby. Niektorí ich rozvoj podmieňujú doplnkovou závlahou.

Ich rozsah pre kukuričnú oblasť navrhujú Eremiáš, Tomášek (1964) na 11,5 %, Střída (1961) na 7—9,54 %, Dančík (1964) na 5—6 % ornej pôdy, každý s odlišným ich vzájomným zastúpením.

Rüther, Seeman, Seyfert, Simon (cit. Steikhardt 1962, 1963) považujú za minimálnu hranicu zrážok pre strniskové medziplodiny 160 mm, z čoho 60—70 mm cez sejbu až do 4 týždňov po nej, čo zabezpečí ich dobré vzídenie a kompletnosť.

Rüthner (1955) i Dančík (1962) uvádzajú, že často suma zrážok nie je tak rozhodujúca ako práve ich rozdelenie, resp. pri rovnakých zrážkach aj teploty a ich odchýlky od normálu nadol.

Lüddecke (1963), Simon (1963) a ďalší doporučujú použiť pre nevíkovité strniskové plodiny 30—60 kg/ha dusíka pred sejbou.

Podľa Eich a (1961) dávajú podsevy zo všetkých medziplodín najnižšie úrody, avšak silne vplyvajú na zvýšenie úrod následných hlavných plodín, hlavne vo vlhších oblastiach.

Preto podľa Simona (1963) sa podsevy pestujú už niekoľko desaťročí, avšak skoro výhradne pre zelené hnojenie. Riziko ich pestovania sa znižuje tým, že sa vysievajú rôzne miešanky podsevu.

Střída (1961) z ekonomicko-prevádzkových dôvodov preferuje podsevy pred strniskovými medziplodinami; najlepšie sa im darí v jarných miešankách (až o 80 % lepšie oproti ostatným krycím plodinám). Naopak Dančík (1965) zistil v kukuričnej oblasti nižšie úrody podsevo medziplodín ako strniskových medziplodín, resp. Uhliar (1963) žiadne úrody z jednoročných podsevo.

Následný účinok medziplodín posudzujú niektorí autori ako priaznivý, iní ako nepriaznivý tým viac, čím bola vyššia ich úroda, ku ktorej sa dostatočne nehnojilo.

Výška vlastných nákladov letných medziplodín kolíše podľa údajov rôznych autorov v rozsahu 455—2187,— Kčs/ha, resp. 3,55—27,— Kčs/q.

Veľké riziko pestovania medziplodín vyjadruje Křišťan (1965) tzv. faktorom rizika a Střída (1965) variačným koeficientom.

METODIKA

V pokusoch sa zisťovala výkonnosť stredne produktívnych plodín s kratšou vegetačnou dobou (jačmeňa, ovs a jarnej miešanky) a po nich idúcich letných a strniskových medziplodín osobitne aj spolu a porovnávala sa s výkonnosťou našich najproduktívnejších plodín s dlhšou vegetačnou dobou (cukrovky, kukurice a bôbu);

I. Variácie hlavných plodín a ich kombinácie s medziplodinami

Variety hlavných plodín	Spon cm výsev kg/ha	Kombinácie medziplodín	Výsev kg/ha	Kombinácie podsevov	Výsev kg/ha
Kukurica na zrno krmná cukrovka bôb na zrno	70 × 70 42,5 × 25 170				
Ovos + vika + pe- luška na zeleno	90 + 35 + 45	kukurica na zeleno repka ozimná krmný kel	100 10 4	ďatelina lúčna mätonoh mnoh. krmná mrkva	20 28 5
Jačmeň na zrno	150	slnecnica repka ozimná bôb	21 10 210	ďatelina lúčna mätonoh mnoh. komonica biela	20 28 25
Ovos na zrno	140	horčica biela repka ozimná sväzonka	17 10 10	ďatelina lúčna mätonoh mnoh. komonica biela	20 28 25

súčasne sa sledoval aj následný vplyv jednej a dvoch úrod za vegetáciu na úrodu jednotnej hlavnej plodiny v nasledujúcom roku.

Poľné pokusy boli založené blokovoou metódou s náhodným usporiadaním parciel v príslušnom bloku.

V poľných pokusoch sme použili variácie hlavných plodín a ich kombinácie s medziplodinami (tab I).

Celkové dávky čistých živín: 95 kg N, 80 kg P₂O₅ a 204 kg/ha K₂O rovnaké ku kontrolným zrovnávacím plodinám (kukurici, cukrovke i bôbu) i k ostatným hlavným plodinám, po ktorých nasledovali letné medziplodiny. Rozdiel bol len v druhoch a termínoch použitia hnojív, keď k trom najvýnosnejším zrovnávacím plodinám sa v jeseni použilo 250 q/ha maštalného hnoja a chýbajúci zvyšok (37 kg/ha N, 52 kg/ha P₂O₅ a 87 kg/ha K₂O) sme doplnili priemyselnými hnojivami pred sejbou alebo na list. K ostatným plodinám a medziplodinám sme hnojili naraz a len priemyselnými hnojivami v celkových horeuvedených dávkach, z ktorých pripadlo na medziplodiny 30 kg P₂O₅ a 120 kg K₂O. Len 50 kg N z celkovej dávky 95 kg sme použili osobitne po vzídení medziplodín, resp. po zapojení podsevov.

U plodín sme použili bežnú agrotechniku s dodržaním termínov skorej sejby a ošetrovania.

Ihneď po zbere hlavných plodín nasledovala stredne hlboká letná orba a príprava k sejbe medziplodín. Po sejbě sme valcovali.

Výsledky sme prepočítali na absolútnu sušinu podľa jej zisteného obsahu vo vzorkách a hodnotili variačno-štatisticky.

Výsledky sme ekonomicky hodnotili podľa podmienok priemerného roku, pri bežnej agrotechnike, s použitím cenníkov a noriem platných v r. 1965/1966.

CHARAKTERISTIKA POKUSNÝCH MIEST

Pokusy boli založené od r. 1961 na účelovom hospodárstve Medziháj a od r. 1963 v Borovciach v okrese Trnava, ktoré sú v klimaticky teplej oblasti ČSSR, s miernou zimou a dlhším slnečným svetom, resp. prvé v centre a druhé na okraji kukuričnej výrobnnej oblasti, s pôdami stredne ťažkými až ťažkými, na degradovanej černoze, na

Hospodárstvo	Medziháj		Borovce	
	za rok	za 4. — 9. mesiac	za rok	za 4. — 9. mesiac
Hĺbka spodnej vody v m	6—26		35	
Priemerné zrážky mm	581	318	625	352
Priemerné teploty °C	9,47	16,18	9,20	15,80
Začiatok veg. doby pri 5 °C	18. 3.		19. 3.	
Dĺžka snehovej prikrývky dní	39,1		48	
Slnecný svit v hod.	2200	1500	2148	1539
Relatívna vzdušná vlhkosť %		69		71
Obsah humusu v %	1,2 — 2,2		1,4 — 2,0	
pH	5,6 — 7,6		6,9 — 7,7	

III. Prehľad o vegetačnom období a rozdelení zrážok v jeho druhej polovici

Rok	Vegetačné obdobie		Množstvo zrážok vo vegetačnom období medziplodín			
	začiatok ø 5 °C	koniec ø 10 °C	VII.	VIII.	IX.	spolu VII. — IX.
1961	4. 3.	14. 10.	52,0	15,5	12,2	79,7
1962	28. 3.	11. 10.	39,8	29,4	22,5	91,7
1963	26. 3.	14. 10.	17,8	104,7	61,2	183,7
1964	26. 3.	16. 10.	37,6	76,7	10,1	124,4
1965	15. 3.	8. 10.	141,5	46,0	39,3	226,8

v nadmorskej výške 150—180 m. Rozdiel oboch pokusných stanovišť je zrejmý i zo vzájomného porovnania ich pedoklimatických pomerov (tab. II).

Lepšie pedoklimatické podmienky sú v hospodárstve Borovce.

Poveternostné pomery piatich pokusných rokov boli dosť reprezentatívne. keď dva (1963 a 1961) z nich boli zrážkove priaznivé pre letné a strniskové medziplodiny a tri podnormálne, z čoho r. 1962 úplne nepriaznivý (tab. III). Rast medziplodín ovplyvňovala aj teplota v septembri a októbri, a to r. 1961 a 1963 priaznivo, r. 1962 nepriaznivo. Neskorý začiatok vegetačného obdobia bol v r. 1962, 1963, 1964 a spôsobil oneskorenie sejby medziplodín a tým aj ich rast a úrody s výnimkou r. 1963 (tab. IV).

ROZBOR VÝSLEDKOV

Všetky vysiate podsevy aj letné a strniskové medziplodiny vzišli v rôznom časovom odstupe po sejbe a v rôznom stupni hustoty, závislej na zrážkach pred sejbou a po sejbe v tom-ktorom roku (najlepšie v r. 1963 a najhoršie v r. 1962). Trvalý nedostatok zrážok po vzídení v r. 1962 spôsobil zaschnutie až vyhynutie vzídených porastov. Pre nedostatok zrážok v posled-

IV. Termíny sejby a počet vegetačných dní pokusných plodín a medziplodín

	Plodiny a medzi-plodiny	Medziháj				Borovce		
		1961	1962	1963	1964	1963	1964	1965
Sejba	Krmná cukrovka	5. 4.	17. 4.	11. 4.	17. 4.	18. 4.	16. 4.	5. 4.
	kukurica zrnová	26. 4.	4. 5.	24. 4.	24. 4.	29. 4.	28. 4.	3. 5.
	bôb	5. 4.	17. 4.	11. 4.	14. 4.	18. 4.	15. 4.	3. 4.
	jarná miešanka, jačmeň, ovos	10. 3.	6. 4.	10. 4.	11. 4.	18. 4.	14. 4.	31. 3.
	podsevy	7. 4.	29. 4.	26. 4.	11. — 14. 4.	13. 5.	15. 4.	6. 4.
	letné medziplodiny po jarných miešankách	24. 6.	27. 6.	2. 7.	20. — 23. 6.	2. 7.	25. 6.	26. 6.
	strniskové po jačmeni	8. 7.	30. 7.	31. 7.	10. 7.	20. 7.	15. 7.	30. 7.
	po ovse	22. 7.	6. 8.	31. 7.	16. 7.	1. 8.	20. 7.	7. 8.
Počet vegetačných dní	cukrovka	175	163	171	159	180	162	187
	kukurica	139	143	134	142	140	141	159
	bôb	121	120	119	103	111	110	133
	jarná miešanka	102	80	78	67	74	69	84
	jačmeň	119	110	96	86	92	87	119
	ovos	129	115	103	92	98	93	126
	podsevy	191	165	178	188	162	177	192
	podsev krmnej mrkvy	223	207*	195	203	170	209	221
	letné medziplodiny	124	106	100	98	102	116	88
	strniskové po jačmeni	110	95*	88	92	93	106	82
	ovse	115	94*	79*	94*	78	100	69
	krmnom kele	143	143*	134	151	129	138	143

Poznámka: X = doplnené údaje do konca vegetačného obdobia

ných vegetačných mesiacoch r. 1961 sa predčasne zastavil rast letných medziplodín a spôsobil zníženie ich úrod.

Veľké rozdiely medzi úrodami jednotlivých druhov medziplodín, ale tiež medzi rôznymi termínmi ich sejby a medzi rokmi sú vidieť v tab. V. Len najvýkonnejšie druhy dali najvyššie úrody (kukurica na zeleno, krmný kel, slnečnica a podsev krmnej mrkvy). Najlepšie úrody poskytli medziplodiny v r. 1963, aj keď strniskové z nich sa vysievali neskoro až koncom júla. V ostatných rokoch medziplodiny z niektorých kombinácií ani nevzišli, ďalšie vzišli, ale pre nasledujúce sucha zaschli alebo predčasne ukončili rast a vývoj.

Na výšku úrod podsevov vplývali nielen poveternostné pomery a neskorý zber, ale i značná úroda aj hustota krycích plodín a odčerpanie vlhky a živín krycou plodinou.

V. Úrody medziplodín v q/ha zberanej hmoty

Miesto	Rok	Po jar, miešanke			Po jačmeni			Po ovse		
		kukurica na zeleno	repka	kýmny kel	slneč- nica	repka	bôb	horči- ca	repka	zvä- zonka
Medziháj	1961	101,6	0	104,0	166,5	27,2	24,7	38,7	0	52,5
	1962	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0
	1963	259,4	245,0	244,7	259,8	193,9	123,5	166,3	134,0	264,4
	1964	43,4	0	84,0	59,8	0	15,8	0	0	0
	Ø	103,0	61,2	108,1	121,5	55,2	41,0	51,2	33,5	79,2
Borovce	1963	264,2	139,5	55,1	169,5	67,5	171,3	49,5	31,9	78,5
	1964	125,0	0	76,7	0	0	21,9	22,6	0	26,9
	1965	295,1	92,5	156,4	111,4	21,1	16,3	44,4	7,9	39,1
	Ø	228,1	77,3	96,0	93,6	29,5	69,8	38,8	13,2	48,1
Podsevy		ďatelina lúčna	mäto- noh	kýmna mrkva	ďate- lina lúčna	mäto- noh	ko- mo- nica	ďate- lina lúčna	mäto- noh	ko- mo- nica
Medziháj	1961	0	0	71,8	20,2	0	0	0	0	0
	1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1963	65,1	83,5	251/213	63,5	0	48,9	0	0	0
	1964	0	0	69,8	0	0	0	0	0	0
	Ø	16,2	20,8	98/58	15,8	0	12,2	0	0	0
Borovce	1963	37,1	64,5	193/158	0	0	0	21,9	21,4	29,2
	1964	0	0	127/102	0	0	0	0	0	0
	1965	188,9	42,0	362/186	96,6	18,5	24,9	0	0	0
	Ø	75,3	35,5	227/149	32,2	6,1	8,3	7,3	7,1	9,7

Pritom sa získali za päť rokov po jačmeni z letných medziplodín priemerne 3,3 úrody nad 10 q/ha zelenej hmoty a zo strniskových 3,3 a po ovse 3 úrody, kým z podsevov ďatelín a tráv len 1,5 úrody. Z podsevov jedine kýmna mrkva poskytla 4 úrody za päť rokov. Podsevy tráv a ďatelín sa v týchto podmienkach neuplatnili a nevyrovnali v počte a výške úrod ani s letnými, ani so strniskovými medziplodinami. Podsevy totiž utrpeli nielen prílišnou hustotou krycích plodín, ktorých výsevná norma sa neznižila, ale aj nedostatkom vlhky pre vlhkomilné komponenty (ďateliny, tráviny), silným slnečným žiarením, vysokou teplotou a nízkou relatívnou vlhkosťou vzduchu po zbere krycích plodín.

