

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

1

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

ÚSTAV
VĚDECKOTECHNICKÝCH
INFORMACÍ MZLH

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

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

Vedoucí redaktorka Milena Sovová

© Ústav vědeckotechnických informací MZLH, Praha 1967

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

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

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

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

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

11

■ Nedořešeným problémem z hlediska půdní klasifikace zůstávají dosud mimo jiné extrémně těžké půdy na slínech, které v sušších oblastech (např. Lounsku) mají charakter karbonátových až typických černozemí. Na přechodu do humidnějších oblastí se projevuje vedle výraznějšího vyloužení karbonátů i periodické převlhčení těchto půd, kombinované v depresních polohách s vytvářením hladiny alochtonních podzemních vod na nepropustných podložních horninách. Zvýšená vlhkost půdy podmiňuje uplatnění lužního procesu a vytváření černozemí lužních. Podle znaků a specifického projevu pedogenetických procesů jsou v současné době vymezovány na slinitých substrátech (Němeček a kol. 1965) následující černozemní subtypy: č. karbonátová (ČMk), č. typická (ČM) a č. lužní (ČMl).

Těžké půdy na slínech se odlišují od typických představitelů černozemí na sprašových pokryvech především z agrofyzikálního hlediska. Účelem této práce proto je kompletněji charakterizovat jejich fyzikální, hydrologické a technologické vlastnosti, včetně režimu vlhkosti, a to za použití některých novějších metodických postupů. Sledování se konalo na těchto půdních představitelích:

1. ČMk na křídovém slínu,
2. ČMl na křídovém slínu.

Při určování fyzikálních a hydrologických vlastností půd, jakož i režimu vlhkosti bylo postupováno podle stejného souboru metod, který je podrobně uveden v předchozích pracích o hydrologických vlastnostech a režimu vlhkosti černozemních půd na sprašových pokryvech (Glet 1964 a 1965). Technologické hodnoty jsou charakterizovány konzistenčními mezemi — spójivostí, vláčností, lepivostí, dolní a horní mezí ztekucení, které byly určovány podle metod popsaných V. Novákem (Klika a další 1954) s výjimkou dolní meze ztekucení, jež se stanovila pomocí hrotu Vasiljevova balančního kužele (Litvinov 1954). K rozborům bylo použito jemnozeme prosáté 0,5 mm sítí, umožňující posouzení zrnitostní frakce středního písku bez úpravy výsledků podle skutečné mechanické skladby zeminy.

Na terénních a laboratorních pracích se podíleli J. Kubeš, Z. Tajčová-Hejmová a J. Habáň.

VLASTNOSTI SLEDOVANÝCH PŮD

ČERNOZEM KARBONÁTOVÁ, JÍLOVITÁ NA KŘÍDOVÉM SLÍNU

Její mechanické složení se vyznačuje vysokým obsahem jílnatých částic I. kategorie podle Kopeckého, který v humusových horizontech dosahuje 65 až

69 %; v přechodných vrstvách se zvyšuje na 72–75 % a ve spodině klesá na 71 %. Podíl fyzikálního jílu (částic $< 1 \mu$) dosahuje v genetických horizontech 34–39 % a ve slínu se snižuje na 16 %. Mírně kolísající hodnoty II. kategorie půdního zrna se pohybují v profilu při klesající tendenci mezi 24–16 %.

Strukturní stav humusových horizontů má proti ČMk na spraši poněkud méně příznivý poměr jednotlivých frakcí strukturních elementů a nižší vodoodolnost půdních agregátů (58–65 %). Výjimku tvoří pouze hor. HCa, kde jejich obsah (79 %) je podstatně větší. Vyznačují se celkově vyšším podílem agronomicky vhodné frakce (1–3 mm) makroagregátů.

Fyzikální poměry. Podle hodnot, uvedených v tabulce I, nasvědčuje nízká redukováná objemová váha na volnější uložení půdních částic v humusových horizontech. Vysoká a poměrně vyrovnaná celková pórovitost se znatelněji snižuje až ve slitině hornině. Převládá — za příznivějšího vzájemného poměru — pórovitost agregátová nad meziagregátovou. Podstatně vyšší podíl meziagregátových nekapilárních pórů, jakož i příznivý objem pórů bez napětí, který neklesá pod 25 % objem., umožňují snadné zasakování srážkové vody a provzdušňování půdy. Minimální vzdušná kapacita se pohybuje v profilu mezi 13–7 % objemovými.

Hydrologické vlastnosti. Vyšší obsah jílnatých částic a karbonátů ovlivňuje ve srovnání s ČMk na spraši podstatné zvýšení maximální hygroskopičnosti a vlhkosti trvalého vadnutí pouze v humusových horizontech a přechodných vrstvách, ve slínu jsou jejich hodnoty naopak nižší. Značně vyšší je také vododržnost genetických vrstev, charakterizovaná nejmenší vodní kapacitou. Obsah zavěšené vláhy dosahuje maxima v hor. HCa a směrem do spodiny se postupně snižuje. Maximální kapilární kapacita převyšuje nejmenší vodní kapacitu v humusových horizontech o 5,1–6,8 % objem. a ve spodině o 10 až 13 % objemových. Kapilární nasáklivost, přestože značně přesahuje maximální kapilární kapacitu, je znatelně nižší než plná vodní jímavost. Tato okolnost umožňuje uspokojivou provzdušenost přechodných vrstev v případech periodického vytváření zóny kapilárně podepřené vláhy nad těžce propustnou horninou.

Celková zásoba kapilárně zavěšené vláhy, která dosahuje při vlhkosti nejmenší vodní kapacity do hloubky 150 cm 425,9 mm vodního sloupce, je vzhledem k nižší vododržnosti kompaktního slínu proti ČMk na spraši (Citoliby) jen o 15 mm vyšší. Vyznačuje se však poněkud horším poměrem jednotlivých forem půdní vláhy. Převážný podíl připadá na vláhu pro rostliny velmi těžce přístupnou (186,7 mm — 44 %) a rostlinám nedostupnou (128,8 mm — 30 %). Objem pórů zaplněných kapilární vláhou středně přístupnou činí pouze 26 % (110,4 mm). Relativně největší množství vláhy zadržuje hor. HCa, poněkud méně ornice a přechodný horizont. Obsah přístupné vláhy je naopak nejvyšší v ornici, nižší v subhorizontu HCa a přechodných vrstvách. V kompaktním slínu se jeví, vedle nízkého obsahu zavěšené vláhy, současně značně omezená přístupnost vláhy pro rostliny.

Vysoká pórovitost půdy a příznivý poměr meziagregátových pórů umožňuje vysokou propustnost pro vodu ve všech humusových horizontech. Stanovené hodnoty ukazují na zvyšující se propustnost směrem do hloubky půdy. Podloží hornina je vedle těžké propustnosti pro vodu neprostupná i pro kořání rostlin. Fyziologická účinnost půdního profilu se tím omezuje na průměrnou hloubku 90 cm, která je schopná zadržet jen 290 mm kapilárně zavěšené vláhy, z čehož připadá pouze 81 mm na vláhu rostlinám středně přístupnou. Velmi těžce propustný slín umožňuje za vyšší vlhkosti půdy a přebytku srážek periodické vy-

I. Charakteristika černozemě karbonátové na slínu (% objem.)

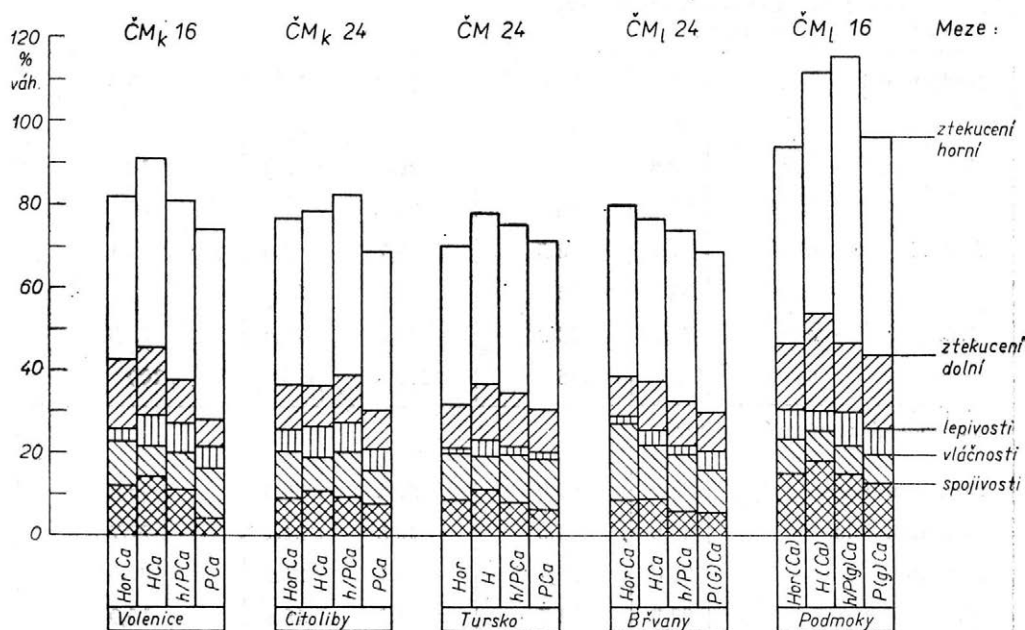
Horizont	Hor Ca	H Ca		h/P Ca		(h) P Ca	P Ca	
Hloubka v cm	0-22	22-40	40-55	55-60	60-70	70-86	86-100	125-150
Specifická váha	2,61	2,62	2,62	2,62	2,67	2,73	2,76	2,76
Objemová váha redukov.	1,27	1,32	1,21	1,26	1,35	1,38	1,45	1,52
Pórovitost celková	51,3	49,6	53,8	51,9	49,4	49,4	47,5	44,9
Pórovitost agregátová	30,7	31,5	28,9	30,0	31,5	34,0	32,4	19,2
Pórovitost meziagregá- gátová	20,6	18,1	24,9	21,9	17,9	15,4	15,1	25,7
Maxim. hygroskopicitá	19,4	21,9	20,1	19,1	20,5	10,6	5,8	5,2
Vlhkost trvalého vadnutí	21,7	26,2	24,1	23,2	24,8	20,0	18,3	18,4
Nejmenší vodní kapacita: podle Dolgova	32,9	33,0	34,7	32,2	33,0	27,6	25,8	20,8
přibližná VK ₂₄	34,1	35,5	35,2	35,2	33,2	32,2	31,0	25,8
Maxim. kapilár. kapacita	38,0	39,1	41,4	40,5	39,8	39,3	39,3	31,2
Kapilární nasáklivost	46,2	44,1	47,6	47,3	47,2	45,0	45,8	38,7
Plná vodní jímavost	51,3	49,6	53,8	51,9	49,4	49,4	47,5	44,9
Koef. propustnosti mm/hod.	127,5	149,9		236,1		107,2	—	
Přístupnost vláhy v genetických horizontech (v průměrné 10 cm vrstvě)								
Nedostupná — mm	12,9	14,0		13,2		7,1	3,6	
%	39	41		40		26	15	
Velmi těžká — mm	8,8	11,3		10,7		12,9	14,6	
%	27	34		33		47	63	
Střední — mm	11,2	8,5		8,7		7,6	5,1	
%	34	25		27		27	22	
Celkem — mm	32,9	33,8		32,6		27,6	23,3	
%	141	145		140		118	100	
Technologické meze (% váhová)								
Ztekucení horní	81,9	90,9		83,2		78,3	73,8	
Ztekucení dolní	42,8	45,6		40,8		34,1	27,7	
Lepkavosti	25,8	29,1		28,1		26,3	21,5	
Vláčnosti	22,9	21,7		21,2		18,9	16,0	
Spojivosti	12,1	14,3		13,3		9,1	4,1	
Číslo plastičnosti	19,9	23,9		19,6		15,2	11,7	

tváření zóny kapilárně podepřené vláhy s možností vnitropůdního odtoku gravitační vody.

Režim půdní vlhkosti, sledovaný ve stejném hydrologickém roce (1963–1964) a klimatické oblasti jako černozem karbonátová na spraši (Glet 1966b), se vyznačoval celkově vyšším stavem zadržované půdní vláhy. Koloběh vody v půdě probíhal převážně v povrchových genetických horizontech. Ve slínu kolísala vlhkost v horních částech mírně nad hydrolimitem vlhkosti trvalého vadnutí, kdežto v hlubších vrstvách se udržovala trvale pod uvedenou mezní hranicí. Výpar vláhy z půdy byl celkově menší než hodnota infiltrace; koeficient ovlhčení mírně přesahoval hodnotu jedna. Ve vlhčích letech (jako např. v r. 1965) však dochází v jarním období ke krátkodobému převlhčení půdy a vnitropůdnímu odtoku vláhy. Režim vlhkosti sledovaných těžkých karbonátových půd proto odpovídá na rozdíl od ČMk na spraši *periodicky promyšlenému* typu vodního režimu.

Technologické vlastnosti. Průběh a rozdílnost konzistenčních mezí v jednotlivých horizontech sledovaných černozemních půd na slinitých substrátech a sprašových pokryvech jsou uvedeny na obr. 1.

Z porovnání technologických hodnot se základními hydrolimity vyplývá, že meze spojitosti je dosahováno v genetických horizontech při vlhkostech nižších maximální hygrokopičnosti, kdežto meze vláčnosti naopak při obsahu vláhy přesahujícím vlhkost trvalého vadnutí. Mez lepivosti se rovná v ornici vlhkosti nejmenší vodní kapacity, v dalších horizontech se blíží více hodnotě maximální kapilární kapacity. Dolní mez ztekucení převyšuje v celém půdním profilu hranici plné vodní jímavosti. Vysoké horní meze ztekucení nasvědčují, že tyto půdy jsou velmi vzdorné proti rozbředění a rozplavování.



1. Technologické mezní stavy jednotlivých půdních horizontů černozemě karbonátové (ČMk), černozemě typické (ČM), černozemě lužní (ČMl) na slínu (16) a spraši (24)

V ornici dochází k spojování půdních částic za vyššího obsahu vláhy než u půd na spraši. Vhcdný stav vlhkosti pro její zpracování kolísá v úzkém rozmezí 23–26 % váh. Rozmezí lepivosti, při kterém půda klade obdělávacímu nářadí větší odpor, je značně široké (17 %) a pohybuje se mezi 26–43 % váhovými. V humózním horizontu HCa vykazují konzistenční meze relativně nejvyšší hodnoty. Příznivá je zvláště vyšší mez lepivosti a nižší hranice vláčnosti, které podstatně rozšiřují vhodné rozmezí vlhkosti pro zpracování půdy. Prohlubování těchto půd je proto účelné i z hlediska zlepšení technologických vlastností ornice.

Vliv půdotvorného procesu se uplatňuje výraznějšími změnami mezi mateční horninou a půdcu. Ve srovnání s ČMk na spraši se vyznačuje horizont HCa převahou větších strukturních elementů, vyšším obsahem vodoodolných agregátů, zvýšenou pórovitostí, příznivějším poměrem agregátových a meziagregátových pórů a podstatným zvýšením technologických hodnot. Volnější uložení půdních částic vytváří vhodné podmínky pro zvýšenou propustnost a provzdušování půdy. Vysoký obsah fyzikálního jílu ovlivňuje podstatně vododržnou schopnost, negativně však působí na menší přírůstek rostlinám středně přístupné vláhy. Zkulturnění orniční vrstvy se projevuje dalším zvýšením pórovitosti, poklesem vodoodolnosti agregátů, propustnosti pro vodu a obsahu kapilárně zavázané vláhy, který je vyvážen větším podílem její přístupné formy. Celkové snížení technologických mezních stavů nasvědčuje na podstatnější zhoršení podmínek zpracovatelnosti ornice.

ČERNOZEM LUŽNÍ, JÍLOVITÁ NA KRÍDOVÉM SLÍNU

Podle mechanického složení činí podíl jílnatých částic I. kat. v ornici 64 %, v dalších horizontech se zvyšuje na 67–74 % a ve slinitém substrátu se pohybuje v rozmezí 71–74 %. Kategorie II. nerovnoměrně kolísá mezi 11–16 % s maximem v ornici a hor. H(Ca). Obsah fyzikálního jílu dosahuje v orniční vrstvě 48 %, hor. H(Ca) 49–53 % a směrem do spodiny se postupně snižuje na 38 %.

Strukturní stav je celkově příznivější než u ČMl na spraši. Za převahy strukturních elementů větších 10 mm, jejichž podíl se do hloubky zvyšuje, dosahuje vodoodolnost agregátů nejvyšších hodnot v přechodných vrstvách (82 %), poněkud nižší je v hor. H(Ca) (73 %) a v ornici (69 %), ve spodině nepravidelně kolísá mezi 62–82 %. Nejpríznivější strukturní poměry se vytvářejí za převažující frakce 1–3 mm agregátů v subhorizontu H(Ca) a ornici. V přechodných vrstvách a spodině převládá naopak podíl makroagregátů větší 3 mm.

Fyzikální poměry. Z hodnot uvedených v tabulce II vyplývá, že ulehlost půdy se postupně v profilu zvyšuje, přičemž celková pórovitost přechodných vrstev a spodiny je proti předchozí ČMk na slínu relativně nižší, avšak znatelně vyšší než u ČMl na spraši. V povrchových humusových horizontech převládá za poměrně vyšší pórovitosti objem meziagregátových pórů, kdežto v další části profilu převahuje naopak pórovitost vnitroagregátová. Objem pórů bez napětí klesá postupně v humózních vrstvách z 31 % až na 17 % ve slinité spodně. Minimální vzdušná kapacita se pohybuje do hloubky 40 cm mezi 15 až 9 %, následně její prudké snížení na 5 % se dále prohlubuje až na 2 % objemová ve spodině.

Hydrologické vlastnosti. Profilový průběh maximální hygroskopičnosti a vlhkosti trvalého vadnutí je přibližně stejný jako u ČMk a ČM na

II. Charakteristika černozemě lužní na slínu (‰ objem.)

Horizont	Hor (Ca)	H (Ca)		h/P (g) Ca			P (g) Ca	
Hloubka v cm	0-25	25-40	40-55	55-60	60-70	70-80	80-120	120-150
Specifická váha	2,62	2,62	2,64	2,68	2,70	2,73	2,73	2,72
Objemová váha redukov.	1,18	1,21	1,25	1,42	1,43	1,47	1,55	1,55
Pórovitost celková	54,9	53,8	52,6	47,0	47,0	46,1	43,2	43,0
Pórovist agregátová	25,4	27,8	23,5	27,1	27,9	32,6	31,3	26,5
Pórovitost meziagregát.	29,5	26,0	29,1	19,9	19,1	13,5	11,9	16,5
Maxim. hygroskopicitá	15,4	18,4	17,1	15,0	15,1	15,1	13,3	15,9
Vlhkost trvalého vadtutí	24,1	29,7	25,7	26,3	26,4	29,2	25,7	26,7
Nejmenší vodní kapacita: podle Dolgova	36,1	38,7	43,2	38,5	37,4	36,9	34,7	35,5
přibližná VK ₂₄ :	38,1	40,4	45,8	41,1	39,9	40,4	38,3	38,6
Maxim. kapilár. kapacita	41,1	43,1	47,9	42,8	42,5	42,6	41,2	40,9
Kapilární nasáklivost	47,2	48,9	50,6	44,8	45,2	45,7	42,8	42,7
Plná vodní jímavost	54,9	53,8	52,6	47,0	47,0	46,1	43,2	43,0
Koef. propustnosti mm/hod.	53,8	39,3		11,9			3,2	
Přístupnost vláhy v genetických horizontech (v průměrné 10 cm vrstvě)								
Nedostupná — mm	10,3	12,0		10,1			9,7	
%	29	30		27			28	
Velmi těžká — mm	13,8	16,4		17,2			16,5	
%	38	41		46			47	
Střední — mm	12,0	11,8		10,3			8,9	
%	33	29		27			25	
Celkem — mm	36,1	40,2		37,6			35,1	
%	103	114		107			100	
Technologické meze (% váhové)								
Ztekucení horní	93,6	111,1		115,1			95,9	
Ztekucení dolní	46,1	53,1		46,2			42,8	
Lepkavosti	30,1	29,9		29,5			25,5	
Vláčnosti	23,3	25,0		21,3			19,2	
Spojivosti	14,7	17,6		14,4			12,1	
Číslo plastičnosti	22,8	28,1		24,9			23,6	

spraši, stanovené hodnoty jsou však podstatně vyšší. V porovnání s ČMk na slínu je maximální hygroskopičnost dosahováno, s výjimkou spodiny, při relativně nižších hodnotách vlhkosti, zatímco vlhkost trvalého vadnutí je v celém profilu znatelně vyšší. Značně vysoká je i celková vododržnost půdně horninné vrstvy. Relativně nejvyšším obsahem zavěšené vláhy se vyznačuje hor. H(Ca), poněkud nižším přechodné vrstvy a ornice, nejmenším slinitá spodina. Maximální kapilární kapacita přesahuje nejmenší vodní kapacitu v genetických horizontech o 4,3–5,7 % a ve spodně o 5,4–6,5 % objem. Obsah vláhy při kapilární nasákivosti umožňuje velmi omezenou provzdušenost pouze v povrchových humusových horizontech, která hlouběji klesá až na kritické hodnoty.

Množství zavěšené vláhy do hloubky 150 cm (553,3 mm vodního sloupce) převyšuje vododržnost ČMl na spraši o 18 % (86 mm) a černozeně karbonátové na slínu o 30 % (127 mm). Vyznačuje se jako u předchozího představitele méně příznivým poměrem jednotlivých forem půdní vláhy. Její podstatná část (240,9 mm – 43 %) se nachází ve formě pro rostliny velmi těžce přístupné, přičemž podíl rostlinám nedostupné vláhy dosahuje 154,5 mm (28 %). Zásoba kapilární vláhy středně přístupné činí pouze 29 % celkového obsahu (157,9 mm). Toto množství je ve srovnání s ČMk znatelně vyšší, avšak podstatně nižší než u černozemě lužní na spraši (227,4 mm). Nejvíce rostlinám přístupné vláhy je zadržováno v orničním horizontu, odkud se její obsah směrem do spodiny pozvolna snižuje. Propustnost půdního profilu pro vodu je velmi nízká. Zasakování gravitační vody je podstatně ztíženo již v orničním a humusovém horizontu H(Ca). Značně omezená propustnost přechodných vrstev a vlastní spodiny vytváří podmínky pro zadržování kapilárně podepřené vláhy.

Režim půdní vlhkosti, sledovaný ve stejném hydrologickém roce jako u předchozího půdního představitele, je ovlivňován vytvářením podzemních vod alochterního původu. Dochází k němu v depresních částech území vlhkých oblastí výskytu půd. Obruba kapilárně vztlínající vláhy nad kolísající hladinou podzemních vod zasahuje nepravidelně až do spodních genetických vrstev, udržuje jejich vysoký vlhkovitý stav a tím omezuje provzdušenost a fyziologickou účinnost půdního profilu. Koloběh vody probíhá za periodického převlhčování v celé půdně horninné vrstvě. Hodnota celoročního návratu vláhy do atmosféry je při vyloučení desukce vláhy rostlinami přibližně stejná jako množství infiltrované srážkové vody. Převaha vzestupného pohybu vláhy nad sestupným v převážné části vegetačního období však umožňuje za současného přihlédnutí k výraznému projevu podzemní vody zařadit tyto půdy podle schématu Rodeho (Rode 1956) k výparnému typu vodního režimu, subtypu lužnímu.

Technologické vlastnosti. Konzistenčních mezí je dosahováno při podstatně vyšších vlhkostech než u černozemních půd na spraši a ČMk na slínu. Ke spojitosti půdních částic dochází až při vlhkostech přesahujících maximální hygroskopičnost, kdežto vláčnost zeminy se projevuje již za poměrně vysoké vlhkosti trvalého vadnutí. Mez lepidivosti odpovídá přibližně hydrolimitu nejmenší vodní kapacity a dolní mez ztekucení plně vodní jímavosti pouze u ornice; v dalších horizontech je těchto mezních stavů dosahováno za znatelně nižšího obsahu půdní vláhy. Značně vysoké horní meze ztekucení převyšují v humusových horizontech 100 % hranici vlhkosti.

V ornici se půdní částice spojují až při 15 % vlhkosti a současně se projevuje větší rozmezí vláčnosti zeminy. Pro její zpracovatelnost je s přihlédnutím k vysoké vododržnosti půdy velmi vhodná větší rozpětí vlhkovitostního stavu, které se pohybuje mezi 23–30 % váh. Rozmezí lepidivosti a ztekucení mají naopak v porovnání s dalšími horizonty klesající tendenci. Vlastnosti hor. H(Ca) jsou méně

příznivé především pro úzké rozhraní meze vláčnosti a lepivosti. Jeho přiorávání může proto nepříznivě působit na další ztížení obdělávání ornice, které je již tak značně namáhavé a obtížnější než u černozemních půd na spraši.

Vliv půdotvorného procesu a podzemní vody na diferenciaci sledovaných vlastností v půdním profilu není tak výrazný jako u ČMl na spraši (Glet 1966a). Slinitá spodina a přechodný horizont jsou na rozdíl od stejných sprašových vrstev mírně kypřejší, s vyšší vodoodolností makroagregátů, celkovou pórovitostí a příznivějším podílem meziagregátových pórů. Jejich vysoká vododržnost je spojena s podstatně nižším podílem přístupné vláhy, omezeným provzdušením a propustností pro vodu. V horizontu H(Ca) se projevuje naopak za širšího poměru meziagregátových a vnitroagregátových pórů relativně menší zvýšení celkové pórovitosti, provzdušenosti, propustnosti a rostlinám přístupného podílu vláhy. Proti ČMl na spraši se však udržuje za maximálního obsahu kapilárně zavěšené vláhy vyšší vodoodolnost agregátů. V orniční vrstvě dochází k dalšímu zvýšení celkové pórovitosti a podílu meziagregátových pórů, provzdušení a propustnosti pro vodu, vodoodolnost strukturních elementů se proti tomu snižuje. Větší kyprost zeminy ovlivňuje pokles vododržnosti, podíl středně přístupné vláhy však stoupá. Pokles technologických mezních hodnot, s výjimkou meze lepivosti, příznivě ovlivňuje zpracovatelnost ornice.

SOUHRN

Těžké černozemní půdy na slinitých substrátech se odlišují od typických černozemních půd na spraši především podstatně větší vododržností, avšak značně nižším podílem středně přístupné kapilární vláhy. Odlišně se projevují i v propustnosti pro vodu, kde zvláště velmi těžce prostupná, příp. převlčená spodina omezuje fyziologickou účinnost půdního profilu a ovlivňuje tak režim půdní vlhkosti, příp. typ vodního režimu. K větším rozdílnostem ve sledovaných vlastnostech dochází i mezi jednotlivými subtypy černozemních půd na křídových slínech.

Černozem karbonátová je charakteristická vhodnou strukturní skladbou, vysokou a vyrovnanou pórovitostí, příznivým poměrem jednotlivých kategorií pórů, které umožňují při vyšší vododržnosti plně vyhovující provzdušení a pohyblivost vody v půdě. Negativně se projevuje nízký podíl rostlinám přístupné vláhy a malá fyziologická hloubka půdy, jež je omezoována kompaktností a neprostupností slinité horniny. Periodicky promyvný typ vodního režimu, větší vododržná schopnost humusových horizontů a omezenější výparnost vláhy z půdy vytvářejí vhodnější podmínky režimu vlhkosti a poněkud lépe ovlivňují zásobování vegetace vodou než u ČMk na spraši.

Vlastnosti černozemě lužní se vyznačují na rozdíl od předchozího představitele v povrchových genetických horizontech menší ulehlostí, větším podílem meziagregátových pórů, zvýšenou pórovitostí, vyšší vodoodolností agregátů a vododržností půdy, příznivějším obsahem přístupné vláhy, dostatečnou provzdušností a poklesem propustnosti pro vodu. Kolísající hladina alochtonních podzemních vod a jejich kapilární obruba zasahují nepravidelně do spodní části půdního profilu a omezují, vedle celkového zhoršení fyzikálních vlastností, nadměrnou provlhlostí a nedostatečnou výměnou vzduchu jeho fyziologickou účinnost. Vysoká vododržnost půdy zabezpečuje za výparného typu vodního režimu dostatek rostlinám přístupné vláhy i v sušších letních periodách. Těžká obdělavitelnost těchto slinitých půd je proti ČMk poněkud příznivější větším rozpětím vhodného rozmezí vlhkosti pro jejich zpracování.

Došlo dne 12. 4. 1966

Literatura

1. GLET, O.: Režim vlhkosti černozemních půd na hlubokých pleistocenních pokryvech. = „Vodohospodářský časopis“, XII., 1964, č. 1, s. 16-33. — 2. GLET, O.: Hydrologické vlastnosti černozemních půd na sprašových pokryvech. = „Rostlinná výroba“, 11, 1965, č. 2, s. 119-128. — 3. GLET, O.: Hydrologické vlastnosti černozemě karbonátové a lužní na sprašových pokryvech. = „Vědecké práce ÚVÚRV“, 10, 1966, s. 163-174. — 4. GLET, O.: Režim vlhkosti černozemě karbonátové a lužní na sprašových pokryvech. = „Rostlinná výroba“, 12, 1966, č. 7, s. 721-734. — 5. KLIKA, J. a další: Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. Praha, 1954. — 6. LITVINOV, I. M.: Issledovanie gruntov v polevykh usloviyakh. Moskva, 1954. — 7. NĚMEČEK, J. a kol.: Genetická charakteristika hlavních půdních představitelů s přehledovou mapou ČSSR. Dílčí závěrečná zpráva ÚVÚRV Praha, 1965. — 8. RODE, A. A.: Vodnyj režim počv i jeho typy. = „Počvovedeniye“, 1956, č. 4, s. 1-23.

Агрофизическая характеристика тяжелых черноземных почв на меловых мергелях

Тяжелые черноземные почвы на мергелистых субстратах отличаются от типичных черноземных почв на лессе значительно большей водоудержательной способностью, но заметно меньшей долей средnedоступной капиллярной влаги. Они отличаются и в отношении водопроницаемости, так как особенно трудно проникаемая или же переувлажненная подпочва ограничивает физиологическое действие почвенного профиля и оказывает, таким образом, влияние на режим почвенной влажности или же на тип водного режима. Большие различия в изучаемых свойствах имеют место и между отдельными подтипами черноземных почв на меловых мергелях.

Карбонатный чернозем характеризуется хорошим структурным составом, высокой и равномерной пористостью, благоприятным отношением между отдельными категориями пор, которые при более высокой водоудержательной способности создают возможность вполне удовлетворительной аэрации и подвижности воды в почве. Ограничительно проявляются низкая доля влаги, доступной для растений, и незначительная физиологическая глубина почвы, ограничиваемая плотностью и непроницаемостью мергелистой горной породы. Периодически промывной тип водного режима, большая водоудержательная способность гумусных горизонтов и более ограниченная испаримость влаги создают более благоприятные условия режима влажности и оказывают несколько лучшее влияние на снабжение растений водой, чем у карбонатных черноземов на лессе.

В отличие от вышеописанного типа, свойства лугового чернозема в поверхностных генетических горизонтах отличаются меньшей плотностью, большей долей межагрегатных пор, увеличенной пористостью, большей водопрочностью агрегатов и водоудержательной способностью почвы, более благоприятным содержанием доступной влаги, достаточной аэрированностью и пониженной водопроницаемостью. Колеблющийся уровень аллохтонных подземных вод и их капиллярная кайма нерегулярно проникают в нижние части почвенного профиля и, кроме общего ухудшения физических свойств, в результате чрезмерного пропитывания влагой и недостаточного обмена воздуха, ограничивают его физиологическое действие. Высокая водоудержательная способность почвы обеспечивает при выпотном типе водного режима достаточное количество доступной для растений влаги даже в засушливые летние периоды. Трудоемкость обработки этих мергелистых почв несколько меньше, чем у карбонатных черноземов вследствие большего диапазона желательных пределов влажности для их обработки.

Текст к таблицам

- I. Характеристика карбонатного чернозема на мергеле (объемн. %)
- II. Характеристика лугового чернозема на мергеле (объемн. %)

Текст к диаграмме

1. Технологические предельные состояния отдельных почвенных горизонтов карбонатного чернозема (СМк), типичного чернозема (СМ), лугового чернозема (СМ1) на мергеле (16) и на лессе (24)

The Agrophysical Characteristic of Heavy Chernozem Soils on Chalk Marls

Heavy chernozem soils on marl substrata differ from typical chernozem soils on loess above all by their substantially higher capacity of retaining water, but also by a distinctly smaller proportion of medium-accessible capillary water. They

differ also with regard to the water permeability, in which case the especially very little permeable or waterlogged bottom limits the physiological effectiveness of the soil profile and so influences the regime of soil water, or the type of water regime. Larger differences in the investigated properties occur also between the different subtypes of chernozem soils on chalk marls.

Carbonate chernozem is characteristic with its suitable structural composition, with its high and balanced porosity, and with its favourable ratio of the different categories of pores, which, in the case of a higher capacity of retaining water, make possible a fully suitable aeration and mobility of water in the soil. A negative effect is produced by the small proportion of water accessible to plants and by the small physiological depth of the soil, which is limited by the compactness and impermeability of the marly rock. The periodically washed out type of water regime, the larger capacity of retaining water of humus horizons, and the more limited water evaporation from the soil form more suitable conditions for the water regime and exercise a somewhat better influence on the supplying of vegetation with water than is the case in carbonate chernozem on loess.

Compared with the preceding soil the properties of chernozem humic gley soil show, in the surface genetic horizons, a smaller compactness, a larger proportion of inter-aggregate pores, an increased porosity, a higher water resistance of aggregates and water retaining capacity of the soil, a more favourable content of accessible water, a sufficient aeration, and a lower water permeability. The fluctuating level of allochthonic groundwaters and their capillary border reach irregularly into the bottom part of the soil profile and limit, apart from a total deterioration of physical properties, an excessive waterlogging and an insufficient exchange of air, also its physiological effectiveness. In an evaporative type of water regime the high water-retaining capacity secures a sufficient quantity of water accessible to plants also in drier summer periods. Compared with carbonate chernozem soils the difficult cultivation of these marly soils is somewhat more favourable because of a larger extent of suitable limits of moisture for their working.

Text to Tables

- I. The characteristic of carbonate chernozem soil on marl (percentage of volume)
- II. Characteristic of chernozem humic gley soil on marl (percentage of volume)

Text to Graph

1. Technological boundary states of the different soil horizons of carbonate chernozem soil (ČMk), of typical chernozem soils (ČM), of chernozem humic gley soils (ČMl) on marl (16) and on loess (24)

Adresa autora:

Ing. Oldřich Glet, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby,
Praha-Ruzyně 507

■ Předkládaný příspěvek je třeba posuzovat jako pokus o detailnější charakteristiku mechanických vlastností půd, které se velmi výrazně uplatňují v půdním pokryvu našeho státu. Snahou bylo především vystihnout specifické poměry v zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí, které by odlišily půdy na zvětralině pararuly od půd na jiných, i když příbuzných horninách.

Pro práci bylo použito rozsáhlejšího analytického materiálu ze 100 sondáží otevřených při provádění KPP v letech 1962–1964. Sondáže jsou situovány ve třech typicky „rulových“ oblastech: okrajové části Českomoravské vrchoviny — okres Kolín, Tábor, předhoří Šumavy — okres Plzeň jih a Českého lesa — okres Tachov. Petrografickým podkladem jsou většinou biotitické až dvojslídne pararuly středního i jemnějšího zrna, místy s přechody do svorových rul, hlavně na Tábořsku.

Půdní profily byly sledovány do hloubky 150 cm, u mělčích půd byla hloubka limitována výskytem souvislé kamenité vrstvy, nebo i skalním podložím. Při zrnitostních analýzách jemnozeme bylo použito pipetovací metody s použitím hexametafosforečnanu sodného.

PŮDOTVORNÝ SUBSTRÁT

Úvodem je nezbytné jednoznačně vymezit charakter substrátu sledovaných půd, aby nedošlo k případným záměnám. Naše pozornost, jak vyplývá z názvu práce, je věnována hnědým půdám na pararule, přesněji na její zvětralině. Pojem zvětralina však zahrnuje souvislou řadu stadií od slabě navětralé horniny vlivem fyzikálních činitelů, až po velmi dokonale zvětralé zeminy, u kterých proběhla intenzivní chemická přeměna minerálů. V kvartérně geologické literatuře není těmto rozdílům, až na menší výjimky (L o ů k 1960—1964) věnována dostatečná pozornost. Zvětraliny příslušné horniny jsou obvykle zahrnovány do jediné kategorie. Z pedologického hlediska však jde o otázku prvořadého významu, nejen pro rozdílné vlastnosti samotného substrátu, ale především pro odlišný vývoj půd na těchto podkladech.

Zvětraliny pararul (podobně jako i jiných hornin) je nutno seskupit do tří základních kategorií:

1. Zvětraliny v užším slova smyslu představují horninu relativně nejméně zasaženou větráním. Intenzivní chemická přeměna u nich teprve probíhá v subrecentní a recentní době. V mase zvětraliny jsou vždy pouhým okem rozlišitelné hrubší minerální součásti. Příznačná je skeletovitost. Zvětralina

obvykle nedosahuje větších mocností. Je snadno rozpojitelná. Je zastoupena buď ve formě eluvia (zvětralina uložená *in situ*), nebo deluvia (zvětralina posunutá po svahu). S čistými eluvii se setkáváme zejména u zemědělské půdy poměrně vzácně v nejexponovanějších úsecích terénu. Převládají deluvia různých mocností překrývající eluvia. Ve skutečnosti je petrografický rozdíl mezi aluviem a deluviem jen malý a při omezeném množství materiálu těžko postizitelný. Tento typ zvětraliny je v našich rulových oblastech nejhojnější, zvláště v poněkud členitějším reliéfu, kde je činností ronů neustále obnažována méně navětralá hornina. Popsaný substrát je značně spolehlivě indikován výskytem hnědých půd, v horském pásmu též podzolovanými půdami s podzoly, které však nebyly do naší práce zahrnuty. V tomto příspěvku se zabýváme pouze půdami na tomto substrátu. Pro úplnost a vyloučení záměny však považujeme za důležité uvést také stručnou charakteristiku dalších dvou kategorií.

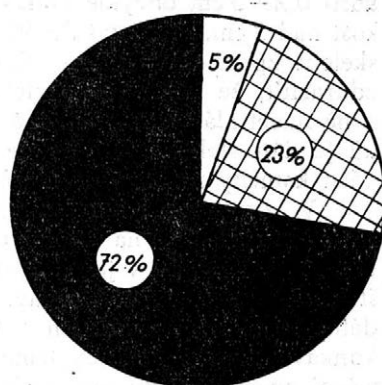
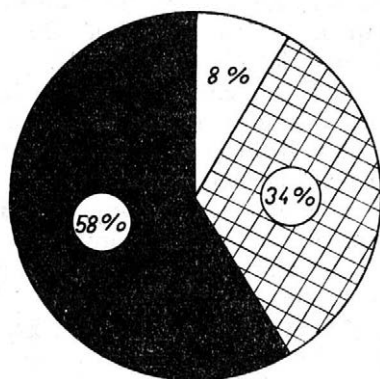
2. Nesmíšené svahoviny (svahové, deluviální hlíny) jsou geneticky spjaté s deluvii. Představují v podstatě jejich pokročilejší, zvětralejší stadium. Na rozdíl od holocenních deluvií jsou převážně pleistocenního stáří, kdy vznikaly především činností soliflukace. K tvorbě svahovin v některých případech přispěly pravděpodobně i staré třetihorní zvětraliny rul. Význačným rysem svahovin je kolísající podíl eolické příměsi, zejména ve svrchních částech profilu, který se projevuje nápadným vzrůstem prachové frakce, u recentních zvětralin neobvyklým. Přes relativně vyšší stupeň zvětrání je u nich patrný jejich rulový původ, který se projevuje přítomností většího množství slidy, rulového detritu, někdy i šterku. Svahoviny z rulového materiálu jsou poměrně hojně zastoupeny. Uplatňují se zejména v dolních konkávních částech svahů a vyplňují terénní deprese. Tvoří často mocnější polohy. Nejhojnější jsou na styku rulových oblastí s oblastmi eolických sedimentů. Od předešlé kategorie se liší nejen uvedenými znaky, ale i výskytem odlišných půdních typů, nejčastěji illimerizovaných půd.

3. Staré zvětraliny (kategorie pravděpodobně totožná s nejasně definovaným pojmem eluviální hlíny) jsou staročtvrtohorního, nebo i terciárního stáří. Vystupují v plochých úsecích terénu, zvláště pak na zbytcích třetihorní paroviny. Jsou silně zvětralé a proto poměrně těžké. Terciární zvětraliny jsou často v různém stupni zkaolinizované. Půdním typem bývá nejčastěji oglejená půda.

HLOUBKA PŮDY, SKELET

Hloubka půdy je v podstatě určena přístupností půdního profilu pro kořenový systém rostlin. Schopnost pronikání kořenů se u různých rostlinných ekologických skupin liší. Pro kulturní polní rostliny je však společné, že jim až na některé výjimky chybí schopnost pronikat do silně kamenitých vrstev, nebo do šterbin ve skalním podkladu. Vycházíme-li z tohoto předpokladu, je nutno rozdělit půdní profily podle hloubky do 3 skupin. Osvědčilo se dělení podle „Metodiky KPP“ na půdy: do 30 cm — mělké; 30–60 cm — středně hluboké; 60–120 cm — hluboké; nad 120 cm — velmi hluboké. Vzhledem k tomu, že skeletu, zejména ve větší hloubce přibývá velmi plynule, byly v našem příspěvku poslední kategorie spojeny v jedinou, označenou jako „hluboká“.

U hnědých půd na pararule je dno fyziologického půdního profilu dáno většinou vrstvou s vysokým obsahem skeletu, méně často slabě navětralým skalním podkladem. Tato skutečnost vyplývá také ze zkušeností Briehäusera, který



1. Zastoupení hnědých půd na pararule podle hloubky

předpokládá, že půdy na rulách a některých jiných horninách nevznikaly přímo z větrající skály, ale ze šterku a detritu, na který v periglaciálním klimatu pleistocénu hornina fyzikálně větrala a který byl mrazově načechrán a promísen. Skeletu v profilu přibývá zpravidla postupně. Obsah šterku, částic o velikosti 0,2–3 cm a kamení, částic nad 3 cm je v těžko prostupné vrstvě obvykle vyšší než 75 %. Velký vliv má také způsob uložení skeletu. Při vodorovném uložení šterku se neprostupnost zvyšuje. V případě, že šterková či kamenitá vrstva chybí, přesněji je rozvětralá, je nutno za hranici fyziologické hloubky považovat jen velmi těžce rozpojitelnou, kopnou zvětralínu (lidově „shnilá skála“), která u rul leží obvykle značně hluboko.

U sledovaných případů je zastoupení hnědých půd na pararule podle hloubky toto: převládají půdy hluboké (nad 60 cm) – 68 %, následují půdy středně hluboké (30–60 cm) – 25 %, jen málo je mělkých půd (pod 30 cm) – 7 %. Zde je na místě poznámka, že mělké půdy na rule se podstatně liší od obdobných půd na jiných horninách, např. na algonkických břidlicích, čediči apod., u kterých v hloubce do 30 cm leží obvykle větráním jen málo dotčená skála. Vzhledem k tomu, že u rulových půd jde o vrstvu s vyšším obsahem šterku, jsou tyto půdy fyziologicky daleko příznivější. S vysloveně mělkými půdami na rule se proto většinou nesetkáváme, zejména ne u zemědělských půd.

Zajímavé jsou vztahy mezi hloubkou půdy a jednotlivými skupinami podle zrnitostního složení v ornících. Zastoupení půd podle hloubky u hlinitopísčitých profilů, písčitohlinitých a hlinitých profilů je vyjádřeno v diagramu č. 1. Z diagramu vyplývá, že s rostoucí hloubkou půdy přibývá těžších profilů.

Obsah skeletu značně kolísá jak u půd různě hlubokých, tak v rozdílných zrnitostních skupinách. Vcelku je možno hnědé půdy na rule označit v humusových horizontech jako slabě šterkovité až šterkovité (množství šterku o veli-

kosti 0,2–3 cm obvykle kolísá od 10 do 50 %), častá je příměs kamení (velikost nad 3 cm, množství do 50 %). Převládají půdy slabě šterkovité. Do hloubky skeletu zpravidla přibývá. Také u mělkých půd je jeho podíl větší. Je nutno zdůraznit, že větší část skeletu, zejména pokud je menšího průměru, je velmi silně navětralá, často drtitelná pouhou rukou. Tvar drobnějšího skeletu a kamenů je dán slohem horniny, je převážně plochý. Kubických rozměrů jsou spíše větší kameny nad 20 cm v průměru a silně prokřemenělé partie horniny.

V rozmístění různě hlubokých profilů v terénu se projevuje určitá zákonitost v závislosti na stupni uplatnění vodní eroze. Nejmělčí profily vystupují na svazích, zvláště v jejich horních částech. Po svahu mocnosti přibývá, nejhlubší profily jsou pak pod svahy. Vedle sklonu svahu má velký vliv také jeho podélný tvar; na konvexních svazích vystupují půdy méně hluboké než u tvarů konkávních. Na plošších temenech terénních vyvýšenin je hloubka profilů poměrně značná, nikdy však nedosahuje mocností podsvahových deluví.

STRATIGRAFIE

Půdní profil hnědých půd je tvořen třemi základními horizonty: humusovým horizontem — h [A], horizontem intenzivního větrání — v [B] a matečným substrátem — P [C]. Toto základní stratigrafické schéma je v některých případech obměňováno výskytem přechodných horizontů. Při texturní charakteristice profilů zcela postačuje dělení na 3 horizonty. Důvody pro to jsou: a) výskyt, nebo naopak absence některého přechodného horizontu by znemožňoval vzájemné srovnání větší skupiny půd; b) při detailnějším dělení profilu zjišťujeme, že zrnitostní složení některých sousedních vrstev se prakticky neliší, nebo si stojí velmi blízko, jindy však vykazuje nápadné skoky. V jednom případě texturně blízké vrstvy slučujeme, v opačném případě jim naopak ponecháváme platnost samostatných horizontů.

