

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

1

ROČNÍK 35 (LXII)

PRAHA

LEDEN 1989

CENA 18 Kčs

ROYYAM 35 (I)

I—II2

CS ISSN 0370-663X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: Prof. ing. Václav Fric, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, CSc., ing. Jan Baier, DrSc., ing. Ivo Bareš, DrSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Rudolf Findejs, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. ing. František Hron, DrSc., doc. ing. Jozef Húska, CSc., ing. Pavel Jamriška, CSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Jaroslav Krejčíř, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. RNDr. Jan Novák, CSc., prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, DrSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., prof. ing. Ján Švihra, DrSc., doc. ing. František Vlček, CSc., doc. ing. Josef Vondrys, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., doc. ing. František Vrkoč, DrSc., ing. Ludmila Zenišeová, DrSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. Václav Fric, CSc.

Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH

Procházková B., Hudcová M.: Agrochemické vlastnosti lehké půdy ve vztahu k jejímu různému zpracování	1
Hudcová O.: Vliv dlouhodobého hnojení na režimové faktory půdního draslíku	9
Kulíková A., Hartman V., Němeček J.: Stopové prvky v hnědých půdách	17
Rozsypal R.: Foliární aplikace dusíku a fosforu u pšenice ozimé	29
Příkryl K.: Vliv změn obsahu živin, cukrů a sušiny v období tvorby zrna na výnos zrna ozimé pšenice	37
Foltýn J., Rogalewicz V.: Geometrie listové plochy v porostech pšenice setých do řádků a na široko a možnost využití radiace	47
Frantík T., Koblihová H., Kovář P., Stejskalová H.: Vliv hustoty a termínu výsevu na interakci některých druhů plevelů s pšenicí jarní	59
Čapek J.: Vliv morforegulatorů na formování prvků produktivnosti žita setého	65
Jamriška P.: Vplyv výsevu, doby zberu ovsa a jačmeňa s podsevom lucerny na úrodu krmu	75
Marek M., Beranová J.: Vliv stoupající koncentrace nitrátů v živném roztoku na fotosyntetickou charakteristiku primárních listů jarního ječmene (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	85
Hubík K.: Elektroforéza hordeinové frakce bílkoviny ječmene v polyakrylamidovém gelu	95
Vožda J., Kubecová B.: Hodnocení výkonnosti hybridů kukuřice v mikro- a makroprostředí	101

AKTUALITA

Kinkorová J.: Některé aspekty uplatnění metod biologického boje proti plevelům	109
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Проха́зкова Б., Гудцова М.: Агрохимические свойства легкой почвы по отношению к ее разной обработке	7
Гудцова О.: Влияние длительного удобрения на факторы режима почвенного калия	15
Куликова А., Гартман В., Немечек Я.: Микроэлементы в буроземах	28
Розсыпал Р.: Листовое применение азота и фосфора у пшеницы озимой	35
Пржикрыл К.: Влияние изменения содержания питательных элементов, сахаров и сухого вещества в фазу формирования зерна на урожай зерна пшеницы озимой	45
Фолтын Й., Рогалеви́ч В.: Геометрия листовой площади в посевах пшеницы посеянных в рядки и сплош и возможность использования радиации	58

AGROCHEMICKÉ VLASTNOSTI LEHKÉ PŮDY VE VZTAHU K JEJÍMU RŮZNÉMU ZPRACOVÁNÍ

B. Procházková, M. Hudcová
NÁRODNÍ KNIHOVNA

Reservní
fond
Ministerstvo zemědělství
a lesnictví
Československá socialistická republika
Signature: J 1154
Inv. čis.: 84/90

PROCHÁZKOVÁ, B. — HUDCOVÁ, M. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Agrochemické vlastnosti lehké půdy ve vztahu k jejímu různému zpracování*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 1-8.

Vliv různého zpracování půdy k pšenici ozimé a ječmeni jarnímu (orba na 0,22 m, setí do nezpracované půdy) na změny agrochemických vlastností byl sledován na písčitohlinité drnové půdě černozemní v kukuřičné výrobní oblasti. Hodnocení bylo prováděno v rámci osevního sledu (kukuřice silážní, pšenice ozimá, kukuřice zrnová, ječmen jarní) a v kombinaci s různým organickým hnojením k předplodině. V daných podmínkách byly chemické vlastnosti půdy více ovlivněny hnojením než jejím zpracováním. Technologie setí do nezpracované půdy zvyšovala obsah přijatelného fosforu a draslíku, projevovala se zde také tendence ke zlepšení stavu půdní organické hmoty a přirozené regulace nitrifikace. Současně však vynechání orby snižovalo pH půdy.

zpracování lehké půdy; hnojení; osevní postup; agrochemické vlastnosti půdy

Uplatňování minimalizačních technologií ve zpracování půdy, které podstatně snižují počet energeticky náročných pracovních operací, nabývá v souvislosti s celosvětovou tendencí k dosahování ekonomické efektivnosti rostlinné výroby při současném zachování a zvyšování půdní úrodnosti stále většího významu.

U nás byla problematika mělkého zpracování půdy a setí obilnin do nezpracované půdy široce rozpracována ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, odboru základní agrotechniky v Hrušovanech u Brna. Vhodnost uplatnění těchto technologií byla prokázána na středních, úrodných půdách, a to jak z hlediska růstu a vývoje rostlin, tak i vlivu na půdní úrodnost (Nováček et al., 1978; Krejčí et al., 1982; Suškevič et al., 1984).

V posledním období je ověřována platnost získaných poznatků i v jiných půdně-ekologických podmínkách, zejména na půdách s extrémní zrnitostí.

V této práci jsou předloženy výsledky hodnocení vlivu různého zpracování lehké půdy k pšenici ozimé a ječmeni jarnímu (orba na 0,22 m, setí do nezpracované půdy) na změny jejích agrochemických vlastností.

MATERIÁL A METODA

Charakteristika místa pokusu: Hrušovany u Brna představují kukuřičnou výrobní oblast v nadmořské výšce 221 m, průměrná roční teplota vzdu-

chu je 9,1 °C, průměrné roční srážky 483,6 mm, drnová půda černozemní vznikla na štěrkopískové terase z převážně kyselého materiálu, v orničním profilu je písčitohlinitá, v 0,3 m nastupuje štěrkopísková terasa.

Agrochemické vlastnosti ornice před založením pokusu: obsah humusu činil 2,37 %, obsah přístupného fosforu 56,2 mg . kg⁻¹, draslíku 212 mg . kg⁻¹, pH_{KCl} 5,54.

Vliv různého zpracování půdy k pšenici ozimé a ječmeni jarnímu na její agrochemické vlastnosti byl hodnocen v rámci osevního sledu (kukuřice silážní, pšenice ozimá, kukuřice zrnová, ječmen jarní) v kombinaci s různým hnojením ke kukuřici silážní a zrnové.

Varianty zpracování půdy k pšenici ozimé a ječmeni jarnímu byly orba na 0,22 m a setí do nezpracované půdy.

Varianty hnojení u kukuřice silážní a zrnové:

1. nehnojeno;
2. minerální hnojení (120 N, 40 P, 65 K v kg . ha⁻¹ v čistých živinách);
3. minerální hnojení + sláma (4 t . ha⁻¹) + prasečí kejda (40 t . ha⁻¹);
4. minerální hnojení + zelené hnojení (hořčice) + prasečí kejda (40 t . ha⁻¹);
5. minerální hnojení + chlévský hnůj (30 t . ha⁻¹) zapravený na 0,22 m;
6. minerální hnojení + chlévský hnůj (30 t . ha⁻¹) zapravený na 0,3 m;
7. minerální hnojení + chlévský hnůj (60 t . ha⁻¹) zapravený na 0,3 m, (u kukuřice zrnové pouze minerální hnojení).

Pšenice ozimá byla hnojena dávkou 100 N, 28 P, 50 K a ječmen jarní dávkou 40 N, 20 P, 41 K v kg . ha⁻¹ v čistých živinách.

Vzorky půdy pro stanovení chemických vlastností byly odebírány po sklizni jednotlivých plodin na všech variantách pokusu, z půdních vrstev 0—0,1; 0,1—0,2; 0,2—0,3 m. Stanoveny byly: N-celkový, NO₃⁻-N, NH₄⁺-N, P-přijatelý, K-přijatelý, pH_{H₂O}, pH_{KCl}. Rozbory byly provedeny v laboratoři VÚRV odboru základní agrotechniky v Hrušovanech u Brna podle metod ÚKZÚZ (Javorský a kol., 1983).

Pokus byl založen metodou znáhodněných bloků ve čtyřech opakováních. Výsledky jsou vyhodnoceny analýzou variance.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky četných pokusů prokázaly, že předpokladem úspěšného uplatňování minimalizačních technologií k obilninám (mělkého zpracování půdy a zejména setí do nezpracované půdy) je hlubší zpracování půdy k okopaninám nebo i k jiným plodinám hnojeným organickými hnojivy, kdy jsou zapraveny nahromaděné posklizňové zbytky do celého orničního profilu. V těchto podmínkách se vliv různého zpracování půdy na její chemismus projevuje méně výrazně než při opakovaném setí obilnin do nezpracované půdy. Hrbáček et al. [1979] uvádějí, že se pěstování ozimé pšenice více let po sobě bez zpracování půdy projevuje v zeslabené míře jako trvalé zatravnění, tj. dochází ke zvyšování obsahu organické hmoty a veškerého dusíku v půdě a ke zlepšování povahy organické hmoty. Při občasném vynechání orby byly však zaznamenávány spíše jen určité tendence ke zlepšování stavu půdního humusu a zvyšování obsahu celkového dusíku, a to převážně jen v povrchových částech ornice (Hrbáček et al., 1979; Dick, 1983; Řídký, 1975).

Vliv zpracování půdy na obsah celkového dusíku a oxidovatelného uhlíku, zjišťovaný v našich pokusech, byl u ozimé pšenice a jarního ječmene rozdílný (tab. I, II). Při setí jarního ječmene do nezpracované půdy byl ve srovnání s běžnou orbou vyšší, u ozimé pšenice naopak nižší. Výsledky hodnocení vlivu různého zpracování půdy k obilninám na obsah a kvalitu humusu v celém osevním sledu však ukazují na převládající kladný vliv setí do nezpracované půdy (Hudcová, Procházková, 1985).

I. Vliv různého zpracování lehké půdy k ozimé pšenici na její agrochemické vlastnosti — The influence of different tillage of light soil with winter wheat on agrochemical properties of the soil

Varianty zpracování půdy	Hloubka (m)	Stanovení								
		NO ₃ ⁻ -N (mg.kg ⁻¹)	NH ₄ ⁺ -N (mg.kg ⁻¹)	NO ₃ ⁻ +NH ₄ ⁺ (mg.kg ⁻¹)	N celkový (%)	C oxidovatelný (%)	P přijatelný (mg.kg ⁻¹)	K přijatelný (mg.kg ⁻¹)	pH KCl	pH H ₂ O
Orba	0,0—0,1	5,04	32,68	37,72	0,185	1,30	83,15	231	5,43	6,25
	0,1—0,2	4,77	31,84	36,61	0,186	1,29	73,81	193	5,43	6,31
	0,2—0,3	5,20	31,28	36,48	0,187	1,27	66,97	190	5,44	6,26
	0,0—0,3	5,00	31,93	36,93	0,186	1,29	74,64	205	5,43	6,27
Seti do nezpracované půdy	0,0—0,1	4,10	35,15	39,25	0,182	1,30	82,35	258	5,33	6,17
	0,1—0,2	4,70	33,70	38,40	0,181	1,26	78,75	204	5,32	6,16
	0,2—0,3	5,74	32,17	37,91	0,179	1,24	71,98	205	5,40	6,23
	0,0—0,3	4,85	33,67	38,52	0,181	1,27	77,70	222	5,35	6,19
DT zpracování půdy	0,05		1,40	1,55	0,003	0,02		8,07	0,06	0,05
	0,01		—	—	0,004	—		10,85	0,08	0,07
DT hloubka	0,05	0,60	2,04				5,36	11,78		
	0,01	0,77	—				6,92	15,71		

Seti do nezpracované půdy působilo ve směru snižování obsahu nitrátového a zvyšování obsahu amoniakálního dusíku. Je to zřejmě v důsledku snížení intenzity nitrifikace v tomto prostředí. Obdobné tendence zaznamenali Pryczková (1973), Řídký (1975), Hrbáček et al. (1979). Řídký (1975) zjistil v nezpracované půdě silnější rozvoj amonizačních bakterií, které jsou schopny uvolňovat z půdních zásob organicky vázaný dusík, a tím umožňují jeho využití rostlinami. Považuje tuto skutečnost za jeden z důvodů, proč se dosahuje jistějších výnosových výsledků na nezpracované půdě tehdy, má-li tato půda dobrý nutriční fond a je-li po dobrých předplodinách.

V nezpracované půdě, ve srovnání s půdou oranou, a to především pak v její vrchní vrstvě, byl stanoven vyšší obsah přijatelného fosforu a draslíku. S přibývajícím hloubkou půdy byla u obou systémů zpracování půdy zaznamenána tendence k poklesu jejich obsahu. Zvýšení pohotových forem fosforu a draslíku v nezpracované půdě uvádí více autorů (Hrbáček, 1984; Ellis, Hovse, 1980; Řídký, 1975; Rozsy-pal et al., 1986; Hudcová, 1987 a další). Obecně byl zjišťován výraznější vliv při opakovaném vynechání orby a ve vrchních vrstvách půdy.

Z grafického vyjádření změn obsahu přijatelného fosforu a draslíku při různém zpracování půdy a hnojení u jednotlivých plodin osevního sledu (obr. 1, 2) je patrné, že na zvýšení obsahu přijatelných forem obou

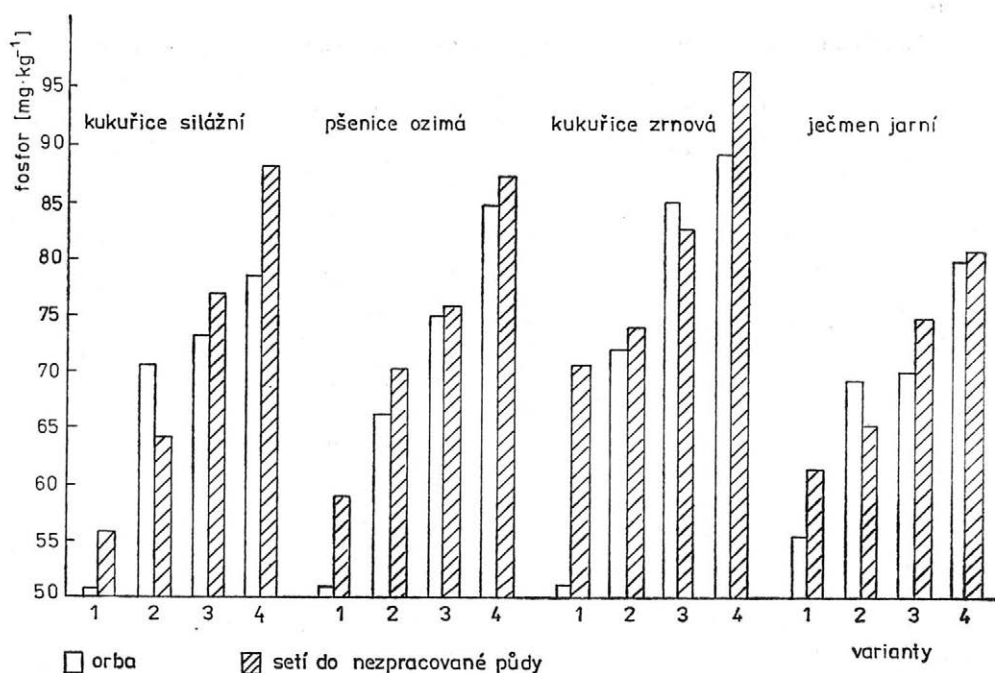
II. Vliv různého zpracování lehké půdy k jarnímu ječmeni na její agrochemické vlastnosti — The influence of different tillage of light soil with spring barley on agrochemical properties of the soil

Varianty zpracování půdy	Hloubka (m)	Stanovení								
		$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg. kg ⁻¹)	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (mg. kg ⁻¹)	$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ (mg. kg ⁻¹)	N celkový (%)	C oxidova- telný (%)	P přijatelný (mg. kg ⁻¹)	K přijatelný (mg. kg ⁻¹)	pH KCl	pH H ₂ O
Orba	0,0—0,1	4,39	31,56	35,95	0,172	1,29	72,07	199	5,30	6,11
	0,1—0,2	5,22	31,44	36,66	0,177	1,28	71,41	193	5,29	6,10
	0,2—0,3	4,92	30,09	35,01	0,168	1,26	67,96	188	5,32	6,11
	0,0—0,3	4,84	31,03	35,87	0,172	1,28	70,48	193	5,30	6,11
Seti do nezpracované půdy	0,0—0,1	4,31	33,09	37,40	0,178	1,32	75,11	224	5,13	6,06
	0,1—0,2	4,83	30,82	35,65	0,176	1,31	72,23	197	5,12	6,00
	0,2—0,3	4,62	32,54	37,16	0,178	1,29	74,99	201	5,10	5,96
	0,0—0,3	4,59	31,15	36,74	0,177	1,31	74,11	207	5,12	6,01
DT zpracová- vání půdy	0,05		0,99		0,002	0,024	3,32	5,91	0,04	0,04
	0,01				0,003			7,95	0,06	0,06
DT hloubka	0,05							8,63		
	0,01							11,00		

prvků mělo podstatně vyšší vliv hnojení organickými hnojivy než různé zpracování půdy. Výrazné zvýšení bylo zaznamenáno zejména na variantách hnojených chlěvským hnojem, a to jak u plodin animálně hnojených, tak i následných. Pozitivní vliv organických hnojiv na zvyšování obsahu mobilních forem fosforu a draslíku souvisí s jejich zvýšeným přísunem do půdy a s příznivými účinky organické hmoty na jejich přístupování.