Na dosiahnuté úrody kontrolných hlavných plodín (tab. V) vplývali druhy, ale aj jednotlivé roky, keď najvyššie úrody pri cukrovke a kukurici boli r. 1963, pri bôbe a jarných miešankách zase r. 1961 a 1965 a pri obilninách r. 1962.

Priemery úrod sušiny za všetky pokusné roky pri hlavných plodinách boli vyššie na Medziháji než v Borovciach pri kukurici, jarnej miešanke, jačmeni

VI. Úrody sušiny hlavných plodín a kombinácií hlavných plodín a medziplodín spolu v q/ha a ‰ k priemeru 3 kontrolných hlavných plodín

Hlavná plodina + následná medziplodina	Absolútna sušina			
	Medziháj		Borovce	
	Ø 1961—1964	% k 109,58	Ø 1963—1965	% k 113,54
Kukurica na zrno	121,32	110,7	113,07	99,5
Kŕmna cukrovka	151,88	138,6	169,53	149,3
Bôb na zrno	55,55	50,6	58,03	51,1
Jarná miešanka +				
Kukurica na zeleno	102,65	93,7	98,07	86,4
Repka na zeleno	86,25	78,7	67,01	59,0
Kŕmny kel	91,66	83,6	70,76	62,3
Jačmeň +				
Slnčnica na zeleno	95,38	87,0	81,94	72,2
Bôb na zeleno	81,51	74,4	79,86	70,3
Repka na zeleno	84,21	76,8	73,83	65,0
Ovos +				
Horčica na zeleno	97,34	88,8	85,79	75,5
Repka na zeleno	96,43	88,0	82,12	72,3
Zväzonka na zeleno	102,42	93,4	87,93	77,4
Jarná miešanka +				
Kŕmna mrkva	101,74	92,8	101,62	89,5
Ďatelina lúčna	81,55	74,4	73,45	64,7
Mätonoh	84,48	77,1	64,97	57,2
Jačmeň +				
Ďatelina lúčna	81,37	74,2	79,92	70,4
Mätonoh	77,51	70,7	75,81	66,8
Komonica biela	81,43	74,3	75,11	66,1
Ovos +				
Ďatelina lúčna	93,74	85,5	86,88	76,5
Mätonoh	93,74	85,5	85,96	75,7
Komonica biela	93,74	85,5	87,49	77,0
Jarná miešanka čistý výsev	80,19	73,2	56,65	49,9
Jarná miešanka podsev	77,33	70,6	58,49	51,5
Jačmeň — čistý výsev	76,77	70,0	70,25	61,9
Jačmeň — podsev	77,79	71,0	73,50	64,7
Ovos — čistý výsev	92,23	84,2	80,51	70,9
Ovos — podsev	93,74	85,5	85,05	74,9

VII. Ekonomické ukazovatele medziplodín a hlavných plodín

Medziplodiny Hlavné plodiny (= predplodiny)	Vlastné náklady Kčs/ha	Priame náklady Kčs/ha	Dosiahnu- tá úroda q/ha zb. hm. (suš.)	Hodnota úrody Kčs/ha	Vlastné náklady Kčs/q	Zisk (- strata)	Potrebná produk. na úhra- du VN v q/ha
Kukurica na zeleno	843,4	690,4	150,0	1200,6	5,6	357,2	105,-
Kýmny kel	1281,5	1049,0	98,1	784,8	13,0	- 496,7	160,-
Slnečnica	655,8	536,8	104,4	835,9	6,2	180,1	81,-
Bôb	1813,8	1484,8	41,4	331,6	43,7	- 1482,2	226,-
Repka	580,2	475,0	35,8	286,4	16,2	- 293,8	72,-
Horčica	646,6	529,3	40,4	323,6	15,9	- 323,0	80,-
Ďatelina lúčna po mieš.	1423,4	1165,2	48,-	384,-	29,6	- 1039,4	177,-
Mätonoh mnohokvetý*	773,5	633,2	23,5	180,0	32,9	- 593,5	96,-
Komonica biela*	1127,4	922,9	9,8	78,8	114,3	- 1048,6	140,-
Kukurica	3103,-	2540,-	126,3	6559,-	24,5	3456,-	-
Bôb	4968,-	4067,-	170,2	12284,-	29,1	7316,-	-
Jačmeň	1967,-	1610,-	70,8	4917,-	27,7	2950,-	-
Ovos	1961,-	1605,-	77,9	4030,-	25,2	2069,-	-
Jarná miešanka	1864,-	1526,-	64,7	2936,-	28,7	1072,-	-
Jarná miešanka + kukurica	2707,-	2216,-	97,7	4137,-	27,7	1430,-	-
Jarná miešanka + kýmny kel	3145,-	2573,-	77,7	3721,-	40,4	576,-	-
Jačmeň + slnečnica	2622,-	2147,-	87,4	5752,-	29,9	3130,-	-
Ovos + horčica	2608,-	2135,-	84,-	4354,-	31,0	1746,-	-
Jarná miešanka + ďatelina lúčna	3287,-	2691,-	67,8	3320,-	48,4	33,-	-
Jačmeň + mätonoh	2740,-	2243,-	74,6	4946,-	36,7	2206,-	-

* = po jačmeni

a ovse, avšak nižšie pri kýmnej cukrovke a bôbe na zrno. Priemery úrod súšiny spolu za hlavné plodiny a medziplodiny boli na Medziháji vyššie pri všetkých variantoch než v Borovciach. Jedinou výnimkou bola kombinácia jarnej miešanky s kýmnom mrkvou, kde úrody z oboch stanovišť boli približne rovnaké.

Najvýkonnejším variantom v pokuse bola kŕmna cukrovka a hneď za ňou vo výkonnosti nasleduje kukurica na zrno, posudzovaná v priemere patich rokov vrátane slamy, avšak s tým, že vo dvoch pokusných rokoch ju predstihli v produkcii sušiny obilniny a jarná miešanka, resp. aj ich niektoré kombinácie s najvýkonnejšími medziplodinami. Dve úrody z kombinácie hlavná plodina + + medziplodiny v prepočte na sušinu neposkytli spolu viac z jednotky plochy ako jedna úroda najvýkonnejších plodín s dlhou vegetačnou dobou (cukrovka, kukurica).

Pri ekonomickom hodnotení úrod plodín (tab. VI) boli relatívne najefektívnejšie (ziskové) najvýkonnejšie druhy: kukurica na zeleno, slnečnica a kŕmna mrkva.

Následný účinok hlavných plodín a medziplodín bol nepatrný až žiadny, pričom relatívne priaznivejší po jarnej miešanke než po ostatných krycích plodinách a priaznivejší po letných a strniskových medziplodinách než po podsevoch.

DISKUSIA

S navrhovaným rozsahom letných a strniskových medziplodín vrátane podsevo (7—11 % ornej pôdy) pre kukuričnú oblasť, ako to navrhujú niektorí autori, nemožno bez použitia závlah súhlasť vzhľadom na veľké riziko ich pestovania bez závlahy, rovnako ako s preferovaním podsevo tráv a ďatelín pred letnými a strniskovými medziplodinami v tejto oblasti.

Správny je názor o množstve a rozdelení zrážok k medziplodinám, keď v r. 1963 strniskové medziplodiny i napriek pomerne neskorej sejbe (koncom júla) poskytli pri bohatých zrážkach v auguste a septembri najvyššie úrody medziplodín za 5 rokov.

Priaznivý následný účinok medziplodín sme nezistili, ale skôr opačný alebo žiadny.

Nami navrhnutý koeficient rizika u medziplodín je doplnkom do 100 koeficientu istoty (K_i) vypočítaného z nasledovného vzorca:

$$K_i = \frac{p\% + u\%}{2} = \frac{v}{10}$$

pričom pravdepodobnosť (p) je pomer počtu rokov s primerane vysokými úrodami k počtu sledovaných rokov, relatívna výška úrod (u) je pomer dosiahnutého priemeru úrod za sledované roky k štandardnej úrode letných medziplodín (150 q/ha), resp. strniskových (100 q/ha) a variačný koeficient

$$v = 100 \sqrt{\frac{S(x - \bar{x})^2}{N}} : \bar{x}$$

Zo 4ročných výsledkov na Medziháji vyšiel nám výstižný koeficient rizika najnižší pri kŕmnej mrkvi 22,5 a slnečnici 34, vyšší pri kukurici na zeleno 50,7, bôbe 77 a ďateline 87,5.

ZÁVERY

Z piatich pokusných rokov boli pre letné medziplodiny len dva priaznivé (1963 a 1965) množstvom zrážok, resp. jeden (1963) aj ich rozdelením. Pre strniskové medziplodiny bol priaznivý v zrážkach len r. 1963, kým ostatné mali podnormálne zrážky na 50—80 %.

Z medziplodín boli najvýkonnejšie letuše, s priemernou úrodou 101,6 q/ha zelenej hmoty, potom strniskové po jačmeni a ovse 60,5—37,9 q/ha a nakoniec podsevy mätonohu a ďatelínovín 14,7 q/ha, so značným kolísaním v jednotlivých rokoch — pri letných od 2,5 % do 197,9 %, pri strniskových od 0 do 289,2 % a podsevoch od 0 do 315,1 %.

Medzi 4 najvýkonnejšie druhy medziplodín sa zaradili z letných medziplodín: kukurica na zeleno, kŕmny kel, zo strniskových slnečnica a z podsevoch kŕmna mrkva. Všetky, okrem kŕmneho kelu, boli s úrodou súčasne ziskové a najefektívnejšie.

Kedže najvýkonnejším variantom v pokuse bola kŕmna cukrovka a kukurica na zrno, nepotvrdil sa v pokusoch predpoklad, že dve úrody z kombinácie stredne výkonná hlavná plodina + medziplodiny poskytnú spolu viac sušiny a živín z ha ako jedna úroda cukrovky alebo kukurice.

Z medziplodín boli najefektívnejšie (ziskové) najvýkonnejšie druhy: kukurica na zeleno, slnečnica a kŕmna mrkva.

Najnižšie náklady na 1 q produkcie OJ boli pri kŕmnej cukrovke, potom pri kombináciách jarnej miešanky s kukuricou a repkou, jačmeňa so slnečnicou a pri kukurici na zrno.

Pre pestovanie bôbu, kŕmneho kelu, podsevu ďateliny lúčnej, komonice a mätonohu ako medziplodín neboli vhodné podmienky v kukuričnej oblasti pre neskorosť termínu sejby, nedostatok vlhky, vysoké denné teploty, nízku relatívnu vlhkosť vzduchu a výskyt škodcov pri vzhádzaní, resp. aj pre málonáročnú horčicu, facéliu aj repku z dôvodov príliš nevhodných termínov sejby aj podmienok vzhádzania a rastu, ktoré spomalovali a zhoršili ich vzídenie a urýchlili vývoj na úkor rastu.

Zistené rozdiely v úrodách jednotnej následnej plodiny v ďalšom roku ukazujú na nepatrný až žiadny následný účinok medziplodín, ktorý bol menší než účinok ich predplodín.

SÚHRN

Poľné pokusy v r. 1960—1965 so siedmimi druhmi strniskových medziplodín a štyrmi druhmi podsevoch medziplodín po rôznych hlavných plodinách na stredne ťažkých až ťažkých pôdach juhozápadného Slovenska potvrdili, že nepriaznivé klimatické pomery (nedostatok zrážok) vo väčšine rokov boli príčinou nízkych alebo žiadnych úrod medziplodín a tým aj veľkého rizika pestovania. Najpriaznivejší rok bol 1963, kedy skoro všetky medziplodiny poskytli primerane vysoké úrody.

Najviac úrod za päť rokov a relatívne i najvyšších sa získalo z kukurice na zeleno a kŕmneho kelu, siatych po jarnej miešanke na zeleno, ďalej zo slnečnice siatej po jačmeni a podsevu kŕmnej mrkvy v jarnej miešanke, z ktorých všetky okrem kŕmneho kelu boli aj ziskové.

Ostatné druhy poskytli menej úrod, pritom nižších a stratových. Úrody medziplodín po skôr zberaných hlavných plodinách (napr. jarnej miešanke) boli vyššie než po neskôr sberaných (jačmeni, ovse). Kombinácie: hlavná plodina + medziplodina sa nevyrovnali úrode ani rentabilite najvýkonnejších kontrolných plodín (kukurici alebo cukrovke).

Následný účinok medziplodín bol nepatrný až žiadny v dôsledku ich nízkych úrod.

Došlo dňa 4. 9. 1967

Literatúra

1. DANCÍK, J.: Pestovanie medziplodín. (Študijná zpráva). ÚVTI „Študijné informácie, rada Rostlinná výroba“ 1966, č. 3-4. — 2. EICH, D.: Pěstování meziplodin v NDR. „Mez. zeměd. časopis“, 1960, č. 3. — 3. EREMIÁŠ, V.: Požadavky na krmo-
vinovou základnu při zintenzivnění a specializaci rostlinné výroby. „Za vysokou
úrodu“, 1964, mimoriadne číslo. — 4. KRISTAN, F.: Výzkum pravidelného zařazování
meziplodin na zelené hnojení a píci v osevním postupu v bramborářské oblasti.
„Rostlinná výroba“, 11, 1965, č. 5. — 5. LÜDECKE, F. - SCHADEREIT, G.: Der S'op-
pelfutterbau in den Nordbezirken der DDR. DDL, 1963, č. 6. — 6. RÜTHER, H. - KOSS,
W.: Vlivy meteorologických faktorů na urožaj průmezitých kultur. „Sel. choz.
za rubežom“, 1962, č. 8. — 7. SIMON, W.: Pěstování meziplodin v NDR. „Študijní
materiály, Praha“. Čsl. společnost pro šíření věd. pozn., 1963. — 8. STEIKHARDT,
H.: Zwischenfruchtbau. Berlin, DAL, 1954. — 9. STRÍDA, J.: Dve úrody do roka.
Bratislava, SVPL, 1961. — 10. UHLIAR, J.: Výskum hnojenia ozimných, jarných,
letných a strnískových miešaniek vrátane podsevov. Záverečná zpráva VÚRV Pieš-
tany, 1963.