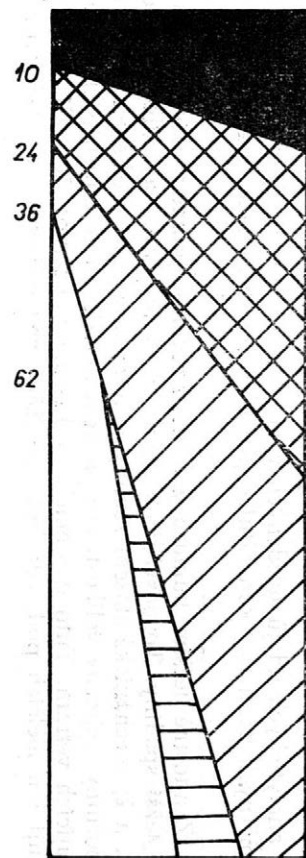
Humusový horizont, u orných půd totožný s ornicí, je jednoznačně určen vyšším obsahem organické hmoty, i když se texturně zpravidla příliš neliší od následujícího. Horizont intenzivního větrání slučujeme s přechodným horizontem — (h) v [A/B], který se zrnitostně příliš neliší, vykazuje však poněkud vyšší obsah organických látek. Přechodný horizont — (v) P [B/C], v terénu vydělováný zpravidla jen podle barvy, která je podle zkušeností nejméně spolehlivým kritériem, přiřazujeme podle analytických výsledků k horizontu větrání nebo k substrátu. Podobně jako zrnitostní ukazatelé svědčí o příbuznosti některých horizontů i další analytické údaje (pH, sorpční vlastnosti, chemické složení aj.).

V četných případech, zvláště u hlubších profilů se pod P-horizontem setkáváme s další vrstvou morfologicky zřetelně odlišenou, jinak zbarvenou, rozdílné konzistence apod. Zrnitostní analýzy nám pak jasně dokáží i texturní rozdíl. V takovém případě rozlišujeme dva P-horizonty: P₁ [C₁]-horizont, ležící bezprostředně pod v-horizontem a P₂ [C₂]-horizont, který na něj navazuje. Někdy přistupují i další horizonty P₃, P₄ atd.

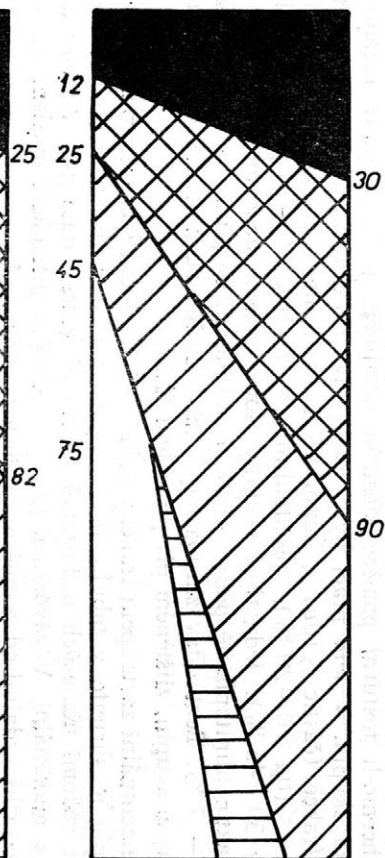
Je nutno se ještě v krátkosti zmínit o přítomnosti tenkých proplástek zrnitostně odlišného materiálu v hranicích některých horizontů. Tyto poměrně časté případy mají původ buď v hornině samé, kterou prostupují vrstvičky odlišného zrna, nebo v případě deluví v nesteromném ukládání materiálu při sedimentaci. Uvedené proplátky byly při větší mocnosti vyloučeny z rozboru.

Vedle hnědých půd jako taxonu na úrovni typu byly do sledování zahrnuty

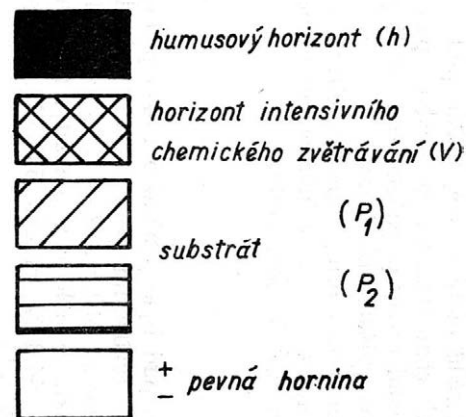
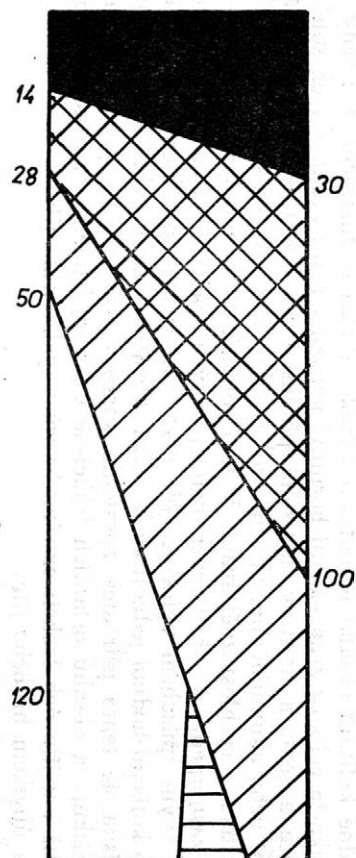
PŮDY: *hlinitopísčité*



písčitohlinité



hlinité



2. Průběh horizontů u hnědých půd na pararule

v menším počtu i některé subtypy jako hnědé půdy kyselé, hnědé půdy oglejené a glejové, které se v řadě analytických charakteristik od hnědých půd liší, zrnitostním složením se však shodují. Poněkud jiným případem jsou hnědé půdy illimerizované, kterým ještě bude věnována zvláštní pozornost.

Průběh jednotlivých horizontů u skupin půd v ornici hlinitopísčitých, písčito-hlinitých a hlinitých je naznačeno v diagramu č. 2. Z uvedeného plyne, že zrnitostně těžší půdy se vyznačují postupně hlubšími horizonty.

ZRNITOSTNÍ SLOŽENÍ

K texturní charakteristice sledovaných půd bylo použito 5 frakcí podle dělení Kačinského: částic o průměru pod 1μ — fyzikálního jílu, $1-10\mu$ — hrubého jílu, $10-50\mu$ — prachu, $50-250\mu$ práškového písku a $250-2000\mu$ — písku.

U hnědých půd na pararule jako celku se pohybuje množství fyzikálního jílu od 0,4 do 21,3 %, hrubého jílu 0,5–44,4 %, prachu 5,0–47,9 % práškového písku 4,1–67,9 % a písku 3,7–76,6 %.

Silné kolísání obsahu jednotlivých frakcí svědčí o uplatnění celé řady faktorů, jako je velikost zrna vlastní horniny, kolísající podíl zvětratelných součástí, struktura a textura horniny, umístění příslušné půdy v terénu, buď převážně erozním nebo akumulacním, vliv makro- i mikroklimatu a dalších činitelů, kteří určují směr a rychlost zvětrávání. V této souvislosti je nutno zdůraznit, že poměrné zastoupení uvnitř jílových nebo písčitých frakcí se u téhož konkrétního profilu svým způsobem vylučuje. Jde především o extrémy, které jsou příčinou silného kolísání hodnot jednotlivých frakcí. Vyrůstá-li např. velmi nápadně množství písku, je tento přírůstek zpravidla kompenzován silným poklesem práškového písku, na obsahu ostatních frakcí se však tyto změny výrazněji neprojeví. Podobně i u jílových frakcí; extrémní vzrůst fyzikálního jílu je doprovázen především úbytkem hrubého jílu.

Chceme-li texturní poměry sledovat detailněji, je třeba půdy rozdělit do několika skupin. V této práci byly seskupeny podle Nováka podle obsahu jílové frakce (částic $<10\mu$) v humusových horizontech do půd hlinitopísčitých (frakce $<10\mu$ 10–20 %), písčito-hlinitých ($<10\mu$ 20–30 %) a hlinitých ($<10\mu$ 30–45 %). Jednotlivé skupiny jsou v rámci sledovaných půd zastoupeny takto: hlinitopísčité půdy — 36 %, písčito-hlinité půdy — 57 % a hlinité půdy — 7 %. Tento stav zhruba odpovídá i zkušenostem o plošném zastoupení uvedených skupin, zjištěném při provádění KPP.

Percentuální zastoupení frakcí v jednotlivých genetických horizontech u těchto skupin je shrnuto v tabulce č. I. Uváděny jsou průměrné hodnoty, i když jsme si vědomi některých nedostatků tohoto ukazatele; dále pak hodnoty minimální a maximální. V závorkách jsou v některých případech uvedeny extrémy, které se příliš vzdalují od průměru a jsou tedy netypické.

Z analytických údajů uvedených v tabulce lze vyvodit tyto závěry, týkající se průměrných hodnot; v konkrétních případech se setkáváme s menšími odchylkami:

1. Zrnitostně těžším humusovým horizontům v průměru odpovídají i relativně těžší spodiny. To nasvědčuje tomu, že větrání probíhá souběžně v celém profilu, a že mechanické složení zeminy je alespoň z části predisponováno vlastností horniny, zejména velikostí zrna a není závislé pouze na vnějších faktorech ovlivňujících větrání. Tuto domněnku podporuje skutečnost, že těžší spodiny se vyskytují i u mělkých půd, kde byla zastižena pevnější hornina. Podstatný vliv

L. Zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí u půd různě těžkých v humusovém horizontu

Zrnitostní složení ornice	Horizont	<1 μ			1–10 μ			10–50 μ			50–250 μ			250–2000 μ		
		min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.	min.	prům.	max.
Půdy: hlinito- písčité	h	0,7	4,4	10,8	4,3	12,5	16,3	9,1	18,6	38,3	14,3	29,0	42,2	11,5	35,6	52,4
	v	0,8	4,3	12,9	1,8	11,2	27,0	5,2	18,5	42,3	7,7	28,1	49,6	7,7	38,4	71,6
	P ₁	0,7	3,3	12,1	2,6	8,3	13,7 (32,2)	5,0	16,5	33,4	17,0 (4,1)	28,2	49,5	6,9	43,2	73,7
	P ₂	0,4	4,8	18,2	1,7	7,9	12,6 (22,5)	5,1	16,1	33,1	17,5	23,5	48,9	11,6	47,9	76,6
písčito- hlinité	h	2,4	6,1	9,4	12,3	17,6	27,1	14,0	22,0	37,4	7,4	24,0	36,9	11,4	30,4	51,6
	V	1,9	6,7	11,6 (21,3)	6,5	14,5	27,7	10,6	20,7	41,8	11,1	24,1	37,1	12,9 (9,2)	34,3	66,1
	P ₁	1,1	6,4	25,8	2,2 (0,6)	10,8	24,3	7,3	17,5	34,1 (47,9)	12,2	25,1	42,2	15,0 (9,4)	40,6	71,0
	P ₂	1,4	7,4	22,5	1,5 (0,5)	9,3	15,7 (44,4)	5,3	16,7	33,5	11,2	28,4	57,2 (67,9)	12,1	39,4	66,1
hlinité	h	4,7	7,0	9,6	22,4	26,1	28,1	24,5	30,4	40,5	8,5	19,7	29,9	3,7	16,8	25,4
	V	4,5	7,7	16,0	16,9	23,0	28,2	20,8	28,1	35,8	12,7	20,6	29,5	9,8	22,1	38,5
	P ₁	2,4	10,5	22,5	12,4	18,0	25,0	17,0	26,0	36,2	12,9	22,5	35,2	13,1	23,0	42,5
	P ₂	1,7	10,6	19,9	5,3	13,6	25,8	13,8	24,3	36,6	17,7	22,7	28,2	11,6	28,6	53,9

má pochopitelně stáří půdy. Respektujeme-li zrnitostní třídění zemin podle Nováka podle zastoupení frakce $<10\mu$, je matečný substrát u většiny konkrétních případů o stupeň lehčí než humusový horizont: hlinitopísčitém humusovým horizontům zpravidla odpovídá lehčí až písčité substrát, písčitohlinitým hlinitopísčité. Toto pravidlo je méně závazné pro profily hlinité, kde jsou i spodiny většinou poměrně těžké.

2. Pokročilejší zvětrání se projevuje vzrůstem frakce fyzikálního jílu, hrubého jílu a prachu na úkor práškového písku a písku. U profilů v humusových horizontech hlinitopísčitých a písčitohlinitých přibývá celkem rovnoměrně hrubších frakcí: fyzikální jíl je v minimu, písek v maximu. Poněkud jiné rozdělení frakcí se uplatňuje u půd hlinitých: ve všech horizontech s výjimkou P_2 zpravidla převládá prachová frakce, v h- a v-horizontech následuje hrubý jíl; zastoupení písčitých frakcí se snížilo; v minimu je opět fyzikální jíl, i když jeho absolutní množství vzrostlo.

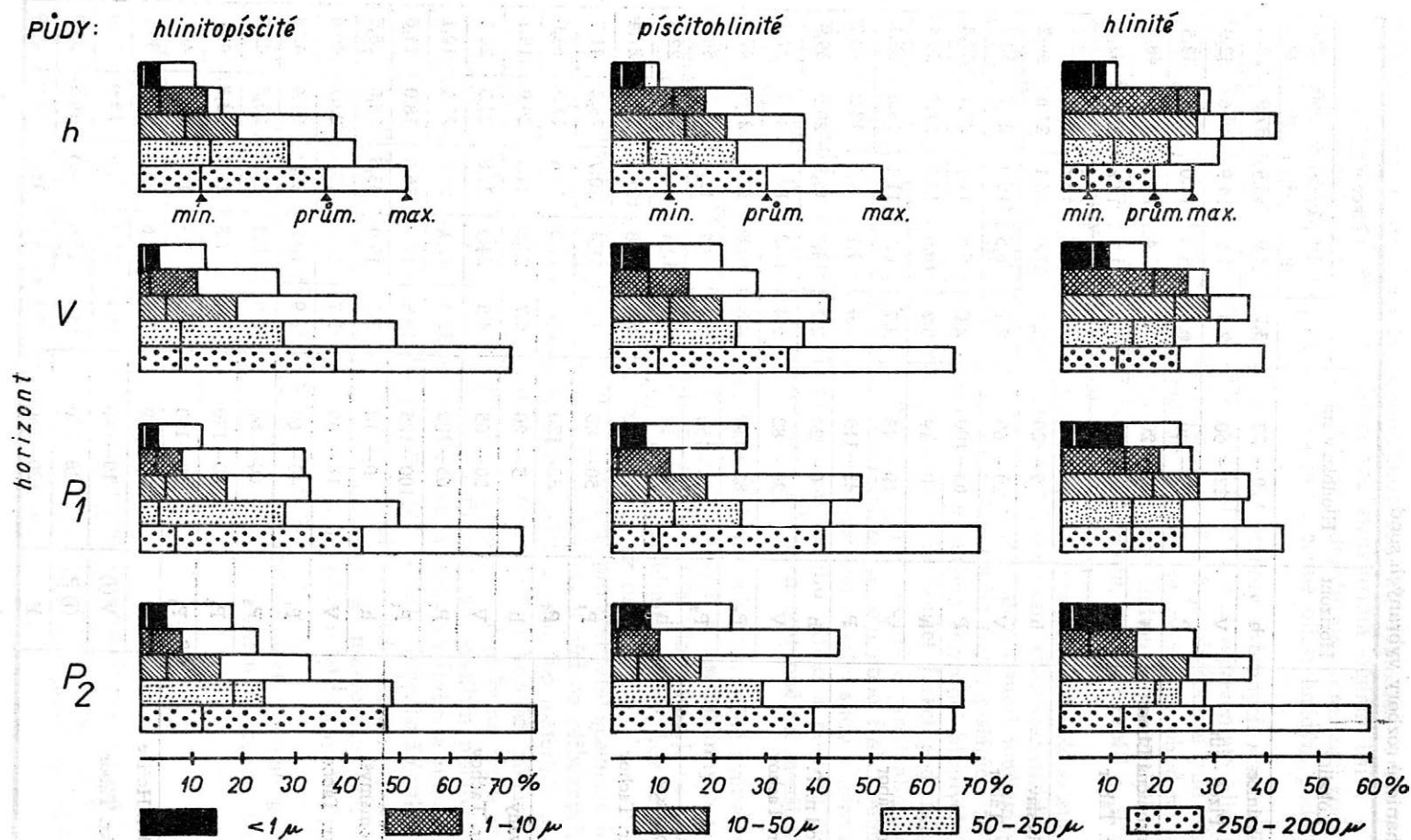
3. Profilové průběhy jednotlivých frakcí lze charakterizovat takto: frakce $<1\mu$ — fyzikální jíl podléhá u hlinitopísčitých a písčitohlinitých půd v jednotlivých horizontech malému kolísání, maxima dosahuje v konkrétních případech v h-, nebo v-horizontu a v P_2 horizontu, minimum je v horizontu P_1 . U většiny hlinitých půd vzrůstá množství fyzikálního jílu směrem do hloubky. Frakce $1-10\mu$ — hrubý jíl má u všech tří skupin obdobný průběh: maximum v ornici, minimum v P_2 horizontu. Podobný průběh má i frakce prachová — $10-50\mu$. Frakce $50-250\mu$ — práškový písek vykazuje přibližně stejné hodnoty v prvních třech horizontech, pak buď mírně stoupá, nebo i poklesá. Frakce $250-2000\mu$ — písek přibývá směrem do spodiny.

V diagramu č. 3 je znázorněno zastoupení jednotlivých frakcí v genetických půdních horizontech (průměrná, minimální a maximální hodnota).

Průběhy všech frakcí kromě fyzikálního jílu splňují naše představy o zvětrávacím procesu v půdě, nápadným jevem je však opětný vzrůst fyzikálního jílu v hlubší spodině, zejména v horizontu P_2 . Již výše bylo uvedeno, že s tímto horizontem se nesetkáváme ve všech sledovaných případech, ale u většiny počtu hlubších profilů. Tam, kde byl do hloubky 150 cm vydělen morfologicky zřetelný P_2 horizont, zjišťujeme většinou vyšší obsah této frakce. Je tomu tak u více než 50 % případů. Není vyloučeno, že s podobným případem se setkáme i u jiných hlubších profilů pod dosaženou hloubkovou hranicí.

Pokus o vysvětlení této zdánlivě podivné skutečnosti svádí k tomu, že se uvažovalo o heterogenitě výchozí horniny, nebo o chybě vyplývající z nedostatků metodiky při odběru a přípravě vzorků a při analytickém stanovení. Podle našeho soudu tomu tak není. Prvá domněnka se zdá nepravděpodobná, protože se jedná o jev, který se vyskytuje celkem zákonitě u většího množství případů. Druhou domněnku zřejmě vyvracejí výsledky zrnitostního rozboru z profilů, u kterých byl morfologicky vydělen větší počet horizontů na standardní hloubku. V těchto případech se pod horizontem se zvýšeným obsahem fyzikálního jílu setkáváme s dalšími vrstvami, u kterých tento podíl opět klesá. Mechanické složení podobného profilu je uvedeno v tabulce II pod číslem 8. Domníváme se, že horní okraj P_2 horizontu se zvýšeným obsahem fyzikálního jílu je současně hranicí mezi deluviem a podložním eluviem, které v minulosti prošlo samostatným zvětrávacím pochodem.

Zvláštním případem jsou půdy klasifikované jako hnědé půdy illimerizované, u kterých se setkáváme s výrazným vzrůstem jílových frakcí v druhém horizontu. Tento vzrůst se projevuje zvláště nápadně u fyzikálního jílu a je provázen silným úbytkem této frakce v humusovém horizontu. Rozdíl činí často



3. Zastoupení zrnitostních frakcí v jednotlivých horizontech hnědých půd na pararule

II. Mechanické rozbory vybraných sond

Lokality	Horizont	Hloubka v cm	Frakce v %				
			<1 μ	1-10 μ	10-50 μ	50-250 μ	>250 μ
1. Mohelnice okr. Plzeň – jih	h	0 – 22	3,7	13,9	15,9	37,9	28,6
	V	22 – 60	2,0	7,5	14,9	43,6	32,0
	P	60 – 140	0,6	5,3	14,0	37,6	42,5
2. Zárybnická Lhota okr. Tábor	h	0 – 20	3,5	12,4	14,5	21,2	48,4
	V	20 – 32	2,7	11,3	14,8	18,6	52,6
	P	32 – 100	0,5	6,0	14,3	27,1	52,1
3. Soběslav okr. Tábor	h	5 – 20	5,2	17,9	16,1	21,6	39,2
	V	20 – 65	2,1	6,5	15,0	25,7	50,7
	P	65 – 100	2,0	5,5	11,7	23,4	57,4
4. Vesce okr. Tábor	h	0 – 19	5,2	16,5	17,2	21,7	39,4
	V	19 – 43	2,7	6,5	11,1	13,6	66,1
	P	43 – 115	1,9	7,7	9,5	12,2	70,7
5. Brod n. T. okr. Tachov	h	0 – 20	2,2	14,7	15,3	29,9	39,9
	V	20 – 82	6,4	12,2	19,4	24,7	37,4
	P ₁	82 – 118	4,8	10,8	18,8	21,3	47,3
	P ₂	118 – 150	7,0	8,4	12,9	15,3	56,4
6. Boněnov okr. Tachov	h	0 – 12	8,1	13,1	21,5	35,0	22,3
	V	12 – 50	7,4	16,8	21,3	27,1	27,4
	P ₁	50 – 80	3,0	11,4	20,7	23,2	41,7
	P ₂	80 – 120	18,7	11,6	18,4	17,3	34,0
7. Svahy okr. Tachov	h	5 – 20	4,7	25,8	24,5	29,9	15,1
	V	20 – 65	4,5	24,3	21,8	23,3	26,1
	P ₁	65 – 100	15,3	15,1	28,6	21,9	19,1
	P ₂	100 – 125	16,8	17,0	36,6	18,0	11,6
8. Domamyšl okr. Tábor	h	0 – 18	3,1	19,9	23,5	25,0	28,5
	V	18 – 40	3,7	13,2	19,8	22,7	40,6
	P ₁	40 – 60	0,9	10,8	22,0	23,4	42,9
	P ₂	60 – 80	5,0	8,8	17,1	25,8	43,3
	P ₃	80 – 120	5,7	7,8	17,3	23,8	45,4
	P ₄	120 – 150	1,5	5,8	16,9	35,3	40,3
9. Dol. Hořice okr. Tábor	h	0 – 19	5,7	22,6	23,8	17,2	30,7
	V (i)	19 – 46	15,7	21,6	24,1	14,9	23,8
	(i) P	46 – 120	13,7	18,6	24,3	19,5	23,9
	P	120 – 150	7,1	8,5	18,3	25,2	40,9

100 % i více ve prospěch horizontu, který značíme symbolem $v(i)$. Vzhledem k tomu, že se proti ostatním, nevýrazně strukturním půdám liší i výraznou kostkovou strukturou $v(i)$ -horizontu, zdá se podezření na illimerizaci zcela oprávněné. Přes uvedené rozdíly jsou tyto půdy zřetelně bližší hnědým půdám nežli půdám illimerizovaným.

V tabulce II jsou uvedeny mechanické rozborů vybraných sond, dokumentujících některé skutečnosti a závěry: profil č. 1 a 2 reprezentuje hlinitopísčité půdy s typickým průběhem frakcí, profil č. 3 a 4 je obdobou u půd písčitohlinitých, profily č. 5, 6, 7 demonstují případy se zvýšeným obsahem fyzikálního jílu ve spodině, jde o hlinitopísčitou, písčitohlinitou a hlinitou půdu. Profil č. 8 je příkladem půdy s větším počtem horizontů, konečně profil č. 9 ukazuje složení hnědé půdy illimerizované.

Vedle vztahů vyplývajících z uvedených diagramů a tabulek existují další, které z nich nelze dobře vyčíst, ale přesto jsou velmi charakteristické pro mechanické složení sledovaných půd. Především je to poměr mezi součtem jílových frakcí: $<1\mu$ a $1-10\mu$ a frakcí prachovou, dále součet frakcí písčitých: $50-250\mu$ a $250-2000\mu$. U zvětřalejších vrstev, jako je většina horizontů hlinitých profilů, h- a v-horizontů písčitohlinitých půd, převyšuje součet frakcí pod 10μ frakci prachovou. U méně zvětřalých zemin: matečných substrátů písčitohlinitých profilů a u půd hlinitopísčitých se procentuální zastoupení obou frakcí velmi blíží. Vysvětlení pro tento jev lze hledat ve vysokém obsahu slidy v hornině, která při větrání pravděpodobně uvolňuje částice jílu přímo s povrchu hrubších frakcí a nevětrá podobně jako živce nebo i křemen postupně na menší a menší elementy.

Součet písčitých frakcí je vysoký a podléhá zvláště u méně zvětřalých půd poměrně malým výkyvům. U profilů hlinitopísčitých a písčitohlinitých ve všech genetických horizontech téměř vždy přesahuje 50 % všech frakcí, ve spodinách dosahuje 70 % i více. Výjimku tvoří zvětřalejší hlinité profily, kde se pohybuje ve většině případů kolem 40 %, vzácně klesá až na 25 %.

Uvedené poměry lze považovat za specifické pro zrnitostní spektrum hnědých půd na pararulách, čímž se tyto liší jak od obdobných půd na příbuzných horninách, tak i od půd vytvořených na svahovinách z rulového materiálu a starých zvětřalinách pararuly. Podle dosavadních zkušeností se hnědým půdám na rule nejvíce blíží hnědé půdy na žule na straně jedné, hnědé půdy na svoru na straně druhé. Žuly se podobně jako ruly vyznačují vysokým podílem písčitých frakcí, v nichž ještě více převládá písek, poměr součtu jílnatých frakcí a prachu je většinou užší. Nejpodstatnější rozdíl spočívá v přítomnosti drobného štěrčku (grus), typického pro „žulové“ půdy. Tyto částice o velikosti 0,2–0,5 cm v průměru nepatří sice do jemnozeme, současně však nebývají při makroskopickém vyšetřování považovány za skelet. Jejich množství se zejména u lehčích profilů pohybuje až kolem 50 %. U pararul drobný štěrček není.

Pro svory, podobně jako pro fylity je charakteristický zvýšený podíl prachové frakce a práškového písku, zatímco písek je většinou zastoupen v menším množství.

SOUHRN

V předloženém příspěvku podáváme detailní texturní charakteristiku hnědých půd na pararule zpracovanou na podkladě rozsáhlejšího analytického materiálu z typických „rulových“ oblastí Čech. Blíže jsou také probrány otázky bezprostředně související s mechanickým složením.

V úvodní části je vymezen charakter substrátu sledovaných půd, tj. zvětralin v užším slova smyslu, k vyloučení záměny s nesmíšenými svahovinami a starými zvětralinami rul. Podle hloubky půdního profilu převládají mezi sledovanými půdami profily hluboké nad 60 cm — 68 %, následují středně hluboké 30–60 cm — 25 %, poměrně slabě jsou zastoupeny profily mělké pod 30 cm — 7 %. Hloubka půdy je limitována buďto výskytem souvislé šterkovité nebo kamenité vrstvy (obsah skeletu přesahuje 75 %), nebo přítomností těžce kopné zvětrality („shnilé skály“). Nejrozšířenější jsou slabě šterkovité půdy. Dále je věnována pozornost stratigrafii půdního profilu a průběhu jednotlivých půdních horizontů u půd o různě těžkém zrnitostním složení. S postupně těžším zrnitostním složením přibývá hlubších půd.

Hnědé půdy na pararule jsou lehkého až středně těžkého mechanického složení: v humusovém horizontu hlinitopísčitých půd je mezi sledovanými profily 36 %, písčitohlinitých 57 % a hlinitých pouze 7 %. Toto zjištění zhruba odpovídá i zkušenostem z mapovacích prací. Při texturní charakteristice uvádíme kolísání jednotlivých zrnitostních frakcí u sledovaných půd jako celku: množství fyzikálního jílu (částic o ϕ pod 1μ) se pohybuje od 0,4 do 21,3 %, hrubého jílu (ϕ 1– 10μ) 0,5–44,4 %, prachu (ϕ 10– 50μ) 5,0–47,9 %, práškového písku (ϕ 50– 250μ) 4,1–67,9 % a písku (ϕ 250– 2000μ) 3,7–76,6 %. Zastoupení zrnitostních frakcí v jednotlivých půdních horizontech je shledáno odděleně u půd hlinitopísčitých, písčitohlinitých a hlinitých. Ze srovnání vyplývá:

1. Zrnitostně těžším humusovým horizontům odpovídají zpravidla i těžší spodiny, což svědčí o tom, že zvětrávání probíhá v celém profilu a že mechanické složení je značně ovlivňováno vlastnostmi horniny.

2. S postupujícím zvětráváním přibývá jílových frakcí a prachu na úkor frakcí písčitých.

3. Obsah fyzikálního jílu a prachu je obvykle nejvyšší v ornici, směrem do spodiny klesá; množství práškového písku podléhá v profilu jen malým změnám; písku s rostoucí hloubkou přibývá. U mocnějších profilů se ve větší hloubce často setkáváme s vrstvou kde obsah jílových frakcí opět stoupá; jde zřejmě o překryté eluvium zasažené starším zvětráním.

Pro zrnitostní složení hnědých půd na pararule je velmi charakteristický poměr mezi obsahem celkového jílu a obsahem prachu; zvláště u zvětralejších zemín množství celkového jílu převyšuje obsah prachové frakce. Obsah písčitých frakcí je v horizontech téhož profilu poměrně konstantní, pohybuje se od 40 % u půd hlinitých do 70 % u lehčích profilů a méně zvětralých spodin.

Došlo dne 9. 3. 1966

Literatura

1. Kolektiv: Půdoznalecký průzkum ČSSR. Souborná metodika - 1962. — 2. Půdoznalecký průzkum ČSSR, průvodní zprávy k jednotlivým okresům, 1961 - 1964. — 3. LOŽEK, V.: Vysvětlivky k mapám ložisek přirozených hnojiv a minerální síly půd, 1960 - 62, Praha.

Текстульная характеристика бурых лесных почв на паранейсе

В предлагаемой статье дается подробная текстульная характеристика бурых лесных почв на паранейсе, разработанная на основе широкого аналитического материала из типичных «гнейсовых» областей Чехии. Подробнее также рассматриваются некоторые вопросы, непосредственно связанные с механическим составом.

Во вводной части уточняется характер субстрата исследуемых почв, т. е. рудяка в более узком смысле слова, для исключения замены с несмешанными делювиальными почвами и старым рудяком гнейсов. В зависимости от глубины почвенного профиля среди исследуемых почв преобладают профили глубиной свыше 60 см — 68 %, затем следуют среднеглубокие 30—60 см — 25 %, сравнительно слабо представлены мелкие профили менее 30 см — 7 %. Глубина почвы лимитируется или наличием сплошного гравийного или каменистого слоя (содержание скелета превышает 75 %), или наличием труднокопаемого рудяка («гнилой скалы»). Самые распространенные слабо гравийные почвы. Далее внимание уделяется стратиграфии почвенного профиля и ходу отдельных почвенных горизонтов у почв в разной степени тяжелого состава зернистости. По мере постепенного прибывания более тяжелой структуры зернистости прибывают более глубокие почвы.

Бурные лесные почвы на парагнейсе в отношении механического состава легкие и вплоть до среднетяжелых: в гумусном горизонте супесчаных почв среди исследуемых профилей 36 %, суглинистых 57 % и глинистых только 7 %. Это установление в общих чертах отвечает опыту картирования. При текстурной характеристике приводим колебание отдельных фракций зернистости у исследуемых почв как целого: количество физического ила (частиц меньше 1 μ г) колеблется от 0,4 до 21,3 %, грубого ила (от 1 до 10 μ), 0,5—44,4 %, пыли (от 10 до 50 μ) 5,0—47,9 %, порошкообразного песка (от 50 до 250 μ) 4,1—67,9 % и песка (от 250 до 2500 μ) 3,7—76,6 %. Представленность фракций зернистости в отдельных почвенных горизонтах исследуется отдельно у супесчаных, суглинистых и глинистых почв. Из сравнения вытекает:

1. В отношении зернистости более тяжелым горизонтам отвечают, как правило, также более тяжелые основания, что свидетельствует о том, что выветривание протекает во всем профиле и что механический состав находится под значительным влиянием свойств минерала.

2. По мере увеличивающегося выветривания прибывают глинистые фракции и пыль за счет песчаных фракций.

3. Содержание физического ила и пыли обычно самое большое в пахотном слое, по направлению вглубь оно снижается; количество порошкообразного песка в профиле меняется только незначительно; по мере возрастания глубины песок прибывает. У более мощных профилей на большей глубине часто встречается слой, в котором содержание илстых фракций повышается; очевидно это перекрытый элювий под влиянием прежнего выветривания.

Для состава зернистости бурных лесных почв на парагнейсе весьма характерно соотношение между содержанием общей глины и содержанием пыли; в особенности у более выветренных грунтов количество общей глины превышает содержание пылевой фракции. Содержание песчаных фракций в горизонтах того же профиля сравнительно постоянное и колеблется в пределах от 40 % у глинистых почв и до 70 % у более легких профилей и менее выветренных оснований.

Текст к таблицам

- I. Представленность отдельных фракций зернистости у различно тяжелых почв в гумусном горизонте
- II. Механические анализы выбранных разрезов

Текст к диаграммам

1. Представленность бурных лесных почв на парагнейсе в зависимости от глубины
2. Ход горизонтов у бурных лесных почв на парагнейсе
3. Представленность фракций зернистости в отдельных горизонтах бурных лесных почв на парагнейсе

A Textural Characteristic of Brown Forest Soils Located on the Para-Gneiss

The authors present a detailed texture characteristic of brown forest soils occurring on the para-gneiss, using a comparatively ample analytical material obtained from typical "gneiss areas" of Bohemia. Also it is more closely dealt with some questions concerning the mechanical soil consistency.

In the introductory part, the character of the substrate of soils under investigation is defined, namely weathered rocks in a strict sense, in order to avoid a

mistake as far as unmingled slope soils or old products of gneiss disintegration is concerned. According to the depth of the soil profile, prevailing among the investigated soils are horizons being deep 60 cm — 68 per cent, in the second place there are medium deep profiles 30 to 60 cm — 25 p. c., whereas comparatively less frequent are shallow horizons under 30 cm — 7 p. c. The soil depth is limited either by presence of a continuous gravel or stone layer (the amount of the skeleton exceeds 75 p. c.), or by weathered rocks difficult to be dug ("rotten rocks"). Most common are slightly gravelly soils. Further, attention is paid to the stratigraphy of the soil profile and to the form of individual horizons in soils that are of a diversely weighty granularity. In parallel to a heavier granularity, the number of deeper soils is greater.

Brown forest soils located on the para-gneiss have a slight to medium weighty mechanical composition: in the humus horizon, there is 36 per cent of sandy loams, 57 p. c. of loamy sands and only 7 p. c. of loams. This roughly agrees to the knowledge arisen of making maps. As for the texture characteristic, the authors give the range of occurrence for individual granularity fractions as follows: amount of physical clay (particles of a diameter less than $1\ \mu$) 0,4 to 21,3 per cent, rough clay (diameter 1 to $10\ \mu$) 0,5 to 44,4 p. c., dust (diam. 10 to $50\ \mu$) 5,0 to 47,9 p. c., dusty sand (diam. 50 to $250\ \mu$) 4,1 to 67,9, and sand (diam. 250 to $2000\ \mu$), 3,7 to 76,6 p. c. The occurrence of various grades of granularity in individual horizons has been investigated separately in loamy sands, sandy loams and loams. Conclusions are drawn from this comparison as follows:

1. Heavier granular humus horizons usually correspond to a heavier bottom, what proves that the weathering process takes place within the whole profile and that the mechanical composition is substantially influenced by properties of the rock in question.

2. Together with progressing weathering, the number of clay fractions and the amount of the dust increase to the detriment of sand fractions.

3. The contents of the physical clay and dust usually amounts to highest values in the mould, and it decreases in direction to the bottom; the amount of dusty sand shows little changes within the profile, the sand amount increases in parallel with the depth. In more massive profiles, a layer may often be found in deeper parts where the contents of clay fractions increases anew; most probably this is a covered alluvium which was affected by a weathering process of some older date.

Of the granularity of brown forest soils occurring on the para-gneiss, the ratio total clay to dust is very characteristic; particularly in more weathered soils the amount of the total clay exceeds that of the dust fraction. The amount of sand fractions shows comparatively constant values as for partial horizons of the same profile; it fluctuates between 40 per cent in clayey soils to 70 p. c. in lighter profiles and in less weathered bottoms.

Text to Tables

- I. Occurrence of individual granularity fractions in variably heavy soils within the humus horizon
- II. Mechanical analyses of sound samples

Text to Figures

1. Occurrence of brown forest soils located on the para-gneiss, in dependence on the depth
2. The form of horizons in brown forest soils on the para-gneiss
3. Occurrence of granularity fractions in individual horizons in brown forest soils on the para-gneiss

Adresa autora:

M. Tomášek, prom. biolog, Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně 507

■ Hlavním důvodem intenzifikace zemědělské výroby a také jejím kritériem je dosahování stále vyšších výnosů pěstovaných plodin. K získání vysokých výnosů je nezbytně nutné zajistit v živém prostředí dostatek živin pro tvorbu sklizně (Duchon: „Optimální stanovení potřeby živin na dosažení plánovaných výnosů je základním úkolem věd agrotechnických“, 1959). Na základě zákonitostí vyslovených dřívějšími autory (Mitscherlich 1925, 1956, Lundegardh 1945, Kolářík 1959 atd.) vycházejí dodnes agrochemici a fyziologové z představy, že se zvyšujícím se výnosem roste relativní potřeba živin na jednotku sklizně. Uplatnění těchto zákonitostí v praxi vedlo k představě, že pro pozvednutí sklizni zemědělských plodin do vyšších výnosových pater bude nutno aplikovat neúměrně vysoká množství průmyslových hnojiv.

Řadu let trvající sledování výživářských otázek v podmínkách přirozeněrodných půd a na závodech s použitím vysokých dávek průmyslových hnojiv vedlo nás stále více k přesvědčení o nepoužitelnosti shora uvedených vývodů. Vznikala proto oprávněná otázka, jaké zákonitosti se uplatňují ve výživě rostlin a jak lze určit skutečnou potřebu živin v období intenzifikace zemědělské výroby, kdy chceme dosahovat s pomocí průmyslových hnojiv vysokých výnosů zemědělských plodin.

Podrobná analýza pokusného materiálu (Baier 1965b, Křišťan 1965, Strnad 1966, Škarda 1965) ukazuje, že na určitém stanovišti lze výnos stupňovat použitím průmyslových hnojiv pouze k určitému výnosovému stropu a že další stupňování živin ve formě běžných průmyslových hnojiv výnos již neovlivní. K zajištění tohoto výnosového stropu obvykle vystačíme s lineárním stupňováním základního spotřebního normativu nebo dokonce i jeho snížením.

Aby bylo možno započít s hodnocením jednotlivých závislostí, bylo nutno celou problematiku zákonitostí výživy rostlin rozdělit do tří kategorií:

1. Vztah mezi obsahem přijatelných živin v půdě a množstvím přijatých živin v rostlinách (příjem živin);

2. Vztah mezi koncentrací živin v rostlinách a výnosem (spotřeba živin);

3. Vztah mezi koncentrací živin v rostlinách a kvalitou sklizně (jakost sklizně).

Je pochopitelné, že pro vyjasnění mechanismu tvorby výnosů je druhý bod klíčovým problémem a teprve po jeho objasnění může být správně veden výzkum zákonitostí v obou zbývajících bodech. Předložená práce se zabývá pouze otázkou potřeby živin na zajištění výnosů a řeší tedy problémy zahrnuté pod druhý bod.

Hlavními výsledky provedené práce bylo poznání o rozdílech se průběhu výnosových křivek v závislosti na konstelaci ostatních vegetačních faktorů a zjištění platnosti specifických závislostí pouze v určitém, omezeném intervalu (Neuberg 1966a, 1966b), vymezeném intenzitou vlivu příslušného faktoru v komplexu ostatních faktorů. Dále bylo stanoveno, že při dosažení určité úrodnosti půdního stanoviště (hladiny živin) se ekologické faktory stávají dominantním činitelem rozhodujícím o výnose, a že stupňování živin nad ekologický strop vede pouze k neefektivnímu zvyšování koncentrace živin v rostlinách a je proto z hlediska vyšších výnosů neúčinné. Uvedený výnosový strop je v běžných polních podmínkách limitován sou-

borem ekologických faktorů stanoviště. Dosažení vyšších a vysokých výnosů je možné pouze za vhodných ekologických podmínek a v tom případě je možno dosáhnout vyšších výnosů s relativně nižší spotřebou živin na jednotku sklizně. Aplikace vyšších dávek živin v průmyslových hnojivech než je normativní spotřeba nezvyšuje výnos plodin, ale naopak vede k luxusnímu konzumu, který jenom do určitého stupně může příznivě působit na zlepšení kvality sklizně (nutriční hodnota).

Rozbor a důkazy uvedených zákonitostí a vývodů lze objasnit uplatněním těchto domněnek:

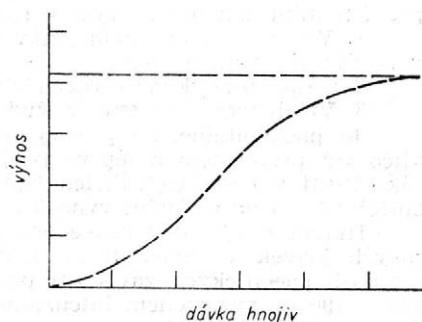
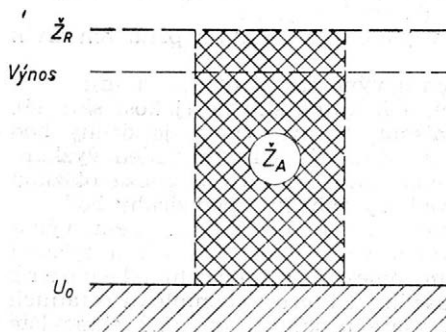
1. o postupném zesilování úrodnosti půdního stanoviště jako funkce průmyslových hnojiv,
2. o relativně zúženém odběru živin na jednotku sklizně při vyšších výnosech,
3. o působení ekologického stropu.

Využití těchto poznatků dává možnost proniknout hlouběji k vysvětlení obecných zákonitostí ve výživě rostlin, vysvětlit relativní platnost některých závislostí a omezenou platnost zákonů vyslovených dřívějšími badateli a dospět tak k přesnějšímu stanovení potřeby živin na zajištění perspektivně plánovaných výnosů.

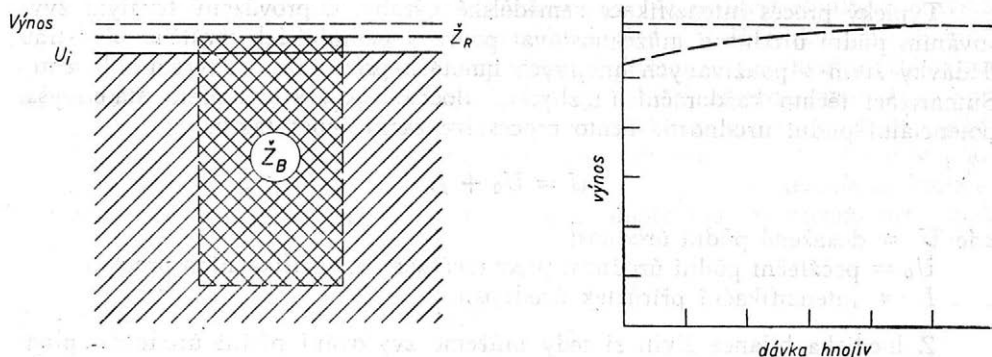
CHARAKTERISTIKA OBDOBÍ VRCHOLÍCÍ INTENZIFIKACE ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY Z HLEDISKA VÝŽIVY ROSTLIN

V podmínkách polní výroby lze odlišnost období intenzifikace od předchozího období charakterizovat z výživářského hlediska tím, že období „hladových půd“ je vystřídáno obdobím „nasycených“ půd. Vysoké přirozené hladiny živin v půdě je dosaženo pravidelným nakupováním a používáním vysokého množství průmyslových hnojiv. I při uplatnění vysoké agrotechniky a vysoce výkonných rostlinných organismů v období vrcholící intenzifikace končí (snižuje se na minimum) možnost zvyšovat výnosy dalším stupňováním dávek živin. Nastupuje období dominantního vlivu ekologických faktorů.

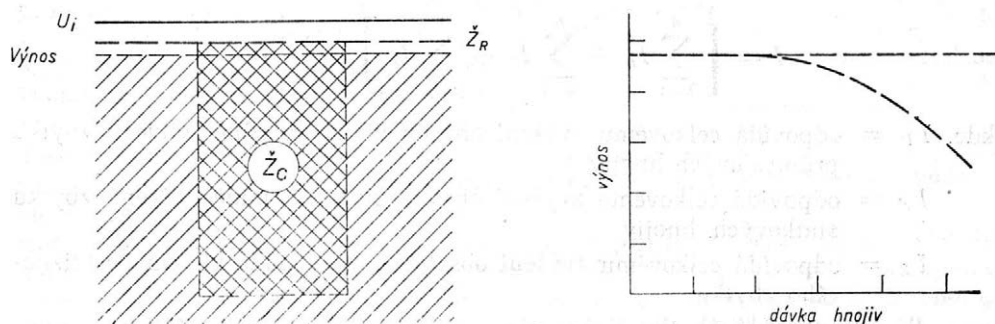
Nejnázorněji lze rozdíl obou období demonstrovat tímto způsobem (grafy 1 a 2): Předpokládejme, že máme jedno půdní stanoviště, které rozdělíme na dvě části. První část stanoviště (A) ponecháme na půdním intenzifikačním stupni. Hladinu živin zde považujeme za přirozenou a označíme ji U_0 . Na druhé části (B) probíhá intenzifikační proces, který postupně dosáhne vysoké hodnoty — U_i . Ekologický strop stanoviště umožňuje na obou částech teoreticky naprosto stejný výnos, který lze charakterizovat pro obě části stejnou spotřebou živin ($\bar{Z}_R$). K zajištění tohoto výnosu je nutno dodat na části (A) (gr. 1) takové množství živin, které vyzdvihne výnosovou křivku až k příslušné hodnotě odpovídající $\bar{Z}_R$. Na části (B) (gr. 2) je přirozená zásoba živin již dostatečně vysoká, aby zajistila sklizeň. Pěstovaná kultura prostě pouze odebere sklizni příslušné množství živin. Dávkování živin spočívá v tom, že každoročně uhrazujeme živiny, které byly sklizni z půdy odčerpány. Je zřejmé, že k dosažení stejného výnosu musíme vnést na pozemku A větší množství živin než na pozemku B. Skutečný odběr živin označují čárkovaně vyznačené obdélníky $\bar{Z}_A$ a $\bar{Z}_B$.