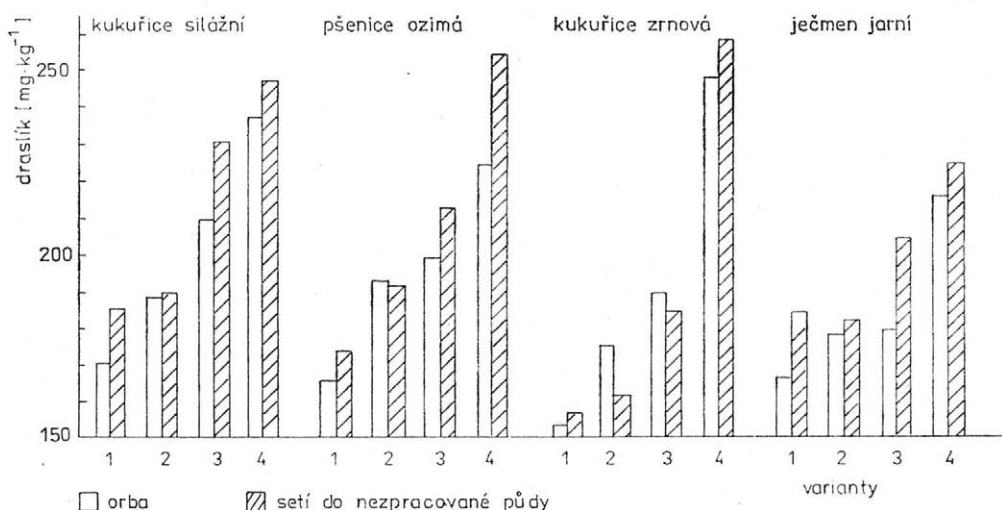
Vynechání orby se u pšenice ozimé i ječmene jarního nepříznivě projevilo ve zvýšení půdní kyselosti, tento vliv byl patrný i u plodin následných. Rovněž bylo pokusně zjištěno výrazné okyselení lehké půdy i při jednoletém vynechání orby (H u d c o v á, 1987). Naproti tomu na hlinitých, úrodných půdách bylo zaznamenáno snížení hodnot pH pouze při dlouhodobě uplatňovaném seti obilnin do nezpracované půdy, při jednoletém vynechání orby nedocházelo k podstatným změnám (H r b á - č e k et al., 1979; R o z s y p a l et al., 1986). Výraznější acidifikační účinek bezorebného seti na lehké půdě lze dát do souvislosti se slabším sorpčním komplexem a nízkou ústojčivou schopností lehkých půd.

Vliv hnojení na změny půdní reakce (obr. 3) u jednotlivých plodin osevního sledu byl ve srovnání se zpracováním půdy většinou výraznější. Minerální hnojiva samotná i v kombinaci s kejdou působila na půdní reakci negativně, chlěvský hnůj naopak průkazně pozitivně.

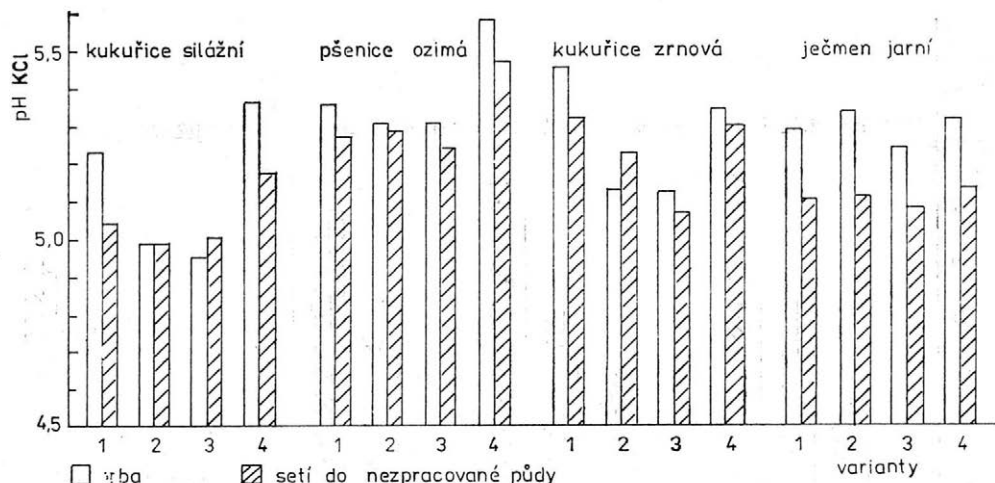


1. Vliv různého zpracování půdy a hnojení na obsah přístupného fosforu u jednotlivých plodin osevního sledu — The influence of different tillage of the soil and of fertilizing on the content of available phosphorus in the crops of the given crop rotation

Průměrné hodnoty variant: 1 — nehnojená, 2 — hnojená minerálními hnojivy, 3 — hnojená kejdou prasat, 4 — hnojená chlévským hnojem



2. Vliv různého zpracování půdy a hnojení na obsah přístupného draslíku — The influence of different tillage of the soil and of fertilizing on the content of available potassium



3. Vliv různého zpracování půdy a hnojení na půdní reakci — The influence of different tillage of the soil and of fertilizing on soil reaction

Jak ukázaly výsledky sledování, na lehké propustné půdě v suché oblasti jsou chemické vlastnosti půdy více ovlivňovány hnojením než jejím zpracováním. Zvláště velký význam má v daných podmínkách hnojení kvalitními organickými hnojivy. Nejvhodnějším zdrojem organických látek je zde chlévský hnůj, zejména příznivé je jeho působení na zvyšování obsahu a kvality půdní organické hmoty a úpravu půdní reakce. Technologie setí do nezpracované půdy, kromě lepšího hospodaření s půdní vodou, příznivě ovlivňuje i režim půdních živin. Dochází zde ke zvyšování obsahu přijatelného fosforu a draslíku a projevuje se určitá tendence ke zlepšování stavu půdní organické hmoty a k přirozené regulaci nitrifikace. Negativní dopad vynechání orby na půdní reakci byl do značné míry eliminován hnojením chlévským hnojem.

Literatura

- DICK, W. A.: Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 47, 1983, č. 1, s. 102-107.
- ELLIS, F. B. — HOWSE, K. R.: Effects of cultivation on the distribution of nutrients in the soil and the uptake of nitrogen and phosphorus by spring barley and winter wheat on three soil types. *Soil Till. Res.*, 1, 1980, č. 1, s. 35-46.
- HRBÁČEK, J. — PRYCKOVÁ, L. — ROZSYPAL, R.: Studium dynamiky živin při různém zpracování půdy. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1979, 24 s.
- HRBÁČEK, J.: Výživa plodin u nových technologií zpracování půdy. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1984, 19 s.
- HUDCOVÁ, M.: Vliv rozdílného hnojení a kultivace lehkých půd na jejich agrochemické vlastnosti. *Rostl. Výr.*, 33, 1987, č. 1, s. 37-46.
- HUDCOVÁ, M. — PROCHÁZKOVÁ, B.: Změny obsahu a kvality humusu v závislosti na organickém hnojení a kultivaci lehkých půd. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚRV-OZA 1985, 39 s.
- JAVORSKÝ, P. a kol.: Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. Výstavnictví MZVČ ČSR, Praha, 1983, 287 s.
- KREJČÍ, V. — HOMOLKA, L. — HRBÁČEK, J.: Zpracování půdy s využitím technologie minimalizace. *Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe*, 1982, 26 s.

NOVÁČEK, J. — HRBÁČEK, J. — VANĚK, J. — ŘÍDKÝ, K.: Minimalizace zpracování půdy k ozimé pšenici a jarnímu ječmeni v kukuričné a řepařské výrobní oblasti. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1978, 30 s.

PRYCZKOVÁ, L.: Studium otázek spojených s dynamikou dusíku při pěstování plodin bez orby (z hlediska vlivů půdních). [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1973, 24 s.

ROZSYPAL, R. — PRYCZKOVÁ, L. — SUŠKEVIČ, M.: Vliv agrotechniky na chemické vlastnosti půdy. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚRV-OZA 1986, 33 s.

ŘÍDKÝ, K.: Půdní prostředí z hlediska fyzikálních vlastností půdy a jeho vliv na biologické a chemické procesy v půdě. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1975, 28 s.

SUŠKEVIČ, M. — ODLOŽILÍK, S. — PRYCZKOVÁ, L. — HERMAN, M.: Vliv dlouhodobé minimalizace na úrodnost černozemní půdy. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1984, 52 s.

Došlo dne 3. 8. 1987

ПРОХАЗКОВА, Б. — ГУДЦОВА, М. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): *Агрохимические свойства легкой почвы по отношению к ее разной обработке*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 1-8.

Влияние разной обработки почвы под пшеницу озимую и ячмень яровой (вспашка на 0,22 м, посев в необработанную почву) на изменения агрохимических свойств изучалось на песчанисто-глинистой дерновой черноземной почве в кукурузной производственной области. Оценку проводили в рамках элемента севооборота (кукуруза на силос, пшеница озимая, кукуруза на зерно, ячмень яровой) и в комбинации с различным органическим удобрением под предшественник. В данных условиях были химические свойства почвы в большей мере под влиянием удобрения, чем ее обработкой. Технология посева в необработанную почву увеличивала содержание доступного фосфора и калия, здесь также проявлялась тенденция к улучшению состояния почвенной органической массы и естественной регуляции нитрификации. Однако одновременно не проведение вспашки понижало pH почвы.

обработка легкой почвы; удобрение; севооборот; агрохимические свойства почвы

PROCHÁZKOVÁ, B. — HUDCOVÁ, M. (Research Institute for Crop Production, Praha-Ruzyně): *Agrochemical Properties of Light Soils in relation to the Methods of Tillage*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 1-8.

Changes in the agrochemical properties of sandy-loam soddy soil of chernozem type were studied in a maize-growing region, as induced by different tillage for winter wheat and spring barley (ploughing to a depth of 0.22 m, direct drilling). The investigation was performed for the whole crop rotation (silage maize, winter wheat, grain maize, spring barley) and with respect to organic manuring of a forecrop. In the given conditions, chemical properties of the soil were influenced rather by fertilizing than by tillage. The technology of direct drilling contributed to an increase in the contents of available phosphorus and potassium, to an amelioration of the state of soil organic matter and to natural regulation of nitrification. Zero-tillage reduced, at the same time, the pH value of the soil.

tillage of light soil; fertilizing; crop rotation; agrochemical properties of soil

PROCHÁZKOVÁ, B. — HUDCOVÁ, M. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Agrochemische Eigenschaften der Leichtböden in Beziehung zur unterschiedlichen Bodenbearbeitung*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 1-8.

Der Einfluss einer unterschiedlichen Bodenbearbeitung zu Winterweizen und Sommergerste (Pflügen 0,22 m, Aussaat in un bearbeiteten Boden) auf Umwandlungen agrochemischer Eigenschaften wurde auf sandigem Lehm vom Rasentschernojsomtyp in einem Maisanbaubereich untersucht. Die Bewertungen erfolgten im Rahmen einer Fruchtfolge (Silomais, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste) und in Kom-

bination mit verschiedener organischer Düngung zur Vorfrucht. Unter den gegebenen Bedingungen wurden die chemischen Bodeneigenschaften eher durch die Düngung als durch die Bodenbearbeitung beeinflusst. Die Technologie der Aussaat in den unbearbeiteten Boden steigerte den Gehalt an aufnehmbaren P und K, und es zeigte sich auch eine Tendenz zur Verbesserung des Zustandes der organischen Bodenmasse und zu einer natürlichen Regelung der Nitrifikation. Der Ausfall des Pflügens verminderte den pH-Wert des Bodens.

Leichtbodenbearbeitung; Düngung; Fruchtfolge; agrochemische Bodeneigenschaften

Adresa autorek:

Ing. Blanka Procházková, CSc., ing. Marie Hudcová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, odbor základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ NA REŽIMOVÉ FAKTORY PŮDNÍHO DRASLÍKU

O. Hudcová

HUDCOVÁ, O. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha): *Vliv dlouhodobého hnojení na režimové faktory půdního draslíku*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 9-16.

Byla ověřována možnost použití metodických postupů stanovení režimových faktorů půdního draslíku (FQ, FI, KPK, $-ΔK_o$, AR_o) jako důležitých ukazatelů agrochemické účinnosti draselného a organického hnojení. Nejvýstižněji charakterizovala režim půdního draslíku pufrací kapacita (KPK), která umožňuje posoudit u půd nejen celkovou zásobu přístupného draslíku (včetně části pevněji vázaného), ale i kvalitativně ocenit stupeň mobilizace draslíku zemědělských půd. Parametry ovlivnění režimových faktorů půdního draslíku minerálním a organickým hnojením byly zkoumány v podmínkách modelových stacionárních pokusů s vybranými půdně-ekologickými významnými představiteli (osm let systematicky hnojenými). Režimové faktory citlivě indikovaly změny vyvolané uvedenými zásahy, i když míra ovlivnění byla rozdílná a do jisté míry závislá na půdních vlastnostech jednotlivých stanovišť. Pozitivní ovlivnění všech režimových faktorů půdního draslíku bylo pozorováno u kombinací organicko-minerálního hnojení. Získané poznatky o charakteru a rozsahu ovlivnění režimových faktorů půd potvrdily, že sycení sledovaných půd draslíkem zvyšovalo mobilitu a omezovalo fixaci draslíku, přičemž vyšší koncentrace iontů Ca^{2+} ve vztahu k iontům K^+ tento efekt ještě zvýrazňovala. S ohledem na prognózu efektivnosti draselného hnojení bude třeba včlenit do metodických směrnic hnojení i praktické důsledky studie rovnováhy draslíku (mobilizace $\rightleftharpoons$ imobilizace) vyplývajících z různého poměru draslíku k vápníku.

draslík; režimové faktory draslíku; faktor kapacity; faktor intenzity; draselná pufrací kapacita; organické hnojení; hnojení průmyslovými hnojivy

Co se týká výživy rostlin draslíkem, rozlišujeme v půdě:

- draslík poutaný na povrchu pevných fází půdy jílovými minerály a humusovými látkami], který v určitých podmínkách, zejména při narušení koncentrační rovnováhy mezi pevnou a kapalnou fází půdy, přechází difúzí do půdního roztoku; tato frakce draslíku reprezentuje celkovou zásobu (kapacitu) půdního draslíku pro dlouhodobé zásobování rostlin;
- draslík půdního roztoku, který je zcela přístupný rostlinám a využíván především v raných fázích růstu a vývoje; důležitým ukazatelem této frakce je faktor intenzity, charakterizující stupeň přístupnosti zásoby přijatelného draslíku. Kvantitativně bývá vyjadřován hodnotou aktivity koncentrace iontů K^+ (v roztoku vodném nebo slabých solí) nebo energií potřebnou pro přechod draslíku z pevné fáze do roztoku;

— draslík zabudovaný v minerálním skeletu půdy (zejména jílových slídách), který je těžko dostupný a nemá praktický význam pro výživu rostlin.

Nutnost bližšího poznání režimu draslíku v půdě vystupuje stále více do popředí, zejména v souvislosti s tím, že současné dávky draselných hnojiv bývají často vyšší, než odpovídá skutečné potřebě, takže v některých půdách narůstá zásoba přijatelného draslíku až na hodnoty 400 až 600 mg. kg⁻¹, které však již mohou nepříznivě ovlivnit výživu rostlin dalšími elementy. Vyšší dávky draselných hnojiv jsou proto často neefektivní, přičemž negativně působí na půdu, rostlinu, životní prostředí a konzumenty. Naopak efektivní využívání a regulace půdního režimu draslíku vytváří předpoklady pro optimální biologicko-ekologickou hladinu této živiny promítající se do vyššího, ale vyváženého příjmu ostatních živin a nižší závislosti produkce na povětrnostních podmínkách.

V posledních letech charakter a rozsah ovlivnění draselného režimu půd je zpravidla určován obsahem tzv. přijatelného, případně výměnného draslíku, stanovovaného jako podíl různých přístupných forem draslíku, specifických pro daný půdní typ a stupeň jeho zkulturnění. Hodnocení obsahu přijatelného draslíku v půdě umožňuje postihnout momentální stav jeho mobilní zásoby, ale neudává nám celková množství přijatelného draslíku, která mohou nebo za příznivých podmínek mohly rostliny během vegetace využít. Značný počet existujících metodických postupů a nejednotnost aspektů jejich agronomické interpretace (Hudcová, 1979) dovoluje však jen v omezené míře posuzovat rovnovážný stav nasycení půdy draslíkem a jeho stupeň přístupnosti pro rostliny. Stupeň přístupnosti draslíku pro rostliny a jeho pohyb v půdě je výsledkem složitého ustavování rovnováh mezi jednotlivými formami vazeb draslíku, které nelze odděleně exaktně stanovit. Podobně jako při hodnocení obsahu dostupného fosforu (Damaška, Voplakal, 1986) nepostihují dané extrakční metody ovlivnění režimových faktorů fosforu a draslíku, komplexně charakterizujících proces přeměny a fixace aplikované živiny, její uvolňování do půdního roztoku a zpřístupnění pro kořeny rostlin. Nutno ovšem zdůraznit, že používaná extrahovadla (neutrální soli, slabé kyseliny aj.) nejsou (s ohledem na složení) ideální obdobou přirozeného půdního roztoku, do kterého vstupuje draslík v důsledku výměnných reakcí ze sorpčního komplexu, a metodicky nezahrnují veškerý rostlinám přístupný podíl draslíku v půdě (i jeho část nevýměnně vázaného).

Předpoklady pro objektivnější interpretaci hodnot režimu draslíku v půdách ve srovnání s konvenčními extrakčními metodami skýtají metodické postupy ke stanovení tzv. režimových faktorů půdního draslíku.

Hodnocení je nejčastěji prováděno pomocí:

- faktoru kapacity — FQ (celková zásoba pohyblivého K v půdě);
- faktoru intenzity — FI, tzv. draselný potenciál (množství K mobilizovatelné z půdní rezervy);
- draselné pufrací kapacity — KPK (Q/I — vlastnost půd udržovat draselný potenciál na stejné úrovni při dodání nebo odebírání K).

V současné době jsou známy základní mechanismy a podmínky pro akumulaci a mobilizaci iontů K⁺ z půdy, ale v důsledku komplikovanosti a proměnlivosti půdního systému, intenzity a souboru vnějších faktorů je zobecnění pro konkrétní půdně-ekologické podmínky značně obtížné.

Z uvedeného důvodu jsme se orientovali na ověření možnosti využití uvedených metodických postupů ke sledování změn některých režimových faktorů půdního draslíku (FQ, FI, KPK), vyvolaných aplikací vysokých dávek průmyslových hnojiv (NPK) a organického hnojení. Posouzení změn režimových faktorů půdního draslíku nám vytváří předpoklady pro kvantitativní hodnocení účinnosti těchto agromelioračních zásahů diferencovaně pro různé půdní představitele.

MATERIÁL A METODA

Ovlivnění draselného režimu bylo zkoumáno u půdních vzorků odebraných z modelových stacionárních pokusů založených na bázi geosítě po osmém roce systematického NPK- a organického hnojení. Půdní vzorky byly odebrány z orničních vrstev vybraných půdních představitelů, odrážejících kombinace ekologicky významných podmínek:

HMč/24 (Hněvčeves) — hnědozem na spraši, hlinitá, BPEJ 30 900, řepařská oblast;
HP(g)/39 (Humpolec) — hnědá půda slabě oglejená na rule, písčitohlinitá, BPEJ 729 01, bramborářská oblast;

HPa/42 (Vysoké nad Jizerou) — hnědá půda kyselá na fylitické břidlici, písčitohlinitá, BPEJ 936 41, horská oblast.