Оценка исследования возделывания летних и пожнивных промежуточных культур и однолетних подсевов в кукурузной производственной области

Полевые опыты 1960—1965 гг. с 7 видами пожнивных промежуточных культур
и с 4 видами подсевов промежуточных культур после разных главных культур на средне-
тяжелых и тяжелых почвах юго-западной Словакии подтвердили, что неблагоприятные кли-
матические условия (недостаточное количество осадков) в большинстве опытных лет были
причиной низких или вообще никаких урожаев промежуточных культур, и следовательно
представляли большой риск для возделывания. Наиболее урожайным был 1963 год, когда
почти все промежуточные культуры дали сравнительно высокие урожаи.

Больше всего урожаев за 5 лет, причем относительно самых высоких, дали кукуруза
на зеленый корм и кормовая капуста, высеянные после яровой смеси на зеленый корм,
далее подсолнечник, высеянный после ячменя и подсева кормовой моркови в весенней смеси,
из которых все, за исключением кормовой капусты, были рентабельными.

Остальные виды дали меньшие урожаи, причем более низкие и нерентабельные.
Урожаи промежуточных культур после ранее убираемых главных культур (например,
яровой смеси) были выше, чем урожаи после позже убираемых культур (ячмень, овес).
Комбинация: главная культура + промежуточная культура ни по урожаю, ни по рентабель-
ности не равнялась наиболее урожайным контрольным культурам (кукуруза или сахарная
свекла).

Последующее действие промежуточных культур было незначительным или нулевым
в результате низких урожаев.

Текст к таблицам

III. Обзор вегетационного периода и распределения осадков в его 2 половине

IV. Сроки высева и число вегетационных дней опытных и промежуточных культур

V. Урожаи промежуточных культур в ц/га собранной массы

VI. Выход сухого вещества главных культур и комбинации главных и промежуточных куль-
тур в ц/га и % к среднему 3 контрольных главных культур

VII. Экономические показатели промежуточных и главных культур

Evaluation of the Investigation of the Growing of Summer and Stubble Catch crops and of Annual Underseeds in the Maize Production Region

Field experiments carried out in the years 1960—1965 with 7 species of stubble
catch crops and with 4 species of underseed intercrops after different main crops
on medium heavy and heavy soils in south-western Slovakia confirmed the fact that
the unfavourable climatic conditions (lack of precipitations) in a majority of the
years were the cause of low or no yields of catch crops and so also of a great
riskiness of cultivation. Most favourable was the year 1963, when almost all catch
crops produced adequately high yields.

In the 5 years most and relatively also the highest yields were obtained from maize (green) and feed cabbage sown after a spring mixture, and further from sunflowers sown after barley and after undersown feed carrots in a spring mixture, all of which, with the exception of feed cabbage, were also profitable.

The other species provided fewer yields which were also lower and unprofitable. The yields of catch crops after earlier harvested main crops (e. g. spring mixture) were higher than after later harvested crops (barley, oats). Combinations of main crops + catch crops did not reach the yields and neither the profitability of the most effective control crops (maize or sugar-beet).

In consequence of their low yields the consequent effect of catch crops was negligible or there was none at all.

Text to the tables

III. Survey of the vegetation period and distribution of precipitations in its second half

IV. Terms of sowing and number of vegetation days of the experimental crops and catch crops

V. Yields of catch crops in 0.1 tons per hectare of harvested substance

VI. Dry matter yields of the main crops and combinations of main crops and catch crops together in 0.1 tons per hectare and their percentage compared with the average of the three main control crops

VII. Economic indices of the catch crops and main crops

Adresa autora:

Ing. Jozef Dančík, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany

SDĚLENÍ VYDAVATELSTVÍ ÚVTI

V důsledku tíživé situace v polygrafickém průmyslu a mimořádných událostí nemůže vydavatelství ÚVTI — podobně jako jiné vydavatelské podniky — splnit plánovaný, redakčně k tisku připravený rozsah letošního ročníku vědeckých zemědělských časopisů. Z těchto důvodů není možné zajistit ani řádnou periodicitu ve vydávání našich časopisů.

Prosíme proto, abyste omluvili vydání dvou čísel ve formě rozsahově slabších dvojčísel i opožděné vydávání našich časopisů.

Děkujeme za Vaše pochopení.

VYDAVATELSTVÍ ÚVTI

■ Proces vědecké práce v rostlinné výrobě, podobně jako v jiných přírodních vědách, probíhá zhruba (V o n d r á č e k 1967) takto:

Formulace otázky → matematicko-statistický model →
→ $\left\langle \begin{array}{l} \text{model experimentu} \\ \text{model hodnocení} \end{array} \right\rangle$ → realizace experimentu → hodnocení experimentu →
→ formulace obecně platných závěrů.

Z uvedeného schématu vyplývá, že úspěch této práce, tzn. formulace pravidel obecně platných závěrů, do značné míry závisí na respektování požadavku metodické jednoty realizace a vyhodnocení výsledků pokusů. Nedodržení tohoto kategorického postulátu vede k chybným závěrům i ze správně a přesně provedených pokusů a zavedení takových neověřených výsledků do praxe může znamenat velké národohospodářské škody. Je však nutno konstatovat, že tato okolnost není stále částí naší výzkumné veřejnosti respektována, což má za následek časté nesrovnalosti, objevující se v závěrečných zprávách a vědeckých publikacích.

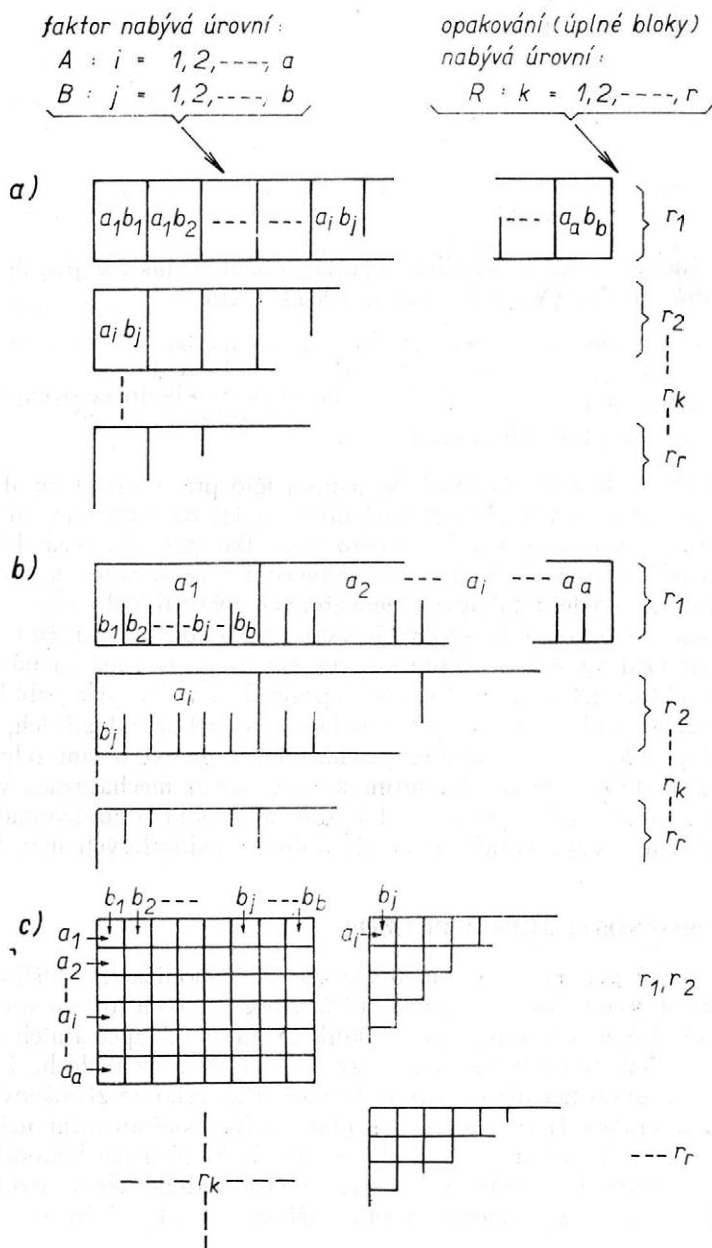
V předložené studii jsme se proto pokusili o rozbor základních, pro řešení agrotechnické problematiky v úvahu přicházejících metod a jim odpovídajícího statistického vyhodnocení s přihlédnutím k možnostem mechanizace výpočetních prací využitím samočinných počítačů. Jde zde především o konfrontaci technické náročnosti polních a výpočetních prací při aplikaci jednotlivých metod.

METODY A MOŽNOSTI JEJICH POUŽITÍ

Agrotechnické pokusy jsou z hlediska obecně metodického většinou typickými pokusy faktorovými. Jde totiž o ověření účinnosti jistých úrovní určitých agrotechnických zásahů a jejich interakcí. Odhlédneme-li od speciálních metod, používaných pro zjednodušení vícefaktorových pokusů v případech, kdy předem známe, nebo nás nezajímá účinek určité úrovně některého ze zkoušených faktorů, nebo některé interakce (např. pokusy s plánovaným směřováním účinků) a od starších pokusnických metod (dlouhé dílce apod.), které nelze hodnotit analýzou rozptylu, v současné době jsou pro svou poměrně jednoduchou realizaci a přehlednost používány v experimentální práci tři metody, které lze charakterizovat takto:

I. Metoda znáhodněných bloků (úplných), zahrnující vyčerpávajícím způsobem kombinace úrovní zkoušených faktorů v rámci téhož bloku se znáhodněním jejich pořadí (kromě přípustného systematického uspořádání

v jednom z bloků) — graf 1 a. Pokusy, založené touto metodou, která dává spolehlivé výsledky a jejíž statistické hodnocení je poměrně jednoduché, jsou však pro nutnost znáhodnění pořadí pokusných členů obtížně mechanizačně obdělavitelné a proto mnohdy technicky neproveditelné (např. při zkoušení účinku takových ošetření, jako je orba, závlaha, odvodnění, utužení půdy apod.).



1. Schéma dvoufaktorového pokusu, založeného metodou
 a) znáhodněných bloků, b) dělených dílců a c) kolmo děle-
 ných bloků

I. Základní tabulky pro dvoufaktorový pokus

A	R	B				$\sum_i^b$	$\sum_j^b \sum_k^r$	$\sum_i^a \sum_j^b \sum_k^r$
		b_1	b_2	$\dots b_j \dots$	b_b			
a_1	r_1	y_{111}	y_{121}	$\dots y_{1j1} \dots$	y_{1b1}	$Y_{1 \cdot 1}$		
	r_2	y_{112}	$\dots$		$\cdot$	$Y_{1 \cdot 2}$		
	$\cdot$	$\cdot$			$\cdot$	$\cdot$		
	$\cdot$	$\cdot$			$\cdot$	$\cdot$		
	r_k	$\cdot$			$\cdot$	$Y_{1 \cdot k}$		
	$\cdot$					$\cdot$		
	r_r			$\dots y_{1jr} \dots$	y_{1br}	$Y_{1 \cdot r}$		
	$\sum_j^b \sum_k^r$	$Y_{11 \cdot}$	$Y_{12 \cdot}$	$\dots Y_{1j \cdot} \dots$	$Y_{1b \cdot}$		$Y_{1 \cdot \cdot}$	
a_2	r_1	y_{211}	$\dots$	$\dots y_{2j1} \dots$		$Y_{2 \cdot 1}$		
	r_2	$\cdot$				$\cdot$		
	$\cdot$	$\cdot$				$\cdot$		
	r_r	$\cdot$		$\dots$	y_{2br}	$Y_{2 \cdot r}$		
	$\sum_j^b \sum_k^r$	$Y_{21 \cdot}$		$\dots$	$Y_{2b \cdot}$		$Y_{2 \cdot \cdot}$	
$\cdot$								
$\cdot$								
a_i	r_1	y_{i11}	$\dots$			$Y_{i \cdot 1}$		
	r_2	$\cdot$			$\cdot$	$Y_{i \cdot 2}$		
	$\cdot$	$\cdot$			$\cdot$	$\cdot$		
	$\cdot$			$\dots$	y_{ibr}	$\cdot$		
	$\sum_j^b \sum_k^r$	$Y_{i1 \cdot}$		$\dots$	$Y_{ib \cdot}$		$Y_{i \cdot \cdot}$	
$\cdot$								
$\cdot$								
a_a	r_1	y_{a11}	$\dots$					
	$\cdot$	$\cdot$			$\cdot$			
	$\cdot$	$\cdot$			$\cdot$			
	r_r	$\cdot$		$\dots$	y_{abr}			
	$\sum_j^b \sum_k^r$	$Y_{a1 \cdot}$	$\dots$		$Y_{ab \cdot}$		$Y_{a \cdot \cdot}$	
$\sum_i^a \sum_k^r$		$Y_{\cdot 1}$	$Y_{\cdot 2}$	$\dots Y_{\cdot j} \dots$	$Y_{\cdot b}$			$Y_{\cdot \cdot \cdot}$

(Pokračování na str. 1084)

B	R				$\sum_i^a$	$\sum_k^r$
	r_1	r_2	$\dots r_k \dots$	r_r		
b_1	$Y_{.11}$	$Y_{.12}$	$\dots Y_{.1k} \dots$	$Y_{.1r}$	$Y_{.1.}$	
b_2	$Y_{.21}$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$Y_{.2.}$	
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	
b_j			$\dots Y_{.jk} \dots$	$\cdot$	$Y_{.j.}$	
$\cdot$			$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	
$\cdot$			$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	
b_b			$\cdot \dots$	$Y_{.br}$	$Y_{.b.}$	
$\sum_i^a \sum_j^b$	$Y_{..1}$	$Y_{..2}$	$\dots Y_{..k} \dots$	$Y_{..r}$	$Y_{...}$	

II. Metoda dělených dílců, vycházející z členění úplných bloků na dílce (tzv. dílcová ošetření jednoho faktoru — na provedení prací technicky náročnějších s předpokládanými většími rozdíly mezi účinky jednotlivých úrovní) a na poddílce v jejich rámci, vyčerpávající všechny zkoušené úrovně druhého faktoru — graf 1 b. Tato metoda již umožňuje mechanizaci dílcového ošetření.