1. Stanoviště s nízkou přirozenou úrodností, kde jsou dominantním faktorem rozhodujícím o výnose živiny



2. Stanoviště s vysokou přirozenou úrodností, kde jsou dominantním faktorem rozhodujícím o výnose ekologické faktory



3. Stanoviště s nadměrným obsahem živin projevujícím již depresivní vliv na výnos hlavních sklizňových produktů

Ve skutečnosti však lze očekávat, že na části, která prošla intenzifikačním procesem, dojde v důsledku celkového zlepšení stanovištních podmínek k nadzdvížení ekologického stropu a tím k efektivnějšímu využití živin a dosažení vyšších výnosů. Průběh výnosové křivky ve vztahu k živinám zapraveným k plodině v průběhu vegetace ukazuje pro příslušné stanoviště pravá část grafů.

Za určitých podmínek může dojít na stanovišti s vysokou přirozenou zásobou živin k nahromadění živin (všech nebo jen některé z živin) v půdě v takovém stupni, že každá další dávka živiny se již projevuje depresivně na výnos hlavního sklizňového produktu. Průběh závislosti mezi dodávaným množstvím živiny a výnosem je v tomto případě znázorněn na grafu 3.

VLASTNÍ PRÁCE

DOMNĚNKA O POSTUPNÉM ZESILOVÁNÍ ÚRODNOSTI PŮDNÍHO STANOVIŠTĚ JAKO FUNKCE PŘŮMYSLŮVÝCH HNOJIV

Zúrodnování orné půdy v období intenzifikace rostlinné výroby nastává v důsledku rozšiřování koloběhu živin průmyslovými hnojivy a tím zvětšování objemu živin i humusotvorných hmot mezi zemědělským závodem a půdou. Tento proces se projevuje nejdříve postupujícím zvyšováním biochemické půdní úrodnosti, později pak i ostatními agrofyzikálními parametry posunujícími půdní stanoviště stále k optimálnějšímu stavu pro růst rostlin.

Typický proces intenzifikace zemědělské výroby, doprovázený trvalým zvyšováním půdní úrodnosti může nastávat pouze v podmínkách trvalého předstihu dodávky živin v používaných hnojivých hmotách před jejich odběrem sklizněmi. Sumarizací těchto každoročních „zbytků“ dochází pak k vytváření stále vyšší potenciální půdní úrodnosti. Tento proces lze zaznamenat takto:

$$U = U_0 + I,$$

kde: U = dosažená půdní úrodnost

U_0 = počáteční půdní úrodnost před začátkem intenzifikačního procesu

I = intenzifikační přírůstek úrodnosti.

Z hlediska bilance živin si tedy můžeme zvyšování půdní úrodnosti představit jako ukládání „zbytku“ nebo vytváření rezervy živin. Hodnotu intenzifikačního přírůstku půdní úrodnosti (I) za n počet let vyjádřený v živinách lze psát takto:

$$I = \left[\sum_{k=1}^n I_P + \sum_{k=1}^n I_S + \sum_{k=1}^n I_Z \right] - \sum_{k=1}^n R$$

kde: I_P = odpovídá celkovému zvýšení obsahu živin v půdě vlivem zbytku průmyslových hnojiv

I_S = odpovídá celkovému zvýšení obsahu živin v půdě vlivem zbytku statkových hnojiv

I_Z = odpovídá celkovému zvýšení obsahu živin v půdě vlivem posklizňového zbytku

R = odpovídá úbytku živin způsobenému nejrůznějšími příčinami uplatňujícími se v dané soustavě (vyplavení, ztráty do vzduchu, luxusní odběr rostlinami atd.).

S postupujícím zvyšováním půdní úrodnosti tedy máme pro pěstování kultury k dispozici stále větší množství pohotových živin z přirozené půdní úrodnosti. To však platí za předpokladu, že nedochází ke ztrátám živin (R), které by přesahovaly uvedený přírůstek půdní úrodnosti (I). Půdy našich kukuřičných a řepářských oblastí tomuto požadavku vyhovují.

I. Celkový intenzifikační přírůstek (S_x) vyjádřený v pohotových

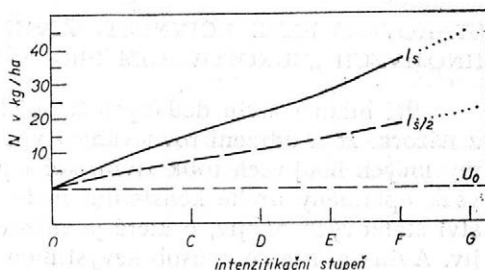
Intenzifikační přírůstek		C ²⁾		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Intenzifikační přírůstek z hnoje	(S_{x_1})	7,1	8,6	10,6
Intenzifikační přírůstek z vojtěšky	(S_{x_2})	9,5	—	—
Celkový intenzifikační přírůstek	(S_x)	16,6	8,6	10,6

¹⁾ Intenzifikační stupně se liší celkovým stupněm intenzity hospodaření, přičemž prů-
c = 120 kg (N - P₂O₅ - K₂O), D = 175 kg, E = 225 kg, F = 270 kg.

²⁾ V intenzifikačním stupni C tvoří celkový intenzifikační přírůstek pouze „zbytky“ ži-

Na zvyšování přirozené hladiny živin v půdě se podílejí zbytky průmyslových hnojiv (I_P) zůstávající v půdě po sklizni plodin v důsledku „přehnojení“, ke kterému dochází při progresivním používání průmyslových hnojiv. Dále jsou to posklizňové zbytky rostlinného materiálu (I_Z), které nejenom uchovávají svůj vlastní obsah živin, ale umožňují i účinnější vazbu živin nacházejících se v půdě v minerální formě. Hlavní podíl na zvyšování přirozené hladiny živin v půdě však mají statková hnojiva (I_S). I když je nutno s prvními dvěma hodnotami počítat, lze je velmi obtížně stanovit. Poměrně dobře však je možno určit hodnotu I_S .

Propočet provedený na konkrétním případě zemědělského závodu v řepářské výrobní oblasti (Neuberg 1966a) ukazuje, že v závislosti na dosaženém stupni intenzifikačního procesu dosahuje hodnota intenzifikačního přírůstku (tabulka I) hodnot: $N = 16-38$ kg, $P_2O_5 = 8,6-18,0$ kg, $K_2O = 10-30$ kg. Lze však předpokládat, že tyto hodnoty budou vyšší, protože zde nejsou uplatněny hodnoty dusíku získané fixací u ostatních leguminóz a dusíku a draslíka z močůvky, která zde také není započítána. Aby mohla být stanovena hodnota intenzifikačního přírůstku, bylo nutno nahradit dosavadní jednoduchou bilanci zavedením funkce času a sledovat tak úplnou bilanci živin v nepřetržitém koloběhu mezi zemědělským závodem a půdou. Ke zvýšení množství živin, které přichází každoročně do půdy ve formě statkových hnojiv, dochází v důsledku intenzivnějších kultur leguminóz a zejména stupňováním množství vyrobeného hnoje a jeho zvyšující se kvalitou. Množství živin, které je podle dosavadních autorů (Kolářík 1959) využito pro výživu rostlin z hnoje vyrobeného v intenzifikačním stupni C a množství dusíku využitého z kultur leguminóz, je vzato za konstantní hodnotu a rozdíl mezi touto hodnotou a celkovým množstvím živin v aplikovaném hnoji a celkovým obsahem dusíku fixovaném v leguminózách na jednotku orné půdy tvoří intenzifikační



4. Vliv intenzifikace přírůstku na zvyšování přirozené hladiny dusíku v půdě

živinách na 1 ha zemědělské půdy (v kilogramech)

Intenzifikační stupně¹⁾

D			E			F		
N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
10,7	11,4	14,4	14,1	14,2	21,7	18,3	18,0	29,7
11,6	—	—	14,4	—	—	19,3	—	—
22,3	11,4	14,4	28,5	14,2	21,7	37,6	18,0	29,7

měrná spotřeba průmyslových hnojiv při poměru 1:1:1,4 činí v jednotlivých stupních: vin, které nejsou z chlévské mrvy v prvních dvou letech využity.

přírůstek, kterým se každoročně na zvyšování přirozené hladiny živin podílejí statková hnojiva (tabulka 1).

Průběh zvyšování přirozené hladiny živin v půdě zobrazuje graf 4. Je pochopitelné, že postupné zvyšování hladiny živin v půdě povede ke snížené potřebě dávek průmyslových hnojiv při dosahování stejných výnosů, nebo naopak při aplikaci stejných dávek živin k zajišťování rostlin na dosahování vyšších a vyšších výnosů. K podobným závěrům dospívá i Cook (1965). Správně vedený intenzifikační proces vede k postupnému zvyšování přirozené hladiny živin v půdě ve formě „staré půdní síly“.

STANOVENÍ PLNÉ ÚČINNOSTI ŽIVIN V NAKUPOVANÝCH PRŮMYSLOVÝCH HNOJIVECH „ZÚROČOVACÍM PROCESEM“

Při bilanci živin dodaných do půdy a z půdy odebraných se vychází často z názoru, že k udržení rovnováhy živin v půdě je nutno dodávat do půdy v průmyslových hnojivech tolik živin, kolik je jich sklizněmi odebíráno. Většinou jsou však uplatněny určité konstantní hodnoty živin charakterizující příslušné množství statkových hnojiv, o které je snižována potřeba dodávky průmyslových hnojiv. Avšak ani tento způsob nevystihuje plně účinnost živin nakupovaných v průmyslových hnojivech, což je také zřejmě příčinou vzpomenutého růstu přirozené hladiny živin v půdě i při pravidelném používání jen takového množství živin, které by podle dřívější bilance živin stačilo pouze pokrýt export živin z půdy. Plné vyhodnocení účinnosti živin v nakupovaných průmyslových hnojivech je možno provést jen „zúročovacím procesem“. Na základě tohoto způsobu se provádí úplná bilance živin zavedením funkce času a sledováním živin v trvalém koloběhu živin.

Metoda vychází z předpokladu, že jediným účinným a trvalým zdrojem živin v probíhajícím intenzifikačním procesu jsou průmyslová hnojiva a dusík fixovaný bobovitými kulturami. Ostatní statková hnojiva (chlévská mrvka, močůvka) nepůsobují rozšíření koloběhu živin a lze je chápat jenom jako funkci (projev) hnojiv průmyslových. Avšak živiny každoročně aplikované ve hnojivých hmotách a fixované bobovitými rostlinami jsou využity k tvorbě sklizně a po průchodu zemědělským závodem (živočišnou výrobou) se určitým podílem vracejí zase na pole a znovu a znovu prodělávají svůj koloběh.

Podle zjištění Baiera a Křišťana (1965) činí návratnost dusíku z průmyslových hnojiv ve formě chlévské mrvy a močůvky 30 %. V předkládaném propočtu (Neuberg 1966a, 1966d) je uvažována pouze 20 % návratnost. Předpokládá se totiž, že z množství živin obsažených ve sklizni příslušné kultury odchází přibližně 80 % živin z koloběhu a 20 % se vrací zpět do půdy ve formě chlévské mrvy a močůvky.

Toto reprodukování využívání živin („doznívání živin“) lze demonstrovat na koloběhu dusíku. Nákup 1 kg dusíku a jeho správné využití v rostlinné výrobě zvyšuje množství sklizených krmných produktů a po průchodu živočišnou výrobou produkci chlévské mrvy a močůvky o množství, které obsahuje 0,20 kg N. Dalším zapojením tohoto množství dusíku získáváme po dalším oběhu systému půda — zemědělský závod — půda 0,04 kg N atd. Zůstatek dusíku v každém dalším roce činí 20 % předchozího množství, což odpovídá koeficientu (q) = 0,20. Uvedený proces lze matematicky vyjádřit takto:

$$S^n = a + aq + aq^2 + \dots + aq^n = a \frac{1 - q^{n+1}}{1 - q}$$

kde: S_n = celkové množství dusíku, které se uplatnilo v rostlinné výrobě za n -počet let

a = každoročně nakupované množství N v kg

q = koeficient reprodukčního využití dusíku.

Za větší počet let můžeme vzít $u = \infty$ a potom platí:

$$S_n = \frac{a}{1-q}$$

$$\text{pro } q = 0,20 \quad S_n = \frac{a}{0,8} = 1,25 a$$

To tedy znamená, že každoroční nakupování 100 kg dusíku tvoří v bilanci z každých 100 kg N cca 125 kg N.¹⁾

Pro stanovení hladiny živin v půdě za n -let dospíváme přibližně k tomuto vyjádření intenzifikačního přírůstku živin v půdě v důsledku každoročního pravidelného nakupování množství (a) příslušné živiny²⁾:

Efekt živiny z 1. roku: $a + aq + aq^2 \dots + a \cdot q^n$

2. roku: $a + aq + aq^2 \dots + a \cdot q^{n-1}$

3. roku: $a + aq + aq^2 \dots + a \cdot q^{n-2}$

⋮

⋮

⋮

$n-1$ - roku: $a + aq$

n - roku: a

$$S_n = a \cdot \frac{1-q^n}{1-q} + a \frac{1-q^{n-1}}{1-q} + \dots + a \frac{1-q^2}{1-q} + a \frac{1-q}{1-q}$$

$$= \frac{a}{1-q} [(1-q^n) + (1-q^{n-1}) + \dots + (1-q^2) + (1-q)]$$

$$= \frac{a}{1-q} [n - (q^n + q^{n-1} + \dots + q^2 + q)]$$

$$= \frac{a}{1-q} [n - q(1 + q + q^2 + \dots + q^{n-1})]$$

$$= \frac{a}{1-q} \left[n - q \frac{1-q^n}{1-q} \right]$$

pro $q < 1$ platí při velkém n , že $q^n \rightarrow 0$

$$S_n \approx \frac{a}{1-q} \left[n - \frac{q}{1-q} \right]$$

1) Skutečná hodnota závisí pochopitelně na ztrátách vznikajících v jednotlivých člancích uvedeného koloběhu živin.

2) Platí i pro dusík fixovaný ze vzduchu bobovitými rostlinami, který zde není zahrnut.

Předpokládáme-li, že je každoročně z půdy odčerpáno sklizní stejné množství živin, které je do půdy dodáno ve formě průmyslových hnojiv, činí konečný intenzifikační přírůstek průmyslových hnojiv (I) za n -počet let tuto hodnotu:

$$I \approx \left[\frac{a}{1-q} \left(n - \frac{q}{1-q} \right) \right] - (n \cdot a)$$

Lze tedy tohoto způsobu bilancování využít pro plánovací účely vyjádření potřeby průmyslových hnojiv, teoretický výpočet chemické půdní úrodnosti, aniž bychom museli brát v úvahu chlévskou mrvu a močůvku.

Uvedený rozbor také vysvětluje skutečnost, že i přes ztráty živin, ke kterým dochází při jejich průchodu koloběhem živin, můžeme kalkulovat v bilanci prakticky se 100% využitím živin z průmyslových hnojiv.

DOMNĚNKA O RELATIVNĚ NIŽŠÍM ODBĚRU ŽIVIN NA JEDNOTKU SKLIZNĚ PŘI VYŠŠÍCH VÝNOSECH

Významnou roli pro správné stanovení dávky průmyslových hnojiv má určení obsahu živin v rostlině potřebného pro zabezpečení jejího optimálního růstu a vývoje.

Zkušenosti praxe a studium mnoha experimentálních výsledků vedou k názoru, že užívané normativy v agrochemické praxi vyjadřují střední nebo vyšší množství živin, než je nezbytně nutno k dosažení vysokých výnosů. Vznikla tak domněnka, že při vysokých výnosech, kdy se rostlina vyvíjí při optimálním zastoupení všech vegetačních faktorů, pracuje zřejmě aparát rostliny velice efektivně, takže dochází ke tvorbě výnosu za nižší potřeby živin. Potvrzení takové domněnky pochopitelně vede k významnému praktickému poznatku, který v protikladu k dosavadnímu tvrzení (tradujícímu se na základě nesprávně rozvíjených Mitscherlichových a Lundegardhových tezí) přivádí naopak k závěru o relativně menší potřebě hnojiv na jednotku sklizně při dosažení vysokých výnosů.

Práce zabývající se exaktním stanovením nezbytného množství živin v rostlině na dosažení jednotky sklizně v literatuře chybí. Vrcholné práce v této oblasti se omezují pouze na vyvozování vztahu mezi koncentrací živin v rostlinách a dosaženým výnosem, přičemž naprostá většina autorů vychází z analýzy rostlin před květem nebo v době květu a dospívá k závěru, že čím vyšší výnos, tím vyšší musí být i koncentrace živin v rostlině (Macy 1936, Kolářík 1959). Podobné závěry byly vyvozovány z výsledků Lundegardhových (1945), i když autor sám tento závěr přímo neučinil. Pouze Steenbjerg (1951) sledoval vztah mezi koncentrací živin a výnosem rostlin v době sklizně, aniž však vyvozoval z tohoto vztahu závěry o potřebě živin. Vlastní spotřební normativy uváděné jednotlivými autory jsou značně rozdílné. V ČSSR se vycházelo z Duchoňových údajů uvedených v tabulce II. Baier při vypracování posledních tabulek pro praxi vyšel z hodnot $N = 3,0$ kg, $P_2O_5 = 12,0$ kg, $K_2O = 24,0$ kg.

Potřeba živin na jednotku výnosu u pšenice

Stanovit množství živin, které rostlina musí přijmout, aby byl zajištěn plánovaný výnos, je nadmíru obtížná úloha. Potřeba živin je totiž ovlivněna řadou ostatních vegetačních faktorů, které jsou v jednotlivých vegetačních obdobích značně odlišné. Kromě toho záleží i na biologických zvláštностech příslušné odrůdy a jejího sladění s podmínkami stanoviště. Poslední neméně důležitý význam však má i skutečnost, že vyšetřování v polních podmínkách je možné

II. Údaje o obsahu (potřebě) živin ve sklizni 1 q zrna ozimé pšenice a příslušného množství slámy

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Autor — Poznámka
2,85	1,50	2,55	Duchoň F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských, ČSAZV, Praha 1948
2,41	1,25	2,50	Richtzahlen und Tabellen für die Landwirtschaft, Berlin 1956
2,80	1,17	2,00	Čvančara F.: Zemědělská výroba v číslech, ČSAZV, Praha 1948
3,82	1,37	2,39	Spravočník agronoma po udobrenijam, Moskva 1955
3,54	1,08	1,90	Spravočník agronoma po udobrenijam, Moskva 1955
4,22	1,75	3,42	Spravočník agronoma po udobrenijam, Moskva 1955
2,37	1,20	2,0	Kali: Werbematerial der Firma (Kaliindustrie (Sine)
2,92	1,25	2,08	Nostitz A., Weigert J.: Die künstlichen Düngemittel, Stuttgart 1928
3,08	1,23	1,77	Marbach W., Gisiger L.: Düngelehre, Aarau 1953
3,14	1,46	1,71	Sincat-Edison Group, Milano (Sine)
2,71	1,25	2,50	Kali-Taschenbuch, Hannover (Sine)
2,80	2,50	2,05	Ignatieff V., Page H. J.: Efficient use of fertilizers, FAO, Rome 1958
2,57	1,33	2,07	Duchoň F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských, ČSAZV, Praha 1948
2,78	1,25	2,07	Richtzahlen und Tabellen für die Landwirtschaft, Berlin 1956
3,80	1,32	—	Spravočník agronoma po udobrenijam, Moskva 1955
3,47	1,63	—	Spravočník agronoma po udobrenijam, Moskva 1955
3,43	0,99	—	Spravočník agronoma po udobrenijam, Moskva 1955
2,83	1,33	1,53	Spravočník agronoma po udobrenijam, Moskva 1955
3,14	Průměr 1,30	2,23	

vždy pouze na základě analýzou zjištěného množství živin ve sklizni a početně se hodnoty zjištěné jednotlivými autory značně odlišují.

V tabulce II je uvedeno z různých literárních pramenů 18 hodnot normativů živin potřebných na výnos 10 q zrna a odpovídajícího množství slámy.

Vypočtený aritmetický průměr činí: N — 31,4 kg; P₂O₅ — 13,0 kg; K₂O — 22,3 kg.

V našich pokusech, prováděných v průběhu řady let (1959—1965) v dlouhodobém pokusu v Ruzyni, bylo shromážděno z různých parcel 520 údajů o výnosech a rozboru rostlin. Z uvedeného obsáhlého množství materiálu bylo vybráno vždy 10 údajů s nejnižší koncentrací jednotlivých živin a 10 údajů s nejvyšší koncentrací jednotlivých živin. Vyšetřovány byly pouze výnosy nad 40 q zrna, protože nás v průběhu intenzifikačního procesu budou především zajímat. Jako

podmínka bylo stanoveno, že údaje pro vysoké hodnoty koncentrace živin v rostlinách nesmějí být vybrány z nulových parcel nebo parcel jednostranně hnojených, naproti tomu nízké hodnoty mohou být brány bez ohledu na hnojení příslušné kombinace.

Získané výsledky ukazují ohromné rozpětí, ve kterém se jednotlivé výnosy, poměrně málo odlišné, značně liší koncentrací živin v rostlinách a tím i spotřebou živin na jednotku sklizně. Srovnání těchto krajních hodnot se středním (průměrným) normativem spotřeby, zjištěným z literatury, je uvedeno v tabulce III.

Ovšem hodnoty koncentrace živin v rostlinách ozimé pšenice, získané ze sklizně dosažené na půdách živinami bohatých, velmi často převyšují i uvedené maximální hodnoty (Ukrajina — odběr 8,2 kg N na 1 q sklizeného zrna, Kroměříž — 5,60 kg N na 1 q zrna atd.).

III. Krajní odchylky od normativů spotřeby jednotlivých živin (v kg na 1 q zrna), zjištěné u ozimé pšenice v letech 1959—1964 v Ruzyni

Ukazatel	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
V praxi užívaný normativ ¹⁾	3,14	1,30	2,23
Minimální hodnoty	1,42	0,43	1,20
Odchylky od normativů v %	-53,75	-69,51	-45,51
Maximální hodnoty	4,01	2,09	5,68
Odchylky od normativů v %	-30,61	-48,22	-157,01

¹⁾ Normativ zjištěný z literárních údajů v tabulce II.

IV. Maximální a minimální spotřeba jednotlivých živin a dosažená sklizeň

Dusík	Kyselina fosforečná	Draslo
Maximální spotřeba		
4,01 kg — rok: 1963 výnos: 45,76	2,09 kg — rok: 1963 výnos: 50,10	5,68 kg — rok: 1963 výnos: 50,10
Průměrný výnos: 48,6 q		
Minimální spotřeba		
1,42 kg — rok: 1961 výnos: 45,2	0,43 kg — rok: 1959 výnos: 45,2	1,2 kg — rok: 1961 výnos: 47,9
Průměrný výnos: 46,1 q		

Krajní případy nízké a vysoké potřeby živin uvedené v tabulce IV jsou doplněny údajem o dosažených výnosech a příslušném sklizňovém roce.

V některých pokusech v Ruzyni jsme zjistili hodnoty ještě nižší, než jsou uvedeny ve výčtu nízkých hodnot, např. pro draslo byly zjištěny (u výnosů 40–50 q zrna) také hodnoty 0,88, 0,73 a 0,45 kg na 1 q sklizeného zrna a u P_2O_5 (výnosy 30–35 q zrna) hodnoty 0,36 a 0,32 kg na 1 q sklizeného zrna.

V předložené práci však nejde ani tolik o absolutní hodnotu normativů, které také nemohly být kontrolovány, jako o skutečnost, že při dosažení vyšších výnosů hodnota těchto normativů na jednotku sklizně nemusí být vyšší.

Za účelem zjištění skutečné potřeby živin na jednotku sklizně a zákonitosti mezi odběrem živin (koncentrací živin v rostlinách) a dosaženým výnosem bylo

V. Potřeba živin na jednotku sklizně při dosažení různých výnosů – ozimá pšenice – Kroměříž – nižší hnojení N – 50–60 kg, P_2O_5 – 50 kg, K_2O – 130 kg

Rok	Doba výsevu	Rozmezí výnosu v q/ha	Střední výnos v q/ha	Potřeba živin v kg na 1 q výnosu		
				N	P_2O_5	K_2O
1957/58	17. 9.	36,85 – 35,28	36,06	3,23	0,71	2,62
		33,32 – 29,52	31,42	3,39	1,07	2,31
	4. 10.	34,77 – 32,15	33,13	3,95	0,56	3,16
		30,60 – 26,71	28,34	4,34	0,69	3,55
	24. 10.	30,50 – 30,36	30,43	3,67	0,54	2,95
		29,66 – 24,74	26,99	4,20	0,57	3,49
1958/59	17. 9.	46,30 – 42,00	43,85	2,87	0,65	3,07
		36,45 – 34,06	36,10	3,40	0,74	3,56
	8. 10.	49,70 – 42,20	45,94	3,19	0,65	2,45
		39,85 – 38,55	39,20	3,96	0,93	3,09
	29. 10.	34,40 – 31,90	33,21	4,14	0,91	3,49
		45,95	45,95	2,44	0,38	2,10
1959/60	5. 10.	38,45 – 35,26	37,33	3,00	0,51	2,39
		31,25 – 27,90	29,30	3,86	0,73	2,95
	29. 10.	41,70	41,70	4,53	0,97	3,89
		37,70 – 36,20	36,00	5,40	1,17	4,40
	29. 10.	32,50 – 27,30	29,23	5,50	1,12	4,56
		45,30 – 43,40	44,35	3,93	1,16	3,49
	29. 10.	40,90 – 39,40	39,90	4,29	1,23	3,83
		34,40 – 32,90	33,65	5,86	1,86	5,03

zhodnoceno 1360 pokusných parcel v různých půdně klimatických podmínkách.

Všechny pokusy byly založeny a sledovány běžným pokusnickým způsobem, používaným při provádění polních exaktních pokusů. Pokusy byly sice určeny k jiným účelům, ale přesto požadovanému účelu dostatečně vyhovují.

Byly vyhodnoceny pokusy provedené na pracovišti v Ruzyni (Škarda 1959–1965), v Kroměříži (Bezdek, Škopík 1962), v Čáslavi (Baier, Strnad 1960) a v Pohořelcích (Kolářík, Nováček 1961). Jako příklad jsou uvedeny výsledky dosažené na pracovišti v Kroměříži (tabulka V) v průběhu tří let.

Pokus probíhal jako víceletý v letech 1957/58 až 1959/60 za účelem vyšetření vhodné doby výsevu pro jednotlivé odrůdy ozimé pšenice v podmínkách Kroměříže (Bezdek 1962). Hnojení bylo provedeno na dvou hladinách průmyslových hnojiv. Každoročně bylo sledováno 10 stejných odrůd. Údaje byly seřazeny podle let, doby výsevu a odstupňovány do tříd podle výnosu s odstupem 5 q zrna. Analýzy rostlin jsou provedeny v období mléčné zralosti.

Porovnáme-li spotřebu živin ve vztahu k dosaženým výnosům (u kombinací se stejnou hladinou živin, dobou výsevu a téhož ročníku), potvrzuje se jednoznačně, že vyšších výnosů bylo dosaženo při nižší spotřebě živin.

DOMNĚNKA O PŮSOBNÍ EKOLOGICKÉHO STROPU

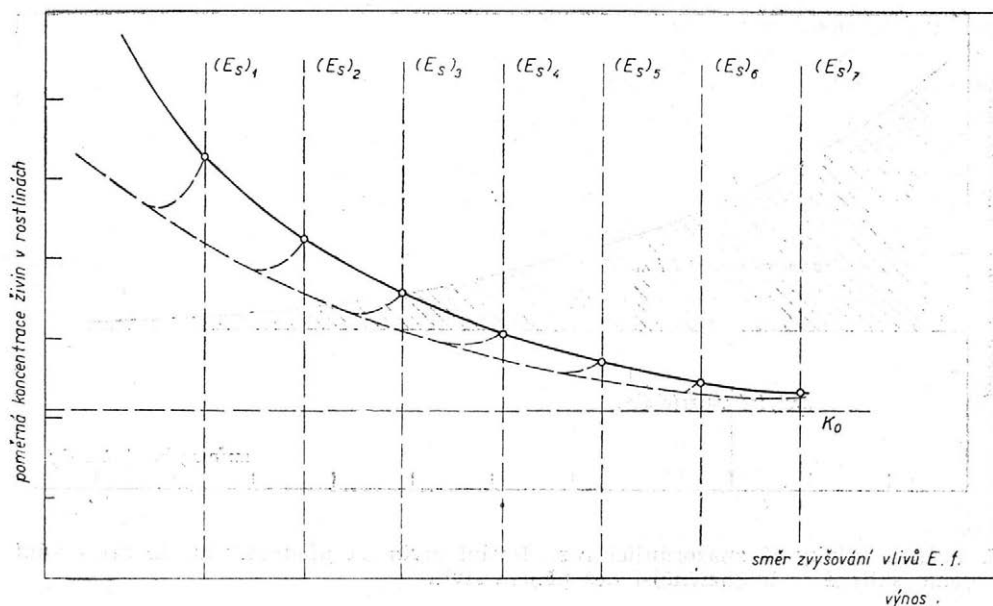
Vztahem mezi koncentrací živin v rostlině a výnosem se zabývala celá řada autorů počínaje Liebigem (1862) a konče posledními pracemi Steenbjerga. Bergmann (1958) uvádí veliký počet prací, výsledků a závěrů jednotlivých autorů, ovšem za hlavní lze považovat ty práce, ve kterých autoři uvedli nová hlediska nebo shrnuli dosavadní poznatky v určitou zákonitost. Takovými pracemi jsou práce Lundegardha (1945), který dospěl k závěru, že stejnou dávkou živiny se dosahuje vyššího přírůstku výnosů, čím nižší je koncentrace živiny v kontrolních rostlinách. Z těchto poznatků později někteří badatelé vyvodili závěr, že výše výnosu je v pozitivní korelaci s koncentrací živin v rostlině (Macy 1936, Kolářík 1959 atd.). Přijetím této jednostranné zákonitosti bez ohledu na vliv ekologických faktorů (výši ekologického stropu) dospívala praxe k nesprávnému závěru o nutnosti stupňovat stále progresivněji dávky živin při posouvání výnosů do vyšších pater.

Všichni uvedení autoři však nebrali dostatečně v úvahu vliv ekologických faktorů a zejména vyvozovali své závěry z analytických výsledků koncentrace živin v první polovině vegetačního období (do květu). K opačnému průběhu křivky však dospěl Steenbjerg (1954), který na rozdíl od dřívějších autorů studoval závislost mezi výnosem a koncentrací živin ve sklizni. Také předložená práce byla vedena v tom směru, že směrodatnější pro určení spotřeby živin na výnos je vyšetřování skutečného odběru živin sklizní.

Pojem ekologického stropu

Hlavními faktory rozhodujícími o využitelnosti živin z půdy a jejich vlivu na výnos jsou především intenzita a časová sladěnost půdně klimatických (stanovištních) podmínek, stupeň agrotechniky, biologické (produkční) vlastnosti jednotlivých odrůd a jejich sladěnost s poměry stanoviště.

Na půdách s vysokou přirozenou (nebo v průběhu intenzifikace průmyslovými hnojivy dosaženou) hladinou živin se stávají dominantním činitelem, který rozhoduje o výnosu plodin, ekologické faktory. Výnos je v těchto podmínkách



5. Vliv „ekologického stropu“ na dosažení výnosu a koncentraci živin v rostlinách

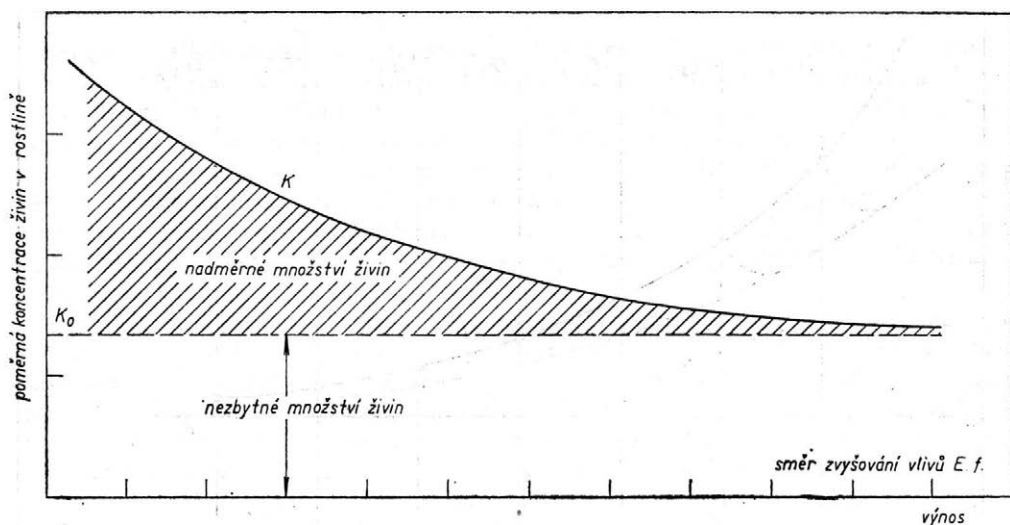
výhradně funkcí účinnosti ekologických činitelů a nejvyšší výnos je limitován výší „ekologického stropu“. Schematicky, ale velmi názorně ukazuje tuto závislost graf 5.

Pod pojmem působení „ekologického stropu“ zahrnujeme tedy souborný výnosotvorný projev všech vegetačních faktorů kromě živin.

Vzniká však problém, jakou mírou vyjádřit komplexní působení ekologických faktorů, má-li každý jednotlivý faktor odlišnou měrnou jednotku, kterou se vyjadřuje intenzita jeho působení. Ukazuje se, že nejvhodnějším způsobem lze vyjádřit souborné působení ekologických faktorů a tedy i „výši (hodnotu) ekologického stropu“ ve sklizňových jednotkách, a to buď v poměrných číslech, nebo ve váhových jednotkách hlavního produktu. „Ekologický strop“ nemá absolutní hodnotu ani pro jednotlivé stanoviště. Jeho hodnota nabývá v různých letech různé výše. Můžeme však na základě nejčastěji dosahovaných výnosů určit tzv. „pravděpodobný výnos“, který nám charakterizuje výši ekologického stropu daného stanoviště.

Na výnosové křivce reprezentuje tedy ekologický strop nejvyšší její bod. Známe-li proto normativ určující potřebu živin na sklizňovou jednotku, můžeme na základě pravděpodobného výnosu s poměrně dobrou přesností určit potřebu hnojení. Vycházíme-li tedy z předpokladu, že limitujícím faktorem výnosu je ekologický strop, není možné ani sebevětším dalším stupňováním živin dosáhnout zvýšení výnosu hlavního produktu. Naopak, dalším stupňováním dávek hnojiv dochází k luxusnímu odběru živin z půdy, ale může dojít i ke zhoršení kvality sklizně a k postupnému snižování výnosů v důsledku narušení vnitřních (zbušení pletiv, polehnutí, narušení biochemických vývojových procesů atd.) i vnějších vegetačních podmínek (koncentrace půdního roztoku atd.).

Důsledné vymezení pojmu „ekologický strop“ přivedlo k poznání, že jde o pojem shodný s pojmem „nejvyšší výnos“ – (A), ke kterému dospěl



6. Průběh křivky K znázorňující rozředování živin za předpokladu, že zvětšování objemu sklizně je intenzivnější než příjem živin

Mitscherlich, ale v jiné souvislosti podmínek. Rozdíl je v tom, že Mitscherlich ve svém období přikládal rozhodující význam živinám na úkor ostatních vegetačních faktorů. Pro Mitscherlicha je nejvyšší výnos pouze funkcí účinnosti sledované živiny. Z těchto pozic přistupoval Mitscherlich nejenom k definování výnosové křivky, ale i ke stanovení množství živin potřebného pro zabezpečení maximálních výnosů („Grenzzahlen“). Toto jednostranné pojetí účinnosti živin nedovolilo Mitscherlichovi dát dostatečně správnou odpověď na danou otázku. Jeho „hraniční čísla“ nelze také brát jako výchozí cifry pro praktické účely,¹⁾ je však nutno souhlasit s Mitscherlichem v tom, že vysokých výnosů lze dosahovat pouze při zajištění trvale vysoké hladiny živin v půdě (na nasycených půdách).

Je tedy zřejmé, že v důsledku účinného působení ekologických faktorů dochází v první fázi vývoje pšenice k stupňující se tvorbě hmoty vegetativních orgánů a v druhé fázi ke tvorbě zrna. Obojí má za následek prohlubování efektu rozředování živin ve hmotě sklizně.

Chápeme-li zředování živin v rostlinách při dosahování vysokých výnosů jako důsledek stále efektivnějšího využívání živin, dospěli bychom teoreticky při dosažení ideálního působení ekologických podmínek k nekonečně vysokému výnosu při spotřebě živin na jednotku sklizně přibližující se nule. To je pochopitelně absurdní vývod.

I kdyby tvorba sklizně probíhala s maximálním efektem, to znamená za sto procentního využití živin, bude ke stavbě orgánů a pletiv požadované kvality třeba určitého, přesného množství každé jednotlivé živiny. Toto množství živin, vztaženo na vyprodukovanou sušinu, lze nazvat prahovou koncentrací příslušné živiny. Lze předpokládat, že prahová koncentrace živin leží v blízkosti stechiometricky stanovené hodnoty chemického složení látek tvořících podstatu sklizně.

¹⁾ Hraniční čísla („Grenzzahlen“), která mají stanovit potřebnou hladinu fyziologicky přístupných živin v půdě, jsou na základě Mitscherlichova výpočtu stanovena takto: N — cca 2500 kg/ha, P₂O₅ — cca 560 kg/ha, K₂O — cca 400 kg/ha.

Pro znázornění vlivu ekologických faktorů na využití rostlinou přijatých živin (graf 6) předpokládejme, že půda je dostatečně zásobena živinami a že plodinu je věnována potřebná agrotechnická péče. Zvyšování výnosu je pak výhradně funkcí ekologických faktorů, jejichž zvyšovaný efekt můžeme určit v přírůstcích výnosu, vyjádřeném ve sklizňových jednotkách (zrno v q/ha). Změna hodnot koncentrace živiny v závislosti na dosaženém výnosu probíhá po křivce (K). Se stoupajícím výnosem dochází ke snižování koncentrace živin v rostlinách, až je dosaženo hladiny (K_0), která odpovídá prahové koncentraci živiny a odděluje vlastně množství živiny nezbytné na tvorbu výnosu a nadbytečné množství živin, ležící nad přímkou K_0 (šrafováno).

Je pochopitelné, že prahovou koncentraci nelze stanovit přesně a jednoznačně ani pro stejný druh rostlin. Prahová koncentrace je hodnota pohyblivá (relativní), protože v účinnosti se jednotlivé prvky v důsledku jejich různé fyziologické funkce v nesteréjných stupni doplňují s účinností ekologických faktorů. Prahová koncentrace stavebních prvků (C, N, S atd.) není prakticky vůbec závislá na různých se vegetačních podmínkách. Naproti tomu prvky ovlivňující průběh některých biologických nebo biochemických procesů (K, Ca, ME¹) mají prahovou koncentraci výrazněji závislou na biologických a zejména ekologických faktorech. Je proto nutno spokojit se pouze s přibližnou hodnotou, kterou je možno určit orientačně buď výpočtem, nebo experimentálně. Za pokus o stanovení takové krajní koncentrace lze označit **Lundegardhovo** stanovení nejnižší koncentrace prvků v rostlině, při které dochází s jistotou k dalšímu zvýšení výnosu přidavkem sledované živiny. Hodnotě prahové koncentrace se zřejmě blíží i tzv. „minimální koncentrace“ **Macyho** (1936), **Pfeifera** a ostatních (1919) a dokonce **Wolfův** (1875) „minimální procentický obsah“. Pro přehled možno uvést hodnoty určené jednotlivými autory (v mg prvků na 100 g sušiny):

Lundegardh — listy obilnin — doba květu:

N ———> 1050 mg P ———> 124 mg K ———> 1170 mg

Za předpokladu, že v době květu činí hmota rostlin pouze 60 % sklizně a že od doby květu do sklizně dojde ke zvýšení celkového obsahu dusíku v rostlině o 25 %, fosforu o 15 % a ke snížení draslíku o 20 %, činí tyto hodnoty

N ———> 787 mg P ———> 84 mg K ———> 567 mg

Není brán ohled na skutečnost, že jde pouze o analýzu listů. Kdyby byla analyzována celá rostlina, znamenalo by to určité snížení hodnot.

Pfeifer (podle **Macyho** 1936) pro oves — doba mléčné zralosti:

N ———> 1000 mg ——— ———

Wolf pro oves — doba mléčné zralosti:

N ———> 1000 mg P ———> 152 mg ———

Propočet koncentrace živin z normativu uvedeného pro výpočet tabulek při poměru zrna ku slámě 1:1,5:

N = 1200 mg P = 208 mg K = 800 mg

Hodnoty nalezené v našich polních pokusech v Ruzyni při dosažení výnosů 40–50 q u ozimé pšenice v době sklizně činily nejčastěji střední hodnotou:

¹⁾ Označením ME rozumíme soubor mikroelementů.

N = 900 mg

P = 226 mg

K = 840 mg

aritmetický průměr posledních 10 nejnižších hodnot:

N — — — > 857 mg

P — — — > 125 mg

K — — — > 447 mg

nejnižší zjištěné hodnoty:

N — — — > 480 mg

P — — — > 74 mg

K — — — > 400 mg

Dále je uvedena hodnota teoreticky odvozená na základě biochemického složení pšenice a za předpokladu, že ozimá pšenice má 10 % bílkovin v zrna a 0,3 % ve slámě při poměru zrna ke slámě 1 : 1,5, přičemž 95 % dusíku je ve formě zjištěných bílkovin. Předpokladem je, že všechny živiny jsou účelně využity. Výpočtem byla stanovena základní hodnota pro dusík (koeficient v přepočtu 6,25) a vzájemný poměr ostatních prvků byl odvozen jednak na základě vzájemného poměru prvků dosaženého v odrůdovém pokusu při letošních rekordních výnosech, jednak na základě harmonického poměru podle Koláříka¹⁾ nebo Mitscherlicha:

(1) N — — — > 705

P — — — > 161

K — — — > 602

(2) 705

153

632

Je však pochopitelné, že nelze stanovit přesný obsah živin ani tímto způsobem, protože nejenom neznáme „ideální“ látkové složení jednotlivých rostlin, ale to zřejmě ani neexistuje.

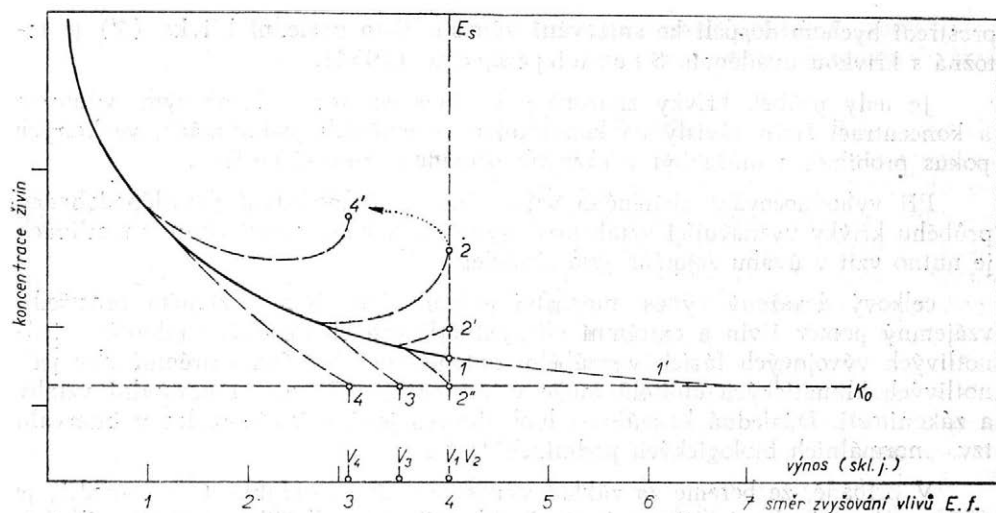
Z přehledu uvedených údajů poměrně dobře souhlasí pro dusík a draslík hodnoty teoreticky vypočítané a údaje Lundegardha; překvapivě vysoký rozdíl je však v koncentraci fosforu. Tak nízké hodnoty, jaké uvádí Lundegardh, byly nalezeny mezi nejnižšími hodnotami získanými v průběhu pěti let v Ruzyni pouze výjimečně. Hodnoty koncentrace odpovídající normativu ukazují, že poskytují dostatečnou rezervu živin pro tvorbu sklizně.

Je pravděpodobné, že vůbec neexistuje striktní, jediná minimální hodnota prahové koncentrace. Hladinu koncentrace živin v rostlině si lze představit jako hladinu složenou z několika vrstev. Spodní vrstvu tvoří živiny nezbytné pro tvorbu sklizně. Vrchní vrstvu je účelné rozčlenit na část nevyužitých živin a část luxusního obsahu živin. Na rozhraní spodní a svrchní vrstvy leží oblast přizpůsobení, která činí hodnotu prahové koncentrace pohyblivou, zejména z hlediska dosažené kvality sklizně. Je zřejmé, že snižováním požadavku na kvalitu může značně poklesnout i prahová koncentrace. Výrazně se zde bude projevovat i fyziologická funkce jednotlivých živin.

Průběh křivek zobrazujících závislost mezi koncentrací živin v rostlině a dosaženým výnosem

Důsledným studiem faktologického materiálu lze dospět k jednoznačnému závěru, že ani závislost mezi koncentrací živin v rostlinách v době zralosti a výnosem nelze charakterizovat jedinou funkční závislostí. Všichni dosavadní ba-

1) Harmonický poměr atomů: 9 : 1 : 3, váhový poměr prvků: 4,08 : 1 : 3,68 a živin 1,76 : 1 : 1,91. Podle Koláříka však uvedený harmonický poměr platí v době květu, znamená to tedy, že ve sklizni by došlo k poměrnému snížení obsahu draslíku cca o 20 %. Poměr zjištěný v odrůdovém pokuse s ozimou pšenicí při dosažení rekordních výnosů 50—80 q zrna činil v době sklizně: 4,38 : 1 : 3,75 (vyjádřeno v prvcích).