Uspořádání pokusu

Základní dávka hnojiv NPK III činila $819 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, z toho N 210, P 210, K 399 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; chlévský hnůj byl aplikován v dávce $200 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Byly použity tři kombinace hnojení: 0, NPK III, NPK III + hnůj. Dávky aplikovaných hnojiv byly každoročně upraveny na základě stanovení skutečného obsahu příslušné živiny v hnojivu.

Jako pokusné plodiny byly použity:

HMč — pšenice jarní, kukuřice na siláž;
HP(g) — pšenice jarní, krmná kapusta, od roku 1981 brambory;
HPa — oves, krmná kapusta, od roku 1981 brambory;

Druhy hnojiv a zapravení:

- síran amonný — před setím (60 % dávky N);
- superfosfát granulovaný — (20 % P_2O_5);
- draselná sůl — (60 % K_2O);
- ledek amonný s vápencem — (25 % N), na list 40 % celkové dávky;
- vápenec, Romag — k obilninám na podzim.

Výsledné změny v režimech půdního draslíku byly charakterizovány hodnotami faktoru intenzity (Acquaye, McLean, 1966), faktoru kapacity — vodorozpustný draslík (Schilling, 1955) a draselné pufrací kapacity (Beckett et al., 1966).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Faktor intenzity (FI), nazývaný draselný potenciál, nám charakterizoval půdy kvalitativně podle schopnosti mobilizace iontů K^+ (přechod ze sorpčního komplexu do půdního roztoku). Tato dostupnost labilního draslíku, vyjádřená logaritmicky ($\text{pK} - 0,5 \text{ pCa}$), byla optimální u nehnojené varianty zeminy HP(g). Hodnoty FI (tab. I) u půd HMč a HPa dokumentovaly na kontrolní zemině nedostatečnou mobilitu draslíku pro normální vývoj rostlin. Po aplikaci hnojiv (NPK, NPK + OH) byly již vytvořeny podmínky u půdy HMč pro optimální zásobování k rostlinám, na rozdíl od zeminy HPa, kde potřebné mobility nebylo dosaženo. U této půdy zřejmě vápník této půdy s mnohem větší energií spontánně nahrazuje draslík půdního roztoku a ten pak přechází v méně přístupnou formu draslíku (vázaný v pevné fázi půdy).

Přesun iontů K^+ je závislý nejen na obsahu draslíku v pevné fázi půdy, ale i na obsahu ostatních kationtů. Podle literárních pramenů (Beckett et al., 1966; Pčelárova — Karadžova, 1983) je FI jako index režimu draslíku v půdě konstantní pro daný typ půdy a v určitém rozmezí nezávisí na vlhkosti a koncentraci půdního roztoku.

I. Ovlivnění režimových faktorů půdního draslíku v orničních horizontech v závislosti na hnojení NPK a NPK v kombinaci s organickým hnojením (modelový stacionární pokus) — The influence of NPK fertilizing and NPK + organic manuring on the factors of soil potassium regime in topsoil horizons (model stationary trial)

Půdní typ Matečný substrát Půdní druh	Varianta hnojení	pH/KCl	FQ	FI	AR ₀	-ΔK ₀	KPK
			mg K. .kg ⁻¹	pK - 0,5 pCa	(M.l) ^{1/2}	me. .100 g ⁻¹	me. .100 g ⁻¹ (M.l) ^{1/2}
HMč (24) h	0	6,75	38	5,76	0,070	0,455	6,500
	NPK III	6,00	84	4,75	0,143	1,050	7,342
	NPK III + OH	5,42	260	4,08	0,253	1,490	5,889
HP (g) (39) pH	0	4,96	54	4,62	0,135	0,970	7,185
	NPK III	4,70	146	4,23	0,234	1,010	4,316
	NPK III + OH	6,45	175	3,78	0,245	2,420	9,877
HPa (42) pH	0	3,80	30	5,42	0,109	0,420	3,853
	NPK III	3,72	23	4,86	0,140	0,069	0,492
	NPK III + OH	6,45	62	5,15	0,110	0,870	7,909

Naše poznatky nám dovolují vymezit určité hraniční parametry FI pro oceňování draselné výživy s ohledem na efektivnost draselného hnojiva, které ovšem nevylučují možnost určitých změn při specifitě některých půdně-ekologických podmínek:

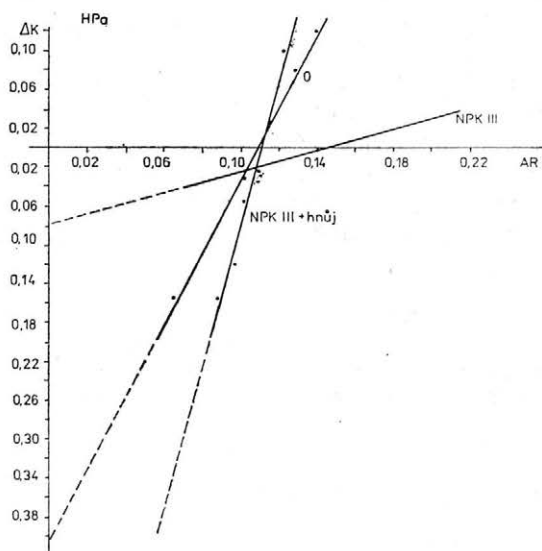
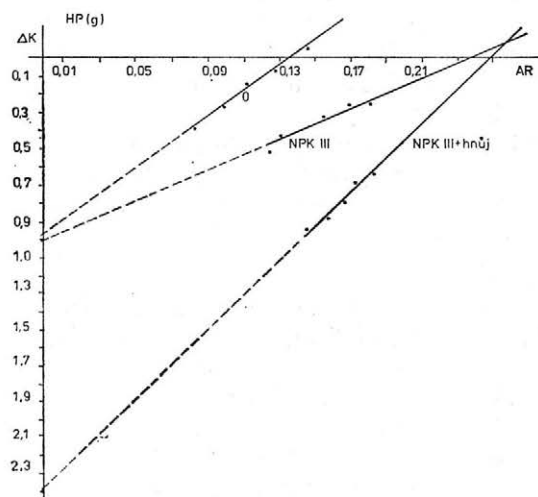
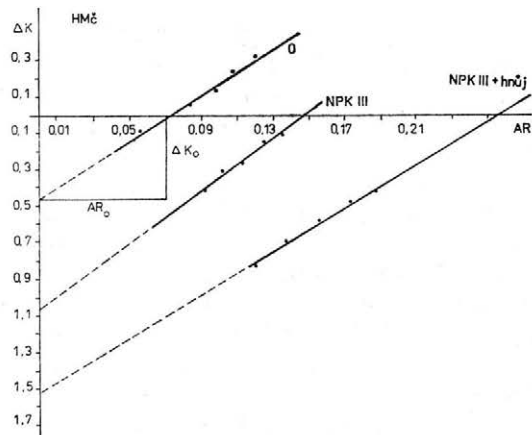
FI: vyšší než 5 — nedostatek draslíku pro normální vývoj plodin,
3,5 až 4,9 — optimální podmínky draselné výživy,
nižší než 3,5 — luxusní příjem v důsledku nadbytku draslíku.

V extrémně kyselých půdách je vyjádření intenzity labilního draslíku nutno považovat za nepřesné, neboť tyto půdy obsahují příliš malé množství výměnných kationtů a bude třeba do výpočtu zahrnout i obsah kationtů Al³⁺ (Lindsay, 1959).

Draselná pufrační schopnost (KPK), vyjadřující schopnost půdy udržovat poměr aktivit daných kationtů ($a_{K^+} / \sqrt{a_{Ca^{2+}} + a_{Mg^{2+}}}$) v půdním roztoku na konstantní úrovni při zvyšování nebo snižování jeho hladiny v půdě, charakterizuje režim draslíku v půdě a schopnost zásobovat rostliny draslíkem výstižněji než faktor intenzity (FI). KPK je určována uvolňováním fixovaného draslíku, difúzí a transportem iontů K⁺ v půdním roztoku.

U nehnojené kontroly nejvyšší hodnotu KPK měla zemina HP(g). Účinek intenzivního hnojení NPK spolu s organickým se projevil vzestupem hodnot KPK sledovaných půd, zejména velmi zřetelně u zeminy HPa (ze 3,8 na 7,9). Naproti tomu u půdy HMč zjištěné hodnoty po aplikaci samotného NPK-hnojení byly oproti počátečnímu stavu nižší.

Grafické vyjádření KPK (obr. 1) umožnilo zhodnotit vztah celkové zásoby přístupného draslíku (bezprostředně i obtížněji přístupného ΔK) k jeho dostupnosti AR.



1. Ovlivnění draselné pufrací kapacity (KPK) hnojením (0, NPK III, NPK III + hnůj) v orničních horizontech půd HMč, HP(g) a HPa — The influence of fertilizing (0, NPK III, NPK III + manure) on potassium buffering capacity (KPK) in top-soil horizons [HMč, HP(g) and HPa]

ΔK změna obsahu K v půdním roztoku po reakci se zemínou (me. 100 g^{-1})

AR poměr aktivit v půdním roztoku
 $(a_K / \sqrt{a_{Ca^{2+}} + a_{Mg^{2+}}})$

Rozdílná úroveň primárního nasycení draslíkem a aplikace hnojiv ovlivnila formu i sklon křivek KPK jednotlivých půd. Podobně, jako zjistila Medveděva (1968), pokles hodnot pH výrazně změnil sklon křivky u HPA a po aplikaci NPK, a tím působil negativně na množství přístupného draslíku.

Koncentrace draslíku v půdním roztoku $[-\Delta K_0]$ je vyčíslena v závislosti $\Delta K/AR$ a vyjadřuje reálně obsah přístupného (labilního) draslíku v půdě a je nejjednodušším kritériem jeho přístupnosti v půdě. Z tab. I vyplývá, že u nehnobených variant nejvyšší hodnoty rovnovážného stavu draslíku v půdním roztoku byly nalezeny u HP(g) a nejnižší u HPA. Obdobným způsobem lze interpretovat i hodnoty faktoru kapacity (FQ) vyjadřující kapacitní předpoklady využitelnosti draslíku.

Vysoké dávky hnojiva NPK v kombinaci s organickým hnojením výrazně zvýšily koncentraci draslíku v půdním roztoku ve všech sledovaných půdách (hodnoty FQ). Samotné NPK-hnojení rovněž pozitivně ovlivnilo obsah vodorozpustného draslíku (FQ) u HMč a HP(g), naproti tomu u HPA došlo ke snížení těchto hodnot.

Poměr aktivit v rovnovážném půdním roztoku (AR_0) nevyjadřuje absolutní obsah přístupného draslíku v půdě, ale kvalitativně charakterizuje schopnost kationtů K^+ přecházet z pevné fáze do půdního roztoku v závislosti na obsahu Ca^{2+} a Mg^{2+} . Ve sledovaných půdách u nehnobené varianty se hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,07 až 0,24 $(M/1)^{1/2}$.

Sycení půd draslíkem minerálních nebo organických hnojiv vyvolávalo zvyšování hodnoty poměru aktivit, zejména zřetelně u HP(g) tím, že posunulo ustavování rovnováhy mezi zeminou a roztokem do oblasti nižších koncentrací Ca^{2+} ve vztahu ke K^+ (vyšší AR_0).

Potvrdilo se, že sycení draslíkem u sledovaných půd zvyšuje mobilitu a omezuje fixaci draslíku půdou. Na určité tendence možného ovlivnění mobility nebo imobility draslíku lze usuzovat z rovnovážného poměru iontů K^+ a Ca^{2+} (Mg^{2+}). Vzestup aktivity Ca^{2+} (tzn. koncentrace) ve vztahu ke K^+ vytváří předpoklady pro vyšší fixaci a naopak nižší aktivita iontů Ca^{2+} zvyšuje pohyblivost draslíku v půdě a při nadměrném vápnění a nedostatečných poutacích schopnostech půd dochází k vyplavování draslíku z půdního profilu.

Nutno uvést, že stanovení režimových faktorů nelze považovat za univerzální metodu, ale ve spojení s dosud používanými extrakčními metodami stanovení přístupného draslíku umožní hodnotit souběžně aktuálně přístupný i postupně se mobilizující draslík z půdy.

Literatura

- ACQUAYE, D. K. — Mc LEAN, A. J.: Potassium potential of some selected soils. Can. J. Soil Sci., 46, 1966, č. 2, s. 115-124.
BECKETT, P. H. T. et al.: Studies on soil potassium. V. Stability of Q/F relations. Pl. and Soil, 1966, s. 435-455.
DAMAŠKA, J. — VOPLAKAL, K.: Ovlivnění režimových faktorů půdního fosforu hnojením a vápněním. In: Věd. Práce Výzk. Úst. Zúrod. zeměd. Půd, 1986, č. 4, s. 85-91.
HUDCOVÁ, O.: Stanovení přístupných forem draslíku v zemědělských půdách. Rostl. Vyr., 25, 1979, č. 6, s. 557-565.

LINDSAY, W. L. et al.: Determination of aluminium ion activity in soil extracts. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 23, 1959, s. 266-269.
 MEDVEDEVA, O. P.: Ob izpolzovanii kalijnogo potencijala dlja ocenki obespečenosti počvy dostupnym kaliem. [Kandidátská disertace.] Moskva 1968.
 PČELAROVA-KARADŽOVA, CH.: Ustanovjavane pokazatel'nost na termodinamičnite parametri — karakteriziranje sostojanieto na kaliya v njakoi blgarski počvy. [Kandidátská disertace.] Sofie 1983.
 SCHILLING, G.: Über den Bindungszustand von Magnesium, Calcium und Kalium in mitteldeutschen Böden. Ch. Erde, 19, 1955, s. 170-197.

Došlo dne 9. 9. 1987

ГУДЦОВА, О. (Научно-исследовательский институт по плодородию почв, Прага): Влияние длительного удобрения на факторы режима почвенного калия. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 9-16.

Проверяли возможность использования методических ходов определения факторов режима почвенного калия (FQ, FI, КРК, $-\Delta K_o$, AR_o) как важных показателей агрохимической эффективности калийного и органического удобрения. Наиболее четко режим почвенного калия характеризовала буферная емкость (КРК), которая позволяет у почв оценить не только общий запас доступного калия, включительно части прочно связанного, но и качественно оценить степень подвижности калия сельскохозяйственных почв. Параметры действующие на факторы режима почвенного калия минеральным и органическим удобрением изучались в условиях модельных стационарных опытов с выбранными почвенно-экологическими представителями (восемь лет систематически удобряемыми). Факторы режима чувствительно индизировали изменения вызванные приведенными вмешательствами, хотя и мера действия была различной и до определенной степени зависела от почвенных свойств отдельных местонахождений. Положительное действие на все факторы режима почвенного калия наблюдались у комбинаций органоминерального удобрения. Полученные данные о характере и масштабе действия факторов режима почв подтвердили, что насыщение изучаемых почв калием увеличивало подвижность и ограничивало фиксацию азота, причем более высокие концентрации ионов кальция по отношению ионов калия данный эффект еще усиливали. С учетом прогноза эффективности калийного удобрения будет нужным ввести в методические предписания по удобрению и практические следствия изучения равновесия калия (мобилизация $\rightleftharpoons$ иммобилизация) вытекающие из разного соотношения калия и кальция.

калий; факторы режима калия; фактор емкости; фактор интенсивности; калийная буферная емкость; органическое удобрение; удобрение минеральными удобрениями

HUDCOVÁ, O. (Research Institute for Land Reclamation, Praha): *The Influence of Long-Term Fertilizing on the Factors of Soil Potassium Regime*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 9-16.

An application of methodical procedures was tested to determine the factors of soil potassium regime (FQ, FI, КРК, $-\Delta K_o$, AR_o); these factors are important indicators of agrochemical effectiveness of potassium and organic fertilizing. The regime of soil potassium was best characterized by buffering capacity, which makes it possible to estimate in the soil not only the total reserve of available potassium (including its fixed fraction), but also to evaluate in the terms of quality the degree of potassium mobilization in agricultural soils. The influence (expressed in form of parameters) of mineral and organic fertilizing on the factors of soil potassium regime was investigated in model stationary trials where ecologically important soil kinds were used (the soils were systematically fertilized for eight years). The factors of soil regime indicated with high sensitivity changes induced by the above cultural practices, even though the influence was differentiated and dependent to some extent on the soil properties of the given localities. A positive influence on all factors of soil potassium regime was recorded in the joint application of organic and mineral fertilizing. The findings on the mode and extent of influencing the factors of soil regime confirmed that the potassium saturation of soils increased the mobility and reduced the fixation of potassium: the higher concentration of Ca^{2+} ions, in relation to K^+ ions, enhanced this effect to the still

higher degree. Working on a prognosis of the effectiveness of potassic fertilizing it will be necessary to embody into the methodical guidelines of fertilizing also the practical features of the investigation of potassium balance (mobilization $\rightleftharpoons$ immobilization) ensuing from different ratios of potassium to calcium.

potassium; factors of potassium regime; capacity factor; intensity factor; potassium buffering capacity; organic fertilizing; application of fertilizers

HUDCOVÁ, O. (Forschungsinstitut für Bodenfruchtbarkeit, Praha): *Einfluss einer langfristigen Düngung auf Regimefaktoren des Bodenkalkiums*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 9-16.

Wir überprüften die Möglichkeit, die bestehenden methodischen Verfahren der Bestimmung der Regimefaktoren des Bodenkalkiums (FQ, FI, KPK, $-AK_o$, AR_o) als wichtige Parameter der agrochemischen Wirksamkeit der organischen und K-Düngung zu nutzen. Am besten charakterisierte das Regime des Bodenkalkiums die Pufferkapazität (KPK), die uns ermöglicht, nicht nur den Gesamtvorrat an verfügbarem Kalium (einschliesslich der gebundenen Fraktion) einzuschätzen, sondern auch die K-Mobilisationsstufe der landwirtschaftlichen Nutzböden qualitativ zu bewerten. Die Parameter der Beeinflussung der Regimefaktoren des Bodenkalkiums durch minerale und organische Düngung wurden unter den Bedingungen von stationären Modellversuchen mit ausgewählten pedologisch und ökologisch bedeutenden Vertretern (acht Jahre lang systematisch gedüngten) eingehend untersucht. Die Regimefaktoren indizierten auf empfindliche Art und Weise die durch die erwähnten Eingriffe hervorgerufenen Umwandlungen, obwohl das Beeinflussungsmass unterschiedlich und auch von den bestehenden Bodeneigenschaften der einzelnen Lokalitäten abhängig war. Eine positive Beeinflussung aller Regimefaktoren des Bodenkalkiums wurde bei Kombinationen der organischen und mineralischen Düngung beobachtet. Die über den Charakter und den Umfang der Beeinflussung der Regimefaktoren der Böden ermittelten Erkenntnisse bestätigten, dass die Sättigung der untersuchten Böden mit Kalium die Mobilität des Kaliums steigerte und seine Fixation hingegen begrenzte, wobei höhere Konzentration von Ca^{2+} -Ionen in Beziehung zu K^+ -Ionen diesen Effekt noch unterstrich. Mit Rücksicht auf die Prognose der Effektivität der K-Düngung wird es nötig sein, in die bestehenden methodischen Düngungsdirektiven auch die praktischen Folgen des aus verschiedenem Verhältnis von K : Ca resultierenden K-Gleichgewichtes (Mobilisation $\rightleftharpoons$ Immobilisation) aufzunehmen.