III. Metoda kolmo dělených bloků s ošetřeními (úrovněmi zkoušených faktorů), probíhajícími kolmo na sebe v rámci celých bloků, umožňující mechanizaci pokusných zásahů u obou faktorů — graf 1c. Statistické hodnocení takových pokusů je však relativně nejsložitější.

Je tedy možno shrnout, že agrotechnické pokusy jsou prováděny většinou jednou z uvedených metod, případně jejich modifikacemi podle počtu faktorů, úrovní a kombinací. V polních pokusech převládají metody II. a III. pro možnost částečné neb úplné mechanizace polních prací a proto rychlého a ekonomického založení, ošetřování a sklizně. Statistické vyhodnocení je však poněkud obtížnější. Snad proto jsou stále publikovány výsledky pokusů takto založených, ale hodnocených analýzou rozptylu podle modelu, platného pro metodu znárodněných bloků. V poslední době k podobnému zjednodušení svádí i postupné pronikání samočinných počítačů do zemědělského výzkumu z příčin, o kterých pojednáme později.

TŘÍDĚNÍ EXPERIMENTÁLNÍCH DAT A ZÁSADY POČETNÍ ANALÝZY

Experimentální data, získaná některou ze tří uvedených metod, je vhodné seřadit pro dvoufaktorový pokus s opakováním do dvou základních tabulek (tabulka I), umožňujících jak výpočet všech průměrů, tak výpočet analýzy roz-

II. Výpočet součtů čtverců (S) u dvoufaktorového pokusu s opakováním, založeného třemi metodami

S	Znáhodněné bloky	Dělené dílce	Kolmo dělené bloky
člen C	$\frac{1}{abr} Y^2 \dots$	→ dtto	→ dtto
Scelk.	$\sum_i^a \sum_j^b \sum_k^r y^2_{ijk} - C$	→ dtto	→ dtto
S _A	$\frac{1}{br} \sum_i^a Y^2_{i..} - C$	→ dtto	→ dtto
S _R	$\frac{1}{ab} \sum_k^r Y^2_{..k} - C$	→ dtto	→ dtto
S _{e(A)}	_____	$\frac{1}{b} \sum_i^a \sum_k^r Y^2_{i..k} - C - S_A - S_R$	→ dtto
S _B	$\frac{1}{ac} \sum_j^b Y^2_{.j.} - C$	→ dtto	→ dtto
S _{AB}	$\frac{1}{c} \sum_i^a \sum_j^b Y^2_{ij.} - C - S_A - S_B$	→ dtto	→ dtto
S _e = = S _{e(ABR)}	S _{celk} - S _A - - S _R - S _B - S _{AB}	_____	_____
S _{e(B)}	_____	S _{celk} - - $\left(\frac{1}{a} \sum_i^a \sum_k^r Y^2_{i..k} - C \right)$ - S _B - S _{AB}	$\frac{1}{a} \sum_j^b \sum_k^r Y^2_{.jk} - C - S_B - S_R$
S _{e(AB)}	_____	_____	S _{celk} - - $\left(\frac{1}{b} \sum_i^a \sum_k^r Y^2_{i..k} - C \right) - \left(\frac{1}{a} \sum_j^b \sum_k^r Y^2_{.jk} - C \right) - S_{AB}$

Vysvětlivky:

S_A, S_B — součty čtverců pro faktory A, B
 S_R — součet čtverců pro opakování R
 S_{AB} — součet čtverců pro interakci AB
 S_e — reziduální součet čtverců

S_{e(A)} — reziduální součet čtverců velkých dílců
 S_{e(B)} — reziduální součet čtverců malých dílců
 S_{e(AB)} — reziduální součet čtverců pro interakci

III. Schéma zjednodušeného výpočtu čtverců (S) podle obecného faktorového programu u dvoufaktorového pokusu s opakováním

Zdroj rozptylu	S	Výpočet	Stupně volnosti
Člen C	—	$\frac{1}{abr} Y^2 \dots$	
Faktor A	S_A	$\frac{1}{br} \sum_i^a Y_{i..}^2 - C$	$a - 1$
Faktor B	S_B	$\frac{1}{ar} \sum_j^b Y_{.j.}^2 - C$	$b - 1$
Faktor R	S_R	$\frac{1}{ab} \sum_k^r Y_{...k}^2 - C$	$r - 1$
Interakce AB	S_{AB}	$\frac{1}{r} \sum_i^a \sum_j^b Y_{ij.}^2 - S_A - S_B - C$	$(a-1)(b-1)$
Interakce AR	S_{AR}	$\frac{1}{b} \sum_i^a \sum_k^r Y_{i.k.}^2 - S_A - S_R - C$	$(a-1)(r-1)$
Interakce BR	S_{BR}	$\frac{1}{a} \sum_j^b \sum_k^r Y_{.jk.}^2 - S_B - S_R - C$	$(b-1)(r-1)$
Interakce ABR	S_{ABR}	$S_{celk} - S_A - S_B - S_R - S_{AB} - S_{AR} - S_{BR} - C$	$(a-1)(b-1)(r-1)$
Celkový	S_{celk}	$\sum_i^a \sum_j^b \sum_k^r y_{ijk}^2 - C$	$abr - 1$

ptylu. Tabulky i vlastní výpočet nabudou na přehlednosti, použijeme-li zjednodušené symboliky (Kendall 1947), kde pro dvoufaktorový pokus s a úrovněmi faktoru A, b úrovněmi faktoru B v r opakováních platí:

$$\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r y_{ijk} = Y_{i..}$$

$$\frac{1}{br} Y_{i..} = y_{i..}$$

$$\sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^r y_{ijk} = Y_{.j.}$$

$$\frac{1}{ar} Y_{.j.} = y_{.j.}$$

$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ijk} = Y_{...k}$$

$$\frac{1}{ab} Y_{...k} = y_{...k}$$

$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r y_{ijk} = Y \dots$$

$$\frac{1}{abr} Y \dots = y \dots$$

kde y_{ijk} značí pozorování (např. výnos) členu s i -tou úrovní faktoru A, j -tou úrovní faktoru B a v k -tém opakování (bloku). Velkými písmeny Y s tečkami místo vynechaných indexů se značí součty přes vynechaný index, malým y s tečkami místo vynechaných indexů pak příslušné průměry.

Výpočet součtů čtverců jako základ analýzy rozptylu se pak řídí pravidly, shrnutými přehledně v tabulce II. Je zřejmé, že i když je výpočet součtu čtverců pro základní faktory a jejich interakci u všech tří metod shodný, jsou zásadní rozdíly u součtu čtverců pro reziduální proměnlivost. V tabulce III je uveden způsob výpočtu součtu čtverců tak, jak je obvykle postupováno při konstrukci tzv. obecných faktorových programů pro výpočet analýzy rozptylu na samočinných počítačích.

Zásadní rozdíl je tedy v rozvržení vlastní tabulky analýzy rozptylu (tabulka IV), s čímž souvisí i různý způsob výpočtu F-hodnoty (Fisher-Snedecorova rozložení) a vlastního F-testu s ohledem na příslušné stupně volnosti. To se pak pochopitelně odrazí ve výpočtu středních chyb jako základu pro testy individuálních kontrastů na základě některého z běžných testů (Duncanův, Tuckeyův aj., viz např. Federer 1955, Rod 1967). To je ovšem další problematika, které bude muset být věnována pozornost na jiném místě. Zde je možno shrnout, že každá ze tří metod vyžaduje jiný rozklad celkového počtu stupňů volnosti a celkového součtu čtverců.

VYUŽITÍ MODERNÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Přes zásadní rozdíly ve výpočtu analýzy rozptylu u uvedených tří metod je zřejmé, že se výpočet opírá o stejné pomocné veličiny (tabulky I, II). Tato skutečnost je základem pro využití obecného faktorového programu analýzy rozptylu při vyhodnocení různě uspořádaných pokusů.

Z numerického hlediska je totiž analýza rozptylu algebraický rozklad celkového rozptylu na aditivní komponenty, příslušné jednotlivým faktorům, příp. jejich interakcím. Způsob tohoto rozkladu závisí na metodě uspořádání pokusů. Tato myšlenka vedla programátory výpočetních center k sestavení řady programů pro vyhodnocení k -faktorového pokusu bez opakování za předpokladu úplného znáhodnění, kde za odhad reziduálního rozptylu je považován průměrný čtverec interakce nejvyššího řádu (Ralston 1960, Kurki, Suomis 1962, Bartoníček a kol. 1967). Otázkou zůstává, jak těchto programů využít k vyhodnocení pokusů, založených popsáními metodami.

Tabulka III ukazuje schéma zjednodušeného výpočtu součtu čtverců tak, jak je obvykle počítají obecné faktorové programy. Považujeme-li nyní opakování R za jakýsi „pseudofaktor“ a spočítáme-li součet čtverců a průměrné čtverce pro interakce AR, BR a ABR, můžeme těchto obecných faktorových programů (OFP) využít k vyhodnocení pokusů, založených uvedenými metodami s použitím schématu v posledním sloupci tabulky IV. Uvažme jen, že reziduální součet čtverců u znáhodněných bloků je vlastně součet součtů čtverců všech interakcí s opakováním; u dělených dílců reziduální součet čtverců pro dílcové ošetření je součet čtverců pro interakci dílcového ošetření s opakováním apod.

ROZBOR VÝSLEDKŮ A DISKUSE

Protože nejčastější chyba, vyskytující se v závěrečných zprávách a pracích, seznamujících odbornou veřejnost s výsledky experimentální práce spočívá v tom, že pokusy, založené metodou dělených dílců nebo kolmo dělených bloků jsou vyhodnocovány sice jednoduššími, ale zcela nesprávnými postupy (tj. buď bez-

IV. Tabulka analýzy rozptylu, přehled testů

Metoda	Zdroj proměnlivosti	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrná čtvercová odchylka
Znáh. bloky	R	S_R	$f_R = r - 1$	$MS_R = S_R/f_R$
	A	S_A	$f_A = a - 1$	$MS_A = S_A/f_A$
	B	S_B	$f_B = b - 1$	$MS_B = S_B/f_B$
	AB	S_{AB}	$f_{AB} = (a - 1)(b - 1)$	$MS_{AB} = S_{AB}/f_{AB}$
	Res.	S_e	$f_e = (r - 1)(ab - 1)$	$MS_e = S_e/f_e$
	Celk.	$S_{celk.}$	$f_{celk.} = abr - 1$	—
Dělené dílce	R	S_R	$f_R = r - 1$	$MS_R = S_R/f_R$
	A	S_A	$f_A = a - 1$	$MS_A = S_A/f_A$
	Res. A	$S_{e(A)}$	$f_{e(A)} = (a - 1)(r - 1)$	$MS_{e(A)} = S_{e(A)}/f_{e(A)}$
	B	S_B	$f_B = b - 1$	$MS_B = S_B/f_B$
	AB	S_{AB}	$f_{AB} = (a - 1)(b - 1)$	$MS_{AB} = S_{AB}/f_{AB}$
	Res. B	$S_{e(B)}$	$f_{e(B)} = a(b - 1)(r - 1)$	$MS_{e(B)} = S_{e(B)}/f_{e(B)}$
	Celk.	$S_{celk.}$	$f_{celk.} = abr - 1$	—
Kolmo dělené bloky	R	S_R	$f_R = r - 1$	$MS_R = S_R/f_R$
	A	S_A	$f_A = a - 1$	$MS_A = S_A/f_A$
	Res. A	$S_{e(A)}$	$f_{e(A)} = (a - 1)(r - 1)$	$MS_{e(A)} = S_{e(A)}/f_{e(A)}$
	B	S_B	$f_B = b - 1$	$MS_B = S_B/f_B$
	Res. B	$S_{e(B)}$	$f_{e(B)} = (b - 1)(r - 1)$	$MS_{e(B)} = S_{e(B)}/f_{e(B)}$
	AB	S_{AB}	$f_{AB} = (a - 1)(b - 1)$	$MS_{AB} = S_{AB}/f_{AB}$
	Res. AB	$S_{e(AB)}$	$f_{e(AB)} = (a - 1)(b - 1)(c - 1)$	$MS_{e(AB)} = S_{e(AB)}/f_{e(AB)}$
	Celk.	$S_{celk.}$	$f_{celk.} = abc - 1$	—

prostředně obecným faktorovým programem, nebo jako znáhodněné bloky), v tabulce V jsou uvedeny výsledky analýzy rozptylu dvoufaktorového pokusu se třemi odrůdami jílku italského (novoslechtění Pohořelice, Rožnovský a Scempter) při třech úrovních minerálního hnojení. Pokus byl souběžně založen jako dělené dílce a kolmo dělené bloky vždy v devíti opakováních. Pokus I prokázal statisticky významné rozdíly mezi odrůdami pouze v 1. seči, vysoce významný vliv hnojení a interakce odrůd s hnojením na výnos v 1. seči a v celkové sklizni. Vyhodnotíme-li tento pokus jako znáhodněné bloky, dojdeme k nesprávným závěrům o vysoké průkaznosti rozdílů ve výnosu odrůd v 1. seči, průkazných rozdílů v celkové sklizni, pouze významnosti rozdílů hnojení a nevýznamnosti interakce v celkové sklizni atd. Zcela zkreslené závěry dostaneme bezprostřední interpretací obecného faktorového programu.