7. Schéma znázorňující různý průběh křivky, vyjadřující závislost koncentrace živin v rostlinách na dosaženém výnosu podle obsahu živin v živném prostředí a působení ekologických faktorů

datele se proto bezvysledně pokoušeli o stanovení takové univerzální funkční závislosti.

Na základě vyhodnocení pokusů prováděných za velmi odlišných podmínek bylo možno sestavit a graficky znázornit průběh základních křivek vyjadřujících závislost mezi dosaženým výnosem a koncentrací živin v rostlinném materiálu za různých vegetačních podmínek. Průběh těchto křivek je znázorněn v grafu 7.

Plná, silná čára (1) znázorňuje průběh změny koncentrace živin v závislosti na dosaženém výnosu (zlepšujících se ekologických podmínkách) při konstantním obsahu přístupných živin v živném prostředí. Na obrázku je však znázorněna pouze jediná hodnota ekologického stropu (E_s). Ekologický strop působí v rovině kolmé na rovinu koncentrace živin. Prahová koncentrace živin je vyznačena hodnotou (K_0). V případě, že by došlo ke zvýšení ekologického stropu (posun E_s ve směru zvyšování vlivu ekologických faktorů), probíhala by výnosová křivka dále po vyčárkované křivce (1'). Je-li na stanovišti malé množství živin a stanoviště má vhodné ekologické podmínky, dochází k silnému rozředění živin dosahujícímu až k prahovým hodnotám (3), čímž je také limitován výnos (V_3). Křivka (4) označuje situaci, při níž obsahuje stanoviště nejenom málo živin vzhledem k výši ekologického stropu, ale živiny nejsou ani ve vyváženém poměru. Výnos se proto zastavuje v okamžiku, kdy rozředění jedné živiny v rostlinné hmotě dosáhlo hodnoty prahové koncentrace (V_4). Některá živina však může dosáhnout i poměrně vysoké hodnoty koncentrace (4'). Průběh dalších křivek vyznačuje různé závislosti, kdy ekologický strop zastavuje výnos (V_1, V_2) na stejné hodnotě pro různé koncentrace živin. Křivka (2'') představuje situaci, kdy při dosažení ekologického stropu došlo k rozředění živin až k živinnému prahu; (2''): koncentrace živin při dosažení E_s je zvýšena v důsledku dostatku živin v živném prostředí. Křivka (2) označuje luxusní příjem živin v důsledku jejich značného množství v živném prostředí a relativně nízké hodnotě ekologického stropu. Dalším zvyšováním obsahu živin v živném

prostředí bychom dospěli ke snižování výnosu. Tato poslední křivka (4') je totožná s křivkou uváděnou Steenbjergem (1954).

Je tedy průběh křivky znázorňující závislost mezi dosaženým výnosem a koncentrací živin závislý na konkrétních vegetačních podmínkách, ve kterých pokus probíhal, a může být v různých případech značně odlišný.

Při vyhodnocování zjištěného vztahu nebo předpovídání pravděpodobného průběhu křivky vyznačující vztah mezi výnosem a koncentrací živin v rostlinách je nutno vzít v úvahu zejména tyto činitele:

celkový dosažený výnos, množství jednotlivých živin v živném prostředí, vzájemný poměr živin a extrémní vliv jednotlivých ekologických faktorů v jednotlivých vývojových fázích v průběhu ontogenéze. Zejména extrémní vliv jednotlivých klimatických činitelů může velmi pronikavě narušit normální vztahy a zákonitosti. Důsledná kauzálnost biologických jevů existuje pouze v intervalu tzv. „normálních biologických podmínek“¹⁾.

V případě, že bereme za základ výnos hlavního produktu (zrna apod.), je nutno vzít v úvahu i vzájemný poměr hlavního a vedlejšího produktu. Pochoptitelně, že jde vždy o zjišťování koncentrace živin v celé nadzemní hmotě rostliny.

ZÁVĚR

Na základě uvedených poznatků získaných při vyhodnocování dlouhodobých exaktních pokusů s vysokými dávkami průmyslových hnojiv lze dospět k závěru, že pravidelné používání vysokých dávek průmyslových hnojiv vede k postupnému zvyšování úrodnosti půdního stanoviště, zvýšení přirozené hladiny živin v půdě a tím vytvoření předpokladu pro dosažení vyšších výnosů zemědělských plodin. Dosažení vysokých výnosů se pak stává funkcí efektivní účinnosti ekologických faktorů, přičemž k dosažení vysokých výnosů dochází pouze při vytvoření optimálního stavu všech vegetačních podmínek. Při dosažení výhodnějšího stavu vegetačních podmínek dochází k účinnějšímu využití živin ze živného prostředí, takže na jednotku sklizně spotřebujeme při dosažení vyšších výnosů relativně méně živin než na dosažení výnosu nižšího. Znamená to tedy, že počítat s trvale relativně vyšší potřebou živin na jednotku sklizně při posunování sklizní do vyšších výnosových pater v průběhu času, zejména v řepářských a kuříčnických oblastech, není oprávněné.

K uvedenému tvrzení bylo možno dospět na základě těchto dílčích poznatků:

1. Zvyšování přirozené hladiny živin v půdě v průběhu intenzifikace zemědělské výroby vzniká v důsledku „intenzifikačního efektu“ statkových hnojiv, posklizňových zbytků i zbytků živin z průmyslových hnojiv. Hlavním činitelem však je intenzifikační přírůstek ze statkových hnojiv, který je možno vyjádřit jako funkci použitých průmyslových hnojiv. Opakovaným využíváním živin z průmyslových hnojiv prostřednictvím statkových hnojiv

¹⁾ Považujeme-li vyvážené optimální zastoupení všech vegetačních faktorů za ideální stav (střed) vegetační soustavy, pohybují se normální biologické podmínky v určitém kulovém prostoru, nepříliš vzdáleném od středu.

se v půdě živiny sumarizují a tvoří podstatu přirozené úrodnosti půdy (staré půdní síly). Toto reprodukované využití živin označujeme „rezonancí“ živin z průmyslových hnojiv.

2. Z hlediska stanovení potřeby hnojiv má větší význam zjištění spotřeby živin na jednotku sklizně ve vztahu k dosaženému výnosu než stanovení závislosti mezi koncentrací živin v době vegetace a dosaženým výnosem. Na půdách s vysokou přirozenou hladinou živin se stávají dominantním činitelem, který rozhoduje o výnosu plodin, ekologické faktory. Nejvyšší výnos je projevem (funkcí) „ekologického stropu“. Pod pojem „ekologického stropu“ zahrnujeme souborný výnosový projev všech ostatních vegetačních faktorů kromě živin. Výši ekologického stropu lze nejlépe vyjádřit ve sklizňových jednotkách, a to buď v poměrných číslech, nebo ve váhových jednotkách hlavního produktu. Hodnota ekologického stropu není pro určité stanoviště absolutní, ale nabývá v různých letech (nebo změnou některých opatření) různé výše. Pro hnojařskou praxi může jako výše ekologického stropu sloužit hodnota průměrných výnosů dosažovaných na příslušném stanovišti. Podrobnější rozbor pojmu E_s ukazuje, že jde o pojem prakticky shodný s Mitschelichovým „nejvyšším výnosem“ (A), ovšem za podmínek dominantního a proměnlivého vlivu ekologických faktorů.

3. Obsah živin v rostlinách lze z hlediska jejich vlivu na celkový výnos rozdělit na podíl „nezbytný“ a „nadměrný“. Nadměrné množství živin vzniká v důsledku toho, že příjem živin předbíhá možnost tvorby sklizně. Při vysoké hladině živin v živném prostředí a snížení možnosti tvorby výnosů dochází dokonce k „luxusnímu“ podílu živin v rostlinách. Relativně nižší potřeba živin při dosažení vyšších výnosů vede k závěru, že odběr živin v jednotlivých vegetačních obdobích kolísá v menším intervalu než výše dosažovaných sklizní — dochází k „zúženému“ odběru živin při širokém kolísání sklizní.

4. Při vyšetřování závislosti mezi koncentrací živin v rostlinách a výnosem je nutno rozlišovat, zda chceme stanovit vliv koncentrace živin v rostlině v první polovině vegetace na výnos, nebo zda na základě koncentrace živin v rostlinách ve druhé části vegetace a dosaženým výnosem chceme stanovit skutečnou potřebu živin na jednotku sklizně. První případ má větší agronomický význam na půdách „hladových“, druhý případ na půdách „nasycených“. Nás zajímá pochopitelně především situace na půdách s vysokou hladinou živin („nasycených“).

5. Průběh křivky vyznačující koncentraci živin v rostlině v závislosti na dosaženém výnosu není jednoznačný, ale závislý na vzájemném vztahu jednotlivých vegetačních faktorů. Proto badatelé, kteří hledali jednoznačnou závislost, nedospěli k úspěšnému závěru. V předložené práci je uvedeno několik základních variant průběhu křivek vyjadřujících tento vztah, a tím je podáno vysvětlení, proč se jednotliví autoři setkávali s takovými anomáliemi při hodnocení experimentálních údajů na podkladě jediné závislosti. Složitý průběh závislosti mezi koncentrací živin a dosaženým výnosem je vlastně odrazem zákona fyziologických vztahů, hospodářské zastupitelnosti jednotlivých faktorů, variability prostředí a plasticity organismu. Zjednodušení těchto složitých vztahů dosáhneme, vyjádříme-li uvedenou křivku vyjadřující koncentraci živin v závislosti na dosaženém výnosu jako funkci dvou hlavních skupin vegetačních činitelů: živin a ekologických faktorů, jejichž roviny vzájemného působení vyjádříme k sobě v kolmém směru.

6. Při nízké zásobě živin v živném prostředí a vysokém efektu ekologických faktorů však může dojít k tak radikálnímu rozředění živin, že rostlina nemá

žádné nadměrné množství živin, ale pouze biogenní prvky nezbytné k chemické skladbě látek tvořících podstatu sklizně. Tuto koncentraci živin v rostlinách nazýváme prahovou koncentrací živin. Hodnoty prahové koncentrace zjištěné v období sklizně činily u obilnin přibližně tyto v mg na 100 g sušiny:

N = 480 – 651,

P = 74 – 125,

K = 400 – 447.

Prahová koncentrace je hodnota pohyblivá (relativní), protože v účinnosti se jednotlivé prvky v důsledku jejich různé fyziologické funkce v nestejném stupni doplňují s účinností ekologických faktorů. Prahová koncentrace stavebních prvků (C, N, S atd.) není prakticky vůbec závislá na různých se vegetačních podmínkách. Naproti tomu prvky, ovlivňující průběh některých biologických nebo biochemických procesů (K, Ca, mikroelementy), mají prahovou koncentraci výrazněji závislou na biologických a zejména ekologických faktorech. Hodnotu prahové koncentrace v průběhu vegetace lze posuzovat pouze ve vztahu k určitému předpokládanému výnosu a lze ji těžko určit. Zvláště proměnlivou je u prvků druhé skupiny (K, Ca, mikroelementy). Potíž spočívá v tom, že maximum tvorby hmoty je v čase posunuto za maximum příjmu živin.

7. Nedostatečné rozřazení živin je projevem neuspokojivého působení ekologických faktorů v průběhu vegetace nebo nadměrné koncentrace živin v prostředí.

Došlo dne 18. 8. 1966

Literatura

1. APLTAUER, J.: Vliv zeleného hnojení na mikrobiální pochody v půdě. Kandid. dis. práce. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1962. — 2. BAIER, J.: Vliv zásoby živin na výnosy obilovin. Kandid. dis. práce. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1963. — 3. BAIER, J.: Závislost výnosu ovsu na odběru N a jeho poměru k P_2O_5 . = „Rostlinná výroba“, XXXIII (11), 1965a, č. 9, s. 899-908. — 4. BAIER, J. - PETERKA, V. - BARTOŠOVÁ, Z.: Ověření výrobně ekonomického efektu zvýšených dávek průmyslových hnojiv na JZD Bohuslavice nad Metují. Závěrečná zpráva. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1963. — 5. BAIER, J. - BARTOŠOVÁ, Z. - ŠTRUNC, M.: Odraz používání zvýšených dávek průmyslových hnojiv na výrobních a ekonomických ukazatelích rostlinné a živočišné výroby v JZD Výrov-Hadačka, okres Plzeň-sever. Závěrečná zpráva. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1965b. — 6. BAIER, J.: Abeceda výživy rostlin. SZN Praha, 1962. — 7. BEZDĚK, V. - ŠKOPÍK, P.: Propracování výživy obilnin vzhledem k potřebám jednotlivých růstových fází. Závěrečná zpráva. Archiv VÚO Kroměříž, 1962. — 8. BERGMANN, W.: Methoden zur Ermittlung mineralischer Bedürfnisse der Pflanzen. Handbuch der Pflanzenphysiologie, B. IV. Die mineralische Ernährung der Pflanze. Springer-Verlag, 1958. — 9. BOGUSLAWSKI, E. von: = „Zeitschrift für Boden, Acker und Pflanzenbau“, 1954, s. 145-186. — 10. BOGUSLAWSKI, E. von: Handbuch der Pflanzenphysiologie. B. IV. Die mineralische Ernährung der Pflanze. Springer-Verlag, 1958. — 11. COOK, F.: Přednáška v Institutu agrochemie a půdoznalství v Sofii r. 1965. — 12. DUCHON, F.: Biologické zákonitosti o přibývajících a ubývajících výtěžcích půdních a zákon hospodářské zastupitelnosti vegetačních faktorů. = „Sborník Čs. akad. zem.“, XV, 1940, č. 3, s. 169. — 13. DUCHON, F.: Příspěvek k vysvětlení zákona o hospodářské zastupitelnosti rostlinných živin, jejich biochemickou bilancí. = „Sborník Čs. akad. zem.“, XX, 1947, č. 2. — 14. DUCHON, F. - HAMPL, J.: Agrochemie. SZN Praha, 1959. — 15. KÁŠ a kol.: Možnosti zvyšování humusu v půdě. Obohacování půd humusem. ČSAZV Praha, 1961. — 16. KO-LÁŘIK, J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. ČSAZV a SZN, Praha, 1959. — 17. KRÍŠTAN, F. - BAIER, J.: Ověřování výrobně ekonomického efektu zvýšených dávek průmyslových hnojiv SPS Pelhřimov, hospodářství Lukavec u Pacova. Závěrečná zpráva. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1965. — 18. LIEBIG, J. von: Die Naturgesetze des Feldbaues. Braunschweig, 1862. — 19. LUNDEGÄRDH, H.: Die Blattanalyse. G. Fischer, Jena 1945. — 20. MACY, P.: The quantitative mineral requirements of plants. = „Plant Physiology“, 1936, č. 11, s. 749-764. — 21. MITSCHERLICH, E. A.: Die

Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. II. Aufl., Berlin, Parey, 1925. — 22. MITSCHERLICH, E. A.: Ertragsgesetze. Akademie-Verlag, Berlin, 1956. — 23. MYSLIVEC, V.: Příspěvek k formulaci Mitscherlichova produkčního zákona. = „Zem. archiv“, Praha, XXIX, 1/2, 1938. — 24. NEUBERG, J.: K otázkám zákonitostí výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy. Rukopis habilitační doktorské práce, ÚVÚRV Ruzyně, 1966a. — 25. NEUBERG, J.: K otázce zákonitostí výživy rostlin na půdách s vysokou přirozenou hladinou živin (Část I: Potřeba živin na dosažení výnosů). Závěrečná zpráva. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1966b. — 26. NEUBERG, J.: Obecně o průběhu výnosových křivek ve vztahu ke hnojení průmyslovými hnojivy. = „Agrochemikálie“, 1966c, č. 10. — 27. NEUBERG, J.: K otázkám zákonitostí výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy. = „Studijní informace ÚVTI“, 1966d. — 28. NOVÁČEK, J. - KOLÁŘÍK, J.: Protokol o pokusech z r. 1961 - rukopis. — 29. NOVÁK, B.: Výroba a ošetřování chlévské mrvy. Obohacování půd humusem (Káš a kol.) CSAZV Praha, 1961. — 30. RUSSEL, E. J.: Soil conditions and plant growth. Ninth Edition (First to seven) Ed. by Sic, E. J. Russel, London, Longmans, 1961. — 31. SCHEFFER, F. - ULRICH: Humus und Humusdüngung. III. Teil. 1960. — 32. STEENBJERG, F.: Yield curves and chemical composition of the plant. = „Plant a. Soil“ B, 1951. — 33. STRNAD, P.: Vyšetření podmínek pro dosažení vysokých výnosů vhodným použitím hnojiv v řepářském osevním postupu. Závěrečná zpráva. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1960. — 34. STRNAD, P.: Sledování výrobně ekonomického efektu zvýšených dávek průmyslových hnojiv na ověřovacím vzorovém závodu Chrástany, státní statek Vrbčany, okres Kolin. Závěrečná zpráva. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1966. — 35. ŠKARDA, M.: Působení statkových hnojiv na výrobnost osevního postupu. = „Rostlinná výroba“, 9 (XXXVI), 1963, č. 11, s. 1173-1192. — 36. ŠKARDA, M.: Protokol o chemických rozbořech rostlin pěstovaných v osevním postupu v Ruzyni. Rukopis, 1959-65. — 37. ŠKARDA, M.: Ověření výrobně-ekonomického efektu zvýšených dávek průmyslových hnojiv v JZD Únětice, okres Praha-západ. Závěrečná zpráva. Archiv ÚVÚRV Ruzyně, 1965. — 38. ULMAN, L. - ŠKOPÍK, P.: Propracování agrotechniky vysokých výnosů obilnin. Závěrečná zpráva. Archiv VÚO Kroměříž, 1963. — 39. WOLLNY, E.: Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik.

K вопросам закономерности питания растений в период интенсификации сельскохозяйственного производства минеральными удобрениями

Постоянное включение минеральных удобрений в круговорот питательных веществ в процессе интенсификации сельскохозяйственного производства приводит к репродуктивному использованию питательных веществ («резонанс питательных веществ»), на который существующий способ балансирования питательных веществ в системе почва — растение — сельскохозяйственное предприятие — почва не рассчитывал. Полный баланс «во времени» показывает, что путем систематического включения высокого количества минеральных удобрений мы достигнем так называемого «интенсификационного эффекта», который приводит к постоянному повышению естественного уровня питательных веществ в почве.

С точки зрения определения потребности удобрений большее значение имеет установление потребности питательных веществ на единицу урожая по отношению к полученному урожаю, чем определение зависимости между концентрацией питательных веществ в период вегетации и полученным урожаем. На почвах с высоким естественным уровнем питательных веществ доминантным фактором, который решает об урожае культур, становятся экологические факторы. Самый высокий урожай — это проявление (функция) «экологического потолка».

В понятие экологического потолка мы включаем комплексное проявление всех остальных вегетационных факторов, влияющих на урожай помимо питательных веществ. Величину экологического потолка лучше всего можно выразить в единицах урожайности. Стремление достичь более крупных урожаев, чем позволяет экологический потолок, путем прогрессивного повышения питательных веществ, приводит только к излишней концентрации питательных веществ в растениях.

Поэтому содержание питательных веществ в растениях можно с точки зрения их влияния на общий урожай разделить на доли «необходимую» и «чрезмерную». Сверхмерное количество питательных веществ получается в результате того, что прием питательных веществ опережает возможность образования урожая. При высоком уровне питательных

веществ в питательной среде и понижении возможности образования урожая образуется даже «излишняя» доля питательных веществ в растениях. Относительно более низкое содержание питательных веществ в растениях при получении высоких урожаев и относительно более высокое содержание питательных веществ при получении низких урожаев приводит к заключению, что потребление питательных веществ в отдельные годы колеблется в меньшем интервале, чем размер полученных урожаев.

Ход кривой, обозначающей концентрацию питательных веществ в растениях в зависимости от достигнутого урожая, неоднозначен, он зависит от взаимоотношения отдельных вегетационных факторов. Поэтому исследователи, которые искали однозначную зависимость, не пришли к успешному заключению. В представленной работе приводится несколько основных вариантов хода кривых, выражающих это отношение; таким образом объясняется, почему отдельные авторы встречались с такими аномалиями при оценке экспериментальных данных на основе единой зависимости.

При малом запасе питательных веществ в питательной среде и высоком эффекте экологических факторов, однако, может произойти такое радикальное разбавление питательных веществ, что растение не имеет никакого чрезмерного количества питательных веществ, а только биогенные элементы, необходимые для химической структуры веществ, образующих основу урожая. Такую концентрацию питательных веществ в растениях мы называем «критической (пороговой) концентрацией» питательных веществ. Значения критической концентрации, установленные в период уборки, составляли у зерновых приблизительно в мг на 100 г сухого вещества:

$N = 480-651$

$P = 74-125$

$K = 400-447$

Недостаточное разбавление питательных веществ является проявлением неудовлетворительного действия экологических факторов в период вегетации или чрезмерной концентрации питательных веществ в среде.

Все приведенные данные приводят нас к заключению, что на определенном местопроизрастании при постепенном увеличении урожаев систематическим использованием высоких доз минеральных удобрений, мы можем получить только урожай, ограниченный экологическим потолком. Потребление питательных веществ на единицу урожая для получения такого высокого урожая может быть таким же или даже ниже, чем при получении урожаев низких, а поэтому не обязательно для обеспечения высоких урожаев прогрессивно увеличивать дозы питательных веществ.

Текст к таблицам

- I. Общий интенсификационный прирост (S_x), выраженный в наличных питательных веществах на 1 га сельхозземли (в кг)
- II. Данные по содержанию (потребности) питательных веществ в уборке 1 ц зерна озимой пшеницы и соответствующего количества соломы
- III. Предельные отклонения от нормативов потребления отдельных питательных веществ (в кг на 1 ц зерна), полученные у озимой пшеницы в 1959—1964 гг. в Рузыне
- IV. Максимальное и минимальное потребление отдельных питательных веществ и полученный урожай
- V. Потребность в питательных веществах на единицу уборки при получении разных урожаев озимой пшеницы в Кромержиже — удобрение низкими дозами (азот 50—60 кг, P_2O_5 50 кг, K_2O 130 кг)

Текст к графикам

1. Местопроизрастание с низким естественным плодородием, где питательные вещества являются доминантным фактором, решающим об урожае
2. Местопроизрастание с высоким естественным плодородием, где экологические факторы являются доминантным фактором, решающим об урожае
3. Местопроизрастание с избыточным содержанием питательных веществ, вызывающих уже депрессивное влияние на урожай основных уборочных продуктов
4. Влияние интенсификационного прироста на повышение естественного уровня азота в почве

5. Влияние «экологического потолка» на урожай и концентрацию питательных веществ в растениях
6. Ход кривой (K), изображающей разбавление питательных веществ, при условии, что увеличение объема урожая интенсивнее, чем прием питательных веществ
7. Схема, изображающая различный ход кривой, выражающей зависимость концентрации питательных веществ в растениях от полученного урожая согласно содержанию питательных веществ в питательной среде и действию экологических факторов.

A Comment to the Questions regarding the Regularities of Plant Nutrition in the Period of Intensification of the Agricultural Production by Fertilizers

The permanent inclusion of industrial fertilizers into the nutrient cycle in the process of intensifying the agricultural production leads to a reproductive utilization of nutrients ("resonance of nutrients"), which the method of balancing nutrients in the system soil — plant — farm — soil so far used, did not take into account. The complete balance "in time" shows that by a regular inclusion of a great quantity of industrial fertilizers an "intensification effect" leading to a constant increase of the natural nutrient level in the soil is obtained.

From the point of view of determination of the fertilizer it is more important to ascertain the nutrient consumption for the harvest unit in relation to the attained yield, than to determine the relation between the nutrient concentration during the vegetation and the attained yield. On soils with a high natural level of nutrients become the ecological factors the dominant agent deciding the yield of the products. The highest yield is an expression (function) of the "ecological ceiling (limit)".

Under the term "ecological ceiling" we subsume the complex manifestation of yield including all vegetative factors, except nutrients. The height of the ecological ceiling is at its best expressed in harvest units. The endeavour to obtain by a progressive enhancing of the nutrients higher yields, than the ecological ceiling is allowing, leads only to an excessive concentration of nutrients in the plants.

It is therefore possible to divide the nutrient content in plants from the point of view of its influence on the whole yield into a so-called "necessary" and a so-called "excessive" portion. An excessive quantity of nutrients is caused by the fact that the nutrients are taken up earlier, than the harvest has been produced. With a high level of nutrients in a nutrient environment, and a lowering of the possibility of a yield production originates in plants even a "luxury" part of nutrients. The relatively lower content of nutrients at the reaching of higher yields and a relatively higher content of nutrients at the reaching of lower yields leads to the conclusions that the consumption of nutrients in the single vegetation periods fluctuates in smaller intervals than the extent of reached harvests.

The course of the curve showing the concentration of nutrients in the plant in dependence on the reached yield is not unambiguous, but depends on the reciprocal relation of the single vegetation factors. For this reason, research workers looking for an unambiguous dependence were unable to come to a successful conclusion. In this study are shown some fundamental variations of the course of curves expressing this relation and thus is given the explanation why the authors met such anomalies when evaluating the experimental dates on the base of a single dependence.

At a low supply of nutrients in a nutrient environment and a high effect of ecological factors there can occur such a radical dilution of nutrients that the plant has no excessive quantity of nutrients but only biogenic elements, which are absolutely necessary for the chemical composition of substances forming the base of the harvest. This concentration of nutrients in plants is called the "critical (liminal) concentration". The values of the critical concentration, as found in the time of harvest were in cereals, expressed in mg per 100 g of dry matter, approximately the following:

N = 480—651,

P = 74—125,

K = 400—447

An insufficient dilution of nutrients is a sign of an unsatisfactory action of ecological factors during the vegetation or of an excessive concentration of nutrients in the medium.

All the mentioned observations lead to the conclusion that on a certain site we can, with a rising of the yields by a regular application of high doses of industrial fertilizers, reach only a yield limited by the ecological ceiling. In order to obtain such high yields can the consumption of nutrients per harvest unit be equal or even lower, than at the attaining of lower yields and it is for this reason not necessary to hold a progressive rising of the nutrient doses as indispensable for the securing of high yields.

Text to Tables

- I. Total intensification growth increase (S_x) expressed in available nutrients per 1 hectare of agricultural land (in kg)
- II. Data on the content (requirement) of nutrients in the harvest of 100 kg of grain of winter wheat and of the corresponding quantity of straw
- III. Extreme deviations from the standard consumption of the different nutrients (in kg per 100 kg of grain) determined in winter wheat at Ruzyně in the years 1959—1964
- IV. Maximum and minimum consumption of individual nutrients and the harvest obtained
- V. Nutrient requirement per harvest unit in the case of different yields of winter wheat at Kroměříž — fertilization (N 50—60 kg, P_2O_5 50 kg, K_2O 130 kg)

Text to graphs

1. Site with low natural fertility, where nutrients are a dominant factor of decisive importance for yields
2. Site with high natural fertility, where ecological conditions are a dominant factor of decisive importance for yields
3. Site with excessive content of nutrients exercising already a depressive influence on the yields of the main harvest products
4. The influence of the intensification growth increase on the raising of the natural nitrogen level in the soil
5. The influence of the "ecological ceiling" on the obtaining of yields and on the nutrient concentration in plants
6. The course of the curve (K) showing the dilution of nutrients provided that the rising of the harvest volume is more intensive than is the acceptance of nutrients
7. A scheme of the different course of the curve expressing the dependence of the nutrient concentration in plants on the obtained yield according to the nutrient content in the nutritive environment and on the acting of ecological factors

Zu Fragen der Gesetzmäßigkeiten der Pflanzenernährung im Zeitabschnitt der Intensifikation der landwirtschaftlichen Produktion mittels Handelsdünger

Die dauernde Anwendung von Handelsdüngern in den Nährstoffkreislauf im Prozeß der Intensifikation der landwirtschaftlichen Produktion führt zur reproduzierten Ausnützung der Nährstoffe („Resonanz der Nährstoffe“), mit der die bisherige Art der Bilanzierung der Nährstoffe im System Boden — Pflanze — landwirtschaftlicher Betrieb — Boden nicht gerechnet hat. Eine vollkommene Bilanz „in der Zeit“ zeigt, daß wir durch eine regelmäßige Anwendung von hohen Handelsdüngergaben den sog. „Intensifikationseffekt“, der zu einer dauernden Steigerung des natürlichen Nährstoffgehaltes im Boden führt, erreichen.

Was die Bestimmung des Düngerbedarfes angeht, ist die Ermittlung des

Nährstoffverbrauches je Ernteeinheit in Beziehung zum erreichten Ertrag von größerer Bedeutung als die Bestimmung der Abhängigkeit zwischen der Nährstoffkonzentration während der Vegetation und dem erreichten Ertrag. In Böden mit hohem natürlichen Nährstoffgehalt werden die ökologischen Faktoren, die über den Ertrag der Fruchtarten entscheiden, zu einer bewirkenden Kraft. Der Höchstertrag ist eine Funktion des „ökologischen Grenzwertes“.

Unter dem Begriff des ökologischen Grenzwertes versteht man den Einfluß sämtlicher Vegetationsfaktoren auf die Ertragsbildung, außer den Nährstoffen. Die Höhe des ökologischen Grenzwertes kann am besten in Ernteeinheiten ausgedrückt werden. Die Bestrebung, höhere Erträge durch progressive Steigerung der Nährstoffe zu erreichen, als der ökologische Grenzwert gestattet, führt nur zu einer übermäßigen Nährstoffkonzentration in den Pflanzen.

Der Nährstoffgehalt der Pflanzen kann deshalb vom Gesichtspunkt ihres Einflusses auf den Gesamtertrag auf den „unbedingt notwendigen“ und „übermäßigen“ Anteil geteilt werden. Die übermäßige Nährstoffmenge entsteht deshalb, daß die Nährstoffaufnahme größer ist als die Möglichkeit der Erntebildung. Bei einem hohen Nährstoffgehalt im Nährmedium und gleichzeitigem Herabsetzen der Möglichkeit der Ertragsbildung entsteht sogar ein „Luxus“-Nährstoffanteil in den Pflanzen. Der relativ geringere Nährstoffgehalt in den Pflanzen bei Erzielung höherer Erträge und der relativ höhere Nährstoffgehalt bei Erzielung niedrigerer Erträge führt zu der Schlußfolgerung, daß der Nährstoffentzug in den einzelnen Vegetationsperioden in einem kleineren Intervall schwankt als die Höhe der erzielten Erträge.

Der Ablauf der Kurve, die die Nährstoffkonzentration in der Pflanze im Zusammenhang mit dem erzielten Ertrag veranschaulicht, ist nicht eindeutig, sondern hängt von der gegenseitigen Beziehung der einzelnen Vegetationsfaktoren ab. Die Forscher, die einen eindeutigen Zusammenhang suchten, gelangten daher zu keinem positiven Ergebnis. In der vorliegenden Arbeit werden einige grundlegende Varianten der Kurven aufgeführt, die diese Beziehung veranschaulichen und auf diese Weise wird erklärt, warum die einzelnen Autoren solchen Anomalien bei der Bewertung der experimentellen Angaben auf Grund einer einzigen Beziehung begegneten.

Bei geringem Nährstoffvorrat im Nährmedium und hohem Effekt der ökologischen Faktoren kann jedoch eine so radikale Verdünnung der Nährstoffe auftreten, daß die Pflanze über keine übermäßige Nährstoffmenge verfügt, sondern nur über biogene Elemente, die zur chemischen Struktur der das Wesen der Ernte bildenden Stoffe notwendig sind. Diese Nährstoffkonzentration in den Pflanzen nennen wir die „kritische Nährstoffkonzentration“. Die am Zeitabschnitt der Ernte ermittelten Werte dieser kritischen Nährstoffkonzentration beliefen sich beim Getreide in mg je 100 g Trockenmasse auf etwa:

$$N = 480-651,$$

$$P = 74-125,$$

$$K = 400-447$$

Die unzureichende Nährstoffverdünnung ist der Ausdruck einer unbefriedigenden Wirkung der ökologischen Faktoren, oder einer übermäßigen Nährstoffkonzentration im Medium.

Alle genannten Erkenntnisse berechtigen zu der Schlußfolgerung, daß wir auf einem bestimmten Standort bei der Ertragssteigerung durch Anwendung hoher Gaben an Handelsdünger nur einen Ertrag, der durch den ökologischen Grenzwert limitiert ist, erzielen können. Der Nährstoffentzug je Ernteeinheit, die zur Erzielung dieses hohen Ertrages notwendig ist, kann die gleiche oder sogar niedrigere sein als bei Erzielung niedrigerer Erträge und es ist daher nicht notwendig, zur Sicherung hoher Erträge eine progressive Steigerung der Nährstoffgaben als unerläßlich zu betrachten.

Text zu den Tafeln

- I. Gesamte Intensifikationszunahme (S_x), ausgedrückt in aufnehmbaren Nährstoffen je 1 ha landwirtschaftlichen Bodens (in kg)
- II. Angaben über den Nährstoffgehalt (Bedarf) in der Ernte von 1 dt Korn Winterweizen und in der betreffenden Strohmenge

- III. Grenzübergreifungen von den Normativen des Verbrauches an einzelnen Nährstoffen (in kg je 1 dt Korn), festgestellt bei Wi-Weizen in den Jahren 1959—1964 in Ruzyně
- IV. Maximal- und Minimalverbrauch der einzelnen Nährstoffe und die erreichte Ernte
- V. Nährstoffbedarf je Ernteeinheiten beim Erreichen von verschiedenen Wi-Weizen-erträgen in Kroměříž — Düngung (N 50—60 kg, P₂O₅ 50 kg, K₂O 130 kg)

Text zu den graphischen Darstellungen

1. Standort mit niedriger natürlicher Fruchtbarkeit, wo die Nährstoffe einen dominanten Faktor, der über den Ertrag entscheidet, bilden
2. Standort mit hoher natürlicher Fruchtbarkeit, wo die ökologischen Faktoren in dominanter Weise über den Ertrag entscheiden
3. Standort mit übermäßigem Nährstoffgehalt, der bereits einen depressiven Einfluß auf den Ertrag der wichtigsten Ernteprodukte ausübt
4. Einfluß der Intensifikationszunahme auf die Erhöhung des natürlichen Stickstoffniveaus im Boden
5. Einfluß des „ökologischen Grenzwertes“ auf das Erreichen des Ertrages und auf die Nährstoffkonzentration in den Pflanzen
6. Verlauf der die Verdünnung von Nährstoffen veranschaulichenden Kurve, unter der Voraussetzung, daß die Vergrößerung des Erntevolumens intensiver als die Nährstoffaufnahme ist
7. Dieses Schema veranschaulicht verschiedenen Verlauf der Kurve, die die Abhängigkeit der Nährstoffkonzentration in den Pflanzen vom erreichten Ertrag nach dem Nährstoffgehalt im Nährmedium und die Wirkung ökologischer Faktoren zum Ausdruck bringt

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Neuberger, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby,
Praha-Ruzyně 507

■ Rozsah pestovania ozimných medziplodín je v mnohých štátoch nepatrný až žiadny (Anglia, Francia) alebo sa postupne obmedzuje (NSR) nielen pre pomerne nízku, hoci istú výkonnosť, ale hlavne pre nepriaznivý (znižujúci) ich účinok na následné hlavné plodiny najmä v rokoch so suchším vegetačným obdobím a tým i pre vysoké náklady a nepriaznivú ekonomiku.

Na úrody následných plodín vplyvajú podľa Schwarza (1964) ozimé medziplodiny zatienením pôdy, oneskorením sejby, odberom živín a vlahy z pôdy a tiež koreňovými zbytkami. Pritom neovplyvňujú úrody druhej a tretej následnej plodiny čo do množstva, ale len čo do kvality (tj. nižšieho obsahu N a bielkovín v zrne i v slame jačmeňa) z nevysvetliteľných doteraz príčin. Pestovaním ozimných medziplodín nezmení sa ani pôdna reakcia, ani obsah prijateľného P_2O_5 v pôde, avšak zvýši sa obsah K_2O .

Pokles úrod následných plodín je tým väčší, čím bola vyššia úroda medziplodín, ku ktorým sa úmerne nehnojilo (Boguszewski 1959, Krejčíř 1962).

Podľa Ambruša (1958) nezáleží úroda následných plodín tak na termíne sejby, ako na vlahy v teplých nížinných oblastiach.

Za najvhodnejšiu následnú plodinu po ozimných medziplodinách označujú viacerí autori kukuricu na siláž, prípadne na zeleno (napr. Popovič 1954 pre nečernozemné pásmo Moskovskej oblasti, Šimon 1962 pre kukuričné a podhorské oblasti, Klitsch 1960, Kress 1962 pre NDR). Ďalší autori, ako Baňoch (1958), Rudenko (1961), Schwarz (1964), majú dobré výsledky aj so zemiakmi, resp. Čmora (1956), Ivanička (1960), Rudenko (1961), Hortvíková (1962) a ďalší aj s kŕmnym kelom.

Strída (1961) pripúšťa vysievať po ozimných medziplodinách aj proso, sadzačky kŕmnej a cukrovej repy, letné miešanky, prípadne i podsevy. Kocjuba (1964) získal na Kubáni dobré skúsenosti aj s tabakom po ozimných medziplodinách.

Sokolov (1948) pokladá za vhodnú plodinu pre neskoršiu sejbu (aj do strniska) proso, pri ktorom neskorší letný výsev skracuje vegetačnú dobu podobne ako krátkosť dňa, vyššie teploty a suchšie a južnejšie oblasti.

V Bulharsku sa podľa Konovej a Dimitrova (1960) uplatnili najlepšie ako následné plodiny kukurica, cirok a sudanská tráva (268 q/ha).

Podolák (1964) získal v rokoch 1961–1963 pri Trnave po 143,6 q/ha viko-ražnej miešanky ešte úrodu 275,1 q/ha silážnej kukurice, čím dve úrody spolu prevýšili úrodu silážnej kukurice sietej na jar.

Podľa Raisa (1961) získali v r. 1961 vo Vlčiciach po raži (220 q/ha) úrodu 350 q/ha kŕmneho kelu a v Prúhoniciach po raži (360 q/ha) úrodu 580 q/ha silážnej kukurice.

Z ďalších autorov Grunert (1964) mal dobré výsledky s podsevom ďatelinovo-mätonohovej miešanky ako vhodnej plodiny po ozimnej raži, Eich (1960), Schwarz (1964) a Specht (1964) so zemiakmi, ktorých úrody poklesli na 54–92 % v dôsledku oneskorenia ich termínu výsadby, závislom od termína zberu ozimných medziplodín. Podobný pokles zaznamenal Tymich (cit. Stehlik 1956) pri úrode koreňov cukrovky sietej v rôznych oneskorených termínoch.

METÓDA

Pokusy boli založené na hospodárstve Medziháj pri Trnave na ťažkých ílovito-hlinitých, resp. r. 1963 hlinitých pôdach degradovanej černoze v kukuričnej výrobnnej oblasti a klimaticky v tzv. suchej podoblasti ČSSR (318 mm zrážok za IV.—IX. mesiac) v nadmorskej výške 150 m.

Zo 4 pokusných rokov mali 2 roky (1961/62 a 1962/63) tuhú a dlhú zimu, ktorej predchádzala suchá jeseň, čo nepriaznivo vplývalo na vzhádzanie ozimných medziplodín, ich prezimovanie, aj celkové úrody.

Pre následné plodiny boli zase nedostatočné zrážky v júni 1962 a 1964, čo nepriaznivo vplývalo na ich vzhádzanie a úrody.

V poľných pokusoch založených blokovoou metódou pri 4násobnom opakovaní parciel sa vysievali v r. 1961—1964 tieto ozimné medziplodiny a následné plodiny:

ozimné medziplodiny

repka ozimná
raž ozimná
vikovopšeničná miešanka
vikovomätonohová miešanka

následné hlavné plodiny

po medziplodinách	po hlavných plodinách
proso	jarná strukovinoovosná
kukurica na siláž	miešanka na zrno
kŕmny kel	
kŕmna cukrovka	
kukurica na zrno	
podsev ďatelinomätonohovej miešanky	

Hlavné plodiny siate ako následné po medziplodinách sa vysievali aj normálne skoro na jar ako kontrolné varianty.

Ku všetkým variantom sa použilo množstvom živín rovnaké hnojenie v kg/ha čistých živín (tab. I).

Rozdielnosť bola len v druhu použitých dusíkatých hnojív a v termínoch ich použitia pri niektorých variantoch. Ku všetkým variantom sa zaorával vždy v jeseni maštalný hnoj v dávke 250 q/ha, doplnený priemyselnými hnojivami pred sejbou medziplodín i hlavných plodín.

Pri skúšaných plodinách sa použila bežná agrotechnika v termínoch vhodných pre príslušný druh plodiny, spôsob využitia a pre podmienky roka i stanovišťa.

Z priemerných vzoriek sa sušením a vážením zisťoval obsah absolútnej sušiny, podľa ktorého sa prepočítavali ich celkové úrody, aby sa mohli jednotne číselne spracovať za všetky roky a vyhodnotiť variačno-štatisticky.

Pritom následný účinok medziplodín na hlavné plodiny po nich siate sa zisťovali 4 roky a na jarnú zrnovú miešanku v nasledujúcom roku 3 roky.

Termíny zberu medziplodín sa dosť odlišovali v niektorých rokoch v súvislosti

I. Hnojenie

Druh živín	K medziplodinám	K hlavným plodinám siatym v roku zberu medziplodín	K následnej jarnej miešanke na zrno
	kg/ha		
N	63	65	20
P ₂ O ₅	50	56	45
K ₂ O	92	175	64

II. Termín zberu medziplodín

Druh medziplodín	Zber ozimných medziplodín			
	1961	1962	1963	1964
Ozimná repka	13. 4.	18. 5.	13. 5.	5. 4.
Ozimná raž	6. 5.	28. 5.	23. 5.	14. 5.
Vikovopšeničná miešanka	23. 5.	8. 6.	4. 6.	28. 5.
Vikovomätonohová miešanka	5. 6.	12. 6.	4. 6.	1. 6.

s rozdielnym začiatkom vegetačného obdobia a tiež s náhradným osevom horčice (tab. II).

Sejba hlavných plodín po nich nasledovala za 1—6 dní v závislosti od stavu pôdy a jej vhodnosti k predsejbovej príprave.

VÝSLEDKY A ICH ROZBOR

Úrody ozimných medziplodín a následných hlavných plodín sú zachytené na tab. III a IV a tiež na grafe.

Následný účinok ozimných medziplodín sa prejavil poklesom úrod po nich siatych hlavných plodín.

Najväčší poklesli úrody hlavných plodín po neskorých vikovopšeničných a vikovomätonohových miešankách (na 36,9 %—38,1 %), menej po raži (51,3 %) a najmenej po repke ozimnej (81,7 %) oproti normálnej sejbe (100 %). Za 4 roky bol najväčší pokles úrod hlavných plodín po medziplodinách (na 38,2 %) v r. 1962 pri nepriaznivých zrážkových pomeroch počas ich vegetácie a po mätonohovej miešanke, pričom dokonca po nízkych úrodách vikovopšeničnej úrody poklesli na 12,1—13,9 %.

Aj pomerne vysoké úrody ozimných medziplodín v r. 1961 a 1964 oproti ostatným 2 pokusným rokom možno dávať do vzťahu s väčším poklesom úrod hlavných plodín po nich siatych v uvedených rokoch. Menší pokles úrod hlavných plodín na 56 % v r. 1963 súvisel s priaznivými zrážkami v druhej polovici vegetácie a tiež s menšími úrodami ozimných medziplodín.

III. Úrody ozimných medziplodín v q/ha zelenej hmoty v rokoch 1961—1964

Rok	Ozimná repka	Ozimná raž	Vikovopšeničná miešanka	Vikovomätonohová miešanka
1961	126,2	249,3	294,2	312,6
1962	—	124,8	58,5	49,8
1963	—	198,0	98,6	75,4
1964	145,6	344,8	260,8	242,7
Priemer	67,9	229,2	178,0	170,1

IV. Priemerné úrody sušiny hlavných plodín a ich kombinácií s medziplodínami v absolútnych a relatívnych hodnotách v rokoch 1961–1964

Druh hlavných plodín	Úrody hlavných plodín						
	absolútne z normálnej sejby q/ha (= 100 %)	relatívne po ozimných medziplodinách					relatívne v % k priemeru 1961–1964
		repke ozim.	raži ozim.	pšeničnej miešanke	mätono- hovej miešanke	prie- mer	
Úrody hlavných plodín							
Proso	56,78	99,7	58,4	50,0	44,3	63,1	74,5
Kukurica na siláž	106,74	89,3	58,8	46,0	40,1	58,5	130,0
Kýmny kel	64,60	79,2	45,8	28,6	29,6	45,8	61,5
Kýmna cukrovka	133,98	81,0	64,3	48,1	48,2	60,4	168,4
Kukurica na zrno	106,35	101,7	61,1	42,3	34,6	59,9	132,5
Podsev ďatelinotráv	85,99	38,4	8,8	7,1	18,8	18,3	32,8
Všetky 1961 – 1964	92,40	81,7	51,3	38,1	36,9	52,0	100,0
Z toho: 1961	85,61	80,0	53,1	42,8	29,2	51,3	91,3
1962	74,47	81,2	45,8	13,9	12,1	38,2	59,2
1963	121,49	83,7	42,5	48,2	51,6	56,5	146,9
1964	88,04	80,9	57,2	40,3	45,2	55,9	102,4
Úrody hlavných plodín + medziplodín							
Proso	56,78	112,9	128,6	111,7	101,1	113,6	84,0
Kukurica na siláž	106,74	96,3	96,1	78,8	70,4	85,4	118,7
Kýmny kel	64,60	90,8	107,5	82,9	81,0	90,0	75,8
Kýmna cukrovka	133,98	86,6	94,1	74,3	72,3	81,8	142,8
Kukurica na zrno	106,35	108,7	98,6	65,2	64,9	86,9	120,3
Podsev ďatelinotráv	85,99	47,2	50,1	47,9	56,3	50,4	56,4
Všetky 1961 – 1964	92,40	89,8	94,4	76,1	71,8	83,0	100,0
Z toho: 1961	85,61	97,0	100,2	108,8	98,6	101,2	112,8
1962	74,47	81,3	71,5	29,8	23,6	51,6	50,0
1963	121,49	83,7	81,6	64,7	63,8	73,4	116,2
1964	88,04	98,4	125,9	99,2	97,6	105,3	120,8

Podľa priemernej výšky úrod sušiny bolo poradie výkonnosti hlavných plodín nasledovné: kýmna cukrovka, kukurica na zrno a siláž, proso, kýmny kel a podsev s najnižšou úrodou. Poradie hlavných plodín podľa poklesu úrod po medziplodínach sa však odlišuje od predošlého: najväčší pokles bol pri podseve (na

V. Priemerné úrody sušiny jednotnej následnej jarnej miešanky v r. 1962–1964 po rôznych predplodinách

Predplodiny jarnej miešanky	Úrody jarnej miešanky po predplodinách siatych						Relatívne úrody v % k prie- meru 1962-1964
	normálne na jar v q/ha (= 100%)	po medziplodinách v % úrody norm. sejby					
		repke ozim.	raži ozim.	pšeničnej miešanke	mätono- hovej miešanke	prie- mer	
Úrody zrna v sušine							
Proso	17,52	105,2	97,0	103,3	107,5	103,3	100,4
Kukurica na siláž	17,81	103,9	102,0	96,3	89,1	97,8	96,7
Kŕmny kel	18,24	91,6	105,2	105,5	107,6	102,5	103,7
Kŕmna cukrovka	18,42	98,8	102,0	99,1	108,0	102,0	104,3
Kukurica na zrno	17,57	111,5	100,3	105,8	103,3	105,2	102,6
Podsev ďatelinoťráv	16,89	98,5	93,5	101,1	99,4	98,1	92,0
Všetky 1962 — 1964	17,74	101,5	100,1	101,8	102,5	101,5	100,0
Z toho: 1962	17,20	98,0	93,1	94,8	91,7	94,4	90,2
1963	19,39	102,4	107,3	111,6	121,8	110,8	119,3
1964	16,63	104,1	98,9	97,8	96,3	99,3	91,2
Úrody celkové v sušine							
Proso	47,67	104,4	92,8	96,8	105,9	99,8	100,86
Kukurica na siláž	47,29	104,1	96,1	93,3	101,1	98,6	98,8
Kŕmny kel	51,97	88,1	101,3	96,7	99,2	96,3	106,0
Kŕmna cukrovka	48,76	98,5	96,7	99,7	108,3	100,8	104,1
Kukurica na zrno	46,83	112,1	99,7	79,2	102,6	103,7	102,9
Podsev	42,58	96,3	93,9	97,6	98,7	96,6	87,1
Všetky 1962 — 1964	47,52	100,3	96,9	97,4	102,7	100,0	100,0
Z toho: 1962	40,15	96,0	95,5	96,2	93,3	95,3	81,0
1963	47,88	101,1	104,4	107,4	116,9	107,4	109,0
1964	54,54	102,7	91,2	89,6	97,1	95,1	110,0

18,3 %) a najmenší pri proso (na 63,1 % úrody jeho normálnej jarnej sejby).