Kalium; Regimefaktoren des Kaliums; Kapazitätsfaktor; Intensitätsfaktor; K-Pufferkapazität; organische Düngung; Einsatz von Handelsdüngemitteln

Adresa autorky:

Ing. Olga Hudcová, CSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Žabovřeská 250, 255 80 Praha 5 - Zbraslav

KULÍKOVÁ, A. — HARTMAN, V. — NĚMEČEK, J. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha; Ústav nerostných surovin, Kutná Hora): *Stopové prvky v hnědých půdách*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 17-28.

Byl stanoven celkový obsah 18 stopových prvků v 43 profilech hnědých půd s velkou variabilitou substrátu. Hnědé půdy byly podle příbuznosti substrátu (případně zrnitostního složení) rozděleny do šesti skupin půd. Získané výsledky byly vyhodnoceny pomocí neparametrického testu statistické významnosti v horizontu orničním, metamorfickém a v substrátu. Nalezené rovnoměrné rozdělení téměř všech stopových prvků v profilech hnědých půd odpovídá pedogenezi. Průměrné obsahy stopových prvků v jednotlivých skupinách půd ukazují ve většině případů dobrou korelaci s výchozí horninou, zvláště u půd vzniklých z vyvřelých hornin. Zřetelné zvýšení obsahu stopových prvků je u Cu, Zn, Sc, V, Cr, Mn, Co a Ni s růstem bazicity vyvřelých hornin a mimořádně nízké obsahy téměř všech stopových prvků vykazují písčité půdy.

stopové prvky; hnědé půdy; variabilita substrátu; rovnoměrné rozdělení v horizontu orničním, metamorfickém a v substrátu

Ve světové literatuře, zabývající se studiem obsahu celkových stopových prvků v půdách, se shodně udává, že výskyt stopových prvků v půdách je v úzké závislosti na chemickém složení hornin, z kterých vznikl zvětráváním půdotvorný substrát. Faktor pedogeneze je často až druhořadý, i když se v řadě případů podílí na vertikálním rozložení stopových prvků v půdních profilech.

Cílem této práce je na základě stanovení celkových obsahů 18 stopových prvků v hnědých půdách posoudit jejich závislost na druhu výchozích hornin, z kterých půdy vznikly, a pomocí neparametrické statistické metody zhodnotit jejich rozdělení v půdním profilu.

MATERIÁL A METODA

Pro stanovení celkových obsahů stopových prvků bylo použito 43 půdních profilů hnědých půd (typických, oglejených, kyselých, popřípadě podzolových). Soubor hnědých půd byl rozdělen podle matečných hornin (případně zrnitostního složení) do šesti skupin půd vzniklých:

1. z vyvřelých hornin kyselých — granity, granodiority;
2. z vyvřelých hornin neutrálních — granodiority, melanokratické granity, syenity;
3. z vyvřelých hornin bazických a ultrabazických — gabbrodiority, čediče;
4. z metamorfovaných hornin kyselých — pararuly, ortoruly, granulity;
5. ze sedimentárních hornin bezkarbonátových (půdy zrnitostního složení střední až těžké) — algonkické břidlice, droby kulmské, permokarbonské sedimenty, flyšové sedimenty;
6. ze sedimentárních hornin bezkarbonátových (půdy lehké) — váte písky, terasové písky, permokarbonské a křídové pískovce.

Použité analytické metody a hodnocení výsledků neparametrickou statistickou metodou uvádějí Hartman et al. (1988).

Analytické postupy a zhodnocení použitých metod z hlediska spolehlivosti výsledků a celkové obsahy stopových prvků v jednotlivých půdních profilech uvádí Hartman (1977).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Obsah stopových prvků v půdách bezesporu úzce závisí na chemickém složení výchozí horniny, z které půdy vznikly. Platí to hlavně pro půdy vzniklé z vyvřelých hornin *in situ*, což však není častý případ. Obecně hnědé půdy vznikly z přemístěných zvětralín většinou pevných a zpevněných hornin.

Je třeba se alespoň v hrubých rysech zmínit o výskytu stopových prvků v horninách, ze kterých vznikly naše hnědé půdy. Nejvíce byl prostudován obsah stopových prvků v horninách vyvřelých, neboť předpoklad pro jejich zvýšený nebo snížený obsah je dán již při diferenciaci magmatu. Celá řada literárních údajů se shoduje v tom, že ultrabazické a bazické vyvřelé horniny mají nejvyšší obsah V, Cr, Co, Ni, případně Cu, Zn a Sc a nejnižší obsah Li, Rb, případně B oproti kyselým horninám vyvřelým. Je však třeba vzít v úvahu, že i v případě vyvřelých hornin se obsah řady stopových prvků pohybuje v poměrně širokém koncentračním rozmezí, a to nejen u celé skupiny hornin rozdělených na bazické, neutrální a kyselé, ale i u jednoho druhu horniny.

Větší komplikace již nastávají při studiu výskytu stopových prvků v sedimentárních horninách, kde se jejich obsah pohybuje v mimořádně širokém rozsahu v důsledku historie vzniku sedimentárních hornin. Zvětráváním výchozího materiálu, rozdílně bohatého na stopové prvky a obsahujícího nerosty s různým stupněm odolnosti vůči zvětrávání, dochází k uvolnění, resp. rozpuštění řady stopových prvků v pravý, nebo koloidní roztok, k jejich transportu a změně podmínek prostředí k vysrážení nebo sorpci, a tím k obohacení některých sedimentárních hornin (případně až vytvoření ložisek). Např. sedimentární horniny jílovitého charakteru mají často zvýšený obsah řady stopových prvků jako V, Co, Ni, Cu apod. Sedimentární horniny mořského původu mají obvykle zvýšený obsah B. Nejchudší na celou řadu stopových prvků jsou písky a pískovce, případně i vápence. U některých vápenců byl však zjištěn i vyšší obsah řady stopových prvků následkem obohacení ve formě roztoků vzniklých v okolí.

Obsah stopových prvků v metamorfovaných horninách také velmi kolísá podle způsobu jejich vzniku. Např. v ortorulách je výskyt stopových prvků obdobný žulám, ale v pararulách bylo nalezeno veliké kolísání obsahu stopových prvků, závislé na jejich obsahu ve výchozím materiálu — sedimentární hornině. Některé pararuly mohou mít velmi vysoký obsah Cr, V, Ni, Co.

Je samozřejmé, že u hnědých půd, které vznikly z široké variability výchozích hornin, se pohybuje koncentrační rozmezí stopových prvků obzvláště v širokém rozmezí. Působí to určitě potíže jak při vyhodnocení jejich obsahu v závislosti k hornině, tak i při hodnocení jejich vertikálního rozložení v profilu. Proto byly hnědé půdy rozděleny do šesti skupin (podle příbuznosti substrátu nebo použitím kritéria zrnitosti). Pomocí neparametrické statistické metody byl vyhodnocen obsah stopových prvků v horizontu orničním, metamorfickém a v substrátu v jed-

notlivých skupinách. Získané výsledky společně s minimálními, maximálními a průměrnými obsahy stopových prvků v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v tab. I. Uvádíme podrobný popis získaných výsledků s konfrontací údajů ze světové literatury.

Lithium, rubidium, cesium

Bylo nalezeno rovnoměrné rozdělení Li, Rb a Cs v půdních profilech všech studovaných hnědých půd. Rovnoměrné rozdělení Li není však zcela v souhlasu s výsledky, které uveřejnil Vinogradov (1957), který zjistil v humusovém horizontu většiny půd vyšší obsah Li než v substrátu. Další informace o vertikálním rozdělení Li, Rb a zvláště Cs v půdách nejsou ve světové literatuře uvedeny.

V prvních třech skupinách půd vzniklých z vyvřelých hornin dochází k výraznému snížení obsahu Li, Rb a Cs u půd vzniklých z vyvřelých hornin bazických. Nalezené výsledky jsou pro Li, Rb a Cs v souhlasu se světovou literaturou, vyjma údajů, které publikovali Aubert, Pinta (1977), že výskyt Cs v horninách bazických je vyšší oproti horninám kyselým a desetinásobné zvýšení bylo pozorováno u metamorfovaných a některých sedimentárních hornin. U 4. a 5. skupiny půd byl nalezen obsah Li a Cs přibližně stejný jako u půd vzniklých z kyselých vyvřelin. Obsah Rb je však u 5. skupiny půd podstatně snížen. Nejnižší obsah Li, Rb a Cs mají půdy 6. skupiny (píscité půdy). Nalezené obsahy Li a Rb jsou v souhlasu s údaji světové literatury.

Stroncium

Rovnoměrné rozdělení Sr v půdním profilu bylo nalezeno u všech hnědých půd. V literatuře je málo informací o jeho vertikálním rozložení v půdách bezkarbonátových.

Půdy vzniklé z vyvřelých hornin mají zřetelné snížení obsahu Sr u 1. skupiny půd v souhlasu s literárními prameny. Byl také zjištěn nižší obsah Sr v 5. skupině půd oproti půdám vzniklým z metamorfovaných hornin.

Bor

Rozdělení obsahu B v profilech hnědých půd je rovnoměrné, mimo 2. skupinu, kde obsah B v substrátu je statisticky významně nižší než v ornici. Lze to však vysvětlit tím, že u 2. skupiny náhodného výběru půd je podstatně zvýšena heterogenita půdních profilů, která je běžná pro hnědé půdy (nepřímo odvozeno ze zvýšeného obsahu Cu, Ni a Fe v substrátu 2. skupiny půd a sníženého obsahu B a Zr). Údaje (Vinogradov, 1957), že ve většině půd je obsah B vyšší v orničním horizontu, jsme nepotvrdili.

Nalezené široké rozmezí obsahu B v profilech hnědých půd se zřetelným snížením jeho obsahu ve skupině půd vzniklých z vyvřelých hornin bazických a jeho podstatné zvýšení u půd z metamorfovaných a zvláště sedimentárních hornin (nejvyšší obsah u půd z flyšových sedimentů) je v souladu s celou řadou literárních zdrojů. Ale překvapí nálezný poměrně vysokého obsahu B u písčitých půd, neboť Vinogradov (1957) považuje písčité půdy za nejchudší na B. Lze to vysvětlit pravděpodobným výskytem velmi odolného nerostu turmalínu při zvětrávání.

I. Celkové obsahy stopových prvků a Fe v jednotlivých horizontech (mediány) a minimální, maximální, průměrné hodnoty v šesti skupinách a v celém souboru hnědých půd v mg.kg⁻¹ — Total contents of trace elements and Fe in soil horizons (medians) and minimum, maximum and average values in six groups and in the whole set of grey-brown podzolic soils (mg per kg)

Prvek	Skupina půd	Horizonty			Min.	Max.	Průměr
		Orh Ap	V Bv	P(vP) BC-C			
Li	1	29	= 41	= 41	20	88	39
	2	26	= 32	= 28	17	62	30
	3	12	= 14	= 13	11	29	16
	4	30	= 32	= 36	17	95	37
	5	29	= 33	= 40	21	93	39
	6	15	=	14	7	26	15
	1-6				7	95	31
Rb	1	154	= 166	= 189	101	255	173
	2	170	= 175	= 220	51	318	203
	3	59	= 46	= 55	11	106	59
	4	134	= 132	= 160	40	228	143
	5	62	= 55	= 60	42	180	72
	6	37	=	39	21	82	44
	1-6				11	318	119
Cs	1	8	= 12	= 12	3	21	10
	2	5	= 8	= 8	4	37	14
	3	3	= 3	= 4	< 2	7	3
	4	6	= 7	= 8	< 2	21	8
	5	7	= 6	= 6	3	28	9
	6	2	=	2	2	10	4
	1-6				< 2	37	8
Sr	1	110	= 110	= 80	50	220	119
	2	180	= 180	= 200	110	240	173
	3	150	= 90	= 100	90	420	189
	4	110	= 110	= 90	70	370	143
	5	100	= 80	= 90	60	160	89
	6	40	=	40	20	60	41
	1-6				20	420	128

Arsen

Široký rozsah obsahu As nalezený u hnědých půd (< 5 až 150 mg/kg) a převažující počet vzorků s obsahem As pod 5 mg/kg znemožňují určit jeho rozložení v profilu i vztah jeho obsahu v půdách k hor-

1. Pokračování tab. I

Prvek	Skupina půd	Horizonty			Min.	Max.	Průměr
		Orh Ap	V Bv	P(vP) BC-C			
B	1	25	= 25	= 12	6	35	20
	2	25 ⁺	= 17	= 10 ⁺	7	57	21
	3	19	= 13	= 9	4	32	13
	4	20	= 20	= 28	6	95	30
	5	33	= 40	= 44	20	121	44
	6	22	=	17	8	37	23
	1-6				4	121	28
F	1	420 ⁺	= 500	= 590 ⁺	220	2020	665
	2	1150 ⁺	= 1350	= 1820 ⁺	520	3200	1490
	3	690	= 1000	= 880	370	3100	1058
	4	570	= 610	< 860	210	2260	725
	5	420 ⁺	= 550	= 600 ⁺	320	1140	550
	6	190	=	170	70	390	206
	1-6				70	3200	785
Cu	1	14	> 10	= 10	6	15	11
	2	18 ⁺	= 23	= 24 ⁺	16	46	26
	3	51	= 58	= 61	15	224	72
	4	21	= 21	= 21	8	58	21
	5	25	= 26	= 32	15	78	32
	6	9	=	7	5	22	11
	1-6				5	224	27
Zn	1	72	= 66	= 64	49	98	67
	2	94	= 90	= 100	71	133	98
	3	118	= 117	= 118	85	140	115
	4	98	= 84	= 90	47	124	86
	5	88	= 89	= 113	55	224	106
	6	36	>	21	13	55	33
	1-6				13	224	87
Sc	1	5	= 8	= 8	4	10	7
	2	15	= 16	= 17	8	35	17
	3	18	= 22	= 24	10	35	21
	4	9	= 11	= 13	7	21	12
	5	12	= 13	= 13	9	17	13
	6	4	=	3	2	9	4
	1-6				2	35	12

2. Pokračování tab. I

Prvek	Skupina půd	Horizonty			Min.	Max.	Průměr
		Orh Ap	V Bv	P(vP) BC-C			
Zr	1	280	= 370	= 270	90	380	275
	2	320	= 410	> 270	140	730	382
	3	360	= 310	= 300	140	430	307
	4	170	= 180	= 200	110	380	208
	5	240	= 210	= 180	110	340	211
	6	210	=	115	< 50	380	190
	1-6				< 50	730	254
Th	1	17	= 21	= 18	4	36	19
	2	11	= 18	= 16	6	46	20
	3	7	= 7	= 7	2	13	7
	4	11	= 10	= 13	4	38	12
	5	10	= 9	= 9	5	16	9
	6	5	=	5	2	7	5
	1-6				2	46	12
V	1	53	= 54	= 56	22	90	52
	2	111	= 135	= 150	63	360	167
	3	218	= 249	= 284	155	400	260
	4	83	= 98	= 115	37	152	93
	5	83	= 87	= 100	54	430	118
	6	19	=	16	8	41	20
	1-6				8	430	117
Cr	1	36	= 22	= 20	< 20	119	43
	2	99	= 300	= 330	39	900	300
	3	240	= 215	= 210	66	580	357
	4	81	= 80	= 93	< 20	132	89
	5	64	= 62	= 64	32	148	75
	6	< 20	=	< 20	< 20	24	< 20
	1-6				< 20	900	126
Mo	1	0,73	> 0,45	= 0,40	0,20	1,55	0,63
	2	0,65 ⁺	= 0,59	= 0,43 ⁺	< 0,20	1,17	0,59
	3	1,46 ⁺	= 1,27	= 0,70 ⁺	0,34	2,42	1,19
	4	1,01	> 0,65	= 0,45	< 0,20	2,41	1,12
	5	0,89 ⁺	= 0,60	= 0,61 ⁺	0,20	14,50	2,16
	6	0,44	>	0,22	< 0,20	0,60	0,35
	1-6				< 0,20	14,50	1,11

3. Pokračování tab. I

Prvek	Skupina půd	Horizonty			Min.	Max.	Průměr
		Orh Ap	V Bv	P(vP) BC-C			
Mn	1	630	> 460	= 360	210	780	502
	2	800	= 730	= 750	380	2000	920
	3	1680	= 1690	= 1730	1040	2180	1592
	4	850	> 670	= 610	200	2030	729
	5	790	> 460	= 570	240	1080	616
	6	420	>	85	50	660	304
	1-6				50	2180	760
Co	1	7	= 8	= 11	< 6	12	7
	2	15	= 18	= 22	11	47	22
	3	34	= 37	= 43	22	150	49
	4	11	= 11	= 12	< 6	23	13
	5	13	= 13	= 14	8	22	14
	6	< 6	=	< 6	< 6	7	< 6
	1-6				< 6	150	17
Ni	1	< 15	= 16	= < 15	< 15	39	16
	2	37+	= 62	= 68+	17	127	57
	3	81	= 62	= 56	19	530	158
	4	21	= 29	= 33	< 15	67	32
	5	35	= 35	= 50	21	105	43
	6	< 15	=	< 15	< 15	19	< 15
	1-6				< 15	530	49
Fe (%)	1	1,8	= 1,9	= 2,5	1,0	3,1	2,0
	2	3,5+	= 4,3	= 5,0+	2,4	7,6	4,4
	3	8,4	= 9,4	= 9,6	3,3	14,1	10,0
	4	2,6	= 3,1	= 3,5	2,0	6,2	3,3
	5	3,4	= 3,8	= 4,0	2,3	4,9	3,6
	6	0,7	=	0,6	0,4	1,8	1,0
	1-6				0,4	14,1	2,7

Označení + znamená, že při testaci orničního horizontu oproti substrátu bylo průkazně nalezeno zvýšení (nebo snížení) obsahu u uvedeného prvku.

Rozdělení hnědých půd do skupin podle substrátu (případně zrnitostního složení):

1. skupina — z vyvěřelých hornin kyselých
2. skupina — z vyvěřelých hornin neutrálních
3. skupina — z vyvěřelých hornin bazických
4. skupina — z metamorfovaných hornin kyselých
5. skupina — ze sedimentárních hornin bezkarbonátových (střední — těžké půdy)
6. skupina — ze sedimentárních hornin bezkarbonátových (lehké půdy)

nině. Je málo informací o vertikálním rozdělení As v půdních profilech a vztahu jeho obsahu k hornině. Norrish (1975) udává, že výskyt As ve vyvěřelých horninách je nízký oproti jeho obohacení v půdách.