F	H_0	Převedení na obecný faktorový program (OFP)
MS_R/MS_e MS_A/MS_e MS_B/MS_e MS_{AB}/MS_e	$F > F_\alpha (f_R, f_e)$ $F > F_\alpha (f_A, f_e)$ $F > F_\alpha (f_B, f_e)$ $F > F_\alpha (f_{AB}, f_e)$	V OFP vypočteno $S_e = S_{AR} + S_{BR} + S_{ABR}$
$MS_R/MS_{e(A)}$ $MS_A/MS_{e(A)}$	$F > F_\alpha (f_R, f_{e(A)})$ $F > F_\alpha (f_A, f_{e(A)})$	V OFP vypočteno $S_{e(A)} = S_{AR}$
$MS_B/MS_{e(B)}$ $MS_{AB}/MS_{e(B)}$	$F > F_\alpha (f_B, f_{e(B)})$ $F > F_\alpha (f_{AB}, f_{e(B)})$	V OFP vypočteno $S_{e(B)} = S_{BR} + S_{ABR}$
$MS_R/MS_{e(A)}$ $MS_A/MS_{e(A)}$	$F > F_\alpha (f_R, f_{e(A)})$ $F > F_\alpha (f_A, f_{e(A)})$	V OFP vypočteno $S_{e(A)} = S_{AR}$
$MS_B/MS_{e(B)}$	$F > F_\alpha (f_B, f_{e(B)})$	V OFP vypočteno $S_{e(B)} = S_{BR}$
$MS_{AB}/MS_{e(AB)}$	$F > F_\alpha (f_{AB}, f_{e(AB)})$	V OFP vypočteno $S_{e(AB)} = S_{ABR}$
		V OFP vypočteno

V pokuse II byl zjištěn statisticky vysoce významný vliv hnojení na výnos v první seči a významnost interakce v druhé seči a celkové sklizni. Ke zcela jiným závěrům však dojdeme interpretací vyhodnocení analýzou rozptylu, platnou pro znáhodněné bloky a zmateční je přímá aplikace obecného faktorového programu.

Při studiu tabulky V se může naskytout otázka, proč pokusy I a II dávají i při správném vyhodnocení poněkud odlišné výsledky. I když tento problém není předmětem této studie, lze usoudit, že je tomu především pro rozdílnost v zásobě živin v půdě a dále pravděpodobně proto, že zřejmě záleží i na správné volbě dílcového a poddílcového ošetření. Tato totiž rozhodují o faktickém počtu opakování jednotlivých faktorů (dílcové ošetření A se opakuje r -krát, poddílcové ošetření B pak ra -krát) i s důsledky pro stanovení rozdílu mezi jejich úrovněmi.

V. Porovnání správného vyhodnocení pokusů, založených jako dělené dílce (I) a kolmo dělené bloky (II) s nevhodně voleným vyhodnocením podle modelu znáhodněných bloků nebo obecného faktorového programu

Me- toda zalo- žení	Zdroj proměnlivosti		Způsob vyhodnocení												
			správný dle založení				nesprávný jako znáhodněné bloky				nesprávný podle obecného faktorového programu				
			st. vol.	průměrný čtverec pro			st. vol.	průměrný čtverec pro			zdroj proměn- livosti	st. vol.	průměrný čtverec pro		
				1. seč	2. seč	celkem		1. seč	2. seč	celkem			1. seč	2. seč	celkem
I	opakování	R	8	1380	2606**	6525	8	1380**	2506	6525**	R	8	1380**	2606**	6525**
	odrůdy	A	2	6822*	607	3595	2	6822**	607	3595*	A	2	6822**	607	3595**
	reziduum	T _A	16	1378	1050	3100					B	2	2130**	345	4182**
	hnojení	B	2	2130**	345	4182**	2	2130**	345	4182*	RA	16	791**	1050**	3100**
	interakce	AB	4	1540**	433	2436**	4	1540**	433	2463	RB	16	113**	120	358
	reziduum	T _B	48	60	219	474	72	243	427	1131	AB	4	1540**	433	2463**
										RAB	32	34	229	532	
II	opakování	R	8	1083*	1373**	3182*	8	1083*	1373*	3182	R	8	1083**	1373**	3182**
	odrůdy	A	2	5	90	74	2	5	90	74	A	2	5	90	74
	reziduum	T _A	16	367	255	906					B	2	4914**	931*	9709**
	hnojení	B	2	4914**	931	9709	2	4914**	931	9709*	RA	16	367**	255	906**
	reziduum	T _B	16	1304	1053	6517					RB	16	1304**	1053**	6517**
	interakce	AB	4	120	606*	1095*	4	120	606	1095	AB	4	120	606*	1095**
	reziduum	T _{AB}	32	141	174	342	72	485	664	2026	RAB	32	141	174	342

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

Agrotechnické pokusy jsou převážně zakládány metodou znáhodněných bloků, dělených dílců nebo kolmo dělených bloků (graf 1), které se liší technickou náročností polních i výpočetních prací. Jelikož není specifická výpočetních postupů u těchto metod stále pokusnickou praxí dostatečně respektována, bylo popsáno vyhodnocení takto založeného dvoufaktorového pokusu s opakováním (tabulky I, II). Současně byl naznačen postup pro využití obecného faktorového programu (tabulky III, IV) při konstrukci odpovídající analýzy rozptylu.

Na základě faktorového pokusu typu 3×3 s jíllem italským a minerálním hnojením (tabulka V), založeného metodou dělených dílců a kolmo dělených bloků bylo poukázáno na rozpornost výsledků dosažených za použití správných, nebo často používaných nevhodných modelů analýzy rozptylu.

Došlo dne 23. 8. 1967

Literatura

1. FEDERER, W. T.: Experimental Design. The Macmillan Company, New York, 1955. — 2. KENDAL, M. C.: The Advanced Theory of Statistics. Wiley and Sons, London, 1947. — 3. KURKI, R. - SUOMIS: Analysis of Variance. Elliot Computing Division, Borehamwood, Hertfordshire, 1962. — 4. RALSTON, A. - WILF, H.: Mathematical Methods for Digital Computers. Wiley and Sons, London, 1960. — 5. ROD, J.: Statistika. Základy biometrie. Skripta VŠZ v Brně, SPN Praha, 1966. — 6. — VONDRÁČEK, J.: Statistický seminář ÚVÚŽV Uhřetěves, 1967 (nepublikováno).

К проблематике закладки и оценки агротехнических опытов

Агротехнические опыты преимущественно закладываются методом рандомизированных блоков, расщепленных делянок или перпендикулярно расщепленных делянок (граф. 1), отличающихся технической трудоемкостью полевых и вычислительных работ. Так как специфичность вычислительных приемов у этих методов все еще недостаточно принимается во внимание при реализации опытов, то была дана оценка таким образом заложенного двухфакторного опыта с повторением (табл. I, II). Одновременно был намечен прием для использования общей факторной программы (табл. III, IV) при конструкции, отвечающей анализу дисперсии.

На основе факторного опыта типа 3×3 с райграсом итальянским и минеральным удобрением (табл. V), заложенного методом расщепленных делянок и перпендикулярно расщепленных блоков, указывалось на противоречие результатов, полученных при применении правильных или часто применяемых непригодных моделей анализа дисперсии.

Текст к таблицам

- I. Основные таблицы для двухфакторного опыта
- II. Вычисление суммы квадратов (S) у двухфакторного опыта с повторением, заложенного тремя методами
- III. Схема упрощенного вычисления суммы квадратов (S) согласно общей факторной программе у двухфакторного опыта с повторением
- IV. Таблица анализа дисперсии, обзор тестов нулевой гипотезы и редукция общей факторной программы
- V. Сравнение правильной оценки опытов, заложенных как расщепленные делянки (I), и перпендикулярно расщепленные блоки (II) с непригодно выбранной оценкой, согласно модели рандомизированных блоков или общей факторной программы

Текст к графике

- I. Схема двухфакторного опыта, заложенного методом а) рандомизированных блоков, б) расщепленных делянок и в) перпендикулярно расщепленных блоков

On the Problem of the Establishing and Evaluation of Agrotechnical Experiments

In a majority of cases agrotechnical experiments are established by means of the method of randomized blocks, split-plots, or rectangular split blocks (graph 1), which differ in the technical demands of field work and computation. As the specificity of the computing procedures in the case of these methods has not been respected by experimental workers to a sufficient extent, an evaluation of the thus established double-factor experiment with a repetition has been described (Tabs I, II). Simultaneously the procedure applied for an application of the general factor program (Tabs III, IV) for the construction corresponding to variance analysis has been indicated.

On the basis of a factor experiment of the type 3×3 with Italian rye-grass and mineral fertilization (Tab. V) established by means of the method of split-plots and rectangular split blocks, attention was drawn to the contradictions between the results obtained with the application of correct and of frequently used unsuitable models of variance analysis.

Text to the tables

- I. Basic tables for the double-factor experiment
- II. Calculation of sums of squares (S) in the double-factor experiment with repetition established by means of three methods
- III. Scheme of a simplified calculation of sums of squares (S) according to the general factor program in the double-factor experiment with repetition
- IV. A table of variance analysis, a survey of tests of the zero hypothesis, and reduction to the general factor program
- V. Comparison of correct evaluation of experiments established as split-plots (I) and rectangular split blocks (II) with an unsuitably chosen evaluation according to the model of randomized blocks or of the general factor program

Text to the graph

1. Scheme of the double-factor experiment established by means of the method
a) of randomized blocks, b) of split-plots, and c) of rectangular split blocks

Adresa autorů:

Doc. dr. ing. Jan Rod, CSc., ing. Josef Pešek, ÚVÚRV Praha-Ruzyně, Výzkumná stanice základní agrotechniky, Hrušovany u Brna

PRVNÍ A DRUHÁ GENERACE HYBRIDŮ PŠENIC RŮZNÉHO VÝVOJOVÉHO TYPU*)

Při vyšlechtování nových hospodářsky cenných odrůd pšenice se při křížení stále více využívá forem lišících se původem a vývojovým typem, tj. jarních, ozimých a přesívek.

V rodokmenu ozimé pšenice 'Bezostaja 1', kterou vyšlechtil Lukjaněnko (1963), se neobjevují pouze ozimé odrůdy, nýbrž i přesívky. Cicin (1954) při vzdálené hybridizaci rovněž křížil rostliny různého vývojového typu. Při zkoumání metod získávání hybridní pšenice za použití samčí sterility byly také kříženy odrůdy lišící se typem vývoje (Schmidt, Johnson aj. 1962, 1963).

Studium specifických znaků vývoje hybridů odrůd s odlišným typem vývoje může velmi prospět při poznávání povahy těchto odrůd, zejména některých vlastností jako jsou ozimost, zimovzdornost a fotoperiodismus. Z toho vyplývá velký praktický i teoretický význam studia hybridů odrůd pšenice s různým typem vývoje. Proto jsme se po řadu let zabývali studiem specifických znaků vývoje hybridů ozimých a jarních pšenic a přesívek. Uvedeme některé údaje, které jsme získali při studiu první a druhé generace hybridů.

METODIKA

Ke křížení jsme použili následujících odrůd: ozimé — 'Lutescens 329', 'Koope-ratorka', 'PPG-186', 'Bánkuti 1201' a další; přesívky — 'Česká', '26191', '109', 'Surchak 5688' a další; jarní — 'Lutescens 62', 'Milturum 321' a další.

Křížilo se každý rok po několik let; první i druhou generaci hybridů jsme vysévali v různých lhůtách, za různých pod-

mínek světelných a teplotních, nejarovizovaným a jarovizovaným osivem. V pokusech byla uskutečněna běžná fenologická pozorování, sledování diferenciací vzrostopného vrcholu rostlin a evidence jejich přezimování. Ve druhé generaci hybridů bylo zjišťováno vymetání každé rostliny zvlášť.

* Podstatnou část práce tvoří sledování vývojových zvláštností kříženců. Chceme diskutovat k závěrečné části práce, kde autor hodnotí získané výsledky a zevšeobecňuje je. Přináší zde zcela neobvyklé názory na podstatu ozimosti, jarovosti a přesívkovosti. A. K. Fjodorov uvádí,

1. že ozimost je dána značným zpomalením vývoje za dlouhého dne a ještě více za krátkého dne;
2. že u poloozimů je uvedená vlastnost vyvinuta méně výrazně a projevuje se menším zpomalením vývoje za dlouhého i krátkého dne;
3. že u přesívek je tato vlastnost ještě méně výraznější a projevuje se značným zpomalením vývoje za krátkého dne (což autor nazývá fotoperiodickou reakcí), avšak v menší míře než u poloozimů;
4. že nejslaběji je tato vlastnost fixována u jarních odrůd, kde se projevuje zcela nepatrným zpomalením vývoje za krátkého dne.

Jak vidíme, autor nepovažuje jarovizaci za podmínku ozimosti; za rozhodující faktor považuje reakci odrůd k délce dne.

Při jarním setí první generace hybridů ozimé a jarní odrůdy dokonale metá, ale dosti často poněkud později než jarní rodičovská forma. Za tři roky pokusu (1961—1963) vymetala první generace hybridů ozimé pšenice 'Lutescens 329' a jarní pšenice 'Lutescens 62' o 6—7 dnů později než rostliny jarní rodičovské odrůdy.

Při podzimním výsevu první generace hybridů přezimuje, zatímco jarní rodičovská odrůda plně hyne. V jednom z pokusů přezimovala první generace hybridů uvedených odrůd po zasetí 11. 9. ze 45,0 %, po pozdějším zasetí 21. 9. ze 62,7 %; rostliny jarní rodičovské odrůdy však při obou podzimních lhůtách výsevu vymrzly. Z toho je vidět, že hybridy sice po jarním vysetí vymetají, ale liší se od rostlin jarní rodičovské odrůdy, a to zejména větší zimovzdorností při podzimním výsevu.

Čím si lze vysvětlit značnou zimovzdornost hybridů ve srovnání s jarní rodičovskou formou? Pokusy ukazují, že první generace hybridů reaguje poněkud odlišněji na krátký den než jarní odrůda. V jednom z pokusů například první generace hybridů ozimé odrůdy 'Lutescens 329' s jarní odrůdou 'Lutescens 62' metala o 28 dnů později než jarní rodičovská odrůda. Toto opoždění bylo přibližně stejné jako u málo zimovzdorné přesívky '28' a '109'.