Pri hodnotení úrod sušiny kombinácií medziplodín a hlavných plodín spolu v tab. IV vidieť najvýraznejšie druhovú rozdielnosť použitých hlavných plodín vyjadrenú absolútnou výškou dosiahnutých úrod, ale ešte lepšie ich relatívnou výškou.

Zo 6 kombinácií len proso s ozimnými medziplodinami prevyšovalo o 13 % úroda proso z kontrolného variantu. Po ňom nasleduje kŕmny kel, ktorého kombinácie s ozimnými medziplodinami poskytli 90 % úrody jeho kontrolného variantu, potom kukurica na zrno a siláž 85–86 % a kŕmna cukrovka 81 %. Pod-

sevy do ozimných medziplodín sa v podmienkách pokusu neuplatnili ani úrodou ani následným účinkom. Proso s ozimnými medziplodinami prevýšilo síce svoj kontrolný variant, avšak pri jeho nízkej úrode nemá v relácii k ostatným hlavným plodinám produkčné opodstatnenie k pestovaniu po ozimných medziplodinách.

Pri kŕmnej cukrovke aj kukurici na zrno treba i napriek priaznivým úrodám v kombinácii s medziplodinami hodnotiť ich pestovanie po ozimných medziplodinách z hľadiska vysokých pracovných nákladov, ktoré sú o málo nižšie ako náklady pri ich normálnej jarnej sejbe, ako ekonomicky neodôvodnené.

V jednotlivých pokusných rokoch boli len niektoré kombinácie hlavných plodín, napr. s ražou a vikovopšeničnou miešankou r. 1961 a ďalej s ražou r. 1964, vyššie v úrodách ako ich úrody z normálnej jarnej sejby.

Následný účinok medziplodín a po nich pestovaných hlavných plodín v prvom roku možno posúdiť na tab. V z dosiahnutých úrod jarnej miešanky na zrno. Malé rozdiely v úrodách boli viacej ovplyvnené účinkom predplodiny, tj. hlavných plodín, než ozimných medziplodín, ktoré im predchádzali, resp. najviac celkovou úrodou sušiny kombinácií medziplodín a hlavných plodín za predchádzajúci rok (tab. IV).

Nápadnejšie sa odlišovala celkovou úrodou sušiny i zrna (41,1 q/ha sušiny) jarná miešanka vysiatá po podseve ďatelinovomätonohovej miešanky od ostatných variantov a kombinácií predplodín.

Keď následný účinok hlavných plodín siatých normálne na jar postavíme ako rovný indexu 100, potom následný účinok ich kombinácií s ozimnými medziplodinami robí po mätonohovej ozimnej miešanke 102,7, po repke ozimnej 100,3, po vikovopšeničnej miešanke 97,4 a po čistej raži na zeleno 96,9.

Následný účinok, ako je vidieť, klesá úmerne s klesajúcou výškou úrod v predošlom roku zobraťých kombinácií hlavných plodín a medziplodín, čo hovorí v neprospech kombinácií dvoch úrod s ozimnými medziplodinami.

Následný účinok rôznych druhov hlavných plodín klesá od najpriaznivejšej úrody po kŕmnom keli a kŕmnej cukrovke cez kukuricu na zrno, proso a kukuricu na siláž až na najnižšiu úrodu následnej jarnej miešanky po podseve ďatelinotrávnej miešanky.

V tomto prípade mali najvýkonnejšie hlavné plodiny najpriaznivejší následný účinok, ktorý klesal úmerne s menšou výkonnosťou ostatných plodín.

Po variačno-štatistickom hodnotení (tab. VI) úrod sušiny jarnej zrnovej strukovinoobilnej miešanky potvrdila sa vysoká preukaznosť rozdielov úrod spôsobených rokmi, ďalej predplodinami a tiež termínom ich sejby po rôznych ozimných medziplodinách. Vysokopreukazné rozdiely sú aj z interakcií termínov a rokov, resp. predplodín a termínov.

Pri hodnotení výsledkov *t*-testom získali sa relatívne najvyššie úrody oproti priemeru 47,28 q/ha sušiny po kŕmnom keli (106,7 %) a kŕmnej cukrovke (103,8 %); naproti tomu najnižšie po podseve 87,6 %. Súvisí to s kyprým a dobrým stavom pôdy po okopaninách a tiež s rozkladom neskoro zaoraných zbytkov podsevu.

Následný vplyv ozimných medziplodín bol nepatrný až žiadny, tlmený úrodou po nich siatych hlavných plodín. Preto aj najlepší účinok po mätonohovej miešanke (103,2 %) a najhorší po raži ozimnej a po pšeničnej miešanke (97,3–97,9 %) sa medzi sebou len málo odlišujú.

Výsledky a závery sú zhodné s citovanými autormi, napr. so S c h w a r z o m (1964) v otázke príčin následného účinku medziplodín na pokles úrod hlavných plodín a tiež rôzneho stupňa účinku prvej a druhej následnej plodiny, ďalej

Premenlivosť spôsobili	F hodnota (**) vysokopreukazná (*) preukazná)
Predplodiny	67,42 **
Termíny sejby predplodín	11,19 **
Roky	777,31 **
Opakovania	3,84 **
Predplodiny × termín ich sejby	5,85 **
Predplodiny × roky	71,98 **

s Hortvíkovou (1962) a Macákom (1962) o zvýšení úrod silážnej kukurice v niektorých rokoch po niektorých skorých druhoch ozimných medziplodín, s Tymichom, Schwarzom (1964) a Spechtom (1964) o rôznom poklese úrod následných plodín po rôznych medziplodinách, ako aj s autormi doporučujúcimi kukuricu a kýmny kel ako vhodné plodiny po ozimných medziplodinách. Nemožno však súhlasiť s názorom Ambruša (1958) o menšom vplyve termínu sejby následných plodín po ozimných medziplodinách než zrážok, ani vzťahovať závery Grunerta (1964) o výhodnosti podsevo do ozimných medziplodín pre naše teplé a suché nížinné oblasti.

ZÁVERY

1. V práci sa zistil nepriaznivý následný účinok ozimných medziplodín, hoci aj hnojených maštalným hnojom, na úrody hlavných plodín v tom istom roku po nich vysievaných, ktorý bol tým väčší, čím bol neskorší druh ozimnej medziplodiny a čím nastalo suchšie a horúcejšie obdobie po ich sejbe v príslušnom roku.

Úrody hlavných plodín klesli po predplodine — medziplodinách na 52 %, resp. po repke na 81,7 %, po raži na 51,3 %, po pšeničnej a mätonohovej miešanke na 38,1–36,9 % oproti úrodám z ich normálnej jarnej sejby.

2. Príčinami uvedeného poklesu sú rozdiely v druhoch plodín, ďalej v rôznom oneskorení termínu sejby a tým i v dĺžke ich vegetačnej doby, v značnom odčerpaní vlhky a živín ozimnými medziplodinami, v ďalších stratách vlhky neproduktívnym výparom z letnej orby a predsejbovej prípravy pri vyšších letných teplotách a nižšej relatívnej vlhkosti, v nedostatku alebo nevhodnosti rozdelenia zrážok po sejbe, rozdielnej dusíkovej depresii posejbe z rozkladu strniskových a koreňových zostatkov medziplodín v pôde, závislého na množstve zostatkov, na pomere C : N v nich a v ďalších podmienkach.

3. Podľa absolútnej výšky úrod, resp. percenta ich poklesu po rôznych ozimných medziplodinách, a efektívnosti sa zo skúšaných následných hlavných plodín najlepšie uplatnili pre svoju výkonnosť kukurica na siláž (vdaka suchovzdornosti a teplomilnosti) a prípadne i kýmny kel pre jeho schopnosť dobrého rastu v jeseni aj pri nižších teplotách, keď proso a podsev boli málo výkonné alebo kukurica na zrno a kýmna cukrovka zase príliš ekonomicky nevýhodné oproti ich jarnej sejbe.

4. Následný účinok ozimných medziplodín a po nich siatych hlavných plodín na jarnú zrnovú miešanku v nasledujúcom roku bol podstatne menší až nepatrný, pritom viac úmerný úrode hlavných plodín alebo spoločnej ich úrode s medziplodínami než úrode medziplodín. Vplyv medziplodín sa pohyboval v rozsahu 97,3—103,2 % k priemeru úrod jarnej zrnovej miešanky = 100 %. Najpriaznivejší bol pri vikovomätonohovej miešanke a podstatne horší pri ostatných drhoch medziplodín, čo súvisí s najmenšími úrodami vikovomätonohovej miešanky a hlavných plodín po nej siatych a tým relatívne menším odčerpaním živín i vlahy.

Výraznejší pokles úrody jarnej miešanky nastal po podseve ďatelinomätonohovej miešanky ako predplodine (na 87,6 % oproti priemeru variantov), kým naopak po okopaninách (cukrovke, kŕmnom keli a kukurice na zrno) bol vzostup úrod na 102—106,7 % k priemeru.

SÚHRN

Na ílovitohlinitých pôdach degradovanej černoze v kukuričnej oblasti pri Trnave sa sledoval r. 1961—1964 v poľných pokusoch následný účinok rôznych druhov ozimných medziplodín na úrody po nich siatych 6 plodín (proso, kukurica na zrno a na siláž, kŕmny kel, cukrovka a podsev ďatelinomätonohovej miešanky) a tiež na úrodu jednotnej jarnej strukovinovoovosnej zrnovej miešanky, vysiatej v ďalšom roku.

Úrody 6 plodín poklesli po jednotlivých medziplodinách na 81,7—36,9 % ich úrod z normálnej jarnej sejby, pričom najviac po neskorých a najmenej po skorých druhoch ozimných medziplodín. To súvisí s rôznym oneskorením sejby, skrátením vegetačnej doby, s rôznym stupňom odčerpania vlahy a živín z pôdy, s odlišnosťou druhov i úrod medziplodín a tiež s množstvom ich strniskových a koreňových zostatkov.

Následný účinok ozimných medziplodín na úrodu jednotnej strukovinovoovosnej miešanky v ďalšom roku bol nepatrný až žiadny a prevažoval viac účinkov predplodiny, tj. hlavných plodín pestovaných po ozimných medziplodinách.

Vplyv vikovomätonohovej miešanky a jej kombinácií s hlavnými plodínami bol relatívne priaznivejší o 2,4—5,8 % na úrodu jarnej zrnovej miešanky z dôvodov nižších úrod a tým i menšieho odčerpania živín z pôdy oproti ostatným druhom medziplodín a ich kombináciám.

Z hlavných plodín spôsobil najväčší pokles (na 87,6 %) úrody jarnej miešanky podsev ďatelinomätonohovej miešanky, čo možno vysvetliť určitou dusíkovou depresiou v dôsledku dlhšieho rozkladu zaoraných strniskových a koreňových zostatkov oproti ostatným predplodinám.

Došlo dňa 14. 1. 1966

Literatúra

1. AMBRUŠ, P.: Problémy pestovania ozimných miešaniek. = „Píc. a krm. zákl.“, 1958, č. 9. — 2. BAŇOCH, Z.: Zkušenosti se závlahou polních plodin v oblasti jižní Moravy. = In: Soustava zákl. agrotechnických opatření v rostlinné výrobě, Praha, 1958. — 3. BOGUSZEWSKI, W.: Wartość nawozowa resztek poźniowych nostryzku, uprawianego jako poplon ścierniskowy. = „Rocz. nauk Rol.“, sér. A, zv. 79, 1959, č. 3, str. 771-779. — 4. ČMORA, N.: Povtornyje posevy kormovych kultur. = „Kolchoz proizvod.“, r. 16, 1956, č. 1. — 5. EICH, D.: Pěstování meziplodin v NDR. = „Mez. zem. časopis“, 1960, č. 3. — 6. GRUNERT, Ch.: Der Anbau von Zweitfrüchten in den Mittelgebirgslagen. = „Die Deutsche Landw.“, 1964, č. 4. — 7. HAMERNÍK,

F.: Zařazení mezipločin v osevních postupech. = „Za soc. zemědělství, 11, 1961, č. 4, s. 333-338. — 8. HORTVÍKOVÁ, A.: Hlavné plodiny po ozimných mezipločinách. = „Za vysokú úrodu“, 1962, č. 11. — 9. IVANIČKA, J.: Vplyv odvodnenia a zavlažovania pôd na ich zúrodnenie. = „Poľnohospodárstvo“, 1960, č. 7. — 10. KLITSCH, C.: Der Futterbau. G. Fischer Verlag, Jena, 1960. — 11. KOCJUBA, N. L.: Dve úrody za rok. = „Zemledelije“, 1964, č. 12. — 12. KONOVA, L. - DIMITROV, G.: Issledovanija na njakoi zimni i ranni proletni ednogodišni bobovi furazni rastenija. = In: Naučni trudove, tom II, Bolg. Akad. nauk, Sofija, 1960. — 13. KRAJČÍŘ, J.: Příspěvek k řešení problematiky letních mezipločin v suchších oblastech. = In: Habilitač. práce VŠZ, Brno, 1962. — 14. KRESS, H.: Futterbau mit Winterzwischenfrüchten. D. landw. Verlag, Berlin, 1962. — 15. MACÁK, D.: Rozšiřujeme plochy ozimných miešaniiek. = „Za vysokú úrodu“, 1962, č. 14. — 16. PODOLÁK, M.: Agrotechnika silážnej kukurice v oblasti kukuričnej, repnej, zemiakovej a horskej. = In: Záverečná zpráva VÚK, Trnava, 1964. — 17. POPOVIČ, B.: Vyrasčivanie semjan kukuruzy v mečernozemnoj polose. = „Zemledelje“, 1954, č. 8. — 18. RAIS, I.: Využití mezipločin. = „Soc. zemědělství“, 11, 1961, č. 12, s. 1088-1093. — 19. RUDENKO, E. V.: Poukossnyje posevy kormovyh kultur. = „Sbor. nauč. trud. Belor. inst. zeml. vyp., 1961, č. 8. — 20. SCHWARZ, W.: Über den Anbauwert verschiedener Winterzwischenfrüchte unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Nachfrüchte. = „Zeitschr. f. landw. Versuchs- und Untersuchungswesen, 1964, č. 1. — 21. SIMON, W.: Winterzwischenfruchtbaue in den mittleren Bezirken der DDR. = „Die deutsche Landw.“, 1963, č. 9. — 22. SOKOLOV, A. A.: Proso. Selchozgis, Moskva, 1948. — 23. SPECHT, G.: Zweckmäßige Kombinationen von Winterzwischenfrüchten in den verschiedenen Anbaubereichen der DDR. = „Wissensch.-technischer Fortschritt“, 1964, č. 7.

Последующее влияние озимых промежуточных культур на урожай разных главных культур

На тяжелосуглинистых почвах деградированного чернозема в кукурузной области в Трнаве исследовали в 1961—1964 гг. в полевых опытах последующее действие разных сортов озимых промежуточных культур на урожай 6 сеянных после них культур (просо, кукуруза на зерно и силос, кормовая капуста, сахарная свекла и подсев клеверо-райграсовой смеси), а также на урожай единой бобово-овсяной зерновой смеси, посеянной в последующем году.

Урожай 6 культур после отдельных промежуточных культур понизился на 81,7 % — — 36,9 % их урожая от нормального весеннего сева, причем преимущественно после поздних и менее всего после ранних сортов озимых промежуточных культур, что связано с различным опозданием сева, сокращением вегетационного периода, разной степенью черпания влаги и питательных веществ из почвы, разнообразием видов и урожаев промежуточных культур, а также количеством их пожнивных и корневых остатков.

Последующее действие озимых промежуточных культур на урожай единой бобово-овсяной смеси в последующем году было незначительно или даже никакое; более преобладало действие предшественника, т. е. главных культур, возделываемых после озимых промежуточных культур.

При этом влияние вико-райграсовой смеси и ее комбинации с главными культурами на урожай зерновой смеси было относительно благоприятнее на 2,4—5,8 % по причине пониженных урожаев, а тем самым и меньшего черпания питательных веществ из почвы в сравнении с остальными видами промежуточных культур и их комбинациями.

В числе главных культур самое большое снижение (на 87,6 % урожая яровой смеси вызвал подсев клеверо-райграсовой смеси, что можно объяснить определенной депрессией вследствие продолжительного разложения запаханых пожнивных и корневых остатков в сравнении с другими предшественниками.

Текст к таблицам

I. Урожай озимых промежуточных культур в ц/га зеленой массы в 1961—1964 гг.

IV. Вариационно-статистическая оценка разницы в урожаях единой последующей культуры в 1962—1964 гг.

II. Средние урожаи сухого вещества в 1961—1964 гг. главных культур и их комбинаций с промежуточными культурами в абсолютных и относительных величинах

III. Средние урожаи сухого вещества единой последующей яровой смеси в 1962—1964 гг. после разных предшественников.

Consequential Influence of Winter Inter-Crops on the Yield of Various Principal Crops

The influence exerted by various sorts of winter inter-crops on the yield of subsequently sown 6 crops (millet, maize grown for grain and silage, cow cabbage, sugar beet and undersowing clover-raygrass mixture) and on yield of the spring leguminous-oat mixture, sown in the next year, has been studied in field experiments performed during 1961—1964 in a maize area near Trnava on clayey soils derived of the degraded black soil.

The yields of 6 crops sown after individual inter-crops decreased to 81,7 — 36,9 p. c. when compared with yields obtained after normal spring sowing; the greatest decrease was caused by early sorts of winter inter-crops and the smallest one by late sorts, this having been brought about by causes such as various delay in sowing, shortening of the vegetation period, variable degree of depleting soil of moisture and nutrients, dissimilarity of sorts and yields of inter-crops, and the amount of their stubble- and root-remainders.

There was a small or none resulting effect of winter inter-crops on yields of the leguminous-oat mixture in the subsequent year, and it rather prevailed influence of the previous principal crop which was grown after the winter inter-crop.

Nevertheless, the effect of the vetch-grass mixture and of its combinations with principal crops on yields of the spring grain mixture was relatively better by 2,4 — 5,8 p. c., because the yields were smaller and, consequently, the soil was less depleted of nutrients as in the case of other inter-crops or their combinations.

As for the principal crop, a greatest decrease (to 87,6 p. c.) of spring mixture yields was caused when undersowing clover-grass mixture; this might be explained by a certain nitrogenous depression since the natural decomposition of ploughed stubble- and root-remainders took more time, than that of other preliminary grown crops.

Text to Tables

- I. Yields of winter inter-crops in q (metric centners) per ha (hectare) during 1961—1964
- II. Average yields of the dry matter of principal crops alone and combined with inter-crops during 1962—1964; absolute and relative values
- III. Average yields of the dry matter of spring mixture in 1962—1964, when sown after various pre-crops
- IV. Statistical evaluation of the variability of yield differences as regards a uniform subsequent crop in 1962—1964

Adresa autora:

Ing. Jozef Dančík, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany,
Bratislavská cesta 2696

■ Pro zemědělství jsou vzájemné vztahy rostlin důležitým problémem, a to jak vztahy různých kulturních rostlin pěstovaných ve smíšených kulturách, tak i vztahy mezi plevy a kulturními rostlinami. Tato problematika je po teoretické stránce dosud velmi málo objasněna, i když praktický výsledek je mnohdy velmi dobře znám.

Vzájemné vztahy rostlin se uskutečňují ve dvou formách:

- a) jako konkurence,
- b) jako allelopatické působení.

Termínem konkurence se rozumí scutěž o vegetační faktory, jako jsou světlo, voda, živiny atd.

Allelopatickým působením se rozumí vzájemné působení rostlin prostřednictvím metabolických produktů.

Laštůvka (1955a, b, c) sledoval vliv smíšených kultur ozimé pšenice a ozimého žita s pýrem plazivým (*Agropyrum repens* L.) na jejich klíčení, růst a změny v metabolismu rostlin. Kořenové výměšky pýru i extrakty působily při vyšších koncentracích na pšenici a žito inhibičně. Hadašová, Plhák (1963) zjistili, že produktivita dýchacích procesů vlivem pýru byla značně snížena.

Vzájemný vztah žita a oz. pšenice ve smíšené kultuře sledovali Cedík-Tomaševič (1961), Sekun (1951), Laštůvka (1958) a Vicherková (1961). Pšenice byla žitem potlačována, a to tím více, čím nižší byl její podíl ve smíšené kultuře. Laštůvka a Vicherková zjistili u obou obilnin značné změny v metabolismu při jejich společném pěstování. Plhák, Vicherková (1965) studovali allelopatické vlastnosti obilnin při jejich následné kultivaci a zjistili, že obilniny jsou allelopaticky aktivní. Žito, pšenice i oves průkazně ovlivňovaly růst následných plodin, přičemž z výsledků nebylo patrně ovlivnění, které by bylo podmíněno odčerpáním živin předchozí rostlinou.

Při studiu vzájemných vztahů jarních obilnin pěstovaných ve smíšených kulturách zjistil Muchin (1961), že ječmen vytlačuje jak pšenici, tak i oves, díky lepší životnosti a přizpůsobivosti k podmínkám růstu. Plhák, Vicherková, Minář (1965) studovali vztah mezi ječmenem a ovsem při společném růstu ve směsi a zjistili, že v pozdějším období byly rostliny ječmene ve směsi stimulovány, rostliny ovsa inhibovány. Obě rostliny zvyšovaly ve směsích tvorbu fertilních odnoží. Zvýšení výnosu zrna a slámy u směsi bylo na hranici průkaznosti.

METODIKA

Pokus ke studiu mezidruhových vztahů jarních obilnin pěstovaných ve smíšených kulturách byl založen v Kroměříži. Pokusné odrůdy:

oves (*Avena sativa* L.) — 'Český žlutý'

ječmen jarní (*Hordeum vulgare* L.) — 'Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Valtický'

pšenice jarní (*Triticum aestivum* L.) — 'Zlatka'.

Pokus byl zaset jednozrnkově ve sponu 12,5×2 cm, a to tak, že při poměru 3:1 bylo v řádku ob 3 zrna ovsa vyseto 1 zrno ječmene nebo pšenice, při poměru 2:1 ob 2 zrna vyseto 1 zrno ječmene.

Hladina vyhnojení: 30 kg N:40 kg P₂O₅:90 kg K₂O/ha. Fosforečná (superfosfát) a draselná (40% draselná sůl) hnojiva byla zapravena v plné dávce před setím, dusíkaté hnojivo (ledek amonnovápenatý) na počátku sloupkování.

Velikost pokusných parcel 6×1,5 m².

VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Výrobní typ: řepařský

Nadmořská výška: 220 m

Předplodina: ozimá pšenice

Rozbory rostlin byly provedeny:

Odběr	Růstová fáze	Rok		
		1962	1963	1964
I.	odnožování	23. 5.	13. 5.	21. 5.
II.	sloupkování	7. 6.	28. 5.	4. 6.
III.	sloupkování*)	19. 6.	11. 6.	18. 6.
IV.	kvetení**)	4. 7.	25. 6.	2. 7.

*) v roce 1964 metání

**) v roce 1964 počátek mléčné zralosti

Přehled srážek v mm:

	XI—III	IV	V	VI	VII	VIII
Ø 1901—50*)	159,0	42,0	65,0	74,0	78,0	78,0
1961/62	211,6	50,9	161,7	29,4	57,8	91,6
1962/63	235,7	39,4	81,6	67,5	25,9	111,8
1963/64	101,0	26,0	46,3	48,9	37,6	84,2

*) Čvančara: Zemědělská výroba v číslech, I. díl, Praha 1962.

VÝSLEDKY

DYNAMIKA ODNOŽOVÁNÍ

Ve 14denních intervalech (4× během vegetace) byl proveden rozbor u 2 × 50 rostlin. Průměrný počet odnoží (včetně hlavního stébka) na 1 rostlinu je uveden v tabulce I.

Ze tříletého průměru vyplývá, že do doby metání (I.—III. odběr) působily ječmen ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Valtický') a pšenice ('Zlatka') inhibičně na odnožování ovsa ve smíšené kultuře. Výjimku činí ve tříletém průměru pouze rok 1962 (a to u všech kombinací smíšených kultur ovsa s ječmenem), který byl nepříznivý pro růst a vývoj ječmene. Inhibiční působení ječmene v roce 1962 se neprojevilo pravděpodobně proto, že rostliny ječmene, které se pod vlivem nepříznivého průběhu povětrnosti slaběji vyvíjely, produkovaly a vylučovaly menší množství kořenových výměšků. Menší koncentrace výměšků nebyla schopna vyvolat u ovsa větší změny v metabolismu a růstu. Naopak to byl oves, který v tomto roce působil inhibičně na odnožování ječmene.

I. Dynamika odnožování jarních obilnin ve smíšených kulturách (průměr 1962 až 1964)

Kombinace	Po- měr vysé- va- ných zrn	Odběr							
		I.		II.		III.		IV.	
		oves	ječmen nebo pše- nice	oves	ječmen nebo pše- nice	oves	ječmen nebo pše- nice	oves	ječmen nebo pše- nice
Český žlutý	1	1,75	—	1,80	—	1,94	—	1,52	—
Český žlutý + Ekonom	3:1	1,53	2,71	1,58	2,93	1,53	2,58	1,64	2,55
Český žlutý + Ekonom	2:1	1,65	2,63	1,81	2,93	1,59	2,89	1,70	2,71
Český žlutý + Ekonom	1:1	1,60	2,55	1,52	2,72	1,55	2,56	1,63	2,71
Ekonom	1	—	2,35	—	2,51	—	2,59	—	2,52
Český žlutý + Firl. U.	3:1	1,50	2,69	1,66	2,82	1,66	2,74	1,73	2,92
Český žlutý + Firl. U.	1:1	1,34	2,74	1,73	2,81	1,67	2,75	1,80	2,75
Firlbecks Union	1	—	2,35	—	2,69	—	2,89	—	2,59
Český žlutý + Valtický	3:1	1,37	2,71	2,08	2,76	1,65	2,97	1,79	3,42
Český žlutý + Valtický	1:1	1,34	2,50	1,45	2,69	1,57	2,76	1,69	2,72
Valtický	1	—	2,25	—	2,46	—	2,82	—	2,41
Český žlutý + Zlatka	3:1	1,61	1,89	1,75	1,94	1,74	1,68	1,75	1,38
Český žlutý + Zlatka	1:1	1,55	1,72	1,69	1,93	1,72	1,83	1,78	1,68
Zlatka	1	—	1,87	—	2,08	—	1,79	—	1,79

Nižší počet odnoží po metání u ovsa v čisté kultuře lze vysvětlit větším zasýcháním odnoží (po metání byl zjišťován pouze počet nezaschlých odnoží) v čisté než ve smíšené kultuře.

Inhibiční působení ječmene a pšenice na odnožování ovsa se však nevztahuje na produktivní odnožování.

Odnožování ječmene ve smíšené kultuře bylo ovšem stimulováno.

Odnožování pšenice ve smíšené kultuře bylo ovšem inhibováno.

Příčiny, které podmiňují inhibici ovsa a pšenice, a naproti tomu stimulaci ječmene při pěstování ve smíšené kultuře, nemůžeme jednoznačně stanovit. Domníváme se, že jde o allelopatická působení prostřednictvím kořenových výměšků.

DYNAMIKA PŘÍRŮSTKŮ SUŠINY

Dynamika přírůstků sušiny byla sledována 7krát během vegetace v 7denních intervalech u 2 X 50 rostlin. Průměrná váha sušiny v gramech na 1 rostlinu ve 14denních intervalech je uvedena v tabulce II.

Ječmen a pšenice působily inhibičně na růst a vývoj ovsa, což se projevilo nižším odnožováním, nižším růstem, a tím i nižší tvorbou sušiny. Ke konci vegetace, kdy docházelo u ovsa v čisté kultuře k většímu zasýchání odnoží než ve smíšené kultuře, je tomu naopak.

Ječmen, který byl stimulován ovšem v odnožování, vykazoval také ve smí-

Kombinace	Poměr vysé- vaných zrn	Odběr							
		I.		III.		V.		VII.	
		oves	ječ- men nebo pšen.	oves	ječ- men nebo pšen.	oves	ječ- men nebo pšen.	oves	ječ- men nebo pšen.
Český žlutý	1	0,16	—	0,55	—	1,41	—	3,19	—
Český žl. + Ekonom	3 : 1	0,11	0,17	0,48	0,74	1,32	1,66	2,99	3,12
Český žl. + Ekonom	2 : 1	0,10	0,15	0,49	0,72	1,44	1,81	3,20	3,28
Český žl. + Ekonom	1 : 1	0,10	0,14	0,51	0,55	1,26	1,74	3,44	3,13
Ekonom	1	—	0,14	—	0,65	—	1,64	—	2,29
Český žl. + Firl. Un.	3 : 1	0,10	0,17	0,43	0,94	1,54	1,78	—	—
Český žl. + Firl. Un.	1 : 1	0,09	0,17	0,47	0,67	1,36	1,67	—	—
Firlbecks Union	1	—	0,15	—	0,62	—	1,66	—	—
Český žl. + Valtický	3 : 1	0,10	0,18	0,43	0,77	1,49	1,82	—	—
Český žl. + Valtický	1 : 1	0,16	0,17	0,44	0,71	1,23	1,73	—	—
Valtický	1	—	0,14	—	0,64	—	1,69	—	—
Český žl. + Zlatka	3 : 1	0,11	0,12	0,53	0,52	1,29	1,13	3,65	1,76
Český žl. + Zlatka	1 : 1	0,10	0,11	0,48	0,54	1,51	1,34	3,79	2,00
Zlatka	1	—	0,12	—	0,59	—	1,38	—	2,15

šené kultuře větší produkci sušiny na jednu rostlinu. Rozdíly jsou patrné zejména ke konci vegetace, kdy rostliny ječmene ve smíšené kultuře byly vyšší než v čisté kultuře.

Pšenice 'Zlatka' vykazovala vyšší produkci sušiny v čisté kultuře. Na rozdíl od ječmene ve smíšené kultuře méně odnožovala.

STRUKTURA VÝNOSU

Při struktuře výnosu byl sledován počet zrn v latě, váha 1000 zrn a výnos laty nebo klasu. Rozbor byl proveden u rostlin z plochy $3 \times 1,5 \text{ m}^2$. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulce III.

S přibývajícím podílem ječmene ve smíšené kultuře klesal počet zrn v latě ovsa.

Ve smíšené kultuře ovsa s pšenicí 'Zlatka' byl zjištěn stimulační vliv pšenice na počet zrn v latě ovsa.

Ječmen, až na malé výjimky, vykazoval ve smíšené kultuře vyšší počet zrn v klase, pšenice 'Zlatka' nižší.

Oves ve smíšené kultuře s ječmenem i pšenicí měl nepatrně vyšší váhu 1000 zrn než v čisté kultuře. Vyšší váha 1000 zrn ovsa ve smíšené kultuře souvisí s nižším počtem zrn v latě.

III. Struktura výnosu jarních obilnin ve smíšených kulturách (průměr 1962 až 1964)

Kombinace	Poměr vysé- vaných zrn	Počet zrn v latě klasu		Váha 1000 zrn		Výnos laty klasu v g	
		oves	ječmen nebo pšenice	oves	ječmen nebo pšenice	oves	ječmen nebo pšenice
Český žlutý	1	58,0	—	29,7	—	1,71	—
Český žl. + Ekonom	3 : 1	54,4	19,7	30,5	44,0	1,65	0,86
Český žl. + Ekonom	2 : 1	52,8	18,0	29,8	43,5	1,55	0,78
Český žl. + Ekonom	1 : 1	51,9	17,9	30,2	43,0	1,57	0,76
Ekonom	1	—	18,2	—	43,1	—	0,79
Český žl. + Firl. Union	3 : 1	55,3	17,2	29,9	42,4	1,64	0,73
Český žl. + Firl. Union	1 : 1	47,7	17,3	29,8	42,4	1,42	0,73
Firlbecks Union	1	—	16,7	—	43,9	—	0,73
Český žl. + Valtický	3 : 1	46,8	18,4	31,0	43,5	1,45	0,80
Český žl. + Valtický	1 : 1	46,4	17,8	30,8	42,9	1,49	0,76
Valtický	1	—	17,2	—	43,1	—	0,75
Český žl. + Zlatka	3 : 1	59,2	21,1	30,1	37,1	1,77	0,79
Český žl. + Zlatka	1 : 1	60,9	20,3	30,5	36,7	1,85	0,75
Zlatka	1	—	23,0*)	—	37,2*)	—	0,86*)

*) Ø 1962–63

Ječmen 'Ekonom' a 'Valtický' až na malé výjimky měl ve smíšené kultuře nepatrně vyšší váhu 1000 zrn. U odrůdy 'Firlbecks Union' a u pšenice odrůdy 'Zlatka' tomu bylo naopak.

Oves 'Český žlutý' vykazoval ve smíšené kultuře s ječmenem nižší produktivnost laty. Vyšší váha 1000 zrn nestačila kompenzovat výrazně nižší počet zrn v latě.

Ve smíšené kultuře ovsa s pšenicí 'Zlatka' byl zjištěn stimulační vliv pšenice na produktivnost laty ovsa (vyšší počet zrn v latě o vyšší váze).

U ječmene 'Ekonom' a 'Valtický' byla zjištěna nejvyšší produktivnost klasu při 25 % zastoupení ječmene ve smíšené kultuře. U ostatních kombinací jsou rozdíly nepodstatné nebo vůbec žádné ('Firlbecks Union').

Nižší produktivnost klasu u pšenice 'Zlatka' ve smíšené kultuře souvisí jak s nižším počtem zrn v klase, tak s jejich nižší váhou.

DISKUSE

Ve smíšené kultuře ovsa s jarním ječmenem nebo jarní pšenicí bylo zjištěno vzájemné ovlivnění pěstovaných rostlin. V souladu s výsledky práce P l h á k a, V i c h e r k o v é a M i n á ř e (1965) byl ječmen ve směsi stimulován, oves u většiny sledovaných ukazatelů (celkové odnožování, růst, produkce sušiny, výnos laty) inhibován. Ve smíšené kultuře ovsa s pšenicí byly důležité hospo-

dářské vlastnosti (produktivní odnožování, výnos laty nebo klasu) u ovsa stimulovány, u pšenice inhibovány.

Příčiny, které podmiňují inhibici nebo stimulaci rostlin při jejich společném pěstování nelze jednoznačně určit. Domnívám se, že jde o allelopatické působení prostřednictvím kořenových výměšků, neboť na bohatých půdách v Kroměříži se asi nemůže jednat v konkurenci o živiny a vodu. Konkurence o světlo mezi jednotlivými druhy obilnin (podobný habitus) nepřichází pravděpodobně také v úvahu.

SOUHRN

Meziodrůdové vztahy jarních obilnin byly sledovány v řepařském výrobním typu. Oves ('Český žlutý') byl pěstován ve smíšené kultuře s ječmenem ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Valtický') neb jarní pšenici ('Zlatka').

Ječmen i pšenice působily do metání inhibičně na celkové odnožování ovsa ve smíšené kultuře. Inhibiční působení ječmene a pšenice se však neprojevovalo na tvorbě produktivních odnoží. Inhibice ovsa ječmenem a pšenici se odrazila také v nižší produkci sušiny na 1 rostlinu.

Ječmen, který byl stimulován ovsem v odnožování, vykazoval také ve smíšené kultuře větší produkci sušiny.

Odnožování pšenice a tím i produkce sušiny byla ovsem inhibována.

Oves 'Český žlutý' vykazoval ve smíšené kultuře s ječmenem nižší produktivnost laty. Vyšší váha 1000 zrn nestačila kompenzovat výrazně nižší počet zrn v latě.

Ve smíšené kultuře ovsa s pšenici 'Zlatkou' je zjištěn stimulační vliv pšenice na produktivnost laty ovsa (vyšší počet zrn v latě o vyšší váze).

U ječmene 'Ekonom' a 'Valtický' byla zjištěna nejvyšší produktivnost klasu při 25% zastoupení ječmene ve smíšené kultuře (vyšší počet zrn v klase o vyšší váze). U ostatních kombinací jsou rozdíly nepodstatné nebo vůbec žádné ('Firlbecks Union').

Nižší produktivnost klasu u pšenice 'Zlatka' ve smíšené kultuře souvisí jak s nižším počtem zrn v klase, tak s jejich nižší vahou.

Došlo dne 16. 2. 1966

Literatura

1. CEDIK - TOMAŠEVIČ, F. F.: Rezultaty opytov s mezvidovymi smesjami zernovykh kultur. = „Agrobiologija“, 1951, s. 109-121. — 2. HODAŠOVÁ, L. - PLHÁK, F.: Einfluß der Ackerquecke (*Agropyrum repens* L.) auf die Wachstums- und Atmungsvorgänge der Weizenpflanzen. = „Biol. Plant.“, 1963, s. 167-174. — 3. LAŠTŮVKA, Z.: Vliv extraktu a kořenových výměšků na klíčení pšenice a žita. = „Čs. biologie“, 1955a, s. 103-108. — 4. LAŠTŮVKA, Z.: Vliv pýru na růst pšenice a žita. = „Čs. biologie“, 1955b, s. 165-175. — 5. LAŠTŮVKA, Z.: Vliv pýru na glycidový a dusíkový metabolismus pšenice a žita. = „Čs. biologie“, 1955c, s. 422-428. — 6. LAŠTŮVKA, Z.: Růst a metabolismus pšenice a žita ve směsných kulturách. = „Čs. biologie“, 1958, s. 141-152. — 7. MOLISCH, H.: Der Einfluß einer Pflanze auf die andere - Allelopathie. Jena, 1937. — 8. MUCHIN, N. D.: Vzájemnoje otnošení jarovykh zernovykh kultur v smeshannykh posevakh. = „Sb. nauč. trudov“, Minsk, 8, 1961, s. 233-250. — 9. PLHÁK, F. - VICHÉRKOVÁ, M.: Untersuchungen über die allelopathischen Eigenschaften der Getreidearten bei der Nachkultivierung. = „Biologia plantarum“, 1965, s. 169-179. — 10. PLHÁK, F. - VICHÉRKOVÁ, M. - MINÁŘ, J.: Vztah mezi ječmenem a ovsem při společném růstu ve směsi. = „Rostlinná výroba“, 1965, s. 657-658. — 11. SEKUN, P. E.: Vnutrividovyye i mezvidovyye vzaimootnošení u chlebných zlakov. = „Selekcija i semenovodstvo“, 1951, č. 3, s. 23-33. — 12. VICHÉRKOVÁ, M.: Vodní provoz žita a pšenice ve smíšené kultuře. = „Publ. fac. Sci. Univ. J. E. Purkyně“, Brno, 1961, č. 424, s. 321-348.

Изучение межвидовых отношений яровых зерновых, возделываемых в смешанных культурах

Межвидовые отношения яровых зерновых изучались в свекловодческом производственном типе. Овес ('Чески жлуты') возделывался в смешанной культуре с ячменем ('Эконом', 'Фирлбекс Юнион', 'Вальтицкий') или с яровой пшеницей ('Златка').

Ячмень и пшеница угнетающе действовали до колошения на общее кущение овса в смешанной культуре. Однако угнетающее действие ячменя и пшеницы не сказалось на образовании продуктивных побегов. Ингибция овса ячменем и пшеницей также отразилась в низкой продукции сухого вещества на 1 растение.

Ячмень, который в период кущения стимулировался овсом, давал в смешанной культуре большую продукцию сухого вещества. Кущение пшеницы и общая продукция сухого вещества была подавлена.

Овес 'Чески жлуты' в смешанной культуре с ячменем давал пониженную продуктивность метелки. Более высокий вес 1 000 зерен не смог компенсировать явное понижение числа зерен в метелке.

В смешанной культуре овса с пшеницей 'Златка' установлено стимулирующее влияние пшеницы на продуктивность метелки овса (большее число зерен в метелке с более высоким весом).

У ячменя 'Эконом' и 'Вальтицкий' была установлена самая большая продуктивность колосьев при 25 % наличии ячменя в смешанной культуре (большее число зерен в колосе с высоким весом). У других комбинаций различия несущественны или вообще отсутствуют ('Фирлбекс Юнион').

Более низкая продуктивность колосьев у пшеницы 'Златка' в смешанной культуре объясняется меньшим числом зерен в колосе, и более низким весом зерна.

Текст к таблицам

- I. Динамика кущения яровых зерновых в смешанных культурах (среднее 1962—1964 гг.)
- II. Динамика привеса сухого вещества яровых зерновых в смешанных культурах (среднее 1962—1964 гг.)
- III. Структура урожаев яровых зерновых в смешанных культурах (среднее 1962—1964 гг.)

Study on Inter-Specific Relations between Spring Cereals Grown in Mixed Cultures

Mutual relations between various species of spring cereals have been studied in a beet-growing type of farming. Oat ('Czech Yellow') was grown in a mixed culture either with barley ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Valtický') or with spring wheat ('Zlatka').

Barley as well as wheat, till earing, exerted an inhibitory action on oat tillering in mixed cultures. The inhibition caused by barley and wheat did not affect the formation of productive tillers, however. The oat inhibition caused by barley and wheat resulted in smaller dry matter yields per plant as well.

Barley stimulated in tillering by oat showed greater dry matter yields also in mixed cultures.

Wheat tillering and, consequently, dry matter production of same were inhibited by oat.

Oat 'Czech Yellow', grown in mixed cultures together with barley, produced less productive panicles. The greater weight of 1000 grains as found was unable of compensating the clean-cut smaller number of grain specimens per panicle.

In mixed cultures of oat with wheat 'Zlatka', a stimulatory effect of the wheat on panicle productivity in oat has been noted (a greater number of heavier grains per panicle).

In barley 'Ekonom' and 'Valtický', a greatest spike productivity could be found when mixed cultures contained 25 p. c. barley (greater number of heavier grains per spike). Insignificant difference or none at all was found in other kinds of combination ('Firlbecks Union').

The smaller spike productivity in wheat 'Zlatka', when grown in mixed cultures, was connected with a smaller grain number per spike as well as with a smaller grain weight.

Text to Tables

- I. Dynamism of the tillering of spring cereals grown in mixed cultures (average 1962—1964)
- II. Dynamism of the dry matter increase in spring cereals grown in mixed cultures (average 1962—1964)
- III. Structure of yields of spring cereals grown in mixed cultures (average 1962—1964)

Das Studium der Zwischensortenbeziehungen von Sommergetreidearten, welche in gemischten Kulturen angebaut werden

A. Zusammenfassung

Im Produktionstyp der Rüge wurden Zwischensortenbeziehungen von Sommergetreidearten verfolgt. Hafer ('Český žlutý') wurde in gemischter Kultur mit Gerste ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Valtický') oder mit Sommerweizen ('Zlatka') angebaut.

Gerste und Weizen haben bis zum Ährenschieben inhibierend auf die gesamte Bestockung von Hafer in der Mischkultur gewirkt. Die inhibierende Einwirkung der Gerste und des Weizens hat sich jedoch nicht in der Bildung von produktiven Schößlingen gezeigt. Die Inhibition des Hafers durch Gerste und Weizen hat sich auch in niedrigerer Produktion an Trockenmasse pro Pflanze gezeigt.

Die Gerste, welche durch den Hafer das Treiben der Halme stimulierte, hat auch in der Mischkultur eine höhere Produktion an Trockenmasse gezeigt.

Bei Weizen wurde die Bestockung und dadurch auch die Produktion an Trockenmasse durch Hafer inhibiert.

Der Hafer ('Český žlutý') hat in gemischter Kultur mit Gerste eine niedrigere Rispenproduktion gezeigt. Das Tausendkorngewicht konnte die niedrige Anzahl von Körnern pro Rispe nicht markant kompensieren.

In der Mischkultur von Hafer mit Weizen ('Zlatka') wurde ein stimulierender Einfluß von Weizen auf die Produktivität der Haferrispe (höhere Körneranzahl pro Rispe mit höherem Gewicht) festgestellt.