Fluor

Mimo 3. a 6. skupinu půd bylo nalezeno zvýšení obsahu F v substrátech oproti ornici, které by se mohlo vysvětlit (Norrish, 1975) zvýšenou rozpustností nerostů obsahujících F (např. i nerost fluorit, zvláště je-li přítomen v jílové frakci, není odolný oproti promývání). Vinogradov (1957) udává, že u většiny půd dochází k obohacení F v podorničním horizontu, případně v ornici.

U půd vzniklých z vyvěřelých hornin byl nalezen nejvyšší obsah F u půd vzniklých z neutrálních hornin a nejnižší výskyt F u půd vzniklých z kyselých hornin. Uvedené výsledky se liší od údajů z literatury (Vinogradov, 1957; Stejskal, 1967), podle nichž vyšší obsahy F jsou ve vyvěřelých horninách kyselých a nejnižší obsahy v horninách metamorfovaných a sedimentárních. Obsah F v našich půdách vzniklých z metamorfovaných hornin kyselých odpovídá přibližně půdám vzniklým z kyselých vyvěřelin a částečné snížení je u půd ze sedimentárních hornin. Nejnižší obsah F mají půdy písčité.

Měď

Mimo zvýšení obsahu Cu v ornici 1. skupiny půd a obohacení Cu v substrátu 2. skupiny půd (zvýšená heterogenita) bylo nalezeno u dalších skupin půd rovnoměrné rozdělení. Podle údajů z literatury (Vinogradov, 1957; Fiedler, Reissig, 1964) dochází u řady půd k obohacení Cu v ornici pravděpodobně následkem biologické akumulace.

U půd z vyvěřelých hornin dochází k výraznému zvyšování obsahu Cu s bazicitou horniny. Poměrně vysoký obsah Cu byl nalezen i u 4. a 5. skupiny půd a nejnižší obsah u písčité půdy, který je však přibližně stejný jako u půd z vyvěřelých hornin kyselých. Výsledky jsou v souladu s údaji světové literatury.

Zinek

Bylo nalezeno rovnoměrné rozdělení Zn v profilech většiny půdních skupin, výjimku činí zvýšení obsahu Zn v ornici písčitých půd. Podle citovaných autorů (Vinogradov, 1957; Fiedler, Reissig, 1964) dochází často k obohacení Zn v ornici (pravděpodobně jde o biologickou akumulaci). To bylo nalezeno pouze u 6. skupiny půd s nejnižším obsahem Zn.

V souladu s literárními údaji vzrůstá obsah Zn od půd vzniklých z vyvěřelin kyselých k půdám vzniklých z vyvěřelin bazických. Nejnižší obsah Zn byl nalezen opět u půd písčitých.

Skandium

Obsah Sc je v profilu hnědých půd rovnoměrně rozdělen. O jeho vertikálním rozdělení v půdách nejsou uvedeny žádné informace v literatuře.

Nejvyšší obsah Sc byl nalezen u půd z vyvěřelých hornin bazických,

ale i půdy z neutrálních hornin jsou bohaté na Sc. Nejnížší obsah mají půdy z kyselých vyvřelin a hlavně půdy písčité. Nalezené závislosti jsou ve shodě s literárními údaji (nejvyšší obsah Sc vykazují vyvřelé horniny bazické).

Zirkonium

Bylo nalezeno rovnoměrné rozdělení Zr v profilech hnědých půd. Ve 2. skupině půd byl zjištěn snížený obsah Zr v substrátu v důsledku vyšší heterogenity půdních profilů. Je málo informací o vertikálním rozložení Zr v profilech půd až na to, že nerost zirkon je velmi odolný vůči zvětrávání, a jak uvádí *Vinogradov* (1957), obsah Zr v půdních profilech se prakticky nemění. Proto je obsah Zr nebo minerálu zirkonu v zrnitostních frakcích využit k testování homogenity půdního profilu.

U půd vzniklých z vyvřelých hornin byl nalezen nejvyšší obsah Zr (z toho nejvyšší obsah vykazují půdy z neutrálních hornin). Průměrné obsahy Zr půd 4., 5. a 6. skupiny se podstatně neliší. Naše výsledky jsou v souladu s údaji, které publikoval *Vinogradov* (1957). Naproti tomu *Mitschell* (1967) uvádí, že nejvyšší hodnoty obsahu Zr jsou v neutrálních a kyselých horninách, v bazických jsou hodnoty jeho obsahu podstatně nižší.

Thorium

Obsah Th je rovnoměrně rozdělen v profilech všech půdních skupin. Prakticky chybí informace jak o vertikálním rozdělení Th v půdních profilech, tak i o jeho výskytu v horninách.

Obsah Th je nejnižší u půd z bazických vyvřelin (nižší obsah mají jen půdy písčité) a nejvyšší hodnoty byly nalezeny u půd z neutrálních, případně kyselých hornin a nejnižší obsah v půdách písčitých.

Vanad

Vinogradov (1957), *Aubert*, *Pinta* (1977) udávají časté zvýšení obsahu V v ornici, které námi zjištěno nebylo.

Nejvyšší obsah V byl zjištěn u půd vzniklých z bazických vyvřelin, poměrně vysoký obsah mají i půdy z neutrálních hornin, velmi nízký výskyt V je v půdách z kyselých vyvřelin. Je to v souladu s literárními údaji (nejvyšší hodnoty obsahu jsou ve vyvřelých horninách bazických), mohou je mít i některé neutrální horniny (*Mitschell*, 1967). V půdách vzniklých z metamorfovaných hornin byl nalezen poměrně nízký obsah, u půd ze sedimentárních hornin byly nalezeny vyšší hodnoty obsahu V. Poměrně vyšší obsah V v některých sedimentárních horninách souvisí s jeho snadnou rozpustností při zvětrávání hornin bohatých na V, hlavně následkem změn oxidoredukčního potenciálu, transportem v roztoku a následující snadnou sorpcí jílovými minerály. Nejnižší obsah V byl nalezen v písčitých půdách.

Chrom

Rovnoměrné rozdělení Cr bylo nalezeno v profilech všech hnědých půd. Podle údajů v literatuře (*Vinogradov*, 1957; *Aubert*, *Pinta*, 1977) nebylo možné obohacení v orničním horizontu nalezeno.

Obsah Cr se zvyšuje u půd z vyvřelých hornin kyselých k bazickým s tím, že i u půd z neutrálních hornin byl nalezen vysoký obsah Cr. Získané výsledky jsou v souladu s literárními údaji, až na to, že není udáván vysoký obsah Cr v neutrálních horninách. Relativně nižší obsah Cr byl nalezen u půd vzniklých z metamorfovaných a sedimentárních hornin. Zajímavé jsou však výsledky, které uvádí V i n o g r a d o v (1957), že v půdách SSSR vždy převládá Cr nad V. Z našich výsledků tato závislost nevyplývá a v řadě případů jsou výsledky opačné (byl nalezen vyšší obsah V než Cr). Obzvláště nízký obsah Cr byl zjištěn u písčitých půd.

Molybden

Zvýšený obsah Mo v ornici oproti horizontu V nebo substrátu byl nalezen u všech hnědých půd. Podle zmíněných autorů (V i n o g r a d o v, 1957; Fiedler, Reissig, 1964) dochází v některých případech ke zvýšení obsahu Mo v ornici asi v důsledku biologické akumulace s následující fixací Mo organickými látkami.

U půd z vyvřelých hornin byl nalezen zvýšený obsah Mo v půdách vzniklých z bazických hornin oproti nižšímu obsahu v půdách z neutrálních a kyselých vyvřelin. Řada autorů se podstatně liší v údajích o zastoupení Mo ve vyvřelých horninách. M i t s c h e l l (1967) uvádí zvýšený obsah Mo v ultrabazických horninách a jen v některých neutrálních a kyselých horninách. Fiedler, Reissig (1964) a S t e j s k a l (1967) zjistili v ultrabazických horninách jen stopy Mo a nejvyšší obsah mají kyselé horniny (hlavně žuly), opačného mínění jsou A u b e r t, P i n t a (1977), podle nichž mají nejvyšší obsah Mo horniny ultrabazické a ve většině ostatních vyvřelých hornin jsou nízké hodnoty obsahu Mo. Uvedené rozdílné výsledky řady autorů lze pravděpodobně vysvětlit tím, že obsah Mo ve vyvřelých horninách je nízký, ale pohybuje se v širokém rozmezí bez užší závislosti na druhu horniny, a rozdílné závěry autorů vznikly užším výběrem analyzovaných hornin. Nejvyšší obsah Mo nalezený v 5. skupině půd (až 14,5 mg/kg) lze vysvětlit snadným uvolněním Mo při zvětrávání hornin, který je ve formě koloidního roztoku přenášen vodou a změnou podmínek prostředí se vysráží nebo sorbuje, a tím obohatí některé sedimentární horniny. Nižší obsah Mo byl nalezen u písčitých půd.

Mangan

Vyjma 2. a 3. skupiny půd byl zjištěn zvýšený obsah Mn v ornici (2. skupina půd měla zvýšenou heterogenitu profilu, u 3. skupiny půd nalezené nejvyšší obsahy Mn by mohly vysvětlit rovnoměrné rozdělení Mn v uvedené půdní skupině). Častou akumulací Mn v ornicích mnoha půd biologického původu udává řada autorů (V i n o g r a d o v, 1957; Fiedler, Reissig, 1975; Norrish, 1975; Aubert, Pinta, 1977).

Nejvyšší obsah Mn byl nalezen v půdách z bazických vyvřelin (je v souhlasu s literárními údaji, že obsah Mn ve vyvřelých horninách vzrůstá s bazicitou). U ostatních půdních skupin je obsah Mn již nižší, nejnižší obsah byl zjištěn u písčitých půd. V i n o g r a d o v (1957)

zjistil, že se Mn hromadí v sedimentárních horninách (vytváří až ložiska), ostatní autoři udávají jeho akumulaci v hlubokomořských sedimentech.

Kobalt, nikl

Bylo nalezeno rovnoměrné rozdělení Co a Ni v profilech všech půdních skupin (zvýšený obsah Ni v substrátu 2. skupiny půd je v důsledku jejich zvýšené heterogenity). Vinogradov (1957), Fiedler, Reissig (1964), Aubert a Pinta (1977) uvádějí možnou akumulaci Co a Ni v ornici, která námi nebyla zjištěna.

Obsahy Co a Ni u půd z vyvřelých hornin vzrůstají s jejich bazicitou (Co a zvláště Ni jsou typické prvky ultrabazických hornin). U půd z metamorfovaných a sedimentárních hornin byly nalezeny nižší hodnoty obsahu Co a Ni, ale přesto zvýšené oproti půdám z vyvřelých hornin kyselých, což je v souladu s historií vzniku metamorfovaných a sedimentárních hornin. Zvláště nízké hodnoty obsahu Ni a Co mají písčité půdy, jak uvádí i celá řada autorů.

ZÁVĚR

Průkazně zjištěné rovnoměrné rozdělení většiny stopových prvků v profilech hnědých půd odpovídá jejich hlavnímu půdotvornému procesu — zvětrávání (při kterém dochází k tvorbě a transformaci jílových minerálů a k uvolňování sesquioxidů *in situ*, bez účasti jejich translokace v profilu). Mimo to bylo průkazně zjištěno:

- zvýšení obsahu F v substrátu oproti orničnímu horizontu (mimo půdy 3. a 6. skupiny);
- zvýšení obsahu Mo (v ornici nebo v ornici oproti substrátu u všech půdních skupin), Mn v ornici (mimo 2. a 3. skupinu půd), Cu a Zn v ornici (u 1. skupiny půd);
- zvýšení obsahu B, Cu, Zr, Ni (a Fe) v substrátu ve 2. skupině půd (kterou lze však vysvětlit zvýšenou heterogenitou náhodného výběru půdních profilů).

Změny v obsahu stopových prvků v půdách v relaci k výchozí hornině jsou zvláště výrazné u půd vzniklých z vyvřelých hornin. U půd z bazických vyvřelin byl nalezen zvýšený obsah Mo a Sr a výrazné zvýšení obsahu Cu, Zn, Sc, V, Cr, Mn, Co a Ni s růstem bazicity horniny a snížení obsahu Li, Rb, Cs, B a Th.

Při hodnocení všech skupin půd byly nalezeny nejvyšší hodnoty obsahu stopových prvků v půdách z vyvřelých hornin oproti půdám ze sedimentárních nebo metamorfovaných hornin (kromě Li a zvýšeného obsahu B a Mo v půdách ze sedimentárních hornin). Uvedenou závislost však nelze zcela zobecnit, neboť omezený počet analyzovaných půdních profilů nemůže vystihnout širokou variabilitu půdotvorných substrátů hnědých půd.

Mimořádně nízké hodnoty obsahu téměř všech stopových prvků byly nalezeny v půdách písčitých.

Literatura

AUBERT, H. — PINTA, M.: Trace elements in soils. O. R. S. T. O. M. Amsterdam, Oxford, New York, 1977.

FIEDLER, H. J. — REISSIG, H.: Lehrbuch der Bodenkunde. Jena, 1964.
 HARTMAN, V.: Výzkum chemického složení půd ČR v závislosti na geologických podmínkách. [Závěrečná zpráva.] Kutná Hora, Úst. nerost. Surov. 1977.
 HARTMAN, V. — KULÍKOVÁ, A. — NĚMEČEK, J.: Stopové prvky v půdách vzniklých ze sprašových hornin. Rostl. Výr., 34, 1988, č. 12, s. 1233-1240.
 NORRISH, K.: The geochemistry and mineralogy of trace elements. In: Trace elements in soil-plant-animal systems. NICOLAS, D. J. D. — EGAN, A. R. (eds) New York, 1975, s. 55-81.
 MITSCHELL, R. L.: Trace elements in soils. In: Chemistry of the soil. BEAR, E. E. (ed.) New York, 1967, s. 320-366.
 STEJSKAL, L.: Zemědělská geologie. Praha, 1967.
 VINOGRADOV, A. P.: Geochimija redkich i possejanykh chimičeskich elementov v počvach. Moskva, 1957.

Došlo dne 11. 12. 1985

KULIKOVA, A. — GARTMAN, B. — NĚMEČEK, J. (Научно-исследовательский институт по плодородию почв, Прага; Институт минералогического сырья, Кутна Гора): **Микроэлементы в буроземах.** Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 17-28.

Определено общее содержание 18 микроэлементов в 43 профилях буроземов с большой вариабильностью субстрата. Буроземы были по родству субстрата (по случаю, по механическому составу) разделены на шесть групп почв. Полученные результаты оценивались при помощи непараметрического теста статистической значимости в пахотном горизонте, в метаморфическом горизонте и в субстрате. Обнаруженное равномерное распределение почти всех микроэлементов в профилях буроземов соответствует почвообразованию. Средние содержания микроэлементов в отдельных группах показывают в большинстве случаев хорошую корреляцию с исходной породой, в особенности у почв возникших из магматических пород. Ощутимое увеличение содержания микроэлементов существует у меди, цинка, скандия, ванада, хрома, марганца, кобальта и никеля с ростом щелочности магматических пород. Исключительно низкие содержания почти всех микроэлементов показывают песчаные почвы.

микроэлементы; буроземы; вариабильность субстрата; равномерное распределение в пахотном горизонте, метаморфическом горизонте и в субстрате

KULÍKOVÁ, A. — HARTMAN, V. — NĚMEČEK, J. (Research Institute for Land Improvement, Praha; Institute of Raw Materials, Kutná Hora): *Trace Elements in the Cambisols.* Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 17-28.

Total contents of eighteen trace elements were determined in forty-three profiles of cambisols with high substrate variability. The cambisols were divided in six soil groups according to substrate affinity. The results were evaluated by a nonparametric test of statistical significance in the topsoil and metamorphic horizons and in substrate. The even distribution of almost all trace elements in the profiles of cambisols is in agreement with pedogenesis. The average contents of trace elements in the soil groups show good correlations with the original rock, mainly in the soils which developed from igneous rocks. A distinct increase in the contents of Cu, Zn, Sc, V, Cr, Mn, Co and Ni was observed in relation with an increase in the basicity of igneous rocks; extremely low contents of nearly all trace elements were recorded in sandy soils.

trace elements; cambisols; substrate variability; even distribution of trace elements in topsoil, metamorphic horizons and in substrate

Adresa autorů:

RNDr. Antonie Kulíková, CSc., RNDr. Jan Němeček, DrSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Žabovřeská 250, 255 80 Praha 5 - Zbraslav
 RNDr. Vladislav Hartman, Ústav nerostných surovin, 284 00 Kutná Hora

R. Rozsypal

ROZSYPAL, R. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, odbor základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Foliární aplikace dusíku a fosforu u pšenice ozimé*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 29-36.

Při foliární aplikaci samotného polyfosforečnanu amonného 10-34-0 do 8. fáze podle Feekese byl výnos zrna neprůkazně vyšší, při aplikaci v 8. fázi a ve fázích pozdějších byl výnos zrna stejný nebo průkazně nižší ve srovnání s nepřihnojenou variantou, přitom nešlo o efekt fytotoxicity. Při foliární aplikaci dusíku (DAM-390) a fosforu (PFA 10-34-0 a Fostim 8-24-0) ve 3., 4. a 5a. etapě růstového vrcholu podle Kupermannové bylo dosaženo ve většině případů vyššího výnosu zrna ve srovnání s aplikací samotného dusíku. Foliární aplikace dusíku a fosforu byla efektivní i v případě, kdy aplikace samotného dusíku již byla neefektivní nebo výnos zrna vzhledem k nepřihnojené variantě snížila. Nebyl zjištěn průkazný rozdíl v účinku orto- a polyfosforečnanu. Růst a produktivnost klasů hlavních stébel nebyla diferencovaným hnojením průkazně ovlivněna.

kapalná průmyslová hnojiva; dusík; fosfor; orto- a polyfosforečnan; foliární aplikace; pšenice ozimá

Fosfor se ve fyziologických procesech rostlin účastní tvorby fyziologicky významných struktur (membrán) a přenosu energie, s čímž souvisí jeho účast ve většině metabolických procesů. V podstatě neexistuje možnost vytváření větších rezerv fosforu v rostlině pro následné využití (mimo semena), což podmiňuje potřebu trvalého přísunu fosforu ke kořenům rostlin (vytvoření příznivého fosforečného režimu půdy). Vzhledem k tomu, že se fosfor vyznačuje neobyčejně vysokým stupněm reutilizace a snadnou mobilností, se ovšem nabízí otázka možnosti aplikace na list.

Stručné shrnutí výsledků výzkumu mimokořenové výživy rostlin do roku 1960 podali Škopík, Bezděk (1961). S rozvojem výroby kapalných průmyslových hnojiv se využívání mimokořenové výživy rostlin rychle rozšířilo především u dusíku a později u fosforu. Zatímco o foliární aplikaci dusíkatých roztoků nacházíme relativní dostatek informací, o foliární aplikaci NP-roztoků je jich jen velmi málo.