Sledováním vývoje a růstu pšenic vy-

setých v různých lhůtách se zjistilo, že na podzim (za krátkého dne) zpomalují hybridní rostliny svůj vývoj a růst mnohem více než rostliny jarní rodičovské odrůdy. Po zasetí 31. 8. došlo u první generace hybridů odrůd 'Lutescens 329' a '62' k diferenciaci růstového vrcholu za 54 dnů po úplném vzejití, tj. přibližně v touz dobu, jako u málo zimovzdorných odrůd přesívek ('Surchak 5688', '28'); naproti tomu u jarní pšenice 'Lutescens 62' se růstový vrchol diferencoval za 21 dnů, tj. o 33 dnů dříve.

Ve srovnání s jarní odrůdou se u první generace hybridů nezpomaluje v podzimních podmínkách pouze vývoj, nýbrž i růst. Při měření výšky rostlin koncem podzimu, 27. 10., činila průměrná výška hybridních rostlin 4,8 cm, kdežto jarních rostlin 12,3 cm, tj. více než dvojnásobek. Hybridy se lišili od rostlin jarních odrůd také habitem trsu, tj. byl plazivý nebo podobný plazivému. Naproti tomu jarní rostliny měly vzpřímený habitus.

Hybridní rostliny první generace se tedy liší od jarní rodičovské odrůdy reakcí na podzimní podmínky, zejména pak reakcí na krátký den, což je také jednou z příčin větší zimovzdornosti hybridů ve srovnání s jarní rodičovskou odrůdou. Rostliny první generace hybridů ozimé a jarní pšenice se specifickými znaky svého vývoje blíží málo zimovzdorným přesívkám; zaujímají střední postavení mezi

Tyto názory nevyplývají zcela z pozorování a výsledků uvedené práce, nejsou experimentálně doloženy a proto si dovoluujeme k nim zaujmout stanovisko.

Souhlasíme, že pro možnost přezimování má velký význam reakce rostlin k délce dne jako regulační faktor rychlosti vývoje v podzimních podmínkách. U některých odrůd však nelze vyloučit vliv nízkých teplot z adaptačního a regulačního komplexu ozimých obilnin. Při posuzování těchto otázek je třeba spíše zdůraznit vztah jarovizace a délky dne či projev jarovizace v různé délce dne.

Dále je třeba v širokém pojmu „fotoperiodická reakce“ (který autor používá všude tam, kde dříve používal název „světelné stadium“) rozlišovat pojmy: období největší fotoperiodické citlivosti či reakce (což lépe odpovídá dřívějšímu pojetí světelného stadia), dále stupeň fotoperiodické citlivosti a kritickou délku dne. Při tomto rozlišování pojmů by závěry nebyly formulovány tak jednoznačně, jak se autorovi stalo.

Domníváme se také že typické přesívky mají silnější stupeň fotoperiodické citlivosti a delší období fotoperiodické citlivosti než ozimé a poloozimé formy. Vycházím při tom z našich pokusů s českými přesívkami a poloozimy a jsem si vědom, že rozdíly mohou vznikat z různé definice poloozimých typů. Předpokládáme však, že autor tento typ chápe podobně jako Razumov.

Největším argumentem pro autorovy závěry jsou výsledky jeho pokusu s ozimou pšenicí, která vymetala bez jarovizace v podmínkách nepřetržitého osvětlení vysoké intenzity (50 000—70 000 luxů). Ovšem tyto výsledky nebyly dosud potvrzeny u širšího souboru typicky ozimých odrůd.

V každém případě je práce A. K. Fjodorova svým zcela novým pohledem na podstatu ozimosti myšlenkovým impulsem pro další rozvoj studia biologie vývoje rostlin.

rodičovskými odrůdami, při čemž se spíše blíží jarním odrůdám.

Ve druhé generaci dochází ke štěpení. Většina rostlin po jarním výsevu sice vymetá, ale nerovnoměrně. Malá část rostlin zůstává ve fázi odnožování až do konce vegetačního období.

Sledovali jsme několik let vývoj každé rostliny zvlášť. Z údajů o metání hybridů ozimé pšenice 'Lutescens 329' a jarní pšenice 'Lutescens 62' vyplynulo, že největší počet hybridů vymetl v době od 5. do 11. července; ze sledovaných 354 rostlin bylo 15 poloozimých (4,2 %) a 16 ozimých (4,9 %). Jarní odrůda 'Lutescens 62' vymetala 30. 6., pozdní jarní pšenice 'Milturum 321' 9. 7., 'Česká přesívka' 12. 7. a poloozimá pšenice 'Apulikum' 15. 8. Z toho je vidno, že ve druhé generaci hybridů ozimé a jarní pšenice dochází k dosti značnému štěpení.

Většina hybridních rostlin (50 %) vymetala poněkud později (o 5—10 dnů) než jarní rodičovská odrůda. Nepatrná část rostlin vymetala ve lhůtách, blízcích se době metání 'České přesívky', 15 rostlin vymetalo poměrně pozdě, tj. v srpnu a počátkem září, kdy metají poloozimé pšenice a 16 rostlin zůstalo až do konce vegetačního období ve fázi odnožování. Z toho vyplývá, že ve druhé generaci hybridů ozimé a jarní pšenice jsou velmi rozmanité formy co do délky vegetačního období. Jsou zde rané jarní rostliny, podobající se výchozí jarní odrůdě, polorané i pozdní jarní rostliny, dále rostliny typu přesívek, poloozimé a pravé ozimé. Naproti tomu ve druhé generaci hybridů pocházejících z podzimního výsevu se neprojevuje rozmanitost form, neboť všechny rostliny metají ve stejnou dobu.

ZVLÁŠTNOSTI VÝVOJE HYBRIDŮ JARNÍ PŠENICE S PŘESÍVKOU

První generace těchto hybridů připomíná svým chováním první generaci hybridů jarní pšenice s ozimou, protože po jarním výsevu všechny rostliny stejnoměrně vymetají. Je-li odrůda přesívky pozdnější než jarní odrůda, pak první generace hybridů vymetá poněkud později než jarní odrůda, ale dříve než přesívka. V jednom z pokusů vymetaly například hybridní rostliny jarní pšenice 'Lutescens 62' s 'Českou přesívkou' o 3 až 5 dnů později než jarní odrůda, ale o 6 dnů dříve než přesívka. Z hlediska fotoradiční reakce zaujímaly rostliny první generace střední místo mezi rodičovskými odrůdami (obr. 1). Za krátkého 12hodinového dne zpomalovaly svůj vývoj více než jarní odrůda, ale méně než přesívka. V jednom z pokusů byla diferenciace růstového vrcholu opožděna o 8 dnů oproti jarní odrůdě, ale nastala o 26 dnů dříve než u přesívky. U metání byl rozdíl ještě větší. Hybridní rostliny za

krátkého dne vymetaly o 16 dnů později než jarní odrůda.

Vidíme, že hybridní rostliny se lišily od výchozí jarní odrůdy reakcí na krátký den, jehož vlivem se podstatně opozdil jejich vývoj. Proto tyto hybridy po podzimním výsevu stejně jako hybridy první generace zpomalují výrazněji než jarní rodičovská odrůda svůj vývoj a růst, což přispívá k jejich lepšímu přezimování ve srovnání s jarní odrůdou. V jednom z pokusů přezimovala první generace hybridů jarní pšenice s 'Českou přesívkou' po výsevu 11. září ze 30,4 %, zatím co rostliny jarní odrůdy 'Lutescens 62' zcela uhynuly; rostliny druhé rodičovské odrůdy, 'České přesívky', přezimovaly z 55,5 %.

Ve druhé generaci hybridů jarní odrůdy s přesívkou všechny rostliny vymetají, i když dosti nerovnoměrně, jestliže se výchozí odrůdy lišily vegetačním obdobím.

ZVLÁŠTNOSTI VÝVOJE HYBRIDŮ OZIMÉ ODRŮDY S PŘESÍVKOU

První generace uvedených hybridů zůstává na rozdíl od hybridů ozimé odrůdy s jarní a jarní odrůdy s přesívkou po jarním vysetí dlouho ve fázi odnožování; tím připomíná rostliny ozimé odrůdy. Koncem léta však na rozdíl od ozimých rostlin vymetá, ale semena z tohoto pozdního metání často nedozrají. Hybridní rostliny první generace výrazně reagují na světelné podmínky, zejména na délku dne, změnou rychlosti vývoje.

Z tabulky I vidíme, že první generace

hybridů při přirozeném osvětlení značně zpomaluje svůj vývoj, neboť metá až koncem léta. Rychlostí vývoje zaujímá střední postavení mezi rodičovskými odrůdami (obr. 1).

Období od vzejití do diferenciace růstového vrcholu je u hybridů první generace delší než u jedné z rodičovských odrůd — přesívky, ale kratší než u druhé rodičovské odrůdy — ozimé pšenice.

Vlivem nepřetržitého osvětlení se podstatně urychluje (téměř o jeden měsíc) vývoj hybridů. Za krátkého dne zpoma-

I. Vliv světelných podmínek na vývoj první generace hybridů ozimé pšenice s přesívkou

Výzkumný objekt	Osvětlení	Délka období od vzejití do diference růstového vrcholu (ve dnech)	Data metání
F ₁ Lutescens × Česká přesívka	Přirozené	57	20. 7.
F ₁ Kooperatorka × Česká přesívka		54	12. 7.
F ₁ Bankuti 1201 × Česká přesívka		41	29. 7.
Česká přesívka		26	15. 7.
Lutescens 329		119	nemetala
Lutescens 62		12	29. 6.
F ₁ Lutescens × Česká přesívka	Nepřetržité přirozené + doplňkové o intenzitě asi 5000 luxů	39	25. 7.
F ₁ Kooperatorka × Česká přesívka		37	18. 7.
Česká přesívka		21	7. 7.
F ₁ Lutescens 329 × Česká přesívka	Krátký 12 hod. den (od 7 hod. ráno do 19 hod. večer)	88	nemetala
F ₁ Kooperatorka × Česká přesívka		80	nemetala
Česká přesívka		54	nemetala
Lutescens 62		12	29. 6.

lují hybridní rostliny svůj vývoj mnohem výrazněji než přesívka, tj. v důsledku vlivu ozimé odrůdy je u nich mnohem výraznější fotoperiodická reakce než u přesívky. Tyto poznatky svědčí o tom, že ozimost (u ozimých odrůd) a fotoperiodismus (u přesívek) jsou u pšenice jevy téhož řádu; rozdíly zde jsou zřejmě v podstatě kvantitativní. Tento závěr potvrzují i další údaje. Při křížení jedné odrůdy přesívky s ozimými odrůdami s různým stupněm ozimosti je projev fotoperiodické reakce v první generaci hybridů odlišný. První generace hybridů 'České přesívky' se zimovzdornou odrůdou se zjevnou ozimostí, tj. 'Lutescens 329', zpomalila za krátkého dne svůj vývoj o 22 dnů ve srovnání s první generací hybridů téže odrůdy přesívky s málo zimovzdornou odrůdou 'Bankuti 1201'. Z toho je vidno, že fotoperiodickou reakcí první generace hybridů ovlivňuje stupeň ozimosti ozimé odrůdy.

Po podzimním výsevu přezimují rost-

liny první generace hybridů ozimé odrůdy s přesívkou mnohem lépe než rostliny první generace hybridů ozimé odrůdy s jarní nebo jarní odrůdy s přesívkou. Zimovzdorností se tyto rostliny blíží ozimé odrůdě. Po vysetí 11. 9. 1962 přezimovalo v první generaci hybridů ozimé pšenice 'Lutescens 329' s 'Českou přesívkou' 87,0 % rostlin, u ozimé pšenice 88,8 % a u 'České přesívky' 66,3 % rostlin. Pokud jde o metání, vymetají hybridi přibližně v téže době jako ozimé odrůdy vyseté současně.

Ve druhé generaci hybridů lze po jarním výsevu pozorovat dosti složité štěpení podle vývojového typu, podle vegetačního období. Mezi hybridními rostlinami se lze setkat s celou škálou přechodů od jedné rodičovské odrůdy — přesívky ke druhé — ozimé odrůdě. V jednom z pokusů bylo například ve druhé generaci hybridů ozimé pšenice 'Lutescens 329' s 'Českou přesívkou' evidováno 326 rostlin. Z nich 3 rostliny vy-

metaly současně s 'Českou přesívkou' — 18.7. Největší počet rostlin, 133 neboli 40,8 %, vymetalo v období od 23.7. do 28.7., tj. o 5–10 dnů později než 'Česká přesívka'. 13,2 % rostlin vymetalo během srpna a začátkem září, tj. v době, kdy metají poloozimé odrůdy pšenice. Přitom je třeba poznamenat, že v této době metají hybridní rostliny první generace uvedené kombinace křížení.

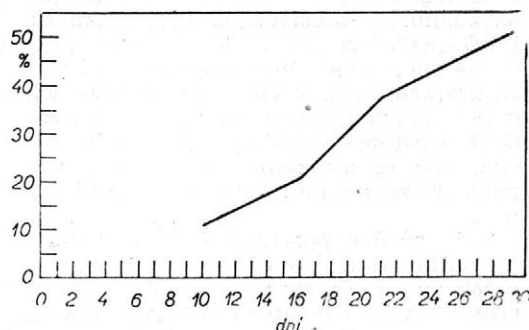
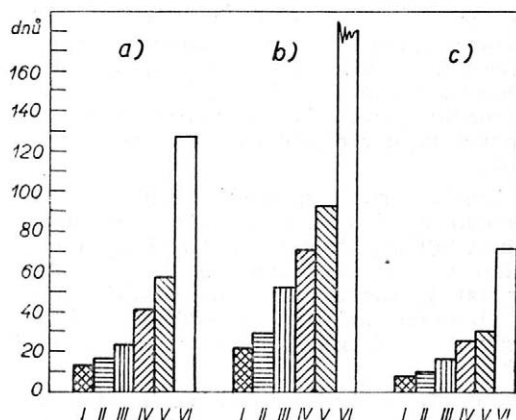
Ve své většině mají rostliny druhé generace hybridů kratší vegetační období; typem vývoje se více blíží přesívce než rostliny první generace. 28,2 % hybridních rostlin dané kombinace zůstalo ve fázi odnožování, tj. byly právě ozimé.