Bei der Gerste 'Ekonom' und 'Valtický' wurde die höchste Ährenproduktion bei 25 percentiger Vertretung von Gerste in der gemischten Kultur festgestellt (höhere Anzahl von Körnern pro Ähre mit höherem Gewicht). Bei den anderen Kombinationen sind die Unterschiede nicht wesentlich oder es sind überhaupt keine ('Firlbecks Union') vorhanden.

Die niedrigere Produktion der Ähre beim Weizen 'Zlatka' in der Mischkultur hängt ebenso wie mit der niedrigeren Anzahl von Körnern in der Ähre auch mit deren niedrigerem Gewicht zusammen.

Text zu den Tabellen

- I. Dynamik der Bestockung von Sommergetreidearten in gemischten Kulturen (Durchschnitt 1962—1964)
- II. Dynamik des Zuwachses an Trockenmasse von Sommergetreidearten in Mischkulturen (Durchschnitt 1962—1964)
- III. Struktur des Ertrages von Sommergetreidearten in Mischkulturen (Durchschnitt 1962—1964)

Adresa autora:

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

■ Účelem práce bylo zachytit změny v koncentraci nejdůležitějších netěkavých organických kyselin (kyseliny citrónové, akonitové, vinné, jablečné, jantarové, fumarové, glykolové, mléčné) během prvních dvaceti dnů růstu hrachu a ověřit, ovlivní-li snížená koncentrace kyslíku a zvýšená koncentrace kyslíčnicku uhlíčitého v atmosféře během klíčení množství jednotlivých kyselin.

Kontrolní rostliny byly pěstovány na světle za přístupu vzduchu, pokusné rostliny v uzavřených baňkách, v nichž se měnilo složení atmosféry vlivem dýchání rostlin, tzn. stoupala koncentrace CO_2 a klesal obsah O_2 . Údaje o inhibici růstu a složení atmosféry jsou uvedeny podrobněji v naší předchozí práci (Barthová, Leblová, Košťál).

Změny ve složení atmosféry, tzn. pokles koncentrace O_2 z 21 na 6 % a vzrůst množství CO_2 až na 25 % ovlivňují značně růst rostlin. Šestáým dnem, kdy se obsah CO_2 zvýší asi na 13 %, se růst rostlin zastavuje: nezvyšuje se ani váha rostlin, ani obsah bílkovin ve vegetativních orgánech. Ve všech částech rostlin se mírně zvyšuje obsah dusíku amoniakálního a amidického a vzrůstá obsah volných aminokyselin. Tyto podmínky vedou současně ke značnému poklesu až vyčerpání redukujících a neredukujících cukrů (Leblová, v tisku). To všechno ukazuje na urychlené odbourávání cukrů a proteinů za účelem získávání energie.

MATERIÁL A METODIKA

Semena hrachu (*Pisum sativum*) byla pěstována v 500 ml Erlenmayerových baňkách s vrstvou navlhčené buničité vaty na dně. Pokus byl prováděn ve skleníku při 20°C. Paralelně byly pěstovány rostliny v baňkách uzavřených (=rostliny pokusné) a otevřených (=rostliny kontrolní).

V pokuse byly sledovány změny v obsahu organických kyselin v rostlinách pokusných i kontrolních.

K extrakci kyselin bylo použito modifikované metody podle Cruickhanka (1957) a Pohloudka-Fabiniho (1961). 30 g rostlinného materiálu je homogenizováno v mixéru dvakrát 3 minuty s 80% etanolem (konečný poměr je 100 ml alkoholu na 10 g tkáně). Čirý extrakt se získá odcentrifugováním zbytku nerozpustného materiálu rostlin. Z tohoto roztoku se etanol vakuově oddestiluje a zakalený extrakt se vyčechří filtrací přes křemelinu.

Extrakt obsahuje vedle organických kyselin ještě jiné látky, hlavně aminokyseliny a cukry, které znemožňují sledování organických kyselin. Proto je nutno nežádoucí příměsi nějakým způsobem odstranit. Nejužívanější a nejvýhodnější cestou je čištění extraktu na iontoměničích. Problémem bývá síla použitého anexu pro

izolaci. Silný anex zachycuje i velmi slabé kyseliny, ale zkresluje výsledky, protože se na něm rozkládají monosacharidy na organické kyseliny, především mléčnou, jantarovou a glykolovou. Proto jsme dali přednost slabým anexům (v mravenčovaném cyklu). Na těchto iontoměnících vznikají kyseliny rozpadem cukrů v nepatrném množství, které neovlivňuje výsledky. Jako katex byl použit Wofatit KSP 200 v H⁺ cyklu, jako anex pak Amberlite IRA v HCOO⁻ cyklu. Použitý sloupec měl průměr 17 mm a výšku 200 mm.

Systémem iontoměníčů protékal nejprve extrakt a potom ještě 200 ml vody rychlostí 1,5 ml/min. Na katexu se zachytily aminokyseliny a organické kyseliny se vázaly na anexu. Cukry soustavou iontoměníčů prošly. Organické kyseliny, vázané na anexu, byly pak z něho uvolněny 200 ml 12 N — HCOOH a eluát zahuštěn na 3 ml. Extrakty připravené popsanou metodou obsahují směs organických kyselin, jejíž analýza byla prováděna chromatograficky.

Při chromatografii bylo použito sestupného uspořádání s alkalickým vyvíjecím systémem o složení izopropanol — NH₃ — voda v poměru 70 : 5 : 25, na papíře Whatman 3. V tomto systému je podpořena disociace kyselin, koncentrace nedisociované formy je potlačena.

Složitá směs kyselin se velmi dobře dělí dvourozměrnou chromatografií, přičemž v prvním směru se používá alkalická vyvíjecí soustava, zatímco ve druhém soustava kyselá. V našem případě jsme použili v prvním směru soustavu etanol — NH₃ — voda v poměru 8 : 1 : 1 a ve druhém směru butanol — HCOOH — voda v poměru 10 : 2 : 5.

Po rozdělení kyselin jednorozměrnou chromatografií bylo přikročeno ke kvantitativní analýze. Po detekci organických kyselin anilinklukózovým pyridinovým činidlem (Hais, Macek 1960) byly chromatogramy rozstříhány na proužky (4×15 cm) tak, aby obsahovaly vždy skvrnu kyseliny neznámé koncentrace a skvrnu standardu. Intenzita vybarvení byla proměřena na vyhodnocovací foreogramů (ERI-10 Karl Zeiss, Jena, používaný filtr 3, citlivost derivační křivky II) v odraženém světle. Množství kyseliny bylo stanoveno porovnáním výšky vlny odpovídající standardu a proměřované kyseliny.

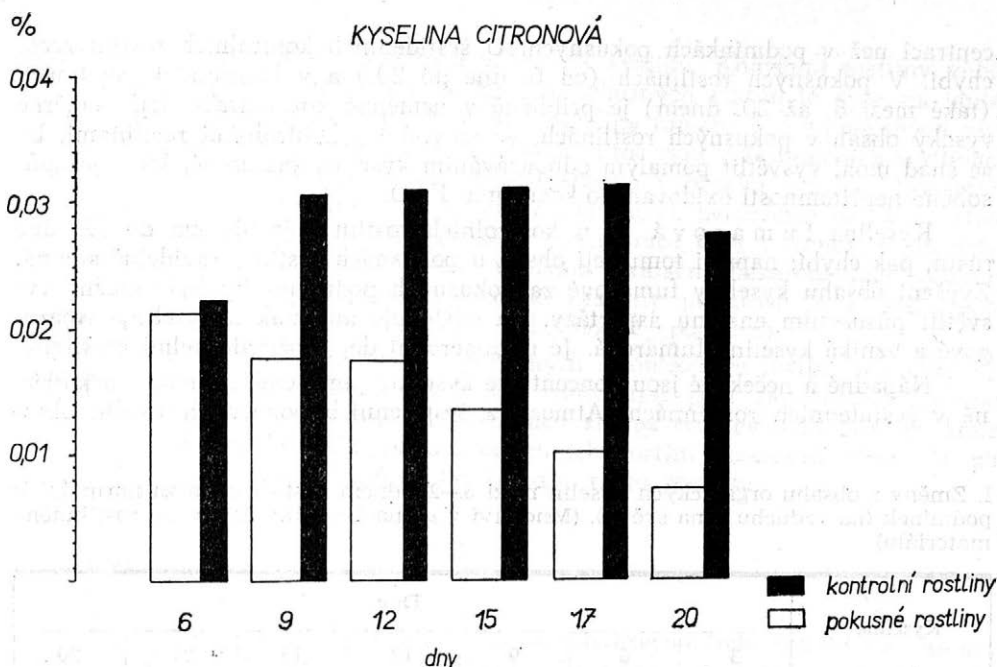
VÝSLEDKY A DISKUSE

V extraktu z rostlin hrachu bylo stanoveno osm kyselin: citrónová, cis-akonitová, fumarová, vinná, glykolová, jablečná, mléčná a jantarová. Výsledky ukázaly, že kyselina mléčná v kontrolních rostlinách je obsažena v dosti stále neměnné koncentraci. V pokusných rostlinách obsah kyseliny mléčné od 6. dne růstu pravidelně stoupá a dosahuje téměř dvojnásobného množství proti kontrolním rostlinám. Pokusné rostliny obsahují tedy o 85 % více kyseliny mléčné než kontrolní rostliny. To by odpovídalo změně v odbourávání kyseliny pyrohroznové v rostlinách pěstovaných v uzavřené atmosféře z aerobního způsobu také na anaerobní (obr. 1).

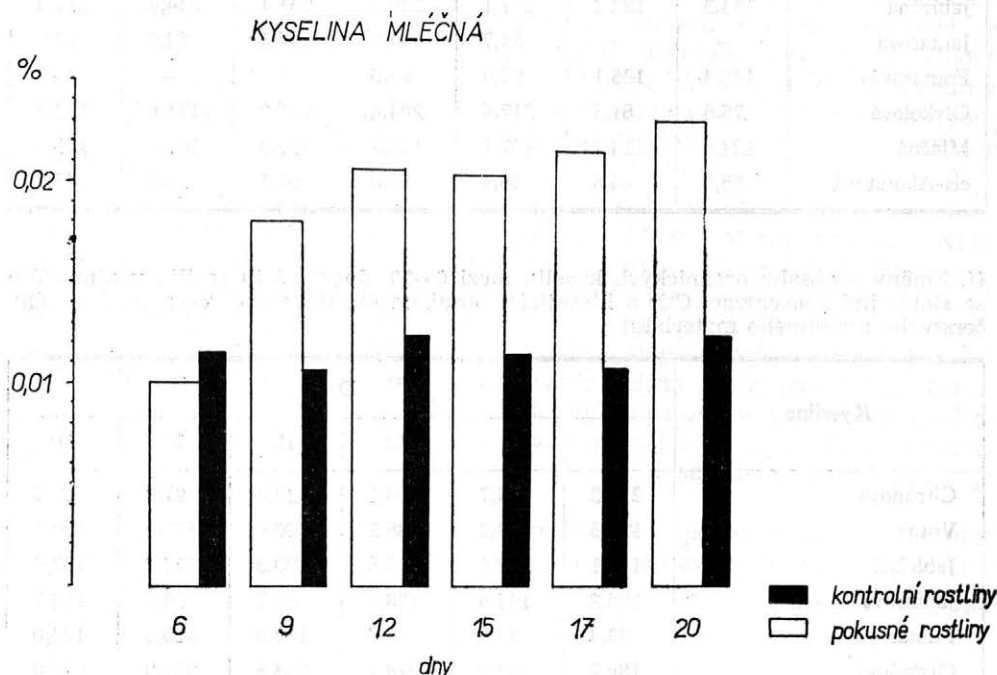
Obsah kyseliny citrónové v kontrolních rostlinách je značně vysoký a během ontogeneze stoupá. V pokusných rostlinách se její obsah během vývoje (opět od 6. dne) snižuje. Obsah kyseliny citrónové u dvacetidenních pokusných rostlin je přibližně 4krát menší než u kontrolních rostlin. Mezi obsahem kyseliny mléčné a citrónové u pokusných rostlin byla nalezena závislost: stoupající množství kyseliny mléčné během růstu doprovází pokles v obsahu kyseliny citrónové (obr. 2).

Kyselina cis-akonitová v kontrolních rostlinách je ve stále nízké koncentraci. Za aerobních podmínek vzniká kyselina cis-akonitová v Krebsově cyklu z kyseliny citrónové přes karbeniový kation. Na kyselinu cis-akonitovou se mění jen velmi malá část kyseliny citrónové: na 98 % kyseliny citrónové připadají 3 % kyseliny cis-akonitové. V pokusných rostlinách nízký obsah této kyseliny během růstu klesá, až u dvacetidenních rostlin kyselina cis-akonitová úplně vymizí.

Kyselina jantarová se za aerobních podmínek objevuje v nižší kon-



1. Změny v obsahu organických kyselin mezi 3.—20. dnem růstu rostlin za normálních podmínek (na vzduchu a na světle)



2. Změny v obsahu organických kyselin mezi 6.—20. dnem růstu rostlin v atmosféře se stoupající koncentrací CO₂ a klesajícím obsahem O₂. (Množství v % váhy čerstvého rostlinného materiálu)

centraci než v podmínkách pokusných. U šestidenních kontrolních rostlin zcela chybí. V pokusných rostlinách (od 6. dne do 20.) a v kontrolních rostlinách (také mezi 6. až 20. dnem) je přibližně v neměnné koncentraci. Její poměrně vysoký obsah v pokusných rostlinách, ve srovnání s kontrolními rostlinami, by se snad mohl vysvětlit pomalým odbouráváním kyseliny jantarové, které je způsobeno nepřítomností oxidovaného koenzymu FAD.

Kyselina fumarová se u kontrolních rostlin objevuje jen do 12. dne růstu, pak chybí; naproti tomu její obsah u pokusných rostlin pravidelně stoupá. Zvýšení obsahu kyseliny fumarové za pokusných podmínek by bylo možné vysvětlit působením enzymu aspartázy. Ta odštěpuje amoniak z kyseliny asparagové a vzniká kyselina fumarová. Je to anaerobní děj v přírodě velmi rozšířený.

Nápadné a nečekané jsou koncentrace kyseliny jantarové, fumarové a jablečné v šestidenních rostlinách. Atmosféra šestidenních pokusných rostlin obsa-

I. Změny z obsahu organických kyselin mezi 3.—20. dnem růstu rostlin za normálních podmínek (na vzduchu a na světle). (Množství v μg na 1 g váhy čerstvého rostlinného materiálu)

Kyselina	Dny						
	3	6	9	12	15	17	20
Citrónová	210,0	225,0	306,9	288,5	310,8	312,3	275,5
Vinná	88,5	100,0	113,3	114,2	94,2	64,0	69,3
Jablečná	153,3	182,2	207,1	229,7	231,1	244,4	217,3
Jantarová	—	—	54,7	44,9	44,4	62,7	73,3
Fumarová	148,4	135,1	84,9	92,0	—	—	—
Glykolová	75,6	81,3	212,4	204,4	226,2	171,6	139,6
Mléčná	124,4	114,7	107,1	122,7	117,3	107,6	125,8
cis-Akonitová	55,5	44,8	56,4	55,0	51,1	34,6	45,7

II. Změny v obsahu organických kyselin mezi 6.—20. dnem růstu rostlin v atmosféře se stoupající koncentrací CO_2 a klesajícím obsahem O_2 . (Množství v μg na 1 g váhy čerstvého rostlinného materiálu)

Kyselina	Dny					
	6	9	12	15	17	20
Citrónová	214,2	175,7	168,1	134,0	97,6	69,3
Vinná	121,3	113,3	86,2	100,0	116,9	120,4
Jablečná	115,1	147,6	165,8	170,2	174,2	132,0
Jantarová	106,2	104,9	108,9	98,7	94,2	118,7
Fumarová	72,4	73,8	96,4	117,8	125,3	124,0
Glykolová	186,2	182,7	214,7	253,8	248,9	269,8
Mléčná	98,2	177,8	208,9	195,6	220,0	233,8
cis-Akonitová	45,7	40,4	34,6	23,1	16,4	—

hovala 5,5 % kyslíčnicku uhličitého a 14,6 % kyslíku. Kontrolní rostliny vůbec neobsahují kyselinu jantarovou, zatímco u pokusných rostlin je kyselina jantarová v dosti vysoké koncentraci. Množství kyseliny fumarové je v pokusných rostlinách poloviční než v kontrolních rostlinách. Proč jsou v šestidenních rostlinách rozdíly v koncentraci kyselin tak velké (zejména v obsahu kyseliny fumarové, která by mohla snadno přejít na kyselinu jablečnou), nemůžeme prozatím uspokojivě vysvětlit. Zdá se, jakoby zvýšená koncentrace CO_2 v atmosféře nejdříve postihla kyselinu jantarovou, která vznikala oxidační dekarboxylací kyseliny ketogutarové, a dehydrogenací vytvořené kyseliny jantarové byla buď zastavena inhibicí sukcinátdehydrogenázy, nebo hodně zpomalena.

Množství kyseliny vinné u pokusných i kontrolních rostlin se takřka neměnilo a změny způsobené uzavřenou atmosférou jsou zanedbatelné. Obsah kyseliny glykolové v kontrolních rostlinách stoupá od devátého dne, ke konci sledované růstové periody (u dvacetidenních rostlin) poněkud klesá. U pokusných rostlin obsah stoupá až do 20. dne růstu rostliny.

SOUHRN

Analýza organických kyselin v rostlinách hrachu byla provedena chromatografickým dělením rostlinných extraktů. Extrakty byly čištěny pomocí iontoměničů.

V rostlinách hrachu dochází v průběhu 20 dnů ke kvantitativním změnám v obsahu organických kyselin. U kontrolních rostlin pěstovaných na vzduchu stoupá množství kyseliny citrónové a jablečné, zatímco kyselina fumarová se objevuje jen u tří- až dvanáctidenních rostlin. Množství kyseliny glykolové stoupá do devátého dne růstu rostliny, od 17. dne růstu opět klesá. Kyseliny cis-akonitová, vinná a mléčná jsou v rostlinách pěstovaných za normálních podmínek v nevelké, poměrně neměnné koncentraci. Kyselina jantarová se objevuje až devátý den růstu.

U pokusných rostlin v uzavřené atmosféře se zvyšujícím se obsahem CO_2 a klesajícím množstvím O_2 se obsah kyseliny citrónové stářím snižuje, rovněž tak obsah kyseliny cis-akonitové, která je v pokusných rostlinách jen v nepatrném množství. U rostlin starých 20 dní se kyselina cis-akonitová již neobjevuje. Obsah kyseliny vinné kolem 12. dne růstu přechodně klesá, pak opět stoupá, a to tak, že dvacetidenní rostliny obsahují stejné množství kyseliny vinné jako rostliny šestidenní. Kyselina jantarová je během růstu pokusných rostlin v přibližně stejné koncentraci. Obsah kyseliny fumarové u pokusných rostlin, na rozdíl od kontrolních, pravidelně stoupá, a rovněž i obsah kyseliny jablečné, glykolové a mléčné. Obsah kyseliny jablečné ve dvacetidenních rostlinách je poněkud nižší.

U rostlin pěstovaných za pokusných podmínek odpovídají změny v obsahu organických kyselin změně aerobního způsobu odbourávání cukrů v anaerobní.

Došlo dne 13. 5. 1966

Literatura

1. BARTHOVÁ, J. - LEBLOVÁ, S. - KOŠTÍŘ, J.: Vliv světla, tmy a změn v koncentraci CO_2 a O_2 v atmosféře na růst a výměnu plynů *Pisum sativum* L. - v tisku. — 2. LEBLOVÁ, S.: Metabolické změny v klíčících rostlinách hrachu při změně vnějších podmínek III. = „Rostlinná výroba“ 12, 1966, č. 11, s. 1143-1164. — 3.

CRUICKSHANK, I. A. M.: A Chromatographic Analysis of the Free Amino-Acids, Organic Acids and Sugars in Flax (*Linum usitatissimum*). = „J. Sci. Food and Agric.“ 1957, č. 1, s. 26-30. — 4. POHLOUDEK - FABINI, R. - WOLLMANN, H.: Versuche zur Ausarbeitung eines Analysenganges zur Bestimmung von organischen Säuren in Pflanzmaterial. = „Pharmazie“ 16, 1961, s. 442-54. — 5. HAIS, I. M. - MACEK, K. a kolektiv: Papírová chromatografie. NČAV, Praha 1959.

Метаболические изменения во всходах гороха при изменении внешних условий.

IV. часть

Анализ органических кислот в растениях гороха был проведен с помощью хроматографического анализа растительных вытяжек. Экстракты были очищены с помощью ионообменников.

В растениях гороха в течение 20 суток происходят количественные изменения в содержании органических кислот. У контрольных растений, выращиваемых на воздухе, увеличивается количество лимонной и яблочной кислот, в то время как фумаровая кислота появляется только у трех- и до двенадцатидневных растений. Количество гликолевой кислоты повышается до девятого дня роста растения, с 17 дня роста оно снова падает. Цис-аконитовая, виноградная и молочная кислоты, находятся в растениях, выращиваемых в нормальных условиях, в небольшой, сравнительно постоянной концентрации. Янтарная кислота встречается лишь на девятый день роста.

У подопытных растений в закрытой атмосфере с увеличивающимся содержанием CO_2 и уменьшающимся содержанием O_2 содержание лимонной кислоты с возрастом снижается, а также содержание цис-аконитовой кислоты, которая находится в подопытных растениях лишь в незначительном количестве. У 20-дневных растений цис-аконитовая кислота уже не появляется. Содержание виноградной кислоты около 12 дня возраста временно снижается, затем снова повышается, причем так, что двенадцатидневные растения содержат такое же количество виноградной кислоты, как и шестидневные. Янтарная кислота в ходе роста подопытных растений находится в приблизительно одинаковой концентрации. Содержание фумаровой кислоты в подопытных растениях, в отличие от контрольных, регулярно повышается, а также содержание яблочной, гликолевой и молочной кислот. Содержание яблочной кислоты в двенадцатидневных растениях несколько ниже. У растений, выращиваемых при опытных условиях, изменения содержания органических кислот отвечают изменению аэробного способа разрушения сахаров в анаэробный.

Текст к таблицам

- I. Изменения в содержании органических кислот между 3 и 20 днями возраста растений при нормальных условиях (на воздухе и на свету). Количество в μg на 1 г веса свежего растительного материала
- II. Изменения в содержании органических кислот между 6 и 20 днем возраста растений в атмосфере с повышающейся концентрацией CO_2 и понижающимся содержанием O_2 . (Количество в μg на 1 г веса свежего растительного материала)

Metabolic Processes in Pea Seedlings during Environmental Changes

IV Part

Organic acids in pea plants have been analysed by chromatography of plant extractions. Ionic exchangers served for the purification of extracts.

Quantitative changes in the contents of organic acids occur in pea plants during 20 days. In control plants grown in the air, the amounts of citric acid and malic acid increase, whereas fumaric acid occurs in three to twelve days old plants only. The amount of glycolic acid rises up to the ninth day of the plant growth and drops from the 17th day anew. Cis-aconitic acid, tartaric acid and lactic acid occur in comparatively small but constant amounts in plants grown under normal conditions. Succinic acid appears first in the ninth day of growth.

In experimental plants grown in a closed room where the concentration of CO_2 was increasing whereas that of O_2 was dropping, the amount of the citric acid decreased in parallel to the plant age, and the same concerned the cis-aconitic acid which was contained in experimental plants in very small amounts only. No cis-aconitic acid was present in 20 days old plants more. The concentration of the tartaric acid transitorily drops at about the 12th day, and then it rises anew so that 20 days old plants contain the same amount of tartaric acid as the six days old plants. Succinic acid remains on an approximately constant level during the whole growth of experimental plants. The contents of the fumaric acid regularly increases in experimental plants in contrast to controls, and the same is the case with the contents of the malic, glycolic and lactic acid. The concentration of the malic acid was somewhat lower in twenty days old plants. The changes in the contents of organic acids occurring in plants grown under experimental conditions correspond to a shift from the aerobic oxidation of sugars to the anaerobic one.

Text to Tables

- I. Changes in the contents of organic acids between the 3rd to 20th day of plant growth taking place under normal conditions (in air and on light)
- II. Changes in the contents of organic acids between the 6th to 20th day of plant growth taking place in an atmosphere containing increasing concentration of CO_2 and decreasing one of O_2 (amounts in g per 100 g fresh weight of plant material)

Metabolische Änderungen in den Keimpflanzen der Erbse bei der Änderung von äußeren Bedingungen

IV. Teil

Durch chromatographische Teilung von Pflanzenextrakten wurde die Analyse organischer Säuren bei Erbsenpflanzen durchgeführt. Die Extrakte wurden mit Hilfe von Ionenaustauschern gereinigt.

In den Erbsenpflanzen ergeben sich im Laufe von 20 Tagen quantitative Änderungen des Gehaltes von organischen Säuren. Bei Kontrollpflanzen, die bei Licht und Luft angebaut werden, steigt der Gehalt der Zitronen- und Apfelsäure, während die Fumarsäure nur bei 3 bis 12 Tage alten Pflanzen vorkommt. Der Gehalt an Glykolsäure steigt bis zum neunten Tage des Pflanzenwachstums, vom siebzehnten Tage an sinkt er wieder. Die cis-Akonitsäure, Weinsäure und Milchsäure kommen in Pflanzen, welche unter normalen Bedingungen angebaut werden, in kleiner unveränderlicher Konzentration vor. Die Bernsteinsäure zeigt sich erst am neunten Tage des Wachstums.

Bei Versuchspflanzen in geschlossener Atmosphäre mit ansteigendem Gehalt von CO_2 und sinkendem Gehalt von O_2 senkt sich mit dem Alter der Inhalt der Zitronen- und cis-Akonitsäure. Die zweitgenannte Säure kommt in den Versuchspflanzen in geringen Mengen vor. Bei 20 Tagen alten Pflanzen erscheint die cis-Akonitsäure nicht mehr. Der Gehalt an Weinsäure sinkt vorübergehend um den zwölften Tag des Wachstums, dann steigt er wieder in der Weise, daß zwanzig Tage alte Pflanzen die gleiche Menge von Weinsäure wie sechs Tage alte Pflanzen aufweisen. Die Bernsteinsäure bleibt während des Wachstums der Versuchspflanzen in einer annähernd gleichen Konzentration. Der Gehalt an Fumarsäure sowie der Apfel-, Glykol- und Milchsäure steigt in den Versuchspflanzen regelmäßig im Vergleich mit den Kontrollpflanzen. Der Gehalt an Apfelsäure ist bei zwanzig Tagen alten Pflanzen einigermaßen niedriger. Bei Pflanzen, welche unter Versuchsbedingungen angebaut werden, entsprechen die Veränderungen des Gehaltes von organischen Säuren der Änderung der aeroben Weise des Zuckerabbaues in anaerobe Weise.

Text zu den Tabellen

- I. Änderungen des Gehaltes von organischen Säuren zwischen dem 3—20 Tag des Pflanzenwachstums unter normalen Bedingungen (an der Luft und bei Licht). Die Menge in % g des Gewichtes von frischem, pflanzlichem Material

II. Änderungen im Gehalt von organischen Säuren zwischen dem 6—20 Tag des Wachstums in einer Atmosphäre mit steigender CO₂-Konzentration und sinkendem Gehalt von O₂. (Die Menge in % des Gewichtes des frischen, pflanzlichen Materials)

Adresa autorek:

Jana Barthová, prom. chem., doc. RNDr. PhMr. Sylva Leblová, CSc., Jana Větrovská, prom. chem., Přírodovědecká fakulta Karlovy university, katedra biochemie, Praha 2, Albertov 2030

■ Dosavadní poznatky o ekologii našich lučních rostlin jsou velmi kusé a jsou do značné míry poznamenány subjektivními hledisky a zkušenostmi autorů. Poznání skutečné ekologické amplitudy jednotlivých druhů a fytoocenóz v rámci hlavních faktorů má velký význam pro stanovení pratotechnických zásad podle botanického složení porostů. Z praktického hlediska nás zajímají i pícninářsky bezvýznamné druhy, které však mají z hlediska některého ekologického faktoru velmi nízkou stanovištní amplitudu, takže se dají považovat za biologické indikátory. Cílem této práce je posouzení ekologických indikačních hodnot našich nejrozšířenějších lučních druhů.

Prvou rozsáhlou studií o možnostech využití rostlin jako biologických indikátorů ekologických podmínek v USA sestavil Clements (1920).

V SSSR se zabýval fotoindikací při geologickém a hydrologickém průzkumu Viktorov (1955). Velmi podrobně rozpracoval rozšíření lučních rostlin v jednotlivých stupních ekologických řad Ramenskij (1956).

De Vries (1957) vypočítal pro poměry Holandska indikační hodnoty nejrozšířenějších druhů lučních na základě frekvence, která byla zjištěna metodou malých čtverců.

Pro německé poměry indikační hodnoty lučních rostlin odhadem stanovil Klapp (1957) a Ellenberg (1950). Z širšího hlediska se fytoindikací zabýval Krüdener a Becker (1941).

Klečka a Fabián (1934) upozornili na význam řady biologických indikátorů pro ekologickou charakteristiku lučního stanoviště. Klika (1954) však soudil, že jednotlivé druhy rostlin samy o sobě nemohou být indikátory prostředí. Sýkora (1959) zhodnotil význam osmdesáti různých druhů rostlin jako indikátorů při geologickém průzkumu, přičemž odhadem vyjádřil indikační hodnoty druhů pěticeleňnou stupnicí. Pro hlavní luční rostliny rozsah stanovištní amplitudy v našich podmínkách odhadem stanovil Regal (1963).

METODIKA

V analytické části práce se vycházelo z těchto rozborů a podle stejné metodiky jako v pracích o ekologii lučních trav a leguminóz (Regal 1964, Regal-Štráfelda 1959). Celkem bylo analyzováno v letech 1956–60 430 přirozených travních porostů na celém území ČSSR. Na všech stanovištích byly zjištěny ekologické stupně hlavních faktorů v rámci pětistupňových ekologických řad. U všech devadesáti sledovaných druhů se vypočítala průměrná dominance a prezenze pro každý ekologický stupeň u šesti faktorů. Indikační hodnota se samostatně stanovila na základě dvou ukazatelů: a) Ip — prezenze, b) Ip. d — ukazatel výskytu (součin průměrné dominance a prezenze). K výpočtu indikačních čísel byl použit vzorec podle de Vriese a kol. (1957):

$$I = \frac{(e_5 + 0,5 e_4 - 0,5 e_2 - e_1) \cdot 100}{e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5}$$

v němž e_1 představuje nejnižší ekologický stupeň každého faktoru a e_5 nejvyšší stupeň. Indikační čísla mohou teoreticky v krajních hodnotách dosáhnout ± 100 , a to u druhů, které by se vyskytovaly výhradně na jednom z extrémních stupňů ekologické řady.

Příklad výpočtu indikační hodnoty smilky tuhé pro obsah živin v půdě. Její prevalence na jednotlivých ekologických stupních: $N_1 (= e_1)$ oligotrofní — 81 %, $N_2 (= e_2)$ mezooligotrofní — 26 %, $N_3 (= e_3)$ mezotrofní — 7 %, N_4 a $N_5 = 0$.

$$I_p = \frac{(-13 - 81) \cdot 100}{81 + 26 + 7} = -82,13$$

Indikační hodnota, vypočítaná ze součinu průměrné dominance a prevalence u indikátorů je zpravidla ještě vyšší, neboť na extrémních ekologických stupních se současně zvyšuje podstata projektivní dominance. Tak u smilky pro obsah živin v půdě $I_{p.d} = -97$.

Z toho vyplývá, že smilka tuhá je výrazným indikátorem nejchudších půd.

VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ

U druhů s velmi širokou stanovištní amplitudou v rámci určitého ekologického faktoru dosahují indikační čísla nízkých hodnot ($0 - \pm 20$). Druhy ekologicky plastické vykazují indikační hodnoty $\pm 20 - \pm 40$. Indikační čísla v rozmezí $\pm 40 - \pm 60$ označují druhy s nízkou indikační hodnotou, $\pm 60 - \pm 80$ druhy s dobrou indikační hodnotou a $\pm 80 - \pm 100$ výrazné indikátory.

V tabulkách jsou sestaveny indikační hodnoty odděleně pro trávy (tab. 1), pro luční leguminózy (tab. 2) a pro luční byliny (tab. 3).

Z prevalence a dominance jednotlivých druhů o různých výrobních typech lze odvodit jejich vztah ke klimatickým podmínkám a nadmořské výšce. Indikační hodnoty tohoto komplexu jsou však současně v úzkém vztahu k rozdílným půdotvorným procesům v různé nadmořské výšce. Indikační čísla s negativní hodnotou označují druhy, které se častěji vyskytují v nižších polohách a naopak pozitivní hodnoty charakterizují horské podmínky. U tohoto komplexního faktoru nelze stanovit indikátory, neboť v našich rozborech nebyly pochyceny druhy s nižším výskytem, které jsou např. specifické pro subalpínské pásmo (*Juncus trifidus*, *Carex sempervirens* ap.).

V nižších polohách s úrodnějšími půdami byly zaznamenány především tyto druhy: *Arrhenatherum elatius*, *Bromus mollis*, *Poa palustris*, *Coronilla varia*, *Medicago falcata*, *Colchicum autumnale*, *Lychnis flos-cuculi*, *Plantago maior*, *Rumex crispus*, *Salvia pratensis*. Pro horské louky z druhů s širší amplitudou jsou příznačné: *Deschampsia flexuosa*, *Nardus stricta* a *Vaccinium myrtillus*.

Indikátory extrémních půdních druhů v převážné většině korespondují s indikátory vlhkostních poměrů. Většina význačných hygrolilních druhů je současně indikátorem těžkých půd. Tak pro hlinito-jílovité až jílovité půdy jsou příznačné: *Phalaris arundinacea*, *Phragmites communis*, *Lotus uliginosus*, *Angelica silvestris*, *Caltha palustris*, *Equisetum palustre* a *Filipendula ulmaria*. Lehké půdy naopak indikuje výskyt těchto druhů: *Deschampsia flexuosa*, *Coronilla varia*, *Euphorbia cyparissias* a *Hieracium pilosella*.

Jedním z nejdůležitějších faktorů, ovlivňujících výnosnost travních porostů zejména v mezofytních podmínkách, je úrodnost půdy, podmíněná především obsahem přístupného dusíku v půdě.

Průkaznou indikační hodnotu pro eutrofní půdy má především *Urtica dioica*, dále pak *Anthriscus silvestris*, *Geranium pratense*, *Heracleum sphondylium* a *Rumex crispus*. Výraznými indikátory oligotrofních stanovišť jsou: *Deschampsia flexuosa*, *Nardus stricta*, *Calluna vulgaris* a *Vaccinium myrtillus*. Spolehlivou indikační hodnotu tohoto ekologického stupně vykazují dále tyto druhy: *Agrostis canina*, *Briza media*, *Festuca ovina*, *Molinia coerulea*, *Sieglingia decumbens*, *Lotus uliginosus*; *Cirsium palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Hieracium pilosella*, *Luzula campestris* a *Potentilla tormentilla*.

V literatuře dosud největší pozornost byla věnována fytoindikaci půdní reakce. Z našich analýz však vyplývá, že většina druhů je v tomto směru velmi plastická a tak jsme z devadesáti druhů mohli určit pouze čtyři druhy jako význačné indikátory a osm druhů s průkaznou indikační hodnotou půdní reakce. Pro neutrální až slabě alkalické půdy je příznačná *Medicago falcata*, dále pak *Agrostis alba*, *Arrhenatherum elatius*, *Phragmites communis*; *Coronilla varia*, *Medicago lupulina*; *Cirsium oleraceum* a *Rumex crispus*.

Význačným indikátorem silně kyselých půd je *Deschampsia flexuosa*; *Calluna vulgaris* a *Vaccinium myrtillus*, avšak i *Nardus stricta* má průkaznou indikační hodnotu.

Fytoindikace vlhkostních poměrů stanoviště má velký význam zejména pro posouzení účelnosti odvodnění. Mnoho hygrofytů se však snadno přizpůsobuje poklesu hladiny podzemní vody. Z devadesáti sledovaných druhů jako výrazné indikátory se potvrdily *Scirpus silvatica* a *Caltha palustris*. Dobrou indikační hodnotu pro přebytek vody v půdě mají tyto druhy: *Agrostis canina*, *Phragmites communis*, *Juncus d. sp.*; *Lotus uliginosus*; *Angelica silvestris*, *Cirsium palustre*, *Equisetum palustre* a *Filipendula ulmaria*.

Indikátory nedostatku vláhy jsou *Euphorbia cyparissias* a *Hieracium pilosella*. Dobrou indikační hodnotu vykazují: *Festuca ovina*; *Coronilla varia*, *Medicago falcata*; *Daucus carota*, *Hypericum perforatum*, *Plantago media* a *Thymus d. sp.* To znamená, že vyšší dominance těchto druhů v porostu upozorňuje, že stanoviště je nevhodné pro intenzivní lukařství.

Sledování prezence a dominance, jakož i indikace ve výnosových třídách má význam především pro posouzení konkurenční schopnosti jednotlivých druhů v kulturních podmínkách, kde se mohou uplatnit většinou druhy, které mají průměrné indikační číslo vyšší než + 30. Pro louky s nejvyššími výnosy je charakteristický výskyt *Phalaris arundinacea*; *Rumex crispus* a *Urtica dioica*. K nim přistupuje řada druhů (např. kulturní trávy), které však často rostou i v porostech s průměrnou výnosovou schopností. Z leguminóz se v hustých porostech uplatňuje pouze *Vicia sativum*.

Porosty s nejnižšími výnosy charakterizují tyto indikátory: *Deschampsia flexuosa*, *Nardus stricta*; *Calluna vulgaris*, *Hieracium pilosella* a *Vaccinium myrtillus*. Spolehlivou indikační hodnotu v tomto směru mají též: *Briza media*; *Festuca ovina*, *Sieglingia decumbens*; *Medicago falcata*; *Potentilla tormentilla*, *Thymus d. sp.* a *Veronica officinalis*.

Ekologické podmínky stanoviště však nelze posoudit podle pouhé přítomnosti význačných indikátorů, bez ohledu na jejich dominanci. Dále je třeba přihlížet k ekologickým hodnotám všech přítomných druhů v zkoumaném lučním porostu.

Vypočítané indikační hodnoty na základě součinu prezence a průměrné dominance se mohou použít pro výpočet ekologického stupně určitého faktoru na analyzovaném stanovišti. Procento pokryvnosti každého druhu se násobí indikač-

I. Indikační hodnoty nejrozšířenějších lučních trav

	a) Výrobní typ		b) Půdní druh		c) Přístupný N v půdě		d) pH		e) Vlhkostní poměry		f) Výnosnost porostu		Zastoupení druhu	
	I_p	$I_{p \cdot d}$	I_p	$I_{p \cdot d}$	I_p	$I_{p \cdot d}$	I_p	$I_{p \cdot d}$	I_p	$I_{p \cdot d}$	I_p	$I_{p \cdot d}$	g) v počtu snímků	h) v % všech snímků
<i>Agropyrum repens</i>	-56	-67	-9	-2	+56	+68	+46	+65	-36	-28	+42	+48	78	18,2
<i>Agrostis alba</i>	-47	-54	+3	+29	+21	+21	+66	+62	-1	+13	+16	+20	69	16,1
<i>Agrostis canina</i>	+32	+32	+48	+62	-75	-73	-20	-53	+80	+80	-54	-48	51	11,9
<i>Agrostis vulgaris</i>	+36	+41	-21	-19	-36	-39	-40	-60	-23	-22	-37	-52	163	38,0
<i>Alopecurus pratensis</i>	-33	-33	+32	+42	+42	+63	+6	+13	+19	+21	+36	-65	164	38,2
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+22	+29	-17	+3	-43	-43	-40	-44	+4	-7	-40	-49	183	42,7
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-66	-78	-11	-25	+44	+54	+61	-54	-45	-41	+26	+36	74	17,3
<i>Avenastrum pubescens</i>	-36	-16	0	-7	-16	-28	+15	+20	-10	-13	-25	-30	44	10,3
<i>Briza media</i>	+15	+12	-1	+1	-66	-69	-9	-12	+20	+9	-64	-69	100	23,3
<i>Bromus mollis</i>	-72	-64	-4	-19	+40	+17	+28	+10	-42	-20	+27	+10	19	4,4
<i>Cynosurus cristatus</i>	+8	+14	+24	+21	-1	-5	-1	-1	+11	+27	-10	-18	50	11,7
<i>Dactylis glomerata</i>	-31	-31	-10	0	+47	+72	+32	+32	-31	-23	+28	+54	122	26,4

<i>Deschampsia caespitosa</i>	+22	+33	+24	+15	-14	-11	-14	-22	+45	+39	-10	-11	206	48,0
<i>Deschampsia flexuosa</i>	+76	+78	-61	-68	-83	-86	-86	-92	-41	-34	-89	-90	47	11,0
<i>Festuca pratensis</i>	-42	-44	+27	+30	+41	+48	+47	+37	+6	-3	+31	+35	164	38,2
<i>Festuca ovina</i>	-34	-53	-52	-60	-46	-55	+28	+25	-69	-82	-68	-78	82	19,1
<i>Festuca rubra</i>	-6	+6	-6	-25	-9	-3	-10	-20	+17	-8	-15	-17	213	49,7
<i>Holcus lanatus</i>	-20	-26	+24	+19	-16	-22	+15	+20	+41	+35	0	-6	128	29,8
<i>Holcus mollis</i>	+48	+50	+26	+40	-54	-29	-48	-20	+54	+31	-56	-45	38	8,9
<i>Lolium perenne</i>	-25	-23	+3	+8	+62	+50	+34	-5	+4	+1	+56	+28	31	7,2
<i>Molinia coerulea</i>	+46	+82	+16	+47	-77	-84	-30	-52	+48	+41	-50	-52	33	7,7
<i>Nardus stricta</i>	+63	+74	-10	-45	-82	-97	-71	-84	+28	+11	-76	-97	121	28,2
<i>Phalaris arundinacea</i>	-26	-31	+72	+84	+55	+44	+35	0	+58	+61	+66	+71	38	8,9
<i>Phleum pratense</i>	+8	+9	+7	+14	+39	+40	0	+8	+17	+22	+32	+39	67	15,6
<i>Phragmites communis</i>	-58	-23	+72	+76	+21	-6	+82	+73	+67	+83	+28	+70	34	7,9
<i>Poa angustifolia</i>	-57	-64	-2	-6	0	-4	+30	+25	-26	-57	-9	-21	116	27,0
<i>Poa pratensis</i>	-1	+19	0	-11	+41	+50	+2	+21	-1	+8	+33	+39	117	27,3
<i>Poa fertilis</i>	-83	-81	+43	+35	+50	+59	+41	+65	+22	+12	+55	+57	18	4,2
<i>Poa trivialis</i>	-45	-30	+43	+46	+51	+54	+15	+23	+43	+47	+49	+58	96	22,4
<i>Sieglingia decumbens</i>	+24	+19	-35	-46	-78	-78	-48	-47	-9	-16	-77	-78	49	11,4
<i>Trisetum flavescens</i>	-28	-24	-3	-4	+36	+38	+36	+34	-14	-16	+19	+26	71	16,6

II. Indikační hodnoty hlavních lučních leguminóz

	a) Výrobní typ		b) Půdní druh		c) Přístupný N v půdě		d) pH		e) Vlhkostní poměry		f) Výnosnost porostu		Zastoupení druhu	
	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	g) v počtu snímků	h) v % všech snímků
<i>Lathyrus pratensis</i>	-41	-35	+40	+40	+13	+25	+47	+38	+32	+30	+16	+26	90	20,9
<i>Lotus corniculatus</i>	-48	-48	-41	-14	-11	-22	+29	+25	-51	-63	-19	-23	96	22,3
<i>Lotus uliginosus</i>	+34	+19	+81	+85	-69	-51	-25	+10	+74	+81	-55	-42	24	5,6
<i>Medicago lupulina</i>	-49	-39	-10	-22	-9	-16	+74	+84	-58	-64	-19	-31	34	7,9
<i>Trifolium dubium</i>	-51	-26	-37	-17	-23	-33	+52	+40	+12	+15	-2	-11	36	8,4
<i>Trifolium hybridum</i>	-9	-10	+27	+22	-8	-8	+31	+29	+51	+49	-8	-3	61	14,2
<i>Trifolium pratense</i>	-13	+15	-10	-18	+7	+2	+17	+28	+9	+2	+2	-9	165	38,4
<i>Trifolium repens</i>	-11	-16	-29	-34	+13	+22	+6	+13	-18	-31	-3	+4	101	23,5
<i>Vicia cracca</i>	-5	-8	+4	-4	-19	-40	+8	+19	+9	+8	-27	-48	52	12,1
<i>Vicia sepium</i>	-13	-24	+14	-12	+46	+31	+1	+20	+9	+4	+37	+30	28	6,5
<i>Coronilla varia</i>	-76	-64	-70	-65	+3	-18	+70	+62	-74	-63	-39	-41	15	3,5
<i>Medicago falcata</i>	-80	-75	-37	-36	-14	-18	+92	+83	-86	-83	-68	-63	15	3,5

ním číslem (Ip. d) a součet těchto součinů se dělí celkovou pokryvností přítomných druhů, pro něž známe indikační hodnoty. Výslednou hodnotu lze převést na ekologický stupeň faktoru podle pěti- nebo desetičlenné stupnice takto:

Indikační hodnota porostu	-100	-80	-60	-40	-20	+1	+21	+41	+61	+81
	-81	-61	-41	-21	-0	+20	+40	+60	+80	+100
Ekologický stupeň	-5	-4	-3	-2	-1	+1	+2	+3	+4	+5
	1		2		3		4		5	

Postup při výpočtu ekologického stupně určitého faktoru je možno znázornit na příkladu výpočtu půdní reakce z botanického snímku lučního porostu.

Druh	Projektivní dominance D v %	Indikační hodnota Ip. d	Součin D. Ip. d	
<i>Agrostis vulgaris</i>	13	-60	-780	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2	-44	-88	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	5	-92	-460	
<i>Nardus stricta</i>	65	-84	-5460	
<i>Poa pratensis</i>	1	+56		+56
<i>Sieglia decumbens</i>	5	-47	-235	
<i>Achillea millefolium</i>	1	+27		+27
<i>Alchemilla vulgaris</i>	1	-43	-43	
<i>Calluna vulgaris</i>	5	-89	-445	
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	-19	-19	
	99	-	-7530	+83

$$-7447 : 99 = -75$$

Indikační hodnota -75 odpovídá podle tabulky prvnímu ekologickému stupni, což v naší ekologické řadě znamená $pH = < 4,0$. Potenciometricky stanovená aktivní půdní reakce vykázala $pH = 3,82$, což potvrdilo správnost vypočtené indikační hodnoty.