Dobré výsledky s aplikací polyfosfátů amonných uvádí patentová literatura USA (Wagner, 1971), přičemž je zdůrazňován především fyto-sanitární účinek foliárně aplikovaného polyfosfátu při různých stresových stavech porostů. Synak (1975) zjistil intenzivnější růst rostlin kukuřice po foliární aplikaci fosforu, přičemž polyfosforečnan amonný předčil účinek ortofosforečnanu. Bezděk (1980) uvádí zvýšení intenzity fotosyntézy po aplikaci ortofosforečnanu amonného 8-24-0 o 0,0017 g. cm⁻². h⁻¹, po aplikaci polyfosforečnanu amonného 10-34-0 o 0,0134 g. cm⁻². h⁻¹. V nádobovém pokusu dosáhl Synak (1975) foliární aplikací polyfosforečnanu amonného v době odnožování pšenice průkazného zvýšení výnosu zrna ve srovnání s aplikací ortofosfátu do půdy. V polních podmínkách dosáhli v jednom pokusu průkazné zvýšení výnosu zrna pšenice foliární aplikací směsi DAM-390 s polyfos-

forečnanem amonným 10-34-0 (30 kg dusíku + 20 kg fosforu na ha) ve srovnání s aplikací pouze dusíku, v jiném pokusu byly výnosové difference neprůkazné (Synak et al., 1977).

MATERIÁL A METODA

V první, tříleté sérii byly v letech 1978 až 1980 zakládány jednofaktorové polní pokusy s úplným znáhodněním ve čtyřech opakováních. Pokusnou plodinou byla pšenice ozimá, odrůda 'Mironovská', předplodinou kukuřice na siláž, technologií pěstování představoval přímý výsev.

Technika hnojení a dávky živin

Bylo aplikováno 100 kg dusíku, 30 kg fosforu a 83 kg draslíku na ha před přípravou půdy k setí ve formě síranu amonného, superfosfátu a draselné soli; 5,8 kg dusíku a 8,8 kg fosforu v polyfosforečnanu amonném 10-34-0 (PFA) v ředění 1 : 4, tj. 4,31 % fosforu v roztoku foliárně aplikovaném v těchto fázích podle Feekese:

- 3 — odnožování,
- 4 — počátek prodlužování listových pochev,
- 6 — objevení prvního kolénka,
- 8 — objevení posledního listu,
- 10 — naduření pochvy posledního listu,
- 11.5 — klas vymetán,
- 11.5.4 — konec kvetení a počátek tvorby zrna.

Kontrolní varianta (K) zůstala bez přihnojení.

Ve druhé, rovněž tříleté sérii pokusů byly v letech 1981 až 1983 zakládány polní pokusy v pěti opakováních. Pokusnou plodinou byla pšenice ozimá, odrůda 'Mironovská zlepšená', předplodinou kukuřice na siláž, technologií pěstování přímý výsev.

Bylo použito 26 kg fosforu a 83 kg draslíku na ha při přípravě půdy k setí, 90 kg dusíku na ha při obnovení růstu na jaře ve formě ledku amonného s vápnem, superfosfátu a draselné soli.

Variety hnojení na list

- 1. bez přihnojení (K),
- 2. 45 kg N . ha⁻¹ v DAM-390,
- 3. 45 kg N . ha⁻¹ v DAM-390 a PFA 10-34-0 + 6,6 kg P . ha⁻¹ v PFA,
- 4. 45 kg N . ha⁻¹ v DAM-390 a OFA 8-24-0 + 6,6 kg P . ha⁻¹ v OFA.

Termíny aplikace byly 3., 4. a 5a. etapa organogeneze růstového vrcholu podle Kupermannové. Hnojiva byla ředěna opět v poměru 1 : 4.

V obou sériích pokusů byl sledován výnos a výnosové prvky, ve druhé sérii byly na počátku květu v každém opakování označeny klasy, které byly nejpokročilejší v kvetení (klasy hlavních stébel) a počínaje 10. až 12. dnem po ukončení kvetení byla z každého opakování v pravidelných intervalech (tři až čtyři dny) odebrána tři označená stébla. U jednotlivých klasů byl zjišťován počet fertlních klásků, počet obilek v klásku, klasu, hmotnost jedné obilky a hmotnost obilek v klase. Experimentální data byla hodnocena analýzou rozptylu a průkaznost difference byla změřena Tukeyovým *T*-testem.

Pokusy byly vedeny v kukuřičné výrobní oblasti jižní Moravy, průměrná roční teplota vzduchu činila 9,1 °C, průměrné roční ovzdušné srážky 483,9 mm (průměr 25 let); půda je hlinitá černozem na spraši s obsahem fosforu (podle Egnera) okolo 60 mg . kg⁻¹, draslíku (podle Schachtschabela) okolo 135 mg . kg⁻¹, pH_{KCl} okolo 7,2.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Foliární aplikace samotného polyfosforečnanu amonného v 3. až 6. fázi podle Feekese vedla k neprůkaznému zvýšení výnosu zrna, při apli-

I. Foliární aplikace fosforu (PFA 10-34-0) u pšenice ozimé (výnosy a prvky výnosu)
 — Foliar application of phosphorus (PFA 10-34-0) to winter wheat (yields and yield components)

	Termíny aplikace (fáze Feekese)	3	4	6	8	10	11.5	11.5.4	K+	D_t (0,05)
Výnos zrna (t.ha ⁻¹)	1978	5,900	5,775	5,850	5,502	5,275	5,300	5,312	5,800	
	1979	3,217	3,117	3,095	3,181	2,857	2,888	2,943	3,049	
	1980	5,730	5,886	5,882	5,949	5,407	5,797	5,761	5,695	
	průměr 1978—1980	4,949	4,926	4,942	4,877	4,513	4,662	4,672	4,848	0,169
Počet klasů/m ²	1978	485	488	514	519	478	507	489	479	
	1979	395	410	387	398	429	395	386	421	
	1980	444	456	462	440	439	437	434	445	
	průměr 1978—1980	441	451	454	452	449	446	436	449	32
Počet zrn v klase	1978	24,0	22,2	22,1	21,2	21,4	21,8	21,2	23,9	
	1979	19,4	21,8	20,2	22,0	18,6	19,6	20,4	19,8	
	1980	24,5	23,9	23,9	24,7	23,8	25,3	24,6	24,0	
	průměr 1978—1980	22,6	22,6	22,1	22,7	21,3	22,2	22,1	22,6	1,4
Počet zrn/m ²	1978	11 636	10 790	11 265	11 030	9 941	10 712	10 089	11 469	
	1879	7 586	8 946	7 701	8 781	7 965	7 716	7 889	8 611	
	1980	10 780	10 893	11 061	10 869	10 638	10 996	10 571	10 396	
	průměr 1978—1980	9 975	10 197	10 024	10 242	9 546	9 910	9 623	10 134	941
HTS (g)	1978	52,2	52,4	51,2	51,6	51,7	50,6	51,0	50,6	
	1979	45,7	45,6	46,1	45,5	44,7	44,3	44,7	44,7	
	1980	53,8	54,2	53,1	53,3	52,9	55,0	54,6	54,7	
	průměr 1978—1980	50,6	50,7	50,1	50,1	49,8	50,0	50,1	50,0	1,1
Hmot- nost zrna v klase (g)	1978	1,250	1,160	1,130	1,090	1,100	1,030	1,080	1,210	
	1979	0,980	1,000	0,937	1,000	0,835	0,865	0,915	0,890	
	1980	1,306	1,292	1,273	1,357	1,252	1,393	1,351	1,307	
	průměr 1978—1980	1,144	1,147	1,107	1,136	1,060	1,110	1,106	1,129	0,067

+ nepřihnojená varianta

kaci v pozdějších fázích byl výnos stejný nebo průkazně nižší ve srovnání s nepřihnojenou variantou. Efekt fytoxicity hnojiva můžeme vyloučit, protože nekrotické dekolorace listů vzniklé po aplikaci hnojiva do 8. fáze podle Feekese nemají vliv na výnos, jak jsme prokázali u DAM-390 (R o z s y p a l, 1982). Pouze v roce 1979 dosáhlo popálení

II. Foliární aplikace dusíku a fosforu u pšenice ozimé (výnosy a prvky výnosu) — Foliar application of nitrogen and phosphorus to winter wheat (yields and yield components)

	Varianty hnojení	K ⁺	DAM-390			DAM-390 + PFA 10-34-0			DAM-390 + OFA 8-24-0			D _t
	Termíny aplikace		3	4	5a	3	4	5a	3	4	5a	0,05
Výnos zrna (t. ha ⁻¹)	1981	6,263	6,596	6,453	6,243	6,926	7,140	6,843	7,104	6,980	6,887	0,199
	1982	5,704	6,030	5,785	5,396	5,860	6,110	5,766	5,843	5,902	5,560	
	1983	5,704	6,259	6,090	5,708	6,458	5,680	6,127	6,184	5,916	6,123	
	průměr 1981 – 1983	5,900	6,295	6,109	5,781	6,415	6,310	6,245	6,377	6,236	6,190	0,207
	průměr variant	5,900		6,062			6,323			6,268		
	průměr termínů		3 – 6,362			4 – 6,218			5a – 6,072			
Počet klasů/m ²	1981	635	638	646	620	620	632	646	629	638	665	35
	1982	512	558	533	481	523	557	528	536	554	516	
	1983	511	510	521	553	511	547	579	524	542	562	
	průměr 1981 – 1983	553	569	567	552	552	572	584	563	576	580	39
	průměr variant	553		563			569			573		
	průměr termínů		3 – 561			4 – 572			5a – 572			
Počet zrn v klase	1981	23,7	24,4	23,8	23,8	26,6	26,8	24,8	26,3	25,1	24,3	1,6
	1982	21,8	20,7	21,0	21,9	21,6	21,2	21,6	21,6	21,1	21,2	
	1983	24,8	26,9	25,7	23,6	28,5	23,4	23,5	26,3	24,4	24,6	
	průměr 1981 – 1983	23,0	23,5	23,1	22,8	25,1	23,5	23,0	24,3	23,1	23,0	1,8
	průměr variant	23,0		23,1			23,9			23,5		
	průměr termínů		3 – 24,3			4 – 23,2			5a – 23,0			

Počet zrn/m ²	1981	15 001	15 386	15 137	14 710	16 181	16 638	15 810	16 465	15 958	16 097	455
	1982	11 017	11 511	11 143	10 467	11 245	11 662	11 357	11 180	11 221	10 921	
	1983	12 614	13 685	13 248	12 857	14 356	12 322	13 477	13 699	12 997	13 674	
	průměr 1981—1983	12 723	13 336	13 027	12 552	13 763	13 276	13 440	13 616	13 237	13 399	479
	průměr variant	12 723		12 973			13 493			13 417		
	průměr termínů		3 —	13 573		4 —	13 180		5a —	13 130		
HTS (g)	1981	42,0	43,0	42,7	42,5	42,8	42,9	43,3	43,2	43,2	42,9	0,8
	1982	51,8	52,4	51,9	51,6	52,2	52,4	50,8	52,3	52,6	50,9	
	1983	45,2	45,7	46,0	44,4	45,0	46,1	45,4	45,2	45,4	44,7	
	průměr 1981—1983	46,3	47,0	46,9	46,2	46,7	47,5	46,5	46,9	47,1	46,2	1,0
	průměr variant	46,3		46,7			46,9			46,7		
	průměr termínů		3 —	46,9		4 —	47,2		5a —	46,3		
Hmotnost zrna v klase (g)	1981	0,996	1,046	1,019	1,009	1,138	1,150	1,075	1,136	1,086	1,040	0,075
	1982	1,129	1,084	1,089	1,126	1,125	1,114	1,094	1,126	1,107	1,077	
	1983	1,124	1,231	1,183	1,049	1,281	1,081	1,067	1,186	1,113	1,097	
	průměr 1981—1983	1,066	1,106	1,078	1,047	1,164	1,103	1,069	1,134	1,083	1,067	0,087
	průměr variant	1,066		1,077			1,112			1,095		
	průměr termínů		3 —	1,105		4 —	1,088		5a —	1,061		

+ nepřihnojená varianta

III. Výnosové prvky klasu hlavního stébla při aplikaci hnojiv ve 3. fázi vývoje růstového vrcholu podle Kupermannové — Yield components of the spike of main stem after application of fertilizers in the 3rd developmental stage after Kupermannová

Výnosový prvek	Hnojení	1981	1982	1983	1981 — — 1983	D_t (0,05)
Počet klásků	DAM-390	18,28	15,92	19,20	17,80	0,4
	DAM + PFA	18,19	16,34	18,80	17,76	
	DAM + OFA	17,71	15,96	18,80	17,49	
Počet zrn v klásku	DAM-390	2,05	1,84	1,82	1,90	0,07
	DAM + PFA	2,03	1,84	1,81	1,89	
	DAM + OFA	2,04	1,85	1,83	1,91	
Počet zrn v klase	DAM-390	37,53	29,48	34,80	33,60	1,4
	DAM + PFA	36,67	30,11	34,00	33,59	
	DAM + OFA	36,20	29,46	34,40	33,35	
Hmotnost obilky (mg)	DAM-390	51,4	50,4	48,2	50,0	
	DAM + PFA	50,3	51,8	47,8	50,0	
	DAM + OFA	50,3	53,0	45,1	49,5	
Hmotnost zrna v klase (g)	DAM-390	1,853	1,386	1,698	1,646	
	DAM + PFA	1,840	1,463	1,658	1,654	
	DAM + OFA	1,812	1,472	1,706	1,663	

listů pšenice měřitelného rozsahu (8 % v 6. a 3 % v 8. fázi podle Feeke-se — vyjádřeno v hmotnostních procentech ze sušiny čepelí listů). Diference u jednotlivých prvků výnosu byly neprůkazné (tab. I).

Při foliární aplikaci dusíku a fosforu (DAM-390 + NP-roztok) byl vyšší výnos zrna vzhledem k aplikaci samotného DAM-390 ve většině případů. Čím nižší byl efekt samotného DAM-390 (3. > 4. > 5a.), tím vyšší byl efekt simultánní aplikace dusíku a fosforu (3. < 4. < 5a.). V 5a. etapě vývoje růstového vrcholu byl výnos zrna při aplikaci samotného DAM-390 vzhledem k nepřihnojené variantě neprůkazně nižší, kdežto aplikace DAM-390 + NP-roztoku vedla k průkazně vyššímu výnosu zrna bez ohledu na formu fosforu. Výnosové difference byly výsledkem neprůkazně vyššího počtu klasů na 1 m², počtu zrn v klase a hmotnosti 1000 semen, což se odpovídajícím způsobem odrazilo v počtu obilek na 1 m² a v hmotnosti zrna v klase (tab. II).

Při převažujícím podílu obilek klasu hlavního stébla na výnosu rostliny či porostu pšenice jsme předpokládali, že sledováním klasů hlavních stébel v postflorálním období zachytíme případné efekty foliární aplikace dusíku a fosforu. Výsledky uvedené v tab. III ovšem ukázaly, že tento předpoklad byl mylný, protože difference u prvků výnosu hlavního stébla byly neprůkazné (i absolutní rozdíly byly malé). Nicméně považujeme tyto výsledky za nepřímý důkaz toho, že efekt foliární aplikace dusíku a fosforu u pšenice ozimé se uplatnil především v počtu a pro-

дуктивitě klasů odnoží. K obdobným závěrům dochází také Šafarčík (1985).

Neprůkazné výsledky dosažené na pracovištích ÚKZÚZ (Škorpil, Zrůnová, 1983; Pecina, Zítková, 1984), kde byl pouze v jednom případě dosažen výrazný efekt foliární aplikace dusíku a fosforu, ukazují na nutnost specifikace podmínek, za nichž bude foliární aplikace živin ekonomicky efektivní.

Literatura

BEZDĚK, V.: Agrochemické zásady používání dusíkatých a dusíkatofosforečných kapalných hnojiv. In: Sbor. Racionální používání kapalných hnojiv ve výživě rostlin, Praha, 1980, s. 26-41.

PECINA, L. — ZÍTKOVÁ, E.: Ověření účinnosti kapalných hnojiv použitých při hnojení na list. [Závěrečná zpráva.] Praha, ÚKZÚZ 1984.

ROZSYPAL, R.: Fytotoxická DAM-390 u pšenice ozimé. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 6, s. 615-622.

SYNAK, J.: Závěrečná správa v PFA. [Závěrečná správa.] Bratislava, VÚAgT 1975.

SYNAK, J. et al.: Súhrnná správa o dosiahnutých výsledkoch s kvapalným dusíkatým roztokom DAM-390. [Závěrečná správa.] Bratislava, VÚAgT 1977.

ŠAFARČÍK, V.: Vyšetření agrochemické účinnosti beztlakých kapalných hnojiv při foliární aplikaci k pšenici ozimé. [Kandidátská disertace.] Brno 1985. Vys. Šk. zeměd.

ŠKOPÍK, P. — BEZDĚK, V.: Mimokořenová výživa rostlin. Praha, ČSAZV, SZN 1961.

ŠKORPIL, M. — ZRŮNOVÁ, J.: Ověření účinnosti nových druhů kapalných hnojiv — ortofosfátu, polyfosfátu a listového hnojiva Folikomplex Speciál. [Závěrečná zpráva.] Brno, ÚKZÚZ 1983.

WAGNER, J. J.: Foliar fertilization with ammonium polyphosphate. US Patent Office, 3558300, 1971 (překlad ÚVTIZ P-1430/76).

Došlo dne 16. 9. 1987

РОЗСЫПАЛ, Р. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Ружыне, отделение основной агротехники, Грушованы у Брно): Листовое применение азота и фосфора у пшеницы озимой. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 29-36.

При листовом применении только полифосфата аммония 10-34-0 до 8-ой фазы по Феекесу урожай зерна был доказуемо более высоким при применении в 8-ую фазу и более поздние фазы был урожай зерна одинаковый или доказуемо более низкий в сравнении с неудобренным вариантом, причем дело касалось эффекта фитотоксичности. При листовом применении азота (DAM-390) и фосфора (полифосфат аммония 10-24-0 и фостима 8-24-0) в 3-ую, 4-ую, 5-ую фазы развития верхушки по Куперманн получился в большинстве случаев более высокий урожай зерна в сравнении с применением одного азота. Листовое применение азота и фосфора было эффективным и в случае, когда применение одного азота не было эффективным, или урожай зерна по отношению неудобренного варианта понизило. Не было установлено доказуемой разницы в действии орто и полифосфата. Рост и продуктивность колосьев основных стеблей не находились под доказуемым действием дифференцированного удобрения. жидкие минеральные удобрения; азот; фосфор; орто- и полифосфат; листовое применение; пшеница озимая

ROZSYPAL, R. (Research Institute for Crop Production, Praha-Ruzyně, Division of Farming Technology, Hrušovany u Brna): *Foliar Application of Nitrogen and Phosphorus to Winter Wheat*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 29-36.