Ve druhé generaci hybridů ozimé odrůdy s přesívkou se vyštěpuje mnohem více ozimých a poloozimých (málo ozimých) forem než při křížení ozimé odrůdy s jarní. To je zcela pochopitelné, protože rostliny přesívky se svou povahou více blíží ozimým odrůdám než rostliny jarní odrůdy. Počet vyštěpených ozimých rostlin ve druhé generaci hybridů ozimé odrůdy s přesívkou nebo jarní odrůdou závisí na stupni fotoperiodické reakce ozimých odrůd.

Z údajů tabulky II. vidíme, že po zkřížení jedné ozimé odrůdy s přesívkami

nebo jarními odrůdami se vyštěpuje tím více ozimých forem, čím více ozimé odrůdy zpomalují svůj vývoj za krátkého dne (mají větší stupeň citlivosti k délce dne) (obr. 2). Největší počet ozimých rostlin se vyštěpuje ve druhé generaci hybridů ozimé odrůdy s 'Českou přesívkou', která nejvíce zpomaluje svůj vývoj za krátkého dne.

Ve druhé generaci hybridů téže ozimé odrůdy s přesívkou 'Surchak 5488', u níž je fotoperiodická reakce mnohem slabší než u 'České přesívky', se vyštěpilo pouze 21,2 % ozimých rostlin. Nejmenší počet ozimých rostlin (9,3 %) se vyštěpil ve druhé generaci hybridů ozimé odrůdy s jarní odrůdou 'Lutescens 62', která ze všech odrůd použitých v pokusech nejméně zpomaluje svůj vývoj za krátkého dne. Výsledky tohoto pokusu mají teoretický i praktický význam. Ukazují totiž, že ozimost ozimých pšenic (zpomalení vývoje za dlouhého dne a při poměrně intenzivním osvětlení) a fotoperiodická reakce přesívek a jarních pšenic (zpomalení vývoje za krátkého dne) mají asi stejnou podstatu a rozdíly mezi nimi v tomto směru jsou převážně kvantitativní.



1. Délka období od vzejití do diferenciaci růstového vrcholu u rostlin pšenice: a) za přirozeného dlouhého dne, b) za krátkého 12hod. dne, c) za nepřetržitého silného osvětlení (50 000 luxů). I = jarní pšenice 'Lutescens 62', II = druhá generace hybridů jarní pšenice 'Lutescens 62' s 'Českou přesívkou', III = 'Česká přesívka', IV = první generace hybridů ozimé pšenice 'Bánkutu 1201' s 'Českou přesívkou', V = první generace hybridů ozimé pšenice 'Lutescens 329' s 'Českou přesívkou', VI = ozimá pšenice 'Lutescens 329'.

2. Závislost počtu vyštěpených ozimých forem ve druhé generaci hybridů ozimé odrůdy s jarní pšenicí nebo přesívkou na fotoperiodické reakci. Osa y = procento ozimých rostlin, vyštěpených ve druhé generaci, osa x = zpomalení vývoje (ve dnech) jarní odrůdy nebo přesívky za krátkého dne ve srovnání s přirozeným dlouhým dnem. Čím výraznější u jarní odrůdy nebo přesívky fotoperiodická reakce, tím více ozimých forem se objevuje ve druhé generaci hybridů.

II. Vyštěpení ozimých rostlin ve druhé generaci hybridů ozimé pšenice s odrůdami s různým stupněm fotoperiodické reakce

Kombinace křížení	Opožděná diferenciace růstového vrcholu za krátkého dne ve srovnání s přiro- zeným dnem u přesívky nebo jarní odrůdy (ve dnech)	Počet rostlin		% ozimých rostlin ve druhé generaci
		celkem	z toho ozimých	
F ₂ Lutescens 329 × Česká přesívka	30	163	78	47,8 ± 3,9
F ₂ Lutescens 329 × 109	21	180	62	34,4 ± 3,5
F ₂ Lutescens 329 × Surchak 5688	16	198	42	21,2 ± 2,8
F ₂ Lutescens 329 × Lutescens 62	10	174	16	9,1 ± 2,1

Vlastnost, která podmiňuje zpomalení přechodu rostlin z vegetativní do generativní fáze, je nejvíce vyjádřena u ozimých pšenic; projevuje se značným zpomalením jejich vývoje za dlouhého dne a ještě více za krátkého dne; u poloozimých forem je uvedena vlastnost vyvinuta méně výrazně a projevuje se menším zpomalením vývoje za dlouhého i krátkého dne ve srovnání s ozimými odrůdami. U přesívek je tato vlastnost ještě méně výrazná a projevuje se převážně pouze značným zpomalením vývoje za krátkého dne, avšak v menší míře než u poloozimých forem. Nejslaběji je uvedena vlastnost vyjádřena u jarních odrůd, kde se projevuje pouze velmi nepatrným zpomalením vývoje za krátkého dne.

Tyto závěry potvrzují i další experimentální údaje: vytváření semen u ozimých odrůd při vysoké teplotě bez jarovizace a za nepřetržitého silného osvětlení; přímá závislost mezi zpomalením vývoje za dlouhého a krátkého dne — čím více rostliny dané odrůdy za dlouhého dne zpomalují svůj vývoj, tím více jej ještě zpomalují za krátkého dne; odstranění schopnosti zpomalovat vývoj za dlouhého a krátkého dne uskutečňují tytéž faktory — jarovizace, u některých druhů i ošetření giberelinem.

Různý vývojový typ rostlin není podmíněn délkou jarovizace a podmínkami jejího průběhu, jak se dříve badatelé domnívali, nýbrž zejména reakcí na světlo v počátečním období vývoje (tab. III).

Je tedy ozimost rostlin podmíněna jejich reakcí na světlo, tj. týž faktorem, jako fotoperiodismus u přesívek a jarních odrůd (Fjodorov 1959, 1960).

Zpomalení vývoje a růstu je adaptační schopnost a proto je vyvinuta pouze u přezimujících rostlin — ozimých a přesívek. V průběhu a po projití jarovizace nastává u rostlin směna reakce na světlo a rozdíly, projevující se u různých vývojových typů v reakci na světlo, se zmenšují.

Rostliny různých typů, ale blízké původem, se délkou jarovizace a podmínkami jejího průběhu téměř neliší. Například u kostravy luční (ozimá víceletá tráva) je délka jarovizace stejná jako u bojínku lučního (přesívka, víceletá tráva), obou pěstovaných v Moskevské oblasti.

Jarovizace není v životě rostlin etapou, bez níž by nemohly dospět k vytváření semen. Například přesívky po jarním výsevu vytvářejí obilky, aniž by prošly jarovizací. O tom se můžeme snadno přesvědčit sledováním vývoje rostlin vysetých v různých lhůtách. Například u přesívek je zejména vysetého na jaře nebo v létě je období od vzejití do diferenciace růstového vrcholu, tj. období, kdy rostliny jsou schopny reagovat na jarovizaci, 5–6krát kratší než délka jarovizace. Totéž vidíme i u jiných víceletých přesívek: u bojínku lučního se v letních světelných podmínkách téměř vůbec neprojevuje reakce na jarovizaci. Údobí,

III. Charakteristika rostlin lišících se vývojovým typem podle jejich reakce na světlo (přibližné schéma)

Vývojový typ rostlin	Ozimé			Poloozimé	Přesívky		Jarní
Světelné podmínky, za nichž se zpomaluje tvorba semen a stupeň tohoto zpomalení. Různý vývojový typ je podmíněn různou reakcí na světlo	Značné zpomalení za dlouhého dne a při poměrně intenzivním osvětlení (např. za přirozeného letního dne) nebo ještě spíše za krátkého dne			Zpomalují vývoj za dlouhého dne, ale méně než ozimé, za krátkého dne zpomalují vývoj více než přesívky	Značné zpomalení pouze za krátkého dne a slabého osvětlení (např. při přirozeném podzimním)		Slabé zpomalení vývoje za krátkého dne
Povaha zpomalení	Zpomaluje se přechod růstového vrcholu z vegetativní fáze v generativní a sloupkování	Přechod růstového vrcholu z veget. do gener. fáze se nezpomaluje a probíhá v létě. Ale další vývoj květu v urč. vývoj. etapě druhu a sloupkování se zpomalují	Za daných světelných podmínek se zpomaluje přechod růstového vrcholu z veget. do gener. fáze, sloupkování se zpomaluje jen za krátkého dne	Zpomaluje se přechod růstového vrcholu z vegetativní fáze a sloupkování	Zpomaluje se přechod růstového vrcholu a sloupkování	Zpomaluje se přechod růstového vrcholu i za dlouhého dne, ale za slabého osvětlení a sloupkování se zpomaluje jen za krátkého dne	Zpomaluje se přechod růstového vrcholu a sloupkování
Název skupin rostlin	Ozimé obilniny, víceleté trávy aj.	Víceleté trávy (např. psárka luční) a byliny (např. podběl)	Víceleté trávy (psineček bílý, sveřep bezbranný aj.) které vytvářejí dlouhé vegetat. výhony	Obilniny a jiné víceleté rostliny (pozdní červený jetel)	Obilniny přesívky: luskoviny (hrách, vikev) víceleté luskoviny přesívky: raný červený jetel, vojtěška	Bojínky luční, ovsík vyvýšený	Jarní obilniny (hrách, vikev) atd.

v němž rostliny bojínku jsou schopny reagovat na jarovizaci, je mnohem kratší než jarovizace sama. Rovněž ozimé odrůdy mohou za určitých podmínek světelných vytvářet semena, aniž by prošly jarovizací. V našich pokusech například vytvářely semena při nepřetržitém osvětlení intenzity 50 000—70 000 luxů.

Rostliny procházejí stadiem jarovizace obvykle za světelných podmínek, zpomalujících vývoj a růst (a za podmínek umožňujících průběh jarovizace). Nejde-li k většímu pozdější vývoje a růs-

tu, není ani nutné projít stadiem jarovizace, aby rostliny vytvořily semena.

Například u obilnin přesívek, které se pěstují v oblastech, kde podzim začíná za krátkého dne a při slabém osvětlení, se během historického vývoje vytvořila adaptační schopnost podporující zimovzdornost, a to zpomalování vývoje a růstu; v těchto světelných podmínkách přesívky reagují na jarovizaci, kdežto při pěstování za dlouhého dne nezpomalují svůj vývoj a proto neprocházejí jarovizací.

ZÁVĚRY

Rostliny první generace hybridů ozimých a jarních odrůd a přesívek s různým vývojovým typem se vzájemně liší reakcí na světlo v počátečním období vývoje (do přechodu růstového vrcholu z vegetativní do generativní fáze).

První generace hybridů ozimé pšenice s přesívkou zpomaluje svůj vývoj za krátkého dne více než hybridi ozimé pšenice s jarní nebo jarní pšenice s přesívkou. První generace hybridů ozimé odrůdy s přesívkou na rozdíl od ostatních kombinací zpomaluje podstatně svůj vývoj za přirozeného letního (dlouhého) dne, neboť metá až koncem léta.

Hybridní rostliny první generace zaujímají podle vývojového typu, reakce na světlo a zimovzdornosti střední místo mezi rodičovskými formami, ale jsou bližší rané rodičovské odrůdě.

Ve druhé generaci hybridů odrůd různého vývojového typu dochází k dosti složitému štěpení podle vegetačního období, takže mezi hybridními rostlinami je celá škála přechodů od jedné rodičovské formy ke druhé; převládají však rostliny bližší odrůd s kratším vegetačním obdobím (s méně zjevnou ozimostí a fotoperiodismem).

Druhá generace hybridů odrůd různého

vývojového typu se liší podílem ozimých forem. Mezi hybridy jarní odrůdy s přesívkou ozimé formy nejsou a všechny hybridní rostliny po jarním vysetí vymetají. Po zkřížení ozimé odrůdy s jarní se vyšťepí malé procento ozimých forem (5—10 %). Po zkřížení ozimé odrůdy s přesívkou se vyšťepí dosti značné procento ozimých forem (až 50 %).

Čím výraznější je u jarní odrůdy nebo přesívky fotoperiodická reakce, čím více se tato odrůda podobá svou povahou ozimým odrůdám, tím více ozimých forem se obvykle vyšťepuje ve druhé generaci hybridů s ozimou odrůdou.

Tyto údaje včetně výsledků zkoumání vývoje hybridů první generace ukazují, že ozimost rostlin není podmíněna délkou jarovizace a podmínkami jejího průběhu, jak se věřilo dříve, nýbrž reakcí na světlo, tj. přibližně tím, čím je ovlivňován fotoperiodismus dlouhodobních rostlin. Povaha reakce rostlin na jarovizaci rovněž závisí na jejich reakci na světelné podmínky.

Různý vývojový typ rostlin, délka vegetačního období a zimovzdornost jsou do značné míry ovlivněny různou adaptační reakcí rostlin na světlo v počátečním vývojovém období.

Došlo dne 22. 9. 1966

Literatura

1. CICIN, N. V.: Otdaljonaja gibridizacija rastenij. Selchoz'giz 1954. — 2. FJODOROV, A. K.: Osobennosti razvija z mujuščich rastenij. = „Izvestija akademii nauk SSSR“, 1959. — 3. FJODOROV, A. K.: O vykolašivanii ozimych rastenij pri otnositelno vysokich temperaturach. = „Fiziologija rastenij“, t. 6, 1960. — 4. LUKJANENKO, P. P.: Selekcija produktivnych i ustojčyvh k poleganiju sortov oz moj pšenicy. Genetika sel'skomu chozja'stvu. = „Izvestija akademii nauk SSSR“, 1963. — 5. SCHMIDT, J. W. a JOHNSON, V. A.: Studies on hybrid wheat. Workers conference. January, at St. Paul, Minnesota 1963. — 6. TELTSCHEROVÁ, L.: K otázce stadijnosti československých odrůd pšenice a ječmene. = „Vědecké práce výzkumného ústavu rostlinné výroby“, Praha, CSAZV, 1955. — 7. VAVILOV, N. I. a KUZNECOVA, E. I.: O genetičeskoj prirode ozimych i jarovyh rastenij. = „Izvestija Saratovskogo s./ch. In-ta“, t. 1, 1923.