SOUHRN

Na základě 430 analýz lučních stanovišť a porostů byly vypočteny indikační hodnoty devadesáti nejrozšířenějších druhů v ČSSR. Pomocí těchto indikačních čísel je možno vypočítat střední indikační hodnotu porostu, která je spolehlivějším ukazatelem ekologických podmínek než samotný výskyt jednotlivých

III. Indikační hodnoty nejrozšířenějších lučních bylin

	a) Výrobní typ		b) Půdní druh		c) Přístupný N v půdě		d) pH		e) Vlhkostní poměry		f) Výnosnost porostu		Zastoupení druhu	
	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	I_p	$I_p \cdot d$	g) v počtu snímků	h) v % všech snímků
<i>Achillea millefolium</i>	-15	-14	-24	-33	+17	+20	+17	+27	-43	-54	0	+1	177	41,3
<i>Alchemilla vulgaris</i>	+43	+71	-12	-8	-7	+7	-14	-43	+17	-1	-13	-17	150	35,0
<i>Angelica silvestris</i>	-13	-23	+62	+63	-26	-4	+43	+61	+70	+70	-14	+10	31	7,2
<i>Bellis perennis</i>	-12	-12	+3	-12	+31	+30	+22	+14	+7	-10	+10	-10	33	7,7
<i>Calluna vulgaris</i>	+45	+55	-58	-69	-92	-97	-82	-89	-39	-56	-92	-99	30	7,0
<i>Caltha palustris</i>	+1	-30	+59	+75	-58	-47	-10	-23	+87	+84	-20	-13	45	10,5
<i>Cardamine pratensis</i>	-23	-25	+41	+58	+5	-17	+14	+41	+37	+50	+5	-5	32	7,5
<i>Carum carvi</i>	+26	+23	-3	-1	+43	+65	+36	+25	-2	-7	+25	+54	45	10,5
<i>Cerastium vulgare</i>	-56	-62	-4	-34	+16	+6	-5	-15	-39	-48	+4	-6	44	10,3
<i>Cirsium oleraceum</i>	-40	-34	+55	+62	+27	+37	+70	+82	+46	+40	+37	+58	46	10,7
<i>Cirsium palustre</i>	+23	+30	+56	+61	-66	-66	-40	-30	+69	+69	-51	-42	69	16,1
<i>Colchicum autumnale</i>	-74	-81	+26	+16	-2	-5	+26	+49	-22	-5	-4	+15	48	11,2
<i>Daucus carota</i>	-44	-42	0	-24	-26	-41	+38	+61	-76	-71	-37	-8	33	7,7
<i>Equisetum palustre</i>	-21	-18	+62	+59	-8	-25	+42	+35	+70	+63	+13	+4	82	19,1
<i>Euphorbia cyparissias</i>	-38	-64	-64	-63	-36	-28	+44	+51	-88	-92	-60	-57	22	5,1
<i>Filipendula ulmaria</i>	+3	+20	+68	+76	-62	-77	+48	+47	+66	+67	-45	-50	37	8,6
<i>Geranium pratense</i>	-44	-50	+28	+40	+62	+77	+45	+43	+9	+10	+54	+65	51	11,9

<i>Heracleum sphondylium</i>	-10	-24	+5	-21	+61	+80	+39	+42	+1	+4	+39	+65	51	11,9
<i>Hieracium pilosella</i>	-7	-22	-72	-82	-71	-67	+3	+2	-82	-84	-87	-88	38	8,9
<i>Hypericum perforatum</i>	-32	-41	-48	-67	-42	-44	-14	+6	-66	-63	-48	-52	28	6,5
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	-50	-56	-1	-1	+1	-9	+6	+6	-16	-27	-1	-16	60	14,0
<i>Knautia arvensis</i>	-44	-46	-40	-50	-15	-11	+26	+21	-54	-50	-37	-33	26	6,1
<i>Luzula campestris</i>	+45	+62	-32	-44	-63	-74	-35	-50	-10	-31	-57	-80	51	11,9
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	-65	-70	+38	+26	-4	+6	+8	-11	+34	+50	+7	+15	70	16,3
<i>Pimpinella saxifraga</i>	-25	-23	-27	-21	-20	-25	-13	-19	-60	-56	-37	-37	30	7,0
<i>Plantago lanceolata</i>	-39	-44	-8	-12	+14	-3	+31	+25	-32	-58	0	-15	138	32,2
<i>Plantago maior</i>	-62	-59	-43	-27	+22	-7	-8	-29	-24	-22	-9	-24	17	4,0
<i>Plantago media</i>	-30	-41	-32	-31	+7	-12	+59	+47	-67	-56	-28	-45	44	10,3
<i>Polygonum bistorta</i>	+51	+52	-9	-14	-39	-49	-57	-61	+50	+52	-41	-46	55	12,8
<i>Prunella vulgaris</i>	+3	-10	-11	-9	+4	-14	+38	+30	0	-6	+6	-8	64	14,9
<i>Potentilla erecta</i>	+43	+42	-8	-24	-75	-85	-46	-54	+48	+25	-65	-72	91	21,2
<i>Ranunculus acer</i>	-8	+1	+23	+25	+9	0	+3	-4	+35	+31	+10	+3	209	48,7
<i>Ranunculus repens</i>	-34	-36	+46	+45	+42	+58	+25	+40	+41	+47	+41	+53	99	23,1
<i>Rhinanthus d. sp.</i>	+7	-5	+11	+14	-17	-30	+1	+22	+4	+31	-22	-42	31	7,2
<i>Rumex acetosa</i>	-36	-37	+26	+18	+22	+27	+17	+13	+24	+24	+24	+28	139	32,4
<i>Rumex crispus</i>	-78	-60	+48	+39	+63	+87	+71	+67	+26	+34	+62	+65	29	6,8
<i>Salevia pratensis</i>	-77	-95	-15	-13	-12	0	+28	+40	-59	-53	-29	-38	13	3,0
<i>Sanguisorba officinalis</i>	-49	-42	+30	+35	-10	-17	+52	+42	+38	+32	-6	-13	71	16,6
<i>Taraxacum officinale</i>	-10	-20	-12	-18	+45	+54	+23	+40	-30	-36	+29	+38	131	30,5
<i>Thymus d. sp.</i>	+15	-1	-48	-61	-52	-48	+8	-4	-66	-76	-75	-74	56	13,1
<i>Urtica dioica</i>	-2	-6	0	+24	+79	+89	-25	-34	+13	+15	+61	+63	21	4,9
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+85	+92	-55	-33	-95	-98	-88	-96	+13	+4	-96	-98	21	4,9
<i>Veronica chamaedrys</i>	+22	+45	-22	-17	+39	+45	-43	-13	-14	-5	+16	+37	44	10,3
<i>Veronica officinalis</i>	+24	+12	-49	-67	-59	-57	-14	-9	-12	-22	-66	-70	21	4,9

вých indikátorů. Tato metoda má největší význam pro stanovení úrodnosti luční půdy a vlhkostních poměrů stanoviště. Z botanického složení porostu lze dále vypočítat ekologický stupeň půdní reakce, vyjádřený v pětičlenné stupnici.

Došlo dne 7. 10. 1966

Literatura

1. CLEMENTS, F. E.: Plant indicators, Carnegie Inst. Wash., Publ. 290, 1920.
- 2. ELLENBERG, H. - ZELLER, O.: Wiesengesellschaften als Zeiger für den Boden und für Möglichkeiten der Ertragssteigerung. Landwirtschaftlicher Zentraldienst, Stuttgart 1950.
- 3. KLAPP, E.: Taschenbuch der Gräser. Berlin 1957.
- 4. KLEČKA, A. - FABIAN, J.: Vědecké základy lučního a pastevního pokusnictví. = „Sborník VÚZ“, sv. 117, Praha 1934.
- 5. KRÜGENER, A. - BECKER, A.: Atlas standortkennzeichnender Pflanzen für Bauingenieure und Landeswirtschaftler, Berlin 1941.
- 6. RAMENSKIJ, L. G. a kol.: Ekologičeskaja ocenka kormovych ugodij po rasti-tělnomu pokrovu. GISL, Moskva 1956.
- 7. REGAL, V. - KRAJČOVIČ, V.: Pícní-nářství. SZN Praha 1963.
- 8. SÝKORA, L.: Rostliny v geologickém průzkumu. ČSAV Praha 1959.
- 9. VIKTOROV, S. V.: Ispolzovaniye geobotaničeskogo metoda pri geologičeskich gidrogeologičeskich issledovanijach. IAN, 1955.
- 10. VRIES, D. M. de - A. A. KRUIJNE en H. MOOR: Veelvuldigheid van graslandplanten en hun aanwijzing van milieu-eigenschappen. Jaarboek van het I. B. S. 1957, p. 183-191.

Экологические индикационные показатели наиболее распространенных луговых растений СССР

На основе 430 анализов луговых местопроизрастаний и ботанического состава травостоя по формуле Вруса были вычислены индикационные показатели 90 наиболее распространенных видов растений в СССР для 5 основных экологических факторов и для урожайной способности травостоя. У видов с весьма широкой амплитудой произрастания в рамках определенного экологического фактора индикационные числа достигают низких значений (0 — 20). Экологически пластические виды дают значения ± 20 — ± 40 , а также виды со значением ± 40 — ± 60 имеют низкий индикационный показатель. Достоверные индикационные числа достигают значений ± 60 — ± 80 , а явные индикаторы — ± 80 — ± 100 . Индикационный показатель для всей ассоциации на определенном местопроизрастании вычисляется по сумме произведений индикационных показателей и доминанций отдельных видов. Эта сумма затем делится на общую доминанцию видов, индикационные показатели которых известны. Индикационный показатель всего травостоя является более надежным показателем экологических условий, чем отдельных индикаторов.

Объяснение к таблицам

Ip. — Индикационный показатель, вычисленный по частоте видов

Ip. d. — Индикационный показатель, вычисленный по произведению частоты и средней доминанции

- a) — высота над уровнем моря: более высокие положительные числа означают виды, растущие чаще всего в горных условиях
- b) — почвенный вид: отрицательные числа означают легкие почвы, а положительные числа — тяжелые почвы
- c) — запас усвояемых питательных веществ, в особенности азота в почве: — 80 — — 100 индикаторы олиготрофных почв, + 80 — + 100 эвтрофных почв
- d) — почвенная реакция: — 80 — — 100 индикаторы сильно кислых почв, + 80 — + 100 нейтральные почвы
- e) — водный режим почвы: — 80 — — 100 ксерофиты, + 80 — + 100 гигрофиты
- f) — урожай травостоя: — 80 — — 100 виды, растущие на лугах с урожаями сена

ниже 15 ц/га; положительные числа означают виды с хорошей конкурентной способностью в высокоурожайных травостоях

g) — число анализированных снимков, в которых принимал участие вид

h) — частота вида в % от всех 430 анализов.

Ecological Indication Values of the most distributed Meadow Plants in the Czechoslovak Socialist Republic

On the base of 430 analyses of meadow sites and the botanical growth composition the indication values of ninety, in the Czechoslovak Socialist Republic most distributed species were calculated according to the formula by de Vries for five fundamental ecological factors and for the yield ability of growth. At species with a very broad site amplitude the indication numbers achieve within a certain ecological factor low values ($0 - \pm 20$). Ecological plastic species show values of $\pm 20 - \pm 40$ and also species with a value of $\pm 40 - \pm 60$ have a low indication value. Significant indication numbers $\pm 60 - \pm 80$ and distinct indicators $\pm 80 - \pm 100$ are achieved by conclusive indication numbers. The indication of a whole association on a certain site is calculated from the sum of the indication values product and the density of the single species. This sum is then divided by the whole density of species, the indication value of which is known. The indication value of the whole growth is a more reliable index of the ecological conditions than the occurrence of the single indicators.

Explanations to the tables

Ip — indication value calculated from the frequency of the species

Ip.d. — indication value calculated from the products of the frequency and the average density

a) — altitude above sea level: the higher positive numbers show the species growing more frequently in mountain conditions

b) — soil type: the negative numbers show light soils and the positive numbers heavier soils

c) — supply of available nutrients especially N in soil: $-80 - -100$ indicators of oligotrophic soils; $+80 - +100$ eutrophic soils

d) — soil reaction: $-80 - -100$ indicators of very acid soils, $+80 - +100$ neutral soils

e) — water balance of the soil: $-80 - -100$ xerophytes, $+80 - +100$ hygrophytes

f) — growth yield: $-80 - -100$ varieties growing on meadows with yields of hay below 15 q/ha; the positive numbers denote the species with a good competition ability in high growth yields

g — numbers of the analyzed pictures where the species was represented

h) — frequency of the species of all the 430 analyses in %

Ökologische Indikationswerte der verbreitetsten Wiesenpflanzen der ČSSR

Auf Grund von 430 Analysen der Wiesenstandorte und der botanischen Zusammensetzung der Bestände errechnete man nach der Formel von de Vries die Indikationswerte von neunzig verbreitetsten Arten in der ČSSR für fünf grundlegende ökologische Faktoren und für die Ertragsfähigkeit des Bestandes. Bei Arten von sehr breiter Standortamplitude im Rahmen eines bestimmten ökologischen Faktors erreichen die Indikationszahlen niedrige Werte ($0 - \pm 20$). Ökologisch plastische Arten weisen Werte von $\pm 20 - \pm 40$ auf und ebenfalls Arten mit einem Wert von $\pm 40 - \pm 60$ haben eine niedrige Indikationszahl. Signifikante Indikationszahlen erreichen Werte von $\pm 60 - \pm 80$ und ausgeprägte Indikatoren $\pm 80 - \pm 100$. Der Indikationswert der gesamten Assoziation auf einem bestimmten Standort wird aus der Summe der Produkte der Indikationszahlen und der Dominanz der einzelnen Arten errechnet. Diese Summe wird sodann durch die Gesamt-Dominanz der Arten, deren Indikationszahl bekannt ist, dividiert. Die Indikationszahl des gesamten Bestandes ist ein verlässlicherer Kennwert der ökologischen Bedingungen, als das Vorkommen der einzelnen Indikatoren.

Erläuterungen zu den Tafeln

Ip — die aus der Artfrequenz errechnete Indikationszahl

Ip. d. — die aus den Produkten der Frequenz und der durchschnittlichen Dominanz errechnete Indikationszahl

a) — Höhe über dem Meeresspiegel: höhere positive Zahlen bezeichnen Arten, die öfters in Gebirgsbedingungen wachsen

b) — Bodenart: negative Zahlen bezeichnen leichte Böden und positive Zahlen schwerere Böden

c) — Vorrat an aufnehmbaren Nährstoffen, vor allem N, im Boden: —80 — —100 Indikatoren oligotropher Böden, +80 — +100 Indikatoren eutropher Böden

d) — Bodenreaktion: —80 — —100 Indikatoren stark saurer Böden, +80 — +100 neutralen Bodens

e) — Wasserhaushalt des Bodens: —80 — —100 Xerophyta, +80 — +100 Hygrophyta

f) — Ertragsfähigkeit des Bestandes: —80 — —100 die auf Wiesen wachsenden Arten mit einem Heuertrag unter 15 dt/ha; positive Zahlen bezeichnen Arten mit einer guten Konkurrenzfähigkeit in Hohertrags-Beständen

g) — Anzahl der analysierter Aufnahmen, in denen die Art vertreten war

h) — Frequenz einer Art in % von sämtlichen 430 Analysen.

Adresa autora:

Mr. prof. dr. Vladimír Regal, Vysoká škola zemědělská v Praze, Suchbát u Prahy

■ V zemědělské praxi se setkáváme často s potřebou sušení nebo dosoušení různých produktů jakožto nejlevnějším způsobem konzervace.

Nejpodstatnější část sušeného materiálu v zemědělství tvoří jeteloviny a luční seno. Většina autorů se shoduje v tom, že celkový stav sklizně a sušení těchto produktů je neuspokojivý; kromě jiných faktorů tkví hlavní příčiny zejména v nízkých výnosech a hlavně ve ztrátách při sklizni a sušení jak na kvantitě, tak na krmné kvalitě pícnin.

V posledních letech proběhla řada zkoušek a bylo navrženo několik základních technologií sklizně pícnin na seno, které vcelku dobře vyhovují našim podmínkám z hlediska kvality sena, organizace práce a mechanizace prací, avšak málo pozornosti bylo věnováno vlivu počasí v širším slova smyslu na jednotlivé způsoby sklizně a sušení.

Všechny vypracované technologie sklizně pícnin sušením (mimo průmyslové horkovzdušné sušení) jsou více nebo méně závislé na počasí; v příznivých letech jsou ztráty minimální, sklizeň hladce proběhne, avšak v letech s dlouhotrvajícím deštěm v období sklizně dochází ke ztrátám takřka stoprocentním; kdy místo kvalitního sena sklízíme zbytky vyluhovaných stonků, které mají krmnou hodnotu horší než sláma průměrné kvality. Této závislosti na počasí se zatím musíme bránit pasívně především volbou doby a způsobu sklizně, využíváním přirozených klimatických podmínek, ekonomických podmínek a popřípadě lepším využíváním předpovědi počasí.

Zhodnocení klimatických podmínek v ČSSR z tohoto hlediska nebylo u nás dosud v širším rozsahu provedeno. Úkolem této práce je vyplnit část této mezery s přihlédnutím zejména k dosoušení sena „studeným vzduchem“, tzn. vzduchem o jeho přirozených výsušných schopnostech. Tyto hodnoty je třeba znát jako výchozí při návrhu vzduchotechnických zařízení, návrhu tvaru a velikosti roštové sušárny, výšky vrstvy sušeného produktu a konečně i pro vlastní techniku sušení. Jako kritéria pro posouzení výsušných schopností vzduchu v jednotlivých oblastech jsme zvolili tzv. skutečnou vodní jímavost vzduchu (j).

Než přikročíme k vlastnímu stanovení vodních jímavostí pro jednotlivá místa, bude nutno definovat pojem „skutečná vodní jímavost vzduchu“. Ke vžitému názvu tohoto termínu lze podotknout, že není právě nejvhodnější. Vzduch je totiž schopen pojmout množství vodní páry udávané sytostním doplňkem (rozdíl mezi maximální a absolutní vlhkostí). Při vypařování vody do vzduchu se však snižuje jeho teplota, což má za následek, že se snižuje také jeho maximální vlhkost. Proto se nemůže vypařit množství udávané sytostním doplňkem,

ale množství podstatně menší. Aby se mohlo určit množství vody, které se může do vzduchu teoreticky vypařit, je třeba nejdříve zjistit závislost teploty vzduchu na množství do něj vypařené vody. Skupenské teplo vypařování vody je

$$L = 597 + 0,57 t \quad \text{kcal/kg}$$

objemové měrné teplo 1 m³ vzduchu je

$$C = c_p \cdot \rho \quad \text{kcal/m}^3 \cdot \text{grad}$$

Při tlaku 745 torr a teplotě 20 °C (střední hodnota pro obvyklý rozsah tlaku a teploty při sušení) je hustota vzduchu

$$\rho = 1,181 \quad \text{kg/m}^3$$

Tedy platí, že

$$C = 0,24 \cdot 1,181 = 0,28 \text{ kcal/m}^3 \cdot \text{grad}$$

Aby se v důsledku vypařování vody ochladil 1 m³ vzduchu o 1 °C, je třeba, aby se jí vypařilo

$$v = \frac{0,280}{597 + 0,6 t} \quad \text{kg}$$

Zanedbáme-li vliv teploty na skupenské teplo vypařování a budeme-li uvažovat průměrnou teplotu 20 °C, je toto množství rovno

$$v = \frac{0,280}{597} = 0,48 \cdot 10^{-3} \quad \text{kg}$$

tedy přibližně 0,5 g.

Abychom se přesvědčili, že pro tento účel lze zanedbat vliv změn tlaku a teploty vzduchu, vypočteme toto množství pro dva extrémní případy:

$$\begin{aligned} 1. \quad p &= 700 \text{ torr} \\ t &= 30 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad p &= 780 \text{ torr} \\ t &= 10 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

V prvním případě bude

$$v = \frac{0,259}{580} = 0,44 \cdot 10^{-3} \quad \text{kg}$$

v druhém případě

$$v = \frac{0,318}{591} = 0,54 \cdot 10^{-3} \quad \text{kg}$$

Při výpočtu zároveň zanedbáváme vliv vlhkosti vzduchu na hodnotu měrného tepla vzduchu. Měrné teplo suchého vzduchu je $c_d = 0,24 \text{ kcal/kg} \cdot \text{grad}$. Vypočteme měrné teplo vlhkého vzduchu při 20 °C a přibližně ve stavu nasycení (maximální vlhkost $A = 17 \text{ g/m}^3$),

pak

$$c_{vth} = \frac{0,24 \cdot 1,181 + 0,44 \cdot 17 \cdot 10^{-3}}{1,198} = 0,243 \text{ kcal/kg} \cdot \text{grad}$$

Změnu měrného tepla se změnou vlhkosti můžeme tedy také zanedbat.

Vzhledem k transcendentnímu charakteru závislosti maximální vlhkosti na teplotě je analytický výpočet složitý, a proto je výhodné určit hodnoty skutečné vodní jímavosti graficky.

Na grafu č. 1 je vynesena křivka závislosti maximální vlhkosti na teplotě.

Teplotní a vlhkostní stav je určen bodem o souřadnicích $[t; a]$; například stav vzduchu o teplotě $t = 30^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti $\varphi = 50\%$ je určen bodem M_1 . Bude-li se do vzduchu těchto vlastností vypařovat voda, bude vzrůstat jeho vlhkost a současně klesat teplota, v našem případě o 2°C na každý gram odpařené vody. Tyto stavové změny můžeme tedy znázornit na našem grafu přímkou procházející bodem M_1 se směrnici $-0,5$. Průsečík této přímky s křivkou maximální vlhkosti M' udává stav, při kterém je vzduch nasycen. To má za následek přerušení vypařování i další pokles teploty. Rozdíl vlhkostních souřadnic těchto dvou bodů udává celkové možné množství vypařené vody neboli skutečnou vodní jímavost „j“. Obdobným způsobem byly stanoveny hodnoty „j“ uvedené v následující tabulce (v g/m^3):

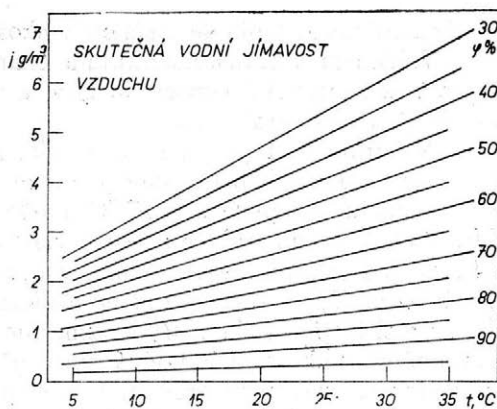
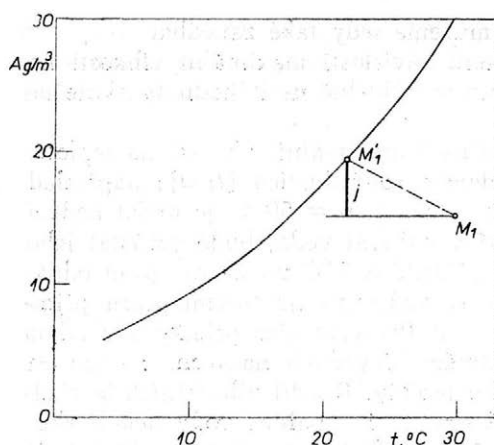
$\varphi\%$	5	10	15	20	25	30	35	$t^{\circ}\text{C}$
95					0,32	0,36	0,42	
90	0,30	0,42	0,53	0,58	0,63	0,74	0,78	
85					0,98	1,10	1,19	
80	0,72	0,90	1,08	1,20	1,33	1,45	1,60	
75					1,71	1,88	2,05	
70	1,08	1,34	1,60	1,82	2,05	2,32	2,50	
65					2,40	2,70	3,00	
60	1,51	1,74	2,16	2,48	2,82	3,13	3,55	
55					3,20	3,58	3,97	
50	1,88	2,28	2,70	3,21	3,62	4,05	4,55	
45					4,00	4,56	5,08	
40	2,29	2,78	3,30	3,90	4,45	4,95	5,62	
35					4,87	5,55	6,28	
30	2,71	3,30	3,92	4,70	5,37	6,05	6,84	

Pro lepší přehlednost jsou tyto hodnoty sestaveny do grafu č. 2.

Tímto způsobem určené hodnoty „j“ se dosti podstatně liší od hodnot uváděných v literatuře (Mikulík 1963, Pötke 1960), kde není zmínka o tom, jakým způsobem byly získány.

ROZDĚLENÍ ČSSR NA OBLASTI PODLE HODNOT MAXIMÁLNÍ SKUTEČNÉ VODNÍ JÍMAVOSTI

Jak již bylo řečeno úvodem, bylo třeba určit přirozené oblasti ČSSR podle výsušných vlastností vzduchu. Při tomto stanovení by nebylo výhodné určovat průměrné hodnoty vodní jímavosti. Jde-li nám o vymezení oblasti z hlediska

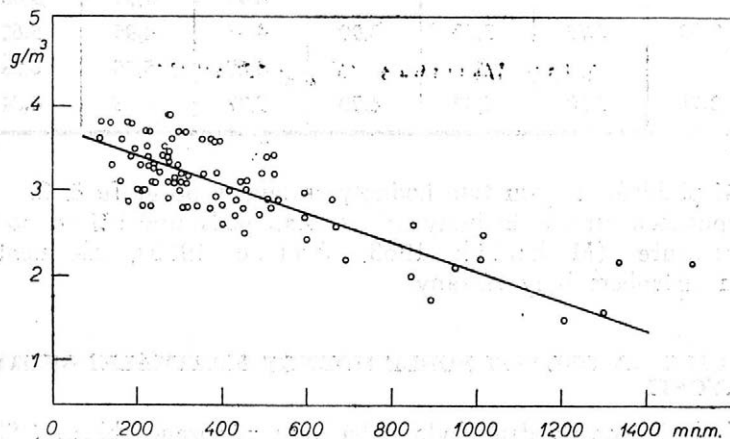


1. Křivka závislosti maximální vlhkosti na teplotě

2. Skutečná vodní jímavost vzduchu

vhodnosti pro sušení, je lépe použít relativních hodnot. Byly proto určeny hodnoty průměrné denní maximální skutečné vodní jímavosti, to znamená takové hodnoty, které průměrně denně vodní jímavost v období svého maxima dosahuje. Takto stanovené hodnoty jsou samozřejmě vyšší než hodnoty průměrné, ale pro srovnání oblastí jsou mnohem výstižnější. Průměrná denní maximální skutečná vodní jímavost byla určována pro jednotlivé stanice v období letních měsíců podle průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu v pozorovacím termínu 14 hodin (přibližně denní minimum) a podle průměrné denní maximální teploty vzduchu za období 25 let (1926–1950).

Při podrobnějším rozboru tab. I je patrné, že hodnota $j_{\max}$ závisí na nadmořské výšce. Na obr. č. 3 je tato závislost vyjádřena graficky (pro měsíc červenec). Lze odtud usoudit, že úbytek $j_{\max}$ na každých 100 m nadmořské výšky činí přibližně $0,2 \text{ g/m}^3$.



3. Závislost $j_{\max}$ na nadmořské výšce

I. Přehled vybraných stanic a jejich $j_{\max}$ v jednotlivých měsících

Stanice	Okres	Nadm. výška	$j_{\max}$ g/m ³				
			V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Aš	Děčín	669	2,3	2,5	2,6	2,2	2,0
Benecko		886	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5
Brandýs n/L		180	3,1	3,3	3,4	3,2	2,7
Brno		223	3,1	3,3	3,5	3,4	3,9
Březiny		141	2,9	3,2	3,3	3,2	2,7
Libverda							
Bzenec		204	3,1	3,3	3,4	3,1	2,9
Čáslav		249	2,9	3,0	3,2	3,0	2,7
Česká Lípa		285	2,7	3,0	3,1	2,8	2,4
České Budějovice		383	2,4	2,7	2,9	2,8	2,5
Dačice	Chrudim	495	2,8	3,0	3,4	3,3	2,8
Havl. Brod		455	2,6	2,8	3,1	3,0	2,6
Hlinsko		590	2,1	2,3	2,4	2,3	2,1
Hořice		355	2,8	3,0	3,2	3,0	2,6
Hostomice		347	3,1	3,4	3,6	3,7	3,2
Hranice		255	2,8	3,1	3,3	3,1	2,8
Humpolec		510	2,2	2,6	2,8	2,6	2,3
Cheb		483	2,3	2,6	2,7	2,7	2,3
Chlumeck n/C		228	2,5	2,7	3,0	2,8	2,5
Chrudim		270	2,6	2,9	3,0	2,8	2,5
Ivančice	Jičín	209	3,1	3,4	3,7	3,3	3,0
Jaroměř		260	2,6	3,1	3,5	3,2	2,7
Jevíčko		446	2,6	2,7	2,8	2,8	2,3
Kadaň		289	2,7	3,1	3,1	3,0	2,4
Karlovy Vary		385	2,9	3,2	3,2	3,1	2,6
Kbelnice		301	2,6	2,8	3,0	2,8	2,5
Klatovy		421	2,6	2,9	3,0	3,0	2,6
Kroměříž		204	2,7	2,8	3,0	2,9	2,3
Kunratice		288	2,9	3,1	3,3	3,3	2,8
Liberec	Praha z.	402	2,4	2,6	2,6	2,4	2,3
Liblice		227	2,7	2,9	3,1	3,1	2,6
Luhačovice		297	2,7	2,9	3,2	2,8	2,6
Lysá Hora		1317	1,4	1,5	1,6	1,3	1,3
Mariánské Lázně		581	2,4	2,7	2,7	2,7	2,3
Milešovka		835	1,8	2,0	2,0	1,9	1,6
Mladá Boleslav		221	2,6	2,8	2,8	2,7	2,4
Mutěnice		204	2,7	3,1	3,3	3,1	2,8
Olomouc		215	2,9	3,0	3,4	3,0	2,8

Stanice	Okres	Nadm. výška	$j_{\max} \text{ g/m}^3$				
			V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Opava	Benešov	272	2,6	2,9	3,1	3,0	2,7
Ostrava		212	3,0	3,2	3,4	3,2	2,7
Pančič		1214	1,3	1,5	1,5	1,4	1,3
Pardubice		226	2,8	3,0	3,3	3,0	2,7
Pelhřimov		487	2,5	2,8	2,9	2,8	2,4
Petrovice		513	2,5	2,7	2,9	2,8	2,5
Plzeň		354	2,7	3,1	3,2	3,2	2,7
Podbořany		316	2,8	3,1	3,2	3,1	2,6
Poděbrady		180	2,5	2,7	2,9	2,9	2,4
Praha-Karlovy		263	3,3	3,7	3,9	3,6	3,1
Prostějov		232	2,9	3,0	3,3	3,1	2,7
Průhonice		304	2,3	2,5	2,8	2,8	2,3
Přerov		213	2,7	2,9	3,0	2,8	2,5
Příbram		520	2,6	3,0	3,2	3,1	2,6
Radhošť		945	1,6	1,9	2,1	1,8	1,6
Roudnice n/L		187	3,0	3,3	3,5	3,4	2,9
Rožmitál		525	2,8	3,1	3,4	3,2	2,8
Rožnov pod Rad.		374	2,4	2,7	2,8	2,8	2,4
Říčany		241	2,6	2,8	3,1	2,8	2,5
Slaný		282	2,7	2,9	3,1	2,9	2,4
Stachy-Zadov	Hodonín	1003	1,6	2,1	2,2	1,9	1,7
Strážnice		175	3,2	3,5	3,8	3,6	3,2
Sušice		469	2,0	2,4	2,5	2,4	2,1
Tábor		441	2,7	2,9	3,1	3,0	2,6
Telč		527	2,4	2,7	2,9	2,9	2,3
Teplíce	Písek	228	3,0	3,3	3,4	3,3	2,8
Třeboň		433	2,4	2,7	2,9	2,7	2,3
Uhřetěves		295	2,4	2,8	3,1	2,9	2,5
Vizovice		302	2,3	2,5	2,8	2,6	2,4
Vráž		453	2,7	2,9	3,0	3,0	2,5
Vsetín		344	2,3	2,6	2,8	2,7	2,4
Vysoké n/Jiz.		695	2,0	2,1	2,2	2,1	1,7
Vyškov		251	2,7	3,0	3,4	3,3	2,7
Znojmo		306	3,1	3,4	3,7	3,5	3,0
Žamberk		430	2,3	2,7	2,7	2,5	2,2
Žatec		255	2,8	3,1	3,3	3,2	2,8
Banská Štiavnica		585	2,6	2,8	3,0	3,0	2,6
Bratislava-Vajnory		133	3,0	3,3	3,8	3,6	3,2

Stanice	Okres	Nadm. výška	$j_{\max} \text{ g/m}^3$				
			V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Brezno	Zvolen	506	2,4	2,6	2,9	2,8	2,4
Devínská N. Ves		154	2,6	2,9	3,1	3,0	2,7
Hurbanovo		115	3,1	3,4	3,8	3,6	3,2
Košice		206	3,0	3,1	3,4	3,3	2,9
Liptovský Hrádok		648	2,6	2,7	2,9	2,8	2,6
Lučenec		187	3,1	3,3	3,8	3,7	3,2
Martin		390	2,7	2,8	2,8	2,8	2,5
Moldava n/B.		210	3,2	3,2	3,7	3,6	3,0
Oravský Podzámok		493	2,7	2,9	3,2	3,0	2,7
Piešťany		162	3,0	3,2	3,6	3,5	3,0
Popradské Pleso		1513	1,7	2,0	2,2	1,9	1,8
Prievidza		280	3,0	3,3	3,6	3,3	3,0
Sabinov		313	3,0	2,9	3,1	3,0	2,7
Sása		396	2,8	3,1	3,6	3,3	2,8
Sliač kúpele		371	2,8	3,2	3,6	3,4	2,9
Starý Smokovec		1018	2,2	2,3	2,5	2,3	2,1
Štrbské Pleso		1330	1,9	2,0	2,2	2,1	1,8
Tatranská Lomnica		850	2,3	2,4	2,6	2,4	2,2
Trebišov		107	3,1	3,2	3,6	3,3	3,0
Trenčianské Tepl.		282	2,6	2,9	3,1	2,9	2,7
Víglaš-Pstruša		368	2,7	3,2	3,6	3,6	2,9
Zvolen		299	3,1	3,4	3,7	3,6	2,4

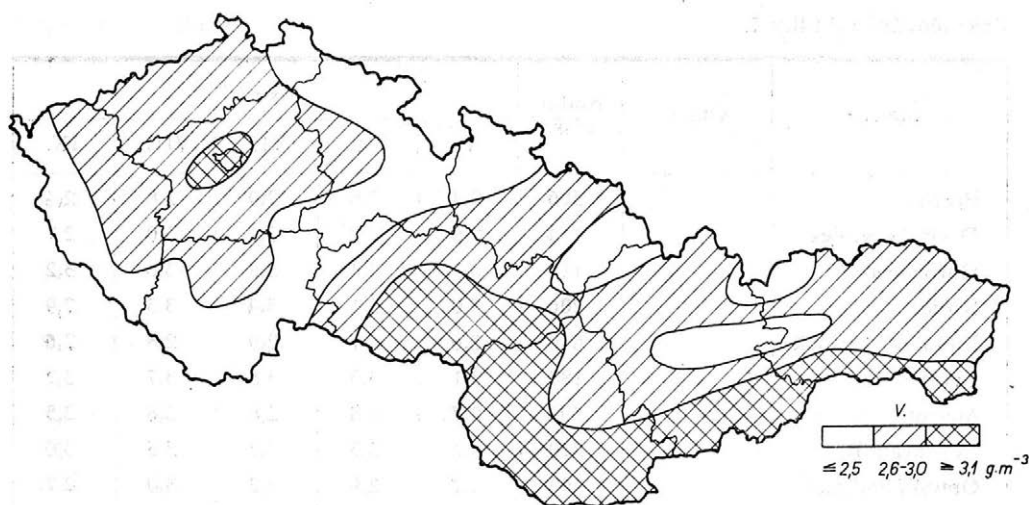
Hodnoty maximální skutečné vodní jímavosti byly vyneseny do map pro jednotlivé měsíce a území republiky bylo orientačně rozděleno do tří pásem:

- I. — do $2,5 \text{ g/m}^3$
 II. — $2,6 - 3,0 \text{ g/m}^3$
 III. — od $3,1 \text{ g/m}^3$ výše.

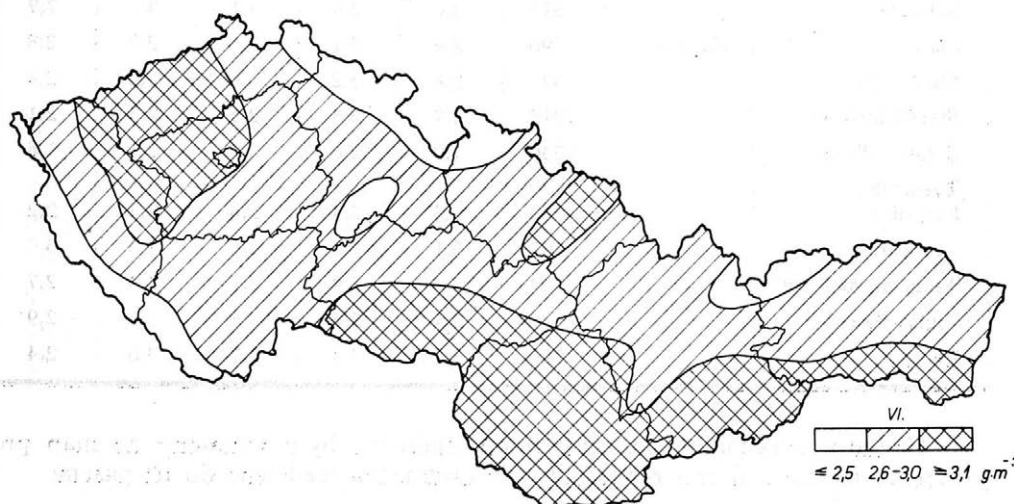
Při vymezování oblastí nebyly brány v úvahu údaje z výškových stanic (Milešovka, Lysá Hora apod.), protože tyto údaje nejsou pro danou oblast charakteristické.

DISKUSE VÝSLEDKŮ

Při návrzích technologie sušení a dosoušení se dosud používalo jako kritéria relativní vlhkosti vzduchu mnohdy jako průměrné hodnoty za celé letní období. Relativní vlhkost vzduchu sama o sobě nemůže být kritériem pro posouzení výsušných vlastností.

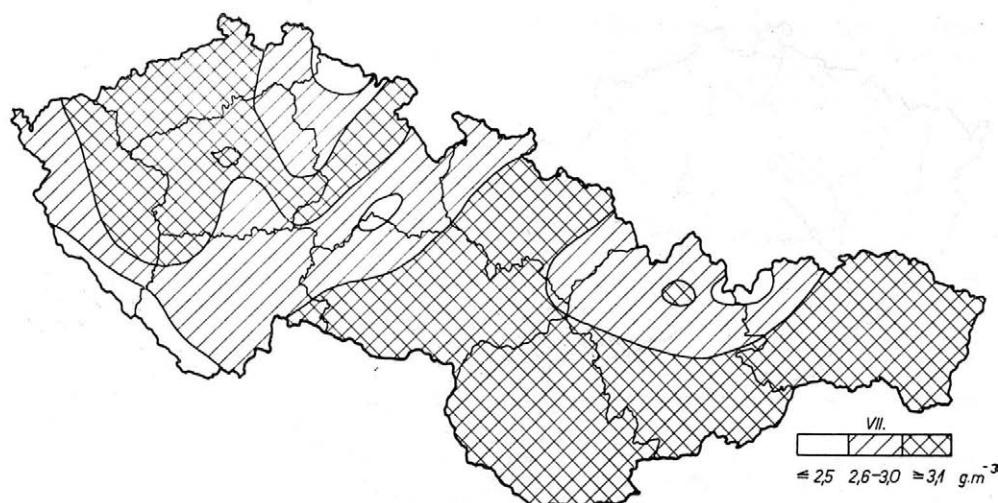


1. Průměrná denní maximální vodní jímavost vzduchu na území ČSSR v květnu

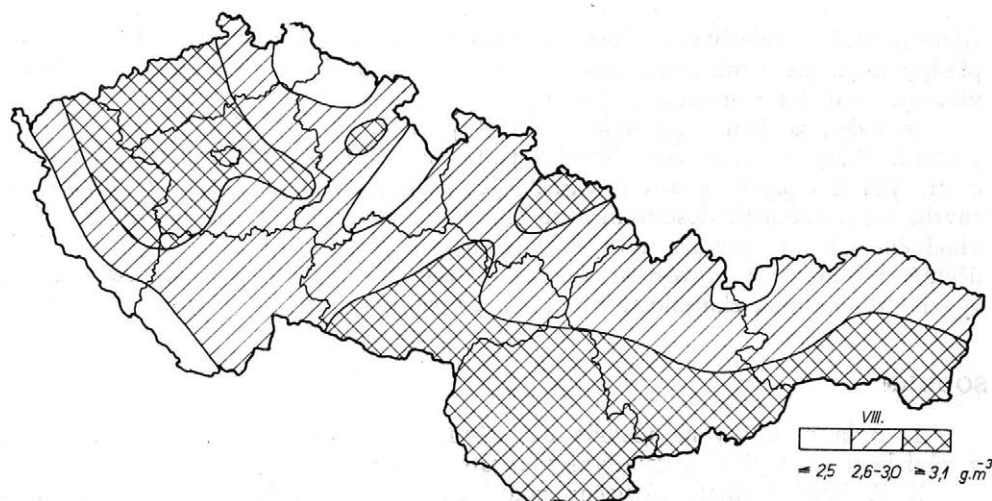


2. Průměrná denní maximální vodní jímavost vzduchu na území ČSSR v červnu

K zavedení pojmu „skutečná vodní jímavost“ jakožto kritéria pro posouzení výsušných schopností vzduchu je nutno uvážit několik omezujících předpokladů. V úvahách jsme předpokládali, že veškeré teplo potřebné k vypaření vody se spotřebuje jen ze vzduchu; ve skutečnosti však se neochlazuje jenom vzduch, nýbrž především sušící se produkt a cd něj teprve vzduch. Také jsme zanedbali ten fakt, že při sušení zejména živého materiálu intenzívními biologickými pochody vzniká teplo, které se významně podílí na vlastním vypařování vody (zejména při sušení zavadlé píce v roštové sušárně při dosoušení studeným vzduchem). Při sušení venku na poli se uplatňuje významně především záření a proudění okolního vzduchu. Konečně při sušení v sušárně se nesmí dopustit,



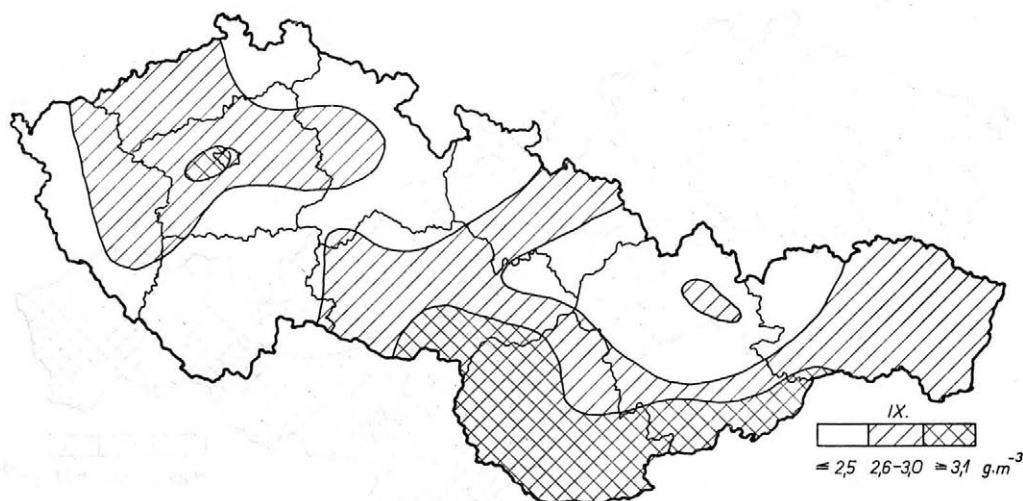
3. Průměrná denní maximální vodní jímavost vzduchu na území ČSSR v červenci



4. Průměrná denní maximální vodní jímavost vzduchu na území ČSSR v srpnu

aby se vzduch, který je ve styku se sušícím se produktem, nasytil úplně vodní párou.

Jak je patrné, přehlíželi jsme celou řadu velmi důležitých faktorů, přesto však se domníváme, že dosažené výsledky jsou v jisté relaci se skutečností a že jsou použitelné při návrhu zařízení, technologie a vlastní techniky sušení. K vlastnímu určení skutečné vodní jímavosti vzduchu je nutno uvést, že nebylo možno zjistit, jak byly určeny tyto hodnoty publikované zahraničními autory (Pötker 1960, Segler 1963). Pro určování maximální denní skutečné vodní jímavosti byly voleny denní maximální teploty vzduchu a relativní vlhkosti z termínu 14 hod. z objektivních příčin: v materiálu HMÚ jsou k dispozici pouze tyto údaje



5. Průměrná denní maximální vodní jímavost vzduchu na území ČSSR v září

(denní extrémy relativní vlhkosti vzduchu se na stanicích neměří). Dá se však předpokládat, že v měsíčním průměru zhruba souhlasí denní minimum relativní vlhkosti vzduchu s údajem naměřeným ve 14 hodin.

Je vidět, že jednotlivé oblasti ČSSR jsou různě vhodné pro sušení a dosoušení. Údaje z uvedených oblastí v podstatě souhlasí s všeobecnými poznatky o suchých a teplých oblastech ČSSR. Je třeba podotknout, že neze například zahrnout technologii dosoušení sena studeným vzduchem v prvním, tj. nejméně vhodném pásmu, protože tyto hranice byly vytvořeny uměle. Bylo by jistě účelné v budoucnu provést srovnávací zkoušky v jednotlivých oblastech nebo využít dosavadních zkušeností v praxi a případně navrhnout příslušná opatření.