Wheat grain yield was insignificantly higher after foliar application of ammonium polyphosphate 10-34-0 till Feekes 8th stage, and it remained the same or significantly lower after fertilizing in the 8th and later stages, all in comparison with untreated control; the effect of phytotoxicity was not the problem. Joint foliar application of nitrogen (DAM-390) and phosphorus (PFA 10-34-0 and Fostim 8-24-0) in the 3rd, 4th and 5a-th stages of shoot apex after Kupermannová increased grain yields in most cases, in comparison with application of nitrogen as the only fertilizer. Joint foliar application of nitrogen and phosphorus was effective even in that case when application of nitrogen as the only fertilizer was no more efficient or when the grain yield was reduced in comparison with untreated control. No significant difference was observed in the effects of ortho- or polyphosphate. The growth and productivity of the spikes of main stems were not significantly influenced by differentiated fertilizing.

liquid fertilizers; nitrogen; phosphorus; ortho- and polyphosphate; foliar application; winter wheat

ROZSYPAL, R. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně, Sektion für Grundagrotechnik, Hrušovany u Brna): *Blattapplikation von N und P bei Winterweizen*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 29-36.

Bei der Blattapplikation des alleinigen Polyammoniumphosphates 10-34-0 bis zur 8. Phase nach Feekes war der Körnerertrag nur unsignifikant höher, bei der Applikation in der 8. Phase und in den späteren Phasen war der Körnerertrag der gleiche oder signifikant niedriger im Vergleich zur ungedüngten Variante. Es handelte sich dabei um keine Phytotoxizität. Bei der Blattapplikation von N (DAM-390) und von P (PFA 10-34-0 und Fostim 8-24-0) in der 3., 4. und 5a. Etappe des Vegetationskegels nach Kupermannová wurde in den meisten Fällen ein höherer Körnerertrag im Vergleich zur Applikation des alleinigen Stickstoffes erzielt. Die Blattapplikation von N und P war effektiv auch in dem Falle, wo die Applikation des alleinigen Stickstoffes nicht mehr effektiv war oder sie den Körnerertrag im Vergleich zur ungedüngten Variante verminderte. Es wurde kein signifikanter Unterschied in der Wirkung des Ortho- und Polyphosphates beobachtet. Das Wachstum und die Produktivität der Ähren der Haupthalme wurden durch die differenzierte Düngung keinesfalls signifikant beeinflusst.

Flüssighandelsdünger; Stickstoff; Phosphor; Ortho- und Polyphosphat; Blattdüngung; Winterweizen

Adresa autora:

Ing. Roman Rozsypal, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, odbor základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

VLIV ZMĚN OBSAHU ŽIVIN, CUKRŮ A SUŠINY V OBDOBÍ TVORBY ZRNA NA VÝNOS ZRNA OZIMÉ PŠENICE

K. Přikryl

PŘIKRYL, K. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Vliv změn obsahu živin, cukrů a sušiny v období tvorby zrna na výnos zrna ozimé pšenice*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 37-46.

Na vyšší výnos zrna působil v období květu příznivě vyšší procentuální obsah sušiny stébel a klasů, ale nižší obsah sušiny listů (nezbytný asimilační spád). S tím souvisel vyšší obsah rozpustných cukrů v sušině stébel a klasů. Na tom se pozitivně podílel zčásti genotyp (odrůda) a především průběh nižší teploty 14 až 21 dnů před květem (třetí dekáda května a první dekáda června). V období mléčně-voskové zralosti však vyšší výnos zrna souvisel s nižším obsahem rozpustných cukrů v sušině klasů, neboť tyto byly již do značné míry syntetizovány do polysacharidů — škrobu. Aplikací 6 kg/ha Glukopuru (hroznový cukr) v VII. etapě organogeneze vzrostlého vrcholu se výnos zrna průkazně zvyšoval, přičemž došlo v době květu ke snížení obsahu cukrů v listech a celé rostlině. Aplikací se aktivizovaly zásobní, rezervní látky a celkový metabolismus rostlin pro efektivnější příjem živin, jakož i pro transport a syntézu organických látek do obilí.

pšenice; obsah sušiny, živin, cukrů; tvorba obilky; zralost; výnos zrna; aplikace hroznového cukru Glukopur

Výkonné odrůdy se vyznačují vyšší náročností a citlivostí na podmínky jejich pěstování (Michael, 1973; Skala, Křišťan, 1975; Schmieder, 1980; Witt, 1980; Křišťan, 1981; Kreuz, Kratzsch, 1981; Pešík, 1982; Přikryl, Flašarová, 1983; Petr, 1983; Müller et al. 1984; Lekeš et al., 1985 a další). Hlavním úkolem bude proto značné kolísání výnosů cílevědomě eliminovat optimalizací struktury porostů a jednotlivých prvků tvorby výnosu zrna.

Dlouholeté analýzy nadzemní části rostlin (biomasy) nás vedou k tomu, že úroveň výnosu i jeho kvalita je do značné míry adekvátní získané (nastřádané) energii již v období intenzivního vegetativního růstu — do květu (Přikryl, Flašarová, 1983).

Cílem předložené práce bylo stanovit vliv povětrnostních podmínek, odrůdy a exogenní aplikace Glukopuru především na kumulaci cukrů v období květu a v období mléčně-voskové zralosti a na výnos zrna.

	Dekáda	Květen	Červen				Červenec			
		Ø	I.	II.	III.	Ø	I.	II.	III.	Ø
Průměrné teploty ve °C	1978	12,2	19,0	13,9	14,9	15,4	15,1	15,8	18,2	16,3
	1980	11,5	15,8	18,0	15,1	16,3	15,9	16,6	18,0	16,7
	1981	14,6	20,0	15,7	17,6	17,9	18,9	17,8	18,3	18,3
Množství srážek v mm	1978	59,4	14,4	27,5	24,5	66,4	30,0	27,1	3,7	60,8
	1980	38,2	17,7	12,2	58,2	88,1	23,6	21,3	38,4	83,3
	1981	70,4	8,2	22,8	35,7	64,7	1,9	52,5	26,0	80,4

MATERIÁL A METODA

U dvou rozdílných genotypů ozimé pšenice ('Mironovská zlepšená', 'Sava') jsme ve VŠÚO v Kroměříži v letech 1978, 1980 a 1981 sledovali vliv aplikace Glukopuru (čistý hroznový cukr v prášku) v VII. etapě organogeneze vzrostného vrcholu (6 kg ve 300 l vody/ha) na změny procentuálního obsahu sušiny, rozpustných cukrů (Klusák, 1982), koncentraci živin v období květu a mléčně-voskové zralosti a na tvorbu výnosu zrna. Termín aplikace je vázán na období, kdy se do značné míry již formuje nejen počet, ale i produktivita budoucích produktivních odnoží.

Použitou předplodinou byla vojtěška. Pokus byl založen na hladině živin: 80 kg dusíku, 80 kg P₂O₅ a 100 kg K₂O na ha, při výsevu u odrůdy 'Mironovská zlepšená' 3,5 mil., u odrůdy 'Sava' 5 mil. klíčivých zrn na ha, v období první dekády října.

Průběh povětrnostních podmínek udává tab. I. Ze sledovaných ročníků byl v období intenzivního růstu a v období tvorby zrna nejteplejší ročník 1981, naopak nejchladnější ročník 1978, zejména ve druhé dekádě června.

Celkovou sumou srážek se jednotlivé ročníky v tomto období příliš nelišily, značná diference však spočívala v jejich rozdělení. Rovnoměrně rozdělenými srážkami se vyznačoval ročník 1980.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výnosově nejlepší (tab. II) ročník 1980 (průměr odrůd a variant) byl charakteristický nejchladnějším měsícem květnem a první dekádou měsíce června, nejteplejší druhou dekádou června (tzn. 14 dnů po odkvětu). Přitom šlo o ročník s nejnižšími srážkami v květnu, ale nadprůměrnými srážkami v červnu a červenci. Závislost obsahu sušiny, živin a cukrů na genotypu a aplikaci Glukopuru s ohledem na výnos zrna vyjadřuje tab. III a IV.

Průkazně nejvyšší výnos zrna v roce 1980 byl dosažen při nejvyšším procentuálním obsahu sušiny stébel a klasů, avšak při nejnižším procentuálním obsahu sušiny listů v období květu, což znamenalo delší životaschopnost nejen samotných listů, ale také stébel, o čemž svědčí obsah jejich sušiny v období mléčno-voskové zralosti, který zůstal na úrovni z období květu. Tento větší spád — tok asimilátů z listů do stébel a klasů působil pozitivně na pozvolnější dozrávání zrna.

Ročník	Odrůda	Varianta - kontrola	Výnos zrna (t.ha ⁻¹) aplikace G
1978	Mironovská zl.	5,76	6,64
	Sava	5,89	5,74
1980	Mironovská zl.	6,56	7,35
	Sava	7,36	8,34
1981	Mironovská zl.	6,97	7,59
	Sava	5,57	6,08
Ročník / varianta	výnos zrna (t.ha ⁻¹)	odrůda / odrůda × varianta	
1978	5,99	Mironovská zl.	6,80
1980	7,40	Sava	6,49
1981	6,55		
MD (10 %)	0,94	Mironovská zl. × K	6,41
		Mironovská zl. × G	7,10
Kontrola	6,34		
Aplikace G	6,95	Sava × K	6,27
MD (10 %)	0,55		

G — varianta s aplikací Glukopuru

Ve výnosově nejlepším ročníku vykazovaly rostliny v období květu nejnižší koncentraci veškerého dusíku (průkazně v klasech a listech), avšak nejvyšší obsah nitrátového dusíku. Nejnižší koncentrace byla zjištěna také u fosforu (průkazně v klasech), zatímco u draslíku byly hodnoty spíše jen průměrné, ve všech případech však průkazné.

Mnohem výraznější závislost výnosu zrna, nežli byla u živin, zjišťujeme však u zásobních látek (cukrů), kde nejvyšší výnos zrna v roce 1980 souvisel s nejvyšším obsahem cukrů ve stéblech a klasech, resp. v celé nadzemní části rostlin.

Naproti tomu výnos zrna nepříznivě ovlivňoval vyrovnaný obsah sušiny v jednotlivých nadzemních orgánech rostlin, stejně jako nízký obsah rezervních látek (cukrů) ve stéblech a klasech a vyšší obsah veškerého dusíku a fosforu (dusíku průkazně v listech a klasech, fosforu v klasech). Rostliny v období květu — jako celek růstově mladé, vynaznačující se vyšším obsahem vody v pletivech, nemají nastřádán dostatek rezervních látek (cukrů) připadající na jednotku sušiny pro období tvorby a nalévání zrna. Nemůže pak u nich docházet k plynulému, ale i včasnému zabudování základních živin (N, P) do organických vazeb, především do bílkovin, a tak k vytvoření předpokladů pro zdárnou syntézu a převod asimilátů do klasu a samotných obilek, zejména při nepříznivých povětrnostních podmínkách.

To znamená, že ročníky, v nichž je nárůst nadzemní biomasy realizován do značné míry až v druhé části vegetace, a to buď vlivem nepříznivého podzimu, zimy, či pozdního nástupu jara, nebo vlivem opoždě-

III. Obsah sušiny, živin a cukrů v období květu v závislosti na genotypu a aplikaci Glukopuru — The contents of dry matter, nutrients and sugars in anthesis in relation to genotype and Glukopur application

Orgány		% sušiny	Koncentrace			mg cukrů v 1 g sušiny	mg NO ₃ ⁻ -N v 1 g sušiny	Výnos zrna v t. ha ⁻¹
			N	P	K			
Listy	1978	23,54	3,90	0,263	2,72	46,63	0,474	5,99
	1980	22,64	3,14	0,245	2,35	56,75	0,855	7,40
	1981	25,38	4,07	0,292	2,18	59,75	0,545	6,55
	MD	2,51	0,67		0,28			0,94
	M	24,59	3,85	0,265	2,39	60,22	0,556	6,80
	S	23,12	3,56	0,267	2,44	48,53	0,693	6,49
	K	23,78	3,59	0,257	2,37	65,69	0,536	6,34
	G	23,93	3,81	0,276	2,47	43,06	0,713	6,95
	MD					18,14		
	Mir. × K	24,50	3,68	0,240	2,35	70,20	0,378	6,41
	Mir. × G	24,69	4,01	0,291	2,42	50,23	0,733	7,19
	Sava × K	23,06	3,50	0,273	2,38	61,18	0,693	6,27
	Sava × G	23,17	3,61	0,262	2,51	35,89	0,693	6,72
Stěbla	1978	22,75	1,38	0,215	2,12	95,48	0,671	
	1980	32,27	1,02	0,145	1,61	124,52	0,990	
	1981	23,31	1,43	0,197	1,79	100,00	0,810	
	MD	8,37			0,39			
	M	25,98	1,35	0,188	1,67	123,64	0,686	
	S	26,24	1,20	0,184	2,01	89,68	0,960	
	MD				0,23	27,51		
	K	26,95	1,22	0,194	1,72	118,61	0,673	
	G	25,27	1,34	0,177	1,96	94,72	0,974	
	MD				0,23			
	Mir. × K	26,77	1,26	0,210	1,65	135,49	0,713	
	Mir. × G	25,20	1,45	0,166	1,70	111,80	0,660	
	Sava × K	27,13	1,18	0,178	1,79	101,73	0,633	
	Sava × G	25,35	1,23	0,189	2,23	77,64	1,288	
	MD							

M — Mir. S — Sava

ného setí, možno považovat za výnosově značně riskantní. Přitom jde o ročníky značně náročné na intenzifikační vklady (výživa, ochrana).

V období mléčně-voskové zralosti nebyly již prokázány závislosti analogické z období květu, neboť rozdíly zjištěné mezi jednotlivými ročníky se značně vyrovnávaly. Nejvyšší výnos zrna byl v tomto období

Orgány		o/ sušiny	Koncentrace			mg cukrů l v g sušiny	mg NO ₃ ⁻ -N v 1 g sušiny	Výnos zrna v t.ha ⁻¹
			N	P	K			
Klasy	1978	25,91	1,99	0,325	1,34	90,95	0,056	
	1980	31,97	1,60	0,233	1,32	168,74	0,137	
	1981	26,95	2,16	0,366	0,826	83,50	0,000	
	MD	3,91	0,28	0,045	0,08	30,76		
	M	29,88	1,90	0,298	1,09	117,05	0,092	
	S	26,66	1,93	0,317	1,23	111,74	0,036	
	MD	2,33			0,05			
	K	28,92	1,87	0,305	1,13	120,68	0,055	
	G	27,63	1,96	0,310	1,19	108,11	0,074	
	MD				0,05			
	Mir. × K	29,96	1,85	0,295	1,07	128,45	0,036	
	Mir. × G	29,81	1,95	0,302	1,11	105,65	0,148	
	Sava × K	27,87	1,89	0,316	1,18	112,91	0,073	
	Sava × G	25,46	1,97	0,318	1,28	110,57	0,000	
	MD							
Listy + stébla + klasy	1978					233,06		
	1980					350,02		
	1981					243,25		
	MD					89,47		
	M					300,92		
	S					249,97		
	K					304,99		
	G					245,90		
	MD					52,62		
	Mir. × K					334,15		
	Mir. × G					267,69		
	Sava × K					275,83		
	Sava × G					224,11		

Mir. — 'Mironovská zlepšená'

charakteristický průkazně nejnižším obsahem rezervních látek (cukrů) v klasech i stéblech, protože tyto již byly zabudovány do polysacharidů — škrobu.

Vyšší výnos zrna u odrůdy 'Mironovská zlepšená' (i když neprůkazně) oproti odrůdě 'Sava' souvisel v období květu s průkazně vyšším

IV. Obsah sušiny, živin a cukrů v období mléčně-voskové zralosti v závislosti na genotypu a aplikaci Glukopuru — The contents of dry matter, nutrients and sugars in milk-wax ripeness in relation to genotype and Glukopur application

Orgány		% sušiny	Koncentrace			mg cukrů v 1 g sušiny	mg NO ₃ ⁻ -N v 1 g sušiny
			N	P	K		
Listy	1978	28,27	2,55	0,259	1,57	45,92	
	1980	27,89	2,49	0,185	1,31	61,86	
	1981	34,31	2,38	0,148	1,06	94,00	
	MD	6,66		0,103	0,45		
	M	29,86	2,60	0,209	1,36	74,38	
	S	30,46	2,34	0,186	1,27	60,14	
	MD						
	K	31,14	2,53	0,192	1,34	72,85	
	G	29,18	2,41	0,203	1,28	61,67	
	MD						
	Mir. × K	31,20	2,60	0,194	1,38	81,92	
	Mir. × G	28,51	2,60	0,224	1,34	66,84	
	Sava × K	31,07	2,47	0,190	1,31	63,78	
	Sava × G	29,84	2,22	0,182	1,23	56,50	
	MD						
Stébła	1978	30,05	0,753	0,136	1,35	186,21	
	1980	31,10	0,696	0,083	1,41	88,37	
	1981	31,32	0,796	0,077	1,95	165,25	
	MD						
	M	33,14	0,778	0,118	1,15	165,21	
	S	28,51	0,718	0,079	1,49	128,01	
	K	30,54	0,760	0,113	1,42	144,17	
	G	31,10	0,737	0,084	1,21	149,05	
	MD						
	Mir. × K	33,03	0,760	0,087	1,20	163,09	
	Mir. × G	33,24	0,797	0,148	1,10	167,33	
	Sava × K	28,05	0,761	0,081	1,65	125,26	
	Sava × G	28,96	0,676	0,077	1,32	130,77	
	MD						

M — Mir. S — Sava

obsahem sušiny klasů, nižším obsahem draslíku ve stéblech a klasech, avšak s vyšším obsahem rezervních látek (cukrů) ve všech nadzemních orgánech rostlin, z toho průkazně ve stéblech. V období mléčně-voskové zralosti vykazovala odrůda 'Mironovská zlepšená' průkazně vyšší procentuální obsah sušiny stébel, zatímco procentuální obsah sušiny klasů

Orgány		% sušiny	Koncentrace			mg cukrů v 1 g sušiny	mg NO ₃ ⁻ -N v 1 g sušiny
			N	P	K		
Klasy	1978	40,83	1,59	0,272	0,758	55,80	
	1980	50,30	1,69	0,265	0,626	36,30	
	1981	49,96	1,74	0,310	0,639	81,50	
	MD	1,60				40,80	
	M	45,07	1,77	0,279	0,637	56,11	
	S	48,99	1,57	0,286	0,711	59,62	
	MD	0,95					
	K	47,35	1,71	0,289	0,680	54,78	
	G	46,70	1,63	0,275	0,668	60,95	
	MD						
	Mir. × K	45,61	1,79	0,280	0,607	55,37	
	Mir. × G	44,53	1,75	0,278	0,667	56,84	
	Sava × K	49,10	1,63	0,299	0,753	54,19	
	Sava × G	48,88	1,52	0,273	0,670	65,05	
	MD						
Listy + stébla + klasy	1978					287,91	
	1980					186,56	
	1981					340,75	
	MD						
	M					295,72	
	S					247,76	
	MD						
	K					271,79	
	G					271,69	
	MD						
	Mir. × K					300,39	
	Mir. × G					291,05	
	Sava × K					243,20	
	Sava × G					252,33	

Mir. — 'Mironovská zlepšená'

byl nižší. To prokazuje, že odrůdy typu 'Mironovská zlepšená' se vyznačují pozvolnějším dozráváním, neboť vyšší množství mobilní rezervní energie ještě v období mléčně-voskové zralosti samotných klasů může pozitivně ovlivnit nejen výnos zrna, ale i vlastní syntézu bílkovin, a tím celkovou kvalitu zrna (v období od květu do mléčně-voskové zralosti

se procentuální obsah sušiny klasů u odrůdy 'Sava' zvýšil z 26,66 na 48,99 %, zatímco u odrůdy 'Mironovská zlepšená' z 29,88 pouze na 45,07 %].