Первое и второе поколение гибридов пшеницы разного эволюционного типа

Растения первого поколения гибридов озимых и яровых сортов и двуручек разного эволюционного типа взаимно отличаются реакцией на свет в начальной стадии развития (до перехода ростовой верхушки из вегетативной в генеративную фазу).

Первые поколения гибридов озимой пшеницы с двуручкой замедляют свое развитие в условиях короткого дня больше, чем гибриды озимой пшеницы с яровой или яровой пшеницы с двуручкой. Первые поколения гибридов озимого сорта с двуручкой, в отличие от остальных комбинаций, значительно замедляют свое развитие во время естественного летнего длинного дня, так как они выколашиваются только в конце лета.

Гибридные растения первого поколения, согласно эволюционному типу, реакции на свет и зимостойкости, занимают среднее место между родительскими формами, но стоят ближе к раннему родительскому сорту.

Во втором поколении гибридов сортов различного эволюционного типа происходит весьма сложное расщепление соответственно вегетационному периоду, так что между гибридными растениями создается целая шкала переходов от одной родительской формы к другой; однако преобладают растения ближайшего сорта с более коротким вегетационным периодом (с менее явной озимостью и фотопериодизмом).

Второе поколение гибридов сортов разного типа развития отличается долей озимых форм. Среди гибридов ярового сорта с двуручкой нет озимых форм и все гибридные растения после весеннего посева колосятся. После скрещивания озимого сорта с яровым в результате расщепления появляется небольшой процент озимых форм (5–10 %). После скрещивания озимого сорта с двуручкой появляется весьма значительный процент озимых форм (до 50 %).

Чем сильнее у ярового сорта или двуручки фотопериодическая реакция, тем больше этот сорт похож своим характером на озимые сорта, тем больше озимых форм обычно появляется во втором поколении гибридов в озимом сорте.

Эти данные, включая результаты исследования развития гибридов первого поколения показывают, что озимость растений не обусловлена продолжительностью яровизации и условиями ее хода, как считали раньше, а реакцией на свет, т. е. приблизительно тем, что влияет на фотопериодизм растений длинного дня. Характер реакции растений на яровизацию зависит также от их реакции на световые условия.

Разный тип развития растений, длина вегетационного периода и морозостойкость в значительной мере подвержены влиянию приспособительной реакции растений на свет в начальный период развития.

Текст к таблицам

- I. Влияние световых условий на развитие первого поколения гибридов озимой пшеницы с двуручкой
- II. Появление озимых растений во втором поколении гибридов озимой пшеницы с сортами с разной степенью фотопериодической реакции
- III. Характеристика растений, отличающихся типом развития по их реакции на свет (приблизительная схема)

Текст к графикам

1. Длина периода от появления всходов до дифференциации вегетативной верхушки у растений пшеницы: а) во время естественного длинного дня, б) во время короткого 12-часового дня, в) во время непрерывного сильного освещения (50 тыс. люксов) I = яровая пшеница 'Лютесценс 62', II = второе поколение гибридов яровой пшеницы 'Лютесценс 62' с двуручкой 'Ческа пршесивка', III = 'Ческа пршесивка', IV = первое поколение гибридов озимой пшеницы 'Банкуты 1201' с 'Ческа пршесивка', V = первое поколение гибридов озимой пшеницы 'Лютесценс 329' с 'Ческа пршесивка', VI = озимая пшеница 'Лютесценс 329'
2. Зависимость числа появившихся в результате расщепления озимых форм во втором поколении гибридов озимого сорта с яровой пшеницей или двуручкой от фотопериодической реакции. y = процент озимых растений, появившихся во втором поколении, x = замедление развития (в днях) ярового сорта или двуручки во время короткого дня по сравнению с естественным длинным днем. Чем отчетливее у ярового сорта или двуручки проявляется фотопериодическая реакция, тем больше озимых форм появляется во втором поколении гибридов.

First and Second Hybrid Generations of Different Developmental Types of Wheat

Plants of the first hybrid generation of winter and spring wheat varieties and of alternate wheats of various developmental types display, during the beginning phase of their development (up to the transition of the growing apex from the vegetative to the generative phase), differences in their reaction to light.

The first generation of winter wheat hybrids with alternate wheat slows down its development during the short day more than do winter wheat hybrids with spring

wheat, or spring wheat with alternate wheat. In contrast to other combinations, the first generation of winter variety hybrids with alternate wheat has, during the natural (long) day, a substantially slowed down development, as it ears only at the end of the summer.

Hybrid plants of the first generation occupy, according to their developmental type of reaction to light and winter-hardiness, a middle place between the parent forms, but they are nearer to the early parent variety.

In the second generation of hybrid varieties of the developmental type occurs, according to the vegetative period, a rather complicated offspring, so that among the hybrid plants quite a range of transitions from one parental form to the other is to be found; however, plants, nearer to the variety with a shorter vegetative period (with a less pronounced wintering and photoperiodism) are prevailing.

The second hybrid generation of varieties of different developmental types differ by the share of winter wheat forms. There are no winter wheat forms among the hybrids of the spring variety with alternate wheat, and all the hybrid plants ear after spring sowing. When crossing a winter variety with a spring variety, a small share (5—10 %) of winter wheat form is segregated, whereas by crossing a winter variety with alternate wheat a rather high share of winter wheat types (up to 50 %) is produced.

The more marked the photoperiodic reaction displayed by the spring variety or by alternate wheat, the more similar is the character of this variety to winter varieties, and the more winter wheat forms are usually segregated in the second generation of hybrids with winter variety.

These data, together with the results of investigations into the development of first generation hybrids show, that the winter character of plants is not conditioned by the duration of vernalization and by the conditions of its course, as was believed before, but by the reaction to light, i. e. approximately by the factors influencing the photoperiodism of long-day plants. The way in which plants react to vernalization depends likewise on their reaction to light conditions.

The various developmental type of plants, the duration of the vegetative period, and the winter-hardiness are influenced to a considerable degree by the adaptation reaction of plants to light in the initial developmental period.

Text to the tables

- I. Influence of light conditions on the development of the first hybrid generation of winter wheat with alternate wheat
- II. Segregation of winter plants in the second generation of winter wheat hybrids with varieties of a different photoperiodic reaction degree
- III. Characterization of plants differing with their developmental type according to their reaction to light (approximate diagrammatic plan)

Text to the diagrams

1. The length of the period from the emergence to the differentiation of the growing apex at wheat plants a) during a natural long day, b) during a short 12-hour day, c) during an uninterrupted strong illumination (50.000 lux). I = spring wheat 'Lutescens 62', II = second generation of spring wheat hybrids 'Lutescens 62' with 'Czech alternate wheat', III = 'Czech alternate wheat', IV = first generation of winter wheat hybrids 'Bánkúti 1201' with 'Czech alternate wheat', V = first generation of winter wheat hybrids 'Lutescens 329' with 'Czech alternate wheat', VI = winter 'Lutescens 329'.
2. Dependence of the number of segregated winter wheat forms in the second hybrid generation of the winter variety with spring wheat or with alternate wheat on the photoperiodic reaction. y = percentage of winter plants segregated in the second generation, x = slowing down of development (expressed in days) of a wheat spring variety or of alternate wheat during a short day as compared with a natural long day. The more marked the photoperiodic reaction of a spring variety or alternate wheat is, the greater is the number of winter wheat forms appearing in the second hybrid generation

Prof. A. K. Fjodorov, kandidát biologických věd, Genetický ústav Akademie věd SSSR, Moskva, Leninský prospekt 33

Podepsáno k tisku dne 28. listopadu 1968.

Nečas J., Zrůst J.: Vliv snížení půdní vlhkosti na regulaci výdeje vody transpirací u brambor	993
Černý V.: Různé způsoby prohlubování hnědozemě a jejich vliv na výnosy a rozvoj kořenových systémů polních plodin	1011
Kolář L.: O některých anomáliích sorpce a iontové výměny na částicích létavého popílku	1019
Javorský P.: Zhodnocení faktorů ovlivňujících stanovení půdní reakce	1029
Škarda M.: Vliv hnoje a kompostu na výnosy a produkční schopnost odebraného N u cukrovky při stupňované intenzitě minerálního hnojení	1043
Němec A., Mazanec O.: Vyhodnocení výsledků II. cyklu agrochemického zkoušení půd z hlediska vývoje půdní úrodnosti	1057
Dančík J.: Zhodnotenie výskumu pestovania letných a strniskových medziplodín a jednoročných podseviv v kukuričnej výrobnjej oblasti	1069
Rod J., Pešek J.: Příspěvek k problematice zakládání a hodnocení agrotechnických pokusů	1093
Diskuse:	
Fjodorov A. K.: První a druhá generace hybridů pšenice různého vývojového typu	1093

СОДЕРЖАНИЕ

Нечас Й., Зруст Я.: Влияние пониженной почвенной влажности на регуляцию расхода воды транспирацией у картофеля (1008). — Черны В.: Разные способы углубления бурозема и их влияние на урожай и развитие корневых систем полевых культур (1015). — Коларж Л.: О некоторых аномалиях сорбции и ионного обмена на частицах летучей золы (1026). — Яворски П.: Оценка факторов, обуславливающих определение почвенной реакции (1040). — Шкарда М.: Влияние навоза и компоста на урожай и продуктивную способность отобранного азота у сахарной свеклы при дифференцированной интенсивности минерального удобрения (1053). — Немец А., Мазанец О.: Оценка результатов II цикла агрохимического обследования почв с точки зрения развития почвенного плодородия (1067). — Данчик Й.: Оценка исследования возделывания летних и пожнивных промежуточных культур и однолетних подсеивов в кукурузной производственной области (1078). — Род Я., Пешек Й.: К проблематике закладки и оценки агротехнических опытов (1091). — Дискуссии: Федоров А. К.: Первое и второе поколение гибридов пшеницы разного эволюционного типа (1100).

CONTENT

Nečas J., Zrůst J.: The Influence of Decreased Soil Moisture on the Regulation of the Transpiration Output of Water (1009). — Černý V.: Different Methods of Deepening Grey-Brown Podzolic Soil and their Influence on Yields and on the Development of the Root Systems of Field Crops (1015). — Kolář L.: On Certain Anomalies of Sorption and Ion Exchange on Fly Ash Particles (1027). — Javorský P.: Evaluation of the Factors Influencing the Determination of Soil Reaction (1041). — Škarda M.: The Influence of Manure and Compost on the Yields and on the Production Capacity of Extracted N in Sugar-beet in the Case of Graded Intensity of Mineral Fertilizing (1055). — Němec A., Mazanec O.: Evaluation of the Results Obtained in the II Cycle of Agrochemical Soil Testing with Regard to the Development of Soil Fertility (1067). — Dančík J.: Evaluation of the Investigation of the Growing of Summer and Stubble Catch crops and of Annual Underseeds in the Maize Production Region (1078). — Rod J., Pešek J.: On the Problem of the Establishing and Evaluation of Agrotechnical Experiments (1092). — Discussion: Fjodorov A. K.: First and Second Hybrid Generations of Different Developmental Types of Wheat (1101).

Nečas J., Zrůst J.: Einfluß der herabgesetzten Bodenfeuchtigkeit auf die Regulierung der Wasserabgabe durch die Transpiration bei Kartoffeln (res. E/1009). — Černý V.: Verschiedene Arten der Braunerdevertiefung und ihr Einfluß auf die Erträge und die Entwicklung der Wurzelsysteme bei den Feldfrüchten (1016). — Kolář L.: Über einige Sorptionsanomalien und Ionenaustausch an den Partikeln der Flugasche (res. E/1027). — Javorský P.: Bewertung der die Bestimmung der Bodenreaktion beeinflussenden Faktoren (res. E/1041). — Škarda M.: Einfluß des Dungs und Kompostes auf die Erträge und Produktionsfähigkeit des bei der Zuckerrübe entnommenen bei gesteigerter Intensität der Mineraldüngung (res. E/1055). — Němec A., Mazanec O.: Auswertung der Ergebnisse des II. Zyklus der agrochemischen Bodenprüfungen vom Gesichtspunkt der Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit (res. E/1067). — Dančík J.: Bewertung der Forschung des Anbaus von Sommer- und Stoppelzwischenfrüchten und der einjährigen Untersaaten im Maisproduktionsgebiet (res. E/1978). — Rod J., Pešek J.: Beitrag zur Problematik des Anlegens und der Bewertung der agrotechnischen Versuche (res. E/1092). — Diskussion: Fjodorov A. K.: Erste und zweite Weizenhybridengeneration verschiedenen Entwicklungstyps (res. E/1101).

TABLE DES MATIÈRES

Nečas J., Zrůst J.: Influence de l'humidité réduite de sol sur la régulation de la dépense de l'eau due à la transpiration des pommes de terre (res. An/1009). — Černý V.: Modes différents d'approfondissement du sol brun et leur influence sur les rendements et le développement des systèmes radiculaires des plantes de plein champ (res. An/1015, Al/1016). — Kolář L.: Certaines anomalies de la sorption et de l'échange d'ions sur les particules de la cendre volante (res. An/1027). — Javorský P.: Appréciation des facteurs influençant la détermination de la réaction de sol (res. An/1041). — Škarda M.: Influence du fumier et du compost sur la faculté productive de N prélevé sur la betterave à sucre lorsque l'intensité de la fumure minérale est graduellement augmentée (res. An/1055). — Němec A., Mazanec O.: Appréciation des résultats du 2^e cycle de l'examen agrochimique des sols du point de vue du développement de la fertilité de sol (res. An/1067). — Dančík J.: Appréciation de la recherche portant sur la cultivation des plantes dérobées d'été et de chaume ainsi que des semis sous couverture dans la région de production à maïs (res. An/1078). — Rod J., Pešek J.: Contribution au problème de la réalisation et de l'appréciation des essais agrotechniques (res. An/1092). — Discussion: Fjodorov A. K.: Générations F₁ et F₂ des hybrides de froment d'un type de développement différent (res. An/1101).



Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vytiskl MİR, novinářské závody, n. p., závod 6, Lege-rova 22, Praha 2.