SOUHRN

1. Byla vypracována metoda na určení skutečné vodní jímavosti vzduchu v závislosti na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu.
2. Zjištěné hodnoty skutečné vodní jímavosti vzduchu se liší od hodnot publikovaných v naší i zahraniční literatuře.
3. Pro velký počet stanic byly určeny hodnoty průměrné maximální skutečné vodní jímavosti vzduchu pro jednotlivé letní měsíce.
4. Území ČSSR bylo rozděleno do tří pásem podle přirozených výsušných schopností vzduchu.
5. Výsledky jsou určeny především pro dosoušení sena studeným vzduchem, dají se však použít i při sušení ostatních zemědělských produktů (tabák, zrní, sláma apod.).

Došlo dne 11. 3. 1966

Literatura

1. Atlas podnebí ČSSR - HMÚ 1960. — 2. KALČÍK, J.: Technická termodynamika. SNTL 1963. — 3. MIKULÍK, J.: Komplexní mechanizace pícnin. SZN 1963. — 4. MIKULÍK - VODENKA: Dosoušení sena studeným vzduchem. SZN 1959. — 5.

PÖTKE, E.: Wirtschaftliche Heuwerbung durch Belüftungstrocknung. NDR - 1960. — 6. SEGLER, G.: Fortschritte in der Heubelüftung. NSR - 1963. — 7. Tabulky podnebí ČSSR. HMÚ 1960. — 8. UHLÍŘ, P.: Meteorologie a klimatologie v zemědělství. SZN 1961. — 9. VANĚK, K.: Teorie a aplikace sušení v zemědělství. SPN 1962.

Определение области ЧССР по естественным высушивающим свойствам воздуха

1. Был разработан метод определения фактической водоемкости воздуха в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха.

2. Определение величины фактической водоемкости воздуха отличается от величин, публикуемых в отечественной и зарубежной литературе.

3. Для большого числа станций были найдены величины средней максимальной фактической водоемкости воздуха для отдельных летних месяцев.

4. Территория ЧССР была разделена на 3 зоны согласно естественным высушивающим способностям воздуха.

5. Результаты прежде всего предназначены для досушки сена холодным воздухом, однако их можно применить и при сушке других сельскохозяйственных продуктов (табак, зерно, солома и т. п.).

Текст к таблицам

- I. Установленные величины фактической водоемкости воздуха (j)
- II. Обзор выбранных станций и их макс. индексы в отдельные месяцы

Текст к графикам

- 1. Кривая зависимости максимальной влажности от температуры
- 2. Фактическая водоемкость воздуха
- 3. Зависимость макс. индексов от высоты над уровнем моря

Delimitation of Areas in the ČSSR according to the Natural Drying Capacity of the Air

1. A method has been developed for determining actual absorption capacity of the air for water, in dependence on the temperature and relative air humidity.

2. The values for the actual water absorption by air, as found out, differed from those published in the inland and foreign literature.

3. For a great number of recording stations, values of actual average maximum water absorption in the air during individual summer months have been determined.

4. The territory of the ČSSR was divided into three zones according to the natural drying capacity of the air.

5. The results are designated mainly for the purpose of drying hay by cold air but they may be employed for other agricultural products as well (tobacco, grain, straw a. o.).

Text to Tables

- I. Values of the actual water absorption by air (j) as determined
- II. Survey of selected recording stations and of their $j_{\max}$ during individual months

Text to Figures

- 1. Curve showing dependence of the maximum humidity on temperature
- 2. Actual absorption capacity of the air for water
- 3. Dependence of the $j_{\max}$ on the elevation above sea level

Begrenzung der Gebiete in der ČSSR nach natürlichen Austrocknungseigenschaften der Luft

1. Es wird eine Methode für die Bestimmung der faktischen Wasser-Aufnahmefähigkeit von Wasser durch die Luft in Abhängigkeit von der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit ausgearbeitet.

2. Die Feststellung des Wertes der faktischen Aufnahmefähigkeit von Wasser durch die Luft unterscheidet sich von den in unserer und in der ausländischen Literatur angegebenen Werten.

3. Für eine große Anzahl von Stationen wurden die Werte der durchschnittlichen, maximalen faktischen Aufnahmefähigkeit von Wasser durch die Luft für einzelne Sommermonate angegeben.

4. Das Gebiet der ČSSR wurde in vier Zonen nach der natürlichen Austrocknungsfähigkeit der Luft eingeteilt.

5. Die Ergebnisse sind vor allem zum völligen Trocknen des Heues mittels Kaltluft bestimmt; man kann sie jedoch auch bei dem Trocknen von anderen landwirtschaftlichen Produkten (Tabak, Körner, Streu usw.) benutzen.

Text zu den Tabellen

I. Festgestellte Werte der faktischen Wasseraufnahmefähigkeit der Luft (j)

II. Übersicht der ausgewählten Stationen und der maximalen Wasseraufnahmefähigkeit der Luft in den einzelnen Monaten

Text zu den graphischen Darstellungen

1. Die Kurve der Abhängigkeit der maximalen Feuchtigkeit von der Temperatur

2. Faktische Wasseraufnahmefähigkeit der Luft

3. Die Abhängigkeit der maximalen Wasseraufnahmefähigkeit der Luft von der Höhe über dem Meeresspiegel

Adresa autora:

Ing. Jiří Klabzuba, Vysoká škola zemědělská v Praze, Suchdol u Prahy

■ S objevem inhibičního vlivu CCC — (2-chloroethyl)trimethyl-ammonium chloride — na prodlužovací růst pšenice a rajčat (Tolbert 1960 a Wittwer a Tolbert 1960) praxe získala účinný prostředek v boji proti poléhání. Aplikace této látky již v malých koncentracích vedla u ozimé pšenice k značnému zkrácení délky internodií, k zesílení mechanických elementů ovlivňujících pevnost stébla, a měla kladný vliv na vývoj kořenové soustavy, což se projevuje ve zvýšení odolnosti vůči poléhání (Linser a Kühn 1962, 1963, Mayer aj. 1962, Zeništěva, Bezděk 1964, Škopík 1966). V polních a nádobových pokusech se sledovanými odrůdami ozimé a jarní pšenice bylo pozorováno zvýšení výnosů zrna použitím CCC o 20 až 40 % ve srovnání s kontrolou.

Podrobné studium účinnosti morforegulačního přípravku CCC bylo provedeno ve VÚO Kroměříž v závislosti na přirozené odolnosti odrůd ozimé a jarní pšenice vůči poléhání (Škopík 1966). Autor konstatuje, že vliv CCC na zvýšení výnosu byl přímo závislý na stupni polehnutí porostu. Nejvýrazněji se přípravek projevil u odrůd náchylných k poléhání, kde zvýšení výnosů vlivem CCC v porovnání s neošetřeným porostem činilo u odrůdy 'Mironovska 808' 22 q/ha a u odrůdy 'Harrachweizen' 20 q/ha atd. Avšak výzkum účinnosti CCC u žita, jarního ječmene a ovsa neukazuje prozatím na možnost praktického využití této látky.

V pokusech Linsera a Kühna (1962, 1963) použití CCC na žitě (odrůda 'Petkus') vedlo k nestejnoměrnému zkrácení stébel a k určitému snížení výnosu. U jarního ječmene a ovsa bylo sice pozorováno značné zkrácení rostliny v raném stadiu, ale počínaje metáním vždy nastalo zřetelné prodlužování třetího, druhého a prvního internodia (počítáno shora).

Obdobné výsledky byly námi získány u jarního ječmene s odrůdami 'Valtický', 'Viner' a 'Kmen 1081252', kde počáteční deprese růstu (za 10–15 dnů po aplikaci CCC) činila u ošetřených rostlin 16 až 27 % ve srovnání s kontrolou, ale od metání do počátku mléčné zralosti se projevovала stimulace růstu, v pozdějším vývoji se však aktivita růstu rostlin ošetřených a neošetřených vyrovnala. Rozdíly v délce stébla v době sklizně se pohybovaly kolem 3–7 cm ve prospěch rostlin stříkaných (Zeništěva, Bezděk, 1964). Rovněž Dilz (1965) při sledování vlivu CCC na délku stébel a poléhání u jarního ječmene a ovsa zjistil, že bez ohledu na dávku N (80 kg a 200 kg/ha) časná aplikace CCC nezkracuje délku stébla. Při aplikaci CCC před metáním u dvou odrůd jarního ječmene ('Emir', 'Minerva') a tří odrůd ovsa ('Condor', 'Marino', 'Marne') bylo zjištěno zkrácení stébla (5–8 %) a snížení poléhání.

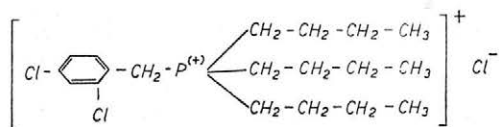
Specifičnost působení retardačních přípravků na určité druhy vyšších rostlin ponechává naději najít účinné látky jako CCC u pšenice i pro ostatní druhy obilnin.

Z literárních údajů je znám inhibiční vliv na prodlužovací růst vyšších rostlin kromě CCC i některých dalších kvarterních sloučenin, především ammoniových a fosfoniových — allyl-trimethyl ammonium bromid (AMAB), N-piperidinkarbonová kyselina-2-isopropyl-4-trimethyl ammonio-5-methyl-fenylesterchloride (AMO-1618) a

(2,4 dichlorobenzyl)tributylphosphonium chloride (Phosfon) (Tolbert 1960, Cathey-Math 1960, Halevy a Kessler 1963, Leh 1964, Gamburg 1964 aj.).

V posledních letech se objevilo několik prací, které poukazují na inhibiční vliv fosfoniových sloučenin, hlavně Phosfonu-D, popsaného poprvé Prestonem a Linkem ((1958) a jeho analogu Phosfonu-S, který se teprve krátkou dobu zkouší v Americe (Cathey aj. 1960, Halevy-Kessler 1963, Linser-Kühn 1963).

Strukturní vzorec Phosfonu-D:



Phosfon-S se liší od Phosfonu-D tím, že na místě P(+) stojí atom N(+). Phosfon-S nemá toxický účinek, který je charakteristický pro Phosfon-D. Obě tyto látky jsou rovněž lehce rozpustné ve vodě. Phosfon-D se zapravuje přímo do půdy i ve formě závlivky v koncentracích 0,02—0,2 ‰ roztoku. Phosfonu-S se může použít rovněž ve formě postřiku v koncentracích od 250 do 1000 mg/l (písemné sdělení A. Lang).

O účinnosti Phosfonu u obilnin je doposud známa zmínka od Linsera a Kühna (1963) o značném zkrácení stébla vlivem Phosfonu-D, které autoři pozorovali v nádobovém pokuse s ovsem.

V předložené práci jsme sledovali účinnost Phosfonu-D a Phosfonu-S na jarní ječmen a částečně na ozimé žito ve srovnání s CCC a neošetřenou kontrolou.

MATERIÁL A METODIKA

Studium účinnosti Phosfonu-S a -D ve srovnání s CCC a neošetřenou kontrolou na zvýšení odolnosti jarního ječmene proti poléhání bylo provedeno v roce 1965 v nádobovém a polním pokuse ve VÚO Kroměříž. Kromě toho v orientačním pokuse byl sledován vliv retardantů růstu — Phosfon-D a CCC na ozimé žito 'České'.

Variety nádobového pokusu: Pokus byl založen s náchylnou odrůdou vůči poléhání — 'Viner' — ve 4 variantách při 3 opakováních. Obsah čistých živin na nádobu: N — 1,0 g ve formě síranu amonného

P — 1,0 g ve formě superfosfátu

K — 1,2 g ve formě síranu draselného.

1. Kontrola — ošetřeno 100 ml H₂O na nádobu.
2. CCC — aplikace 100 ml 0,5 ‰ roztoku WR-62 postřikem na list.
3. Phosfon-S — aplikace 100 ml 0,05 ‰ roztoku postřikem na list.
4. Phosfon-D — aplikace 100 ml 0,1 ‰ roztoku závlivkou půdy.

Ve všech variantách bylo ošetření porostu provedeno na začátku sloupkování. V každé nádobě bylo ponecháno 25 rostlin.

Variety polního pokusu s jarním ječmenem: V polním pokuse s odrůdami 'Valtický' a 'Viner' byla sledována reakce rostlin jarního ječmene na různé retardanty růstu. Pokus byl založen ve 4 variantách při 3 opakováních. Plocha pokusné parcely — 4,5 m².

Variety pokusu:

1. Kontrola — ošetřeno 500 ml H₂O.
2. CCC — postřik 500 ml WR-62 z rozpočtu 10 l/ha, nebo 6,25 kg účinné látky na parcelu.
3. Phosfon-S — aplikace postřikem na list 0,1 ‰ roztoku z rozpočtu 1,25 kg účinné látky na ha.
4. Phosfon-D — aplikace závlivkou půdy 0,13 ‰ roztoku (1,62 kg účinné látky na ha).

Variety polního pokusu s ozimým žitem 'České':

1. Kontrola — neošetřeno.
2. CCC I — postřik v odnožování.
3. CCC II — postřik v průběhu sloupkování.

V obou variantách dávka CCC byla 8 l/ha WR-62. Plocha pokusné parcely 10 m² v 6 opakováních.

Orientační pokus s Phosfonem-D byl pro nedostatek účinné látky založen jen ve dvou opakováních.

1. Kontrola — neošetřeno.

2. Phosfon-D — ošetřeno závlivkou půdy v sloupkování, dávka 0,8 kg/ha účinné látky.

Aktivita růstu po ošetření byla měřena à 25 rostlinách každý 7. den ve všech variantách pokusu. V úplné zralosti jsme určovali vliv retardantů na zkrácení délky stébla, zesílení pevnosti kořenové soustavy a jednotlivých složek mechanické pevnosti stébla. Rovněž jsme sledovali vliv inhibičních přípravků na výnosové složky a výnos zrna a slámy.

Pevnost kořenového systému jsme posuzovali podle síly v kg, která byla potřebná k vytržení rostliny z půdy. Pevnost stébla jsme určovali přístrojem (Lekeš 1963).

VÝSLEDKY

JARNÍ JEČMEN

Výsledky vlivu retardačních přípravků na délku a tloušťku jednotlivých internodií a složky odolnosti proti poléhání jsou uvedeny v tabulkách I a II.

Údaje získané v nádobovém pokuse vcelku odpovídají výsledkům polního pokusu. Použité morforegulátory růstu — CCC, Phosfony D a S u sledovaných odrůd jarního ječmene prakticky neprokázaly vliv na celkovou výšku rostliny. Rovněž nebyla stanovena existence průkazných rozdílů v tloušťce jednotlivých internodií v mm a jejich odporu vůči zlomu v g mezi kontrolními a ošetřenými rostlinami. CCC měl vliv na značné zkrácení délky spodních tří internodií a prodloužení 5. a 6. internodia (počítáno zespodu). V polním pokuse prokazatelný vliv Phosfonů S a D na zkrácení délky jednotlivých internodií nebyl zjištěn. V nádobovém pokuse účinnost Phosfonu-S na prodlužovací růst rostlin byla mnohem významnější. Inhibiční vliv Phosfonu-D tím, že byl aplikován přes půdu, se projevoval pomaleji, až na dvě poslední internodia shora. Použití Phosfonu-S a CCC mělo kladný vliv na zvýšení pevnosti kořenového systému, což nepatrně zvýšilo odolnost rostlin proti poléhání, hodnocenou bodováním a koeficientem odolnosti Y (Zeniščeva, Lekeš 1966).

V tabulkách III a IV jsou uvedeny výsledky vlivu retardačních přípravků na výnosové složky a celkový výnos zrna a slámy odrůd 'Viner' a 'Valtický'. O účinnosti použitých retardačních přípravků na výnos lze usuzovat jen na základě údajů získaných v polním pokuse. Nádobový pokus provedený ve skleníku není směrodatný, protože vysoká teplota měla nepříznivý vliv na nasazení zrn v klase a váhu zrna rostliny. U variant ošetřených porostů v polním pokuse bylo zjištěno zvýšení počtu zrn a produktivních stébel ve srovnání s kontrolou. Váha 1000 zrn u všech variant byla prakticky stejná. U odrůdy 'Valtický' je možno připustit nepatrné snížení váhy 1000 zrn vlivem použitých retardačních přípravků, u odrůdy 'Viner' zůstala váha prakticky beze změny. Vlivem retardačních přípravků se zvýšil výnos zrna a slámy v důsledku zvýšeného počtu stébel a zrn v klasu u ošetřených variant. Protože výnos slámy po aplikaci Phosfonu-S a zejména CCC vzrostl silněji než výnos zrna, poměr zrno — sláma u těchto variant se nepatrně rozšířil. U všech variant, kde byly aplikovány retardanty, došlo k mírnému zvýšení propadu zrna na síť 2,5 mm.

OZIMÉ ŽITO

V orientačním pokuse s odrůdou 'České' byl sledován vliv CCC a Phosfonu-D na zvýšení odolnosti proti poléhání. V pokuse s CCC jsme rovněž sledovali nejvhodnější dobu aplikace. Ukázalo se, že vlivem obou použitých retardačních přípravků se snížila tloušťka stěn slámy v mm (měřeno jako rozdíl mezi vnějším a vnitřním průměrem jednotlivých internodií, tab. V).

I. Vliv retardačních přípravků na délku a tloušťku jednotlivých internodií. Kroměříž 1965

Odrůda	Varianta pokusů	Délka internodií v cm							Tloušťka internodií v mm						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
I. Nádobový pokus															
Viner	1. Kontrola	3,9	6,5	6,8	5,6	9,4	16,7	24,0	2,75	3,39	3,69	3,57	3,45	3,33	2,98
	2. CCC	3,0	5,1	5,9	4,0	7,5	17,0	24,2	2,59	3,32	3,66	3,66	3,38	3,51	2,81
	3. Fosfon – S	2,7	6,1	5,0	4,4	7,5	15,9	22,5	2,61	3,14	3,50	3,45	3,31	3,14	2,66
	4. Fosfon – D	3,0	6,2	6,9	4,3	7,3	17,3	24,0	2,54	3,20	3,51	3,40	3,28	3,29	2,69
II. Polní pokus															
Viner	1. Kontrola	5,6	11,9	13,6	13,9	17,3	29,4	—	3,66	3,91	3,83	3,42	—	—	—
	2. CCC	4,4	9,7	11,9	13,1	21,0	32,3	—	3,37	3,81	3,71	3,28	—	—	—
	3. Fosfon – S	5,2	11,7	13,1	12,9	19,1	32,8	—	3,28	3,62	3,69	3,42	—	—	—
	4. Fosfon – D	7,2	11,8	12,7	11,8	17,4	27,8	—	3,50	3,71	3,65	3,21	—	—	—
Valtický	1. Kontrola	4,2	10,2	12,4	14,8	18,8	21,2	—	2,83	3,25	3,02	2,71	—	—	—
	2. CCC	3,9	7,8	10,8	12,8	19,8	22,4	—	3,04	3,12	2,84	2,68	—	—	—
	3. Fosfon – S	4,2	10,5	13,4	15,5	18,9	21,7	—	2,90	3,10	3,03	2,76	—	—	—
	4. Fosfon – D	5,7	10,6	13,4	16,5	17,2	20,8	—	2,96	3,23	3,03	2,77	—	—	—

1. Kontrola - neošetřeno

2. Ošetřeno CCC ve formě postřiku na list

3. Ošetřeno Fosfonem-S ve formě postřiku na list

4. Ošetřeno Fosfonem-D závlivkou půdy

II. Vliv retardantů na složky odolnosti proti poléhání. Kroměříž 1965

Odrůda	Varianty pokusů	Pevnost kořenové soustavy v kg	Výška rostliny v cm	Odpor internodií vůči zlomu v g					Hodnocení poléhání	
				1.	2.	3.	4.	5.	Bodováním (1—5)	Koeficientem odolnosti „Y“
I. Nádobový pokus — skleník										
Viner	1. Kontrola	3,03	89,31	214,1	148,9	110,3	74,5	61,1	—	1,13
	2. CCC	3,92	87,40	184,0	133,5	130,0	97,9	60,0	—	1,61
	3. Fosfon — S	3,63	84,80	173,0	112,9	97,1	67,6	30,0	—	1,22
	4. Fosfon — D	3,05	88,65	177,4	123,4	92,2	73,4	37,0	—	0,98
II. Polní pokus										
Viner	1. Kontrola	4,64	98,6	741,2	578,4	437,2	309,6	208,3	3,5	3,14
	2. CCC	6,06	96,4	711,7	571,4	460,1	325,7	241,2	4,0	4,62
	3. Fosfon — S	5,30	100,1	672,5	592,0	482,9	379,2	292,9	3,5	3,04
	4. Fosfon — D	4,87	99,6	692,0	650,0	512,8	383,4	291,6	3,5	2,87
Valtický	1. Kontrola	6,40	87,1	512,7	390,0	267,2	181,6	136,6	4,0	3,69
	2. CCC	6,50	87,5	428,6	288,8	195,3	107,2	84,4	4,0	4,10
	3. Fosfon — S	6,78	89,8	490,0	382,0	232,0	162,0	110,5	3,7	3,50
	4. Fosfon — D	6,30	92,7	543,6	440,0	313,2	201,2	131,2	3,7	3,49

III. Vliv retardačních přípravků na výnosové složky. Kroměříž 1965

Odrůda	Varianta	Odožce		Délka klasu v cm	Počet zrn na klas	Váha zrna z 1 rostliny v g	Váha 1000 zrn v g
		všechny	produktivní				
I. Nádobový pokus							
Viner	1. Kontrola	6,6	3,5	10,4	25,8*)	2,63	41,0
	2. CCC	8,3	3,1	10,7	23,9	2,51	41,0
	3. Fosfon – S	8,8	3,2	9,5	19,3	1,31	40,3
	4. Fosfon – D	8,1	3,1	10,3	21,8	2,31	40,0
II. Polní pokus							
Viner	1. Kontrola	1,82	1,64	7,4	22,7+)	3,39	41,2
	2. CCC	2,49	2,17	8,7	26,6	3,80	41,2
	3. Fosfon – S	2,76	2,45	7,7	23,4	2,73	41,7
	4. Fosfon – D	2,29	2,29	7,8	23,9	2,86	40,6
Valtický	1. Kontrola	2,77	2,58	6,6	20,4	2,50	44,2
	2. CCC	2,52	2,50	6,7	21,6	2,76	42,9
	3. Fosfon – S	2,68	2,66	6,7	21,7	2,75	43,6
	4. Fosfon – D	2,90	2,86	6,7	21,0	2,84	43,2

x) Hlavní stéblo

+) Průměr na rostliny

IV. Vliv retardačních přípravků na výnos zrna a slámy dvou odrůd jarního ječmene. Kroměříž 1965

Odrůda	Varianta	Výnos zrna g/ha	Výnos slámy g/ha	Poměr zrna : slámě	Podíly na sítěch v %	
					nad 2,5	pod 2,5
	Polní pokus					
Viner	1. Kontrola	41,8	86,3	1 : 2,08	81,5	18,5
	2. CCC	44,6	93,8	1 : 2,10	79,0	21,0
	3. Fosfon – S	43,8	93,7	1 : 2,14	81,0	19,0
	4. Fosfon – D	44,4	80,7	1 : 1,81	77,0	23,0
Valtický	1. Kontrola	58,7	70,5	1 : 1,16	83,0	17,0
	2. CCC	61,6	80,1	1 : 1,29	80,5	19,5
	3. Fosfon – S	61,3	76,1	1 : 1,24	80,5	19,5
	4. Fosfon – D	61,5	80,2	1 : 1,31	76,0	24,0

V. Vliv retardačních přípravků na tloušťku stébla 'Žito České'

Varianta	Vnější Ø internodií v mm				Vnitřní Ø internodií v mm			Tloušťka stěny slámy v mm		
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Kontrola	4,50	4,60	4,62	3,10	3,00	3,40	3,80	1,50	1,20	0,82
Fosfon - D	4,45	4,36	4,62	4,35	3,27	3,45	3,90	1,18	0,91	0,72
Kontrola	4,90	5,08	5,07	4,70	3,40	3,70	4,08	1,50	1,38	0,99
CCC I	4,57	4,70	4,80	4,38	3,04	3,50	3,90	1,53	1,20	0,90
CCC II	4,30	4,51	4,70	4,26	3,20	3,66	3,90	1,10	0,85	0,80

Kontrola - neošetřeno

Fosfon - D - závlhka rostlin roztokem na půdu začátkem sloupkování

CCC I - postřik na list na konci odnožování

CCC II - postřik na list v průběhu sloupkování (vývoj 2. spodního internodia)

Z tabulky VI vyplývá, že Fosfon-D neměl žádný účinek jak na jednotlivé složky odolnosti, tak i na samostatnou odolnost k poléhání u sledované odrůdy.

Aplikace CCC v odnožování rovněž neměla kladný vliv na zkrácení délky internodií a zesílení pevnosti stébla. Naopak u ošetřovaných rostlin bylo pozorováno nepatrné snížení odolnosti vůči poléhání podle polního hodnocení a vypočítaného koeficientu odolnosti Y.

Při aplikaci CCC v průběhu sloupkování (vývoj 2. spodního internodia) bylo zjištěno podstatné zkrácení výšky rostliny a zvýšení odolnosti proti poléhání o jeden bod.

Výsledky morfologické analýzy, prováděné při sklizni, jsou sestaveny v ta-

VI. Vliv retardačních přípravků na složky odolnosti odrůdy ozimého žita 'České'. Kroměříž 1965

Varianta pokusu	Pevnost kořene v kg	Výška rostliny v cm	Délka internodií v cm					Odpor internodií vůči zlomu v g		Hodnocení poléhání	
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	Bodování 1-5	Koef. odolnosti „Y“
1. Kontrola	7,5	152	12,5	19,3	27,4	43,0	46,4	1164,0	660,0	2,5	1,69
2. Phosfon - D	7,9	153	14,2	18,7	28,5	44,4	43,8	1058,0	722,0	2,5	1,99
1. Kontrola	6,4	151	12,1	18,4	25,2	37,7	41,9	1307,0	759,0	2,7	1,75
2. CCC I	6,3	150,9	10,8	19,3	25,6	34,3	42,7	1205,0	726,4	2,5	1,57
3. CCC II	6,6	142,4	7,5	14,3	22,1	35,8	40,2	1016,0	725,0	3,2	2,35

VII. Vliv retardačních přípravků na výnosové složky odrůdy 'České'

Varianta	Odknože		Délka klasu	Váha zrna z 1 rostliny v g	Počet zrn na klas	Váha 1000 zrn v g
	všechny	produk-tivní				
1. Kontrola – neošetřeno	3,5	3,5	8,6	7,2	50,0	26,15
2. Zálivka Fosfon:m – D	3,6	3,4	9,1	8,2	53,6	25,30
1. Kontrola – neošetřeno	2,6	2,6	9,0	6,2	57,6	26,30
2. Postřik CCC I	2,95	2,9	8,79	7,3	57,2	25,55
3. Postřik CCC II	3,01	3,0	8,6	6,6	54,9	26,58

bulce VII. Účinkem Fosfonu-D se zvýšil počet zrn v klasu a výnos zrna z rostliny. Rovněž Fosfon-D měl kladný vliv na délku klasu. Odknožování nebylo podporováno působením Fosfonu-D. Naopak, vlivem CCC, aplikovaného jak v odknožování, tak i v průběhu sloupkování, se zvýšil počet produktivních stébel ve srovnání s kontrolou. Aplikace CCC v průběhu sloupkování měla za následek zkrácení délky klasů a snížení počtu zrn. Váha 1000 zrn u všech variant měla jen malé výkyvy a téměř se vlivem použitých retardantů neměnila.

DISKUSE

Orientační pokusy, předložené v této práci, sledují účinnost novějších retardantů – CCC, Fosfonu-D a Fosfonu-S na růst a vývoj jarního ječmene a žita. Získané výsledky dynamiky růstu a analýzy morfologických znaků ošetřených a kontrolních rostlin neprokázaly kladný vliv použitých retardantů na zkrácení délky stébel a zvýšení odolnosti proti poléhání.

O účinku CCC na růst ječmene a žita se potvrdily dřívější výsledky, získané v zahraničí i v našem ústavu (Linser – Kühn 1963, Zeniščeva – Bezdek 1964, Ullmann 1967). U jarního ječmene bylo pozorováno vlivem CCC po postřiku silné zkrácení stébla, později však, počínaje metáním, značné prodloužení.

U žita neovlivnila časná aplikace CCC na začátku odknožování prodlužovací růst stébla. Pozdější aplikace CCC v průběhu sloupkování při stejné dávce 8 l/ha ve formě WR-62 vedla k průkaznému zkrácení délky stébla (o 6 %) a zvýšení odolnosti vůči poléhání o jeden bod.

Působení Fosfonu-S na růst jarního ječmene bylo obdobné účinku CCC, zejména u odrůdy 'Viner'. Inhibiční vliv Fosfonu-D na růst sledovaných odrůd se projevil pomaleji. Retardační vliv Fosfonu-D se začal projevovat teprve v období maximálního prodlužovacího růstu, tj. v době vývoje dvou horních internodií. Avšak v době sklizně u obou sledovaných odrůd ve všech variantách pokusu nebyly stanoveny průkazné rozdíly ve výšce rostlin a v celkové odolnosti proti poléhání, která byla zjištěna bodováním v polních podmínkách a pomocí koeficientu odolnosti Y. Rovněž v nádobovém pokuse s odrůdou 'Viner' nebyly zjištěny průkazné rozdíly v délce stébla mezi kontrolními a ošetřenými rostlinami.

U ozimého žita 'České' neměl Phosfon-D žádný účinek na jednotlivé složky odolnosti a na celkovou odolnost rostlin k poléhání.

Ve všech variantách pokusu účinkem CCC, Phosfonu-S a D došlo u jarního ječmene ke zvýšení výnosů zrna v průměru o 2–3 q/ha a slámy o 5–6 q/ha, hlavně zvýšením počtu zrn a produktivních odnoží. Avšak je možno se domnívat, že nepatrný, popřípadě žádný účinek, který mají použité retardační přípravky na zvýšení odolnosti proti poléhání u těchto druhů obilnin, nám nedává z tohoto důvodu velkou naději pro uplatnění Phosfonů-D a S, obdobně jako CCC v široké zemědělské praxi.

SOUHRN

1. V práci byl proveden výzkum účinku kvartérních sloučenin — CCC, Phosfonu-S a Phosfonu-D na růst a vývoj dvou odrůd jarního ječmene 'Viner' a 'Valtický' a ozimého žita 'České'.

2. Výsledky sledování dynamiky růstu a morfologické analýzy neprokázaly kladný vliv použitých retardantů na zkrácení délky stébla a zesílení odolnosti proti poléhání.

3. U žita 'České' při aplikaci CCC v průběhu sloupkování nastalo zřetelné zkrácení délky stébla a zvýšení odolnosti k poléhání o 1 bod. Aplikace CCC v odnožování neovlivnila délku stébla.

4. Ve všech variantách pokusu účinkem CCC, Phosfonu-S a D došlo u jarního ječmene ke zvýšení výnosu zrna o 2–3 q/ha a slámy o 5–6 q/ha, hlavně zvýšením počtu zrn a produktivních stébel.

5. Je diskutováno o možnosti praktického využití CCC, Phosfonu-S a Phosfonu-D v boji proti poléhání jarního ječmene a žita v zemědělské praxi.

Došlo dne 27. 4. 1966

Literatura

1. CATHEY, H. M. - MARTH, P. C.: Effectiveness of a quaternary ammonium carbamate and phosphonium in controlling growth of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. = „Proc. Amer. Soc. hort. Sci.“, 76, 1960, s. 607-619. — 2. DILZ, K.: De invloed van CCC op de stenge elengte en de lagering bij zomergerst en haver. = „Stikstof“, 4, 1965, č. 45-46, s. 381-382. — 3. GAMBURG, K. Z.: Fiziologija dějstviya gibberellina na vegetativnyj rost rastenij. = In: Sb. „Regulatory rosta i rost rastenij“, Izd. Nauka, 1964, s. 3-53. — 4. HALEVY, A. - KESSLER, B.: Increased tolerance of bean plants to soil drought by means of growth-retarding substances. = „Nature“, 197 (4864), 1963, s. 310-311. — 5. LEH, H. O.: Die Wirkung einiger quaternärer Ammonium- und Phosphonium Verbindungen auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen. = „Angew. Bot.“, 37, 1964, s. 312-334. — 6. LEKEŠ, J.: Přístroje používané ve VÚO ke zjišťování odolnosti odrůd ječmene k poléhání. = „Vědecké práce Výzkumného ústavu zemědělského v Kroměříži“, 1964. — 7. LINSE, H. - KÜHN, H.: Lagerungshemmende bzw. standfestigkeitsstärkende Düngemittel auf Basis von gibberellinsäureantagonistischen Stoffen der Gruppe CCC (Chlorcholinchlorid). = „Z. Pfl. Ernährg., Düngung u. Bodenk.“ 96, 1962, s. 231-247. — 8. LINSE, H. - KÜHN, H.: Untersuchungen über die Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) auf verschiedener Sommergetreidearten und -sorten. = „Z. für Acker- und Pflanzenbau“ 117 (2), 1963, s. 127-153. — 9. MAYR, H. H. - PRIMOST, E. - RITTMAYER, G.: Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide. I. Feldversuche mit Chlorcholinchlorid zu Winterweizen. = „Bodenkultur“, 13, 1962, s. 27-45. — 10. PRESTON, W. H. - LINK, C. B.: Use of 2,4-dichlorobenzyltributylphosphonium chloride to dwarf plants. = „Plant Physiology“, 33 (XLIX), 1958. — 11. ŠKOPIK, P.: Další ověřování morforegulačního přípravku CCC. = „Za vysokou úrodu“ 1, 1966, s. 12-13. — 12. TOLBERT, N. E.: (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. = „Plant Physiol.“, 35, 1960, s. 380-385. — 13. ULMANN, L.: Informační zpráva o účinn-

ku CCC u ozimého žita a ovsa. 0.0.0. 0000 — 14. WITTEW, S. H. - TOLBERT, N. E.: (2-chloroethyl)-trimethylammonium-chloride and related compounds as plant growth substances. III. Effect on growth and flowering of the tomato. = „Amer. J. Bot.“, 47, 1960, s. 560-565. — 15. ZENIŠČEVA, L. S. - BEZDĚK, V.: O možnosti primenění CCC - Chlorcholinchloridu v borbě s polegáním chlebných zlaků. = „Agrochimija“, Izd. AN SSSR, 9, 1964, s. 63-73. — 16. ZENIŠČEVA, L. S. - LEKES, J.: Ispolzovanie formuly ustojčivosti pri ocenke stojkosti sortov jarovogo jačmenja protiv poleganiya. = „Vestnik selskochozajstvennoj nauki“, 4, 1966, s. 120-123.

Действие XXX, Фосфона-Д и Фосфона-С на рост и развитие ярового ячменя

1. В работе проведено исследование действия квартерных соединений — XXX, Фосфона-С, Фосфона-Д — на рост и развитие двух сортов ярового ячменя 'Винер' и 'Вальтицкий', а также озимой ржи сорта 'Ческа'.

2. Результаты изучения динамики роста и морфологический анализ признаков не подтвердили положительного влияния использованных ретардантов на укорочение длины стебля и повышение стойкости растений против полегания.

3. При применении XXX на ржи 'Ческа' в период выхода в трубку (в период развития 2-го нижнего междоузлия) было отмечено отчетливое укорочение длины стебля (6 %) и повышение стойкости растений к полеганию на 1 балл. Применение CCC в период кущения ржи не повлияло на рост растений.

4. Благодаря влиянию XXX, Фосфонов С и Д во всех вариантах опыта имело место повышение урожая зерна ярового ячменя в среднем на 2—3 ц/га и соломы на 5—6 ц/га по сравнению с контролем, главным образом за счет повышения количества зерен в колосе и продуктивных стеблей.

5. В работе обсуждается возможность практического применения XXX, Фосфона-С и Фосфона-Д в борьбе с полеганием ярового ячменя и ржи в производственных условиях.

Текст к таблицам

I. Влияние ретардантов на длину и толщину отдельных междоузлий

II. Действие ретардантов на главные морфологические признаки, определяющие стойкость растений к полеганию. Оценка полегамости

III. Влияние ретардантов на элементы структуры урожая, Кромержиж, 1965 г.

IV. Действие ретардантов на урожай зерна и соломы ярового ячменя

V. Влияние CCC и Фосфона-Д на диаметр и толщину стенки соломины у озимой ржи. Кромержиж, 1965 г.

VI. Действие ретардантов на элементы стойкости против полегания у озимой ржи

VII. Влияние ретардантов и срока применения XXX на элементы структуры урожая ржи 'Ческа'. Кромержиж, 1965 г.

The Effectiveness of CCC, Phosphonium-D, and of Phosphonium-S on the Growth and Development of Summer Barley and Rye

1. In this work an investigation of the effect of quaternary compounds of CCC, phosphonium-S and phosphonium-D on the growth and development of two summer barley varieties, 'Viner' and 'Valtický', and of the 'České' winter rye was carried out.

2. The results obtained in an examination of the dynamics of growth and morphological analyses did not reveal any positive influence of the applied retardants on a shortening of the length of the haulm and on a strengthening of the resistance to lodging.

3. In the case of an application of CCC to the 'České' rye variety in the course of shooting there occurred a distinct shortening of the length of the haulm and an increasing of the resistance to lodging by 1 point. Application of CCC in the tillering did not influence the length of the haulm.

4. In all variants of the test regarding the effects of CCC, phosphonium-S, and phosphonium-D on summer barley there occurred a rising of the per hectare yield of grain by 200—300 kg and of straw by 500—600 kg, and chiefly an increasing of the number of grains and of productive haulms.

5. There is a discussion regarding the possibility of a practical application of CCC, phosphonium-S and phosphonium-D for a preventing of the lodging of summer barley and rye in the agricultural practice.

Text to Tables

- I. The influence of retardative preparations on the length and thickness of individual internodes. Kroměříž 1965
- II. The influence of retardants on the components of resistance to lodging. Kroměříž 1965
- III. The influence of retardative preparations on the yield components. Kroměříž 1965
- IV. The influence of retardative preparations on the yields of grain and straw of two summer barley varieties. Kroměříž 1965
- V. The influence of retardative preparations on the thickness of the haulm of the 'České' rye variety
- VI. The influence of retardative preparations on the components of the resistance of the 'České' winter rye variety. Kroměříž 1965
- VII. The influence of retardative preparations on the yield components of the 'České' variety

Die Wirksamkeit von CCC, D-Phosphon und S-Phosphon auf das Wachstum und die Entwicklung von Sommergerste und Roggen

1. In der vorliegenden Arbeit wurde die Wirkung der Quartärverbindungen CCC, S-Phosphon und D-Phosphon auf das Wachstum und die Entwicklung der zwei Sommergerstensorten 'Viner' und 'Valtický' und der Winterroggensorte 'České' untersucht.

2. Die Ergebnisse, die durch die Verfolgung der Wachstumsdynamik und durch morphologische Analysen gewonnen wurden, zeigten, daß die verwendeten Retardanten keinen positiven Einfluß auf die Verkürzung der Halmlänge und die Erhöhung der Resistenz gegen Lagerung haben.

3. Bei der Roggensorte 'České' trat durch die Applikation von CCC in der Zeit des Schossens eine wesentliche Verkürzung der Halmlänge und eine Steigerung der Widerstandsfähigkeit gegen Lagerung um einen Punkt ein. Die Applikation von CCC in der Zeit der Bestockung hatte keinen Einfluß auf die Halmlänge.

4. In allen Versuchsvarianten mit der Verwendung von CCC, S-Phosphon und D-Phosphon kam es bei der Sommergerste zu einer Erhöhung des Körnerertrags um 2 bis 3 dt/ha und des Strohertrags um 5 bis 6 dt/ha, und zwar hauptsächlich durch die höhere Anzahl an Körnern und produktiven Halmen.

5. Es wird die Möglichkeit diskutiert, CCC, S-Phosphon und D-Phosphon in der landwirtschaftlichen Praxis für die Bekämpfung der Lagerung von Sommergerste und Roggen zu verwenden.

Text zu den Tafeln

- I. Einfluß der Retardationspräparate auf die Länge und Dicke der einzelnen Internodien. Kroměříž 1965
- II. Einfluß der Retardanten auf die Komponenten der Lagerungsresistenz. Kroměříž 1965
- III. Einfluß der Retardationspräparate auf die Ertragskomponenten. Kroměříž 1965
- IV. Einfluß der Retardationspräparate auf den Korn- und Strohertrag bei zwei Sommergerstensorten. Kroměříž 1965
- V. Einfluß der Retardationspräparate auf die Halmdicke bei Winterroggen 'České'
- VI. Einfluß der Retardationspräparate auf die Komponente der Lagerungsresistenz bei der Winterroggensorte 'České'. Kroměříž 1965
- VII. Einfluß der Retardationspräparate auf die Ertragskomponenten der Winterroggensorte 'České'

Adresa autorky:

Ing. Ludmila Zeniščeva, CSc., Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

Glet O.: Agrofyzikální charakteristika těžkých černozemních půd na křídových slínech	1
Tomášek M.: Texturní charakteristika hnědých půd na pararule	11
Neuberg J.: K otázkám zákonitosti výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy	25
Dančík J.: Následný účinek ozimných meziplodín na úrody různých hlavních plodín	51
Ulmann L.: Studium mezidruhových vztahů obilnin pěstovaných ve smíšených kulturách	61
Barthová J., Leblova S., Větrovská J.: Metabolické přeměny v klíčících rostlinách hrachu při změně vnějších podmínek. IV. část	69
Regal V.: Ekologické indikační hodnoty nejrozšířenějších lučních rostlin ČSSR	77
Klabzuba J.: Vymezení oblastí ČSSR podle přirozených výsušných vlastností vzduchu	89
Zeniščeva L.: Účinnost CCC, fosfonu-D a fosfonu-S na růst a vývoj jarního ječmene a žita	101

СОДЕРЖАНИЕ

Глет О.: Агрофизическая характеристика тяжелых черноземных почв на меловых мергелях (9). — Томашек М.: Текстуальная характеристика бурых лесных почв на парагнейсе (22). — Нейберг Я.: К вопросам закономерности питания растений в период интенсификации сельскохозяйственного производства минеральными удобрениями (45). — Данчик Я.: Последующее влияние озимых промежуточных культур на урожай разных главных культур (59). — Ульман Л.: Изучение межвидовых отношений яровых зерновых, возделываемых в смешанных культурах (67). — Бартова Я., Леблова С., Ветровская Я.: Метаболические изменения во всходах гороха при изменении внешних условий. IV. часть (74). — Регал В.: Экологические индикационные показатели наиболее распространенных луговых растений ЧССР (86). — Клабзуба Я.: Определение области ЧССР по естественным высушивающим свойствам воздуха (99). — Зенищева Л.: Действие XXX, Фосфона-Д и Фосфона-С на рост и развитие ярового ячменя (111)

CONTENT

Glet O.: The Agrophysical Characteristic of Heavy Chernozem Soils on Chalk Marls (9). — Tomášek M.: A Textural Characteristic of Brown Forest Soils Located on the Para-Gneiss (22). — Neuberg J.: A Comment to the Questions regarding the Regularities of Plant Nutrition in the Period of Intensification of the Agricultural Production by Fertilizers (47). — Dančík J.: Consequential Influence of Winter Inter-Crops on the Yield of Various Principal Crops (60). — Ulmann L.: Study on Inter-Specific Relations between Spring Cereals Grown in Mixed Cultures (67). — Barthová J., Leblova S., Větrovská J.: Metabolic Processes in Pea Seedlings during Environmental Changes. IV. Part (74). — Regal V.: Ecological Indication Values of the most distributed Meadow Plants in the Czechoslovak Socialist Republic (87). — Klabzuba J.: Delimitation of Areas in the ČSSR according to the Natural Drying Capacity of the Air (99). — Zeniščeva L.: The Effectiveness of CCC, Phosphonium-D, and of Phosphonium-S on the Growth and Development of Summer Barley and Rye (112).

INHALT

Glet O.: Die agrophysikalische Charakteristik schwerer Tschernosjomböden auf Kreidemergeln (res. E/9). — Tomášek M.: Texturcharakteristik von Braunerden auf Paragneis (res. E/23). — Neuberg J.: Zu Fragen der Gesetzmäßigkeiten der Pflanzenernährung im Zeitabschnitt der Intensifikation der landwirtschaftlichen Produktion mittels Handelsdünger (48). — Dančík J.: Nachwirkung von Winterzwischenfrüchten auf Erträge verschiedener Hauptfrüchte (res. E/60). — Ulmann L.: Das Studium der Zwischensortenbezie-

hungen von Sommergetreidearten, welche in gemischten Kulturen angebaut werden (68). — Barthová J., Leblová S., Větrovská J.: Metabolische Änderungen in den Keimpflanzen der Erbse bei der Änderung von äußeren Bedingungen IV. Teil (75). — Regal V.: Ökologische Indikationswerte der verbreitetsten Wiesenpflanzen der ČSSR (87). — Klabzuba J.: Begrenzung der Gebiete in der ČSSR nach natürlichen Austrocknungseigenschaften der Luft (100). — Zeniščeva L.: Die Wirksamkeit von CCC, D-Phosphon und S-Phosphon auf das Wachstum und die Entwicklung von Sommergerste und Roggen (112).

TABLE DES MATIÈRES

Glet O.: Caractéristique agro-physique des chernozems lourds sur les marnes crétacées (res. An/10). — Tomášek M.: Caractéristique de la texture des sols bruns sur le paragneiss (res. An/23). — Neuberg J.: Questions de la régularité de l'alimentation des plantes dans la période de l'intensification de la production agricole au moyen des engrais industriels (res. An/47, Al/48). — Dančík J.: Effet subséquent des plantes intercalaires d'hiver sur les récoltes des différentes plantes principales (res. An/60). — Ulmann L.: Etudes des rapports interspécifiques des céréales, cultivées dans les cultures mixtes (res. An/67, Al/68). — Barthová J., Leblová S., Větrovská J.: Transformations métaboliques dans les plantules de pois, lorsque les conditions extérieures sont changées. Partie IV. (res. An/74, Al/75). — Regal V.: Valeurs écologiques indicatives des plantes de prairie les plus répandues en Tchécoslovaquie (res. An/87, Al/87). — Klabzuba J.: Délimitation des zones en Tchécoslovaquie d'après leurs aptitudes naturelles à la dessiccation de l'air (res. An/99, Al/100). — Zeniščeva L.: Efficacité de CCC, de Phosphon-D et de Phosphon-S sur la croissance et le développement de l'orge de printemps et du seigle (res. An/112, Al/112).