Zvýšení výnosu zrna aplikací Glukopuru souviselo v období květu s průkazným snížením obsahu veškerých cukrů ve všech orgánech (průkazně v listech a celé rostlině), s tendencí vyšší koncentrace živin, zvláště nitrátového dusíku v listech a stéblech, průkazně draslíku ve stéblech a klasech. Procentuální obsah sušiny jednotlivých orgánů rostlin se oproti kontrolní variantě téměř nezměnil. Z toho tedy vyplývá, že na rozdíl od živin, kde jejich exogenní aplikací se koncentrace zpravidla zvyšuje (zvláště u dusíku), exogenně aplikované cukry (doplňková energie) naopak podpoří využití zásobních cukrů k urychlení metabolických procesů, a tím nepřímo i k využití živin ve prospěch tvorby výnosu zrna.

Literatura

KLUSÁK, H.: Stanovení obsahu cukrů a bílkovinného dusíku z jedné navážky sušiny rostlin. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 11, s. 1139-1142.

KREUZ — KRATZSCH: Untersuchungen zum Einfluss von Witterung, Fruchtfolge, Standort und Düngung auf den Kornertrag und die Ertragsstruktur der Winterweizensorte 'Alcedo' auf einem Löß-Standort. Arch. Acker- Pfl.-Bau. Bodenkde, 1981, č. 1, s. 43-49.

KŘIŠŤAN, Z.: Zvýšení produkce hlavních polních plodin souborem agrotechnických opatření. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 3, s. 267-277.

LEKEŠ, J. a kol.: Současný stav a další směry intenzifikace výroby obilovin. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd., 1985, č. 88.

MASARYK, Š. — GROMOVÁ, Vztahy medzi úrovňou hnojenia dusíkom a úrodami ozimnej pšenice. Úroda, č. 9, s. 392-393.

MICHAEL, G.: Sorten- und artentypische Reaktionen auf Wachstumsregulatoren bei Körner- und Blattfrüchten. Vortr. Pfl.-Züchter, 13, 1973, s. 186-198.

MÜLLER, S. — MORITZ, D.: Einfluß einer Stickstoffdüngung in Spätherbst, auf die Dynamik der anorganischen Stickstoffe im Winter sowie auf die Kornerträge von Wintergetreide. Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkde, 27, 1983, č. 11, s. 709-716.

MÜLLER, S. — MORITZ, P. — ANSORGE, H.: Einfluß von Stickstoff auf Ertrag und Ertragsstrukturelemente bei Wintergetreide sowie Schlußfolgerungen für die Bemessung der Stickstoffdüngung (Parzellenversuche). Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkde, 28, 1984, č. 8, s. 457-462.

PEŠÍK, J. — KOZÁK, L.: Možnosti kompenzace nepříznivého vlivu méně vhodných předplodin u ozimé pšenice. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 4, s. 381-388.

PETR, J. a kol.: Intenzivní obilnářství. Praha, SZN 1983.

PŘIKRYL, K. — FLAŠAROVÁ, M.: Zakládání, tvorba a redukce výnosových prvků ozimé pšenice. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1983.

SCHMIEDER, W. et al.: Izučenie vlijanija mineralnych udobrenij na chimičeskij sostav i chlebopekarnyje kačestva pšenicy v različnyh počvenoklimatičeskich uslovijach. Zaključitelnyj otčet po zadaniu 2, Lipsko, 3. 1. 1980.

SKALA, J. — KŘIŠŤAN, F.: Pozdní přihnojování ozimých pšenic dusíkem. Úroda, 1980, č. 5, s. 168-169.

WITT et al.: Zur Frage der Aussaatzeit bei Winterweizen. Feldwirtschaft, 21, 1980, č. 9, s. 425-427.

Došlo dne 12. 6. 1987

ПРЖИКРЫЛ, К. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт зерноводства, Кромержиж): **Влияние изменения содержания питательных элементов, сахаров и сухого вещества в фазу формирования зерна на урожай зерна пшеницы озимой.** Rostl. Vyr., 35, 1983 (1) : 37-46.

На более высокий урожай зерна повлияло в фазу цветения благоприятно более высокое процентное содержание сухого вещества стеблей и колосьев, но более низкое содержание сухого вещества листьев (необходимый ассимиляционный поток). С этим в связи находилось более высокое содержание растворимых сахаров в сухом веществе стеблей и колосьев. Частично на это положительно влиял генотип (сорт) и прежде всего ход пониженной температуры 14—21-й день до цветения (третья декада мая и первая декада июня). Однако в периоде молочко-восковой зрелости большой урожай зерна зависел от более низкого содержания растворимых сахаров в сухом веществе колосьев, так как эти были уже до значительной меры синтезированы до полисахаридов — крахмала. Применением 6 кг/га глюкопура (виноградного сахара) в VII. фазе органогенеза растущей верхушечки урожай зерна доказуемо увеличился, причем в фазу цветения понизилось содержание сахаров в листьях и во всем растении. Применением активизировались запасные вещества и общий метаболизм растений для более эффективного приема питательных элементов, как и транспорта и синтеза органических веществ в зерновки.

пшеница; содержание сухого вещества, питательных элементов, сахаров; формирование зерновки; зрелость; урожай зерна; применение виноградного сахара глюкопур

PŘIKRYL, K. (OSEVA — Research and Breeding Institute of Cereal Crops, Kroměříž): *The Grain Yield in Winter Wheat Influenced by Changes in the Contents of Nutrients, Sugars and Dry Matter in the Stage of Grain Formation.* Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 37-46.

The higher grain yield was influenced favorably during anthesis by the higher percent content of stem and spike dry matter, but by the lower content of leaf dry matter (inevitable assimilation drop). That is to say the dry matter of stems and spikes had the higher content of soluble sugars. This fact was in a positive way influenced partly by the genotype (variety) and particularly by the pattern of lower temperatures a fortnight to 21 days before anthesis (the third decade of May and the first decade of June). In the stage of milk-wax ripeness, the higher grain yield was on the other hand related to the lower content of soluble sugars in spike dry matter because these sugars were already largely synthesized to polysaccharides — starch. An application of 6 kg per ha Glukopur (dextrose) in the VII stage of organogenesis of the shoot apex increased significantly the grain yield; a decrease in the content of sugars in the leaves and in the whole plant was observed in anthesis. The application of Glukopur activated the storage matters and the whole metabolism of plants in the direction to the more effective nutrient intake, translocation and synthesis of organic substances to the grains.

wheat; contents of dry matter, nutrients, sugars; grain formation; ripeness; grain yield; application of Glukopur dextrose

PŘIKRYL, K. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Getreidebau, Kroměříž): *Einfluss der Veränderungen im Gehalt an Nährstoffen, Zuckern und Trockensubstanz während der Kornbildung auf den Winterweizenkörnerertrag.* Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 37-46.

Auf den Körnerertrag und seine Steigerung wirkten sich zur Blütezeit nicht nur ein höherer prozentueller Gehalt der Stengel und Ähren an Trockensubstanz, sondern auch ein niedrigerer Gehalt des Blätter an Trockensubstanz (unumgänglicher Assimilationsabfall) aus. Damit hängt auch ein grösserer Gehalt an löslichen Zuckern in der Trockensubstanz der Stengel und Ähren zusammen. Daran beteiligten sich positiv einerseits der Genotyp (Sorte) und andererseits niedrigere Temperaturen 14 bis 21 Tage vor der Blüte (dritte Maidekade und erste Junidekade). Zur Zeit der Milch-Wachsreife hing ein höherer Körnerertrag mit einem niedrigeren Gehalt an löslichen Zuckern in der Ährentrockensubstanz zusammen, da die löslichen Zucker in hohem Masse schon zu Polysacchariden — zur Stärke — syn-

thetisiert worden waren. Infolge der Anwendung von 6 kg Glukopur (Traubenzucker)/ha in der VII. Etappe der Organogenese des Vegetationskegels stieg der Körnerertrag bedeutend an, wobei zur Blütezeit eine Verminderung des Gehaltes der Blätter und der Gesamtpflanze an Zucker zu verzeichnen war. Durch die Applikation wurden alle Vorratsstoffe und der Gesamtmetabolismus der Pflanzen für eine effektivere Nährstoffaufnahme und auch für Transport und Synthese der organischen Stoffe in die Karyopsen aktiviert.

Weizen; Trockensubstanzgehalt; Nährstoff- und Zuckergehalt; Karyopsenbildung; Reife; Körnerertrag; Traubenzuckeranwendung (Glukopur)

Adresa autora:

Ing. Květoslav Přikryl, CSc., OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž

GEOMETRIE LISTOVÉ PLOCHY V POROSTECH PŠENICE SETÝCH DO ŘÁDKŮ A NA ŠIROKO A MOŽNOST VYUŽITÍ RADIACE

J. Foltýn, V. Rogalewicz

FOLTÝN, J. — ROGALEWICZ, V. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Geometrie listové plochy v porostech pšenice setých do řádků a na široko a možnost využití radiace*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 47-58.

Ve výpočtech se uvažovaly kolmé průměty čepelí horních dvou listů na stéble, s úhrnnou standardní pokryvností listů 3 m^2 zelené plochy na 1 m^2 půdy, s variantami: 400 a 600 klasů na 1 m^2 ; oba horní listy stejně velké, nebo praporcový o jednu čtvrtinu menší či větší; porost setý na široko nebo do řádků 15 cm vzdálených. Předpoklady: poloha prvního a druhého listu na stéble je náhodná, jsou navzájem nezávislé; praporcový list svírá se stéblem úhel 45° , druhý list 90° ; stéblo neovlivňuje postavení listů na jiných stéblech; tvar listu se schematizuje do dvou navazujících obdélníků, kde druhý má poloviční šíři prvního; pravděpodobnost výskytu stébela při setí na široko je v každém místě plochy stejná, při setí do řádků je v každém místě řádků stejná a mimo řádek je nulová. Počet stébel na 1 m^2 (při stejné ploše obou horních listů na 1 m^2) prakticky neovlivňuje pronikání světla do porostu. Menší praporcový list zvyšuje pronikání světla ke druhému listu a naopak. Při přibližně stejné velikosti obou horních listů na stéble dopadá na praporcové listy při setí na široko ca 50 % přímé radiace, při setí do řádků 60 %; analogicky u druhého listu 35 % a 25 % přímé radiace. Do spodního patra porostu (pod čepelí druhého listu) dopadá vždy jen okolo 10 % přímé radiace. Z propočtů se uzavírá, že setí pšenice do středně širokých řádků (ve srovnání s plošně rovnoměrným výsevem na široko) nezhoršuje světelné poměry v porostu.

pšenice; setí na široko a do řádků; geometrie listů; pronikání světla

Teorie výsevu obilnin předpokládá dělení výsevu na část pojišťovací a nezbytnou, kterou se rozumí počet rostlin v době metání. Nezbytná část výsevu je dána jednak zonálně optimální aktivní pokryvností listů (splňované u odrůd s různě velkými listy a s těžkým klasem rozdílným počtem produktivních stébel na 1 m^2), jednak odrůdově zonálním požadavkem průměrného produktivního odnožení na rostlinu, provázeného žádoucí tvorbou korunkových kořínků (Foltýn, 1974).

Teorie sponu obilnin (v praxi meziřádkové rozteče) vychází z poznatku o souvislosti výsevu a sponu, dále z dodržování minimálního rozponu zrn v řádku k momentu setí a z optimální meziřádkové rozteče k momentu metání, od kdy mají produktivní stébla co nejlépe využít prostor v rovině horizontální i vertikální (Foltýn, 1978). Problematice posledního bodu, podmínkám osvětlení (především přímého) aktivní fotosyntetizující listové plochy je věnována tato teoretická studie o geometrii listové plochy v porostech pšenice.

Z hlediska agrobiologického, technického a výpočetního byla stanovena východiska:

1. Uvažují se čepele horních dvou listů na produktivním stéble, neboť zelené části pod druhým listem již k tvorbě zrna asimiláty prakticky nepřispívají (Nalborczyk, 1978).

2. Oblastním optimumem pokryvnosti listové pšenice (z čepelí horních dvou listů) jsou 3 m^2 na 1 m^2 půdy (Foltýn, 1978).

3. Existují dva základní středoevropské typy odrůd pšenice: semihumidní (velké listy, těžší klas a 400 klasů na 1 m^2) a semiaridní (malé listy, lehčí klas a 600 klasů na 1 m^2), přičemž u soudobých odrůd buď jsou oba listy stejně velké, nebo list praporcový je o čtvrtinu menší než druhý, případně o čtvrtinu větší (Foltýn, Bobek, 1975).

4. Při ploše listů $P = \text{délka} \times \text{šířka (max.)} \times 0,75$ (tj. obdélník přecházející v polovině do trojúhelníku) je $\frac{d}{s(\text{max.})}$ u praporcového listu roven 13, u druhého 20 (Foltýn, Vlasák, 1984). Pro vlastní výpočty se tvar listu uvažoval v podobě dvou navazujících obdélníků, kde druhý má poloviční šíři prvního.

5. Azimut listů pšenice v horním patře je (nehlédě na uspořádání porostu) náhodný (Ledent, Moss, 1977).

6. I když vztyčený praporcový list sám o sobě o výnosu zrna nerozhoduje (Borojevič, 1978), považuje se za vhodné vertikální postavení praporcových listů (alespoň po jistou dobu po vymetání) a horizontální postavení listů spodních (Ross, 1977); proto se předpokládá u praporcového listu úhel se stéblem 45° a u druhého listu 90° .

7. Rovnoměrné rozmístění stébel v porostu se srovnávalo se stébly vycházejícími z přímků řádku, při meziřádkové rozteči rovné 15 cm.

8. Vzhledem k tomu, že fotosyntéza rostlinného pokryvu při výškách slunce nad obzorem 30 až 40° málo závisí na orientaci listů (Ross, 1975), zvažovaly se kolmé průměty listové plochy (tj. za aktivní se považovalo pouze přímé světlo přicházející svisle shora).

9. Nepočítalo se se směrem řádků, ačkoliv i v současných hustých porostech pšenice hraje roli (Kasperbauer, Karlen, 1986).

10. Pravděpodobnost výskytu stébla je v každém místě plochy stejná (při setí na široko).

11. Pravděpodobnost výskytu stébla je v každém místě řádku stejná (při setí do řádků).

12. Pravděpodobnost výskytu stébla mimo řádek je nulová (při setí do řádků).

Dané hodnoty:

V — počet stébel na 1 m^2 ,

S — listová plocha na 1 m^2 (horizontální průmět),

k_0 — poměr listové plochy prvního a druhého listu na témže stéble,

k_1 — poměr délky a šířky prvního listu,

k_2 — poměr délky a šířky druhého listu,

l — šířka řádků (při setí do řádků).

Přepočtené hodnoty:

$p = \frac{S}{V}$ — listová plocha na jedno stéblo (kolmý průmět)

$p_1 = \frac{\sqrt{2} k_0 \cdot p}{2 + \sqrt{2} k_0}$, $p_2 = \frac{2 \cdot p}{2 + \sqrt{2} k_0}$ — listová plocha prvního, resp. druhého listu (absolutně)

$$d_i = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot p_i k_i} - \text{délka } i\text{-tého listu } (i = 1, 2)$$

$$w_i = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{p_i}{k_i}} - \text{šířka } i\text{-tého listu } (i = 1, 2)$$

Výsledné hodnoty:

P_1 — pravděpodobnost dopadu světla na čepce prvního listu

P_2 — pravděpodobnost dopadu světla na čepce druhého listu

P_3 — pravděpodobnost průchodu světla pod čepce druhého listu

I. Setí na široko

Bud' A libovolný bod v rovině. Z předpokladu 10 vyplývá, že pravděpodobnost, že se současně vyskytnou dvě stébila ve stejné vzdálenosti od bodu A , je velmi malá. Proto můžeme předpokládat, že tento jev prakticky nenastává. Výskyt stébila ve vzdálenosti r od bodu A je náhodná veličina s hustotou pravděpodobnosti

$$h(r) = 2\pi rV$$

Nechť je ve vzdálenosti r od bodu A stébilo. Dosah prvního listu z tohoto stébila (předpoklad 6a) je $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot d_1$, dosah druhého listu (předpoklad 6b) je d_2 .

Šířka prvního listu ve vzdálenosti a od stébila je

$$\begin{aligned} s_1(a) &= w_1 & \text{pro } a \in \langle 0, \frac{\sqrt{2}}{4} d_1 \rangle \\ &= \frac{1}{2} w_1 & \text{pro } a \in \langle \frac{\sqrt{2}}{4} d_1, \frac{\sqrt{2}}{2} d_1 \rangle \\ &= 0 & \text{jinde} \end{aligned}$$

Šířka druhého listu ve vzdálenosti a od stébila je

$$\begin{aligned} s_2(a) &= w_2 & \text{pro } a \in \langle 0, \frac{1}{2} d_2 \rangle \\ &= \frac{1}{2} w_2 & \text{pro } a \in \langle \frac{1}{2} d_2, d_2 \rangle \\ &= 0 & \text{jinde} \end{aligned}$$

Pravděpodobnost překrytí bodu A prvním listem ze stébila ve vzdálenosti r má hustotu

$$q_1(r) = h(r) \cdot \frac{s_1(r)}{2\pi r} = V \cdot s_1(r)$$

Pravděpodobnost překrytí bodu A druhým listem stébila ve vzdálenosti r má hustotu

$$q_2(r) = V \cdot s_2(r)$$

Nyní pravděpodobnost, že bod A nebude překryt žádným prvním listem je

$$X_1 = \lim_{t \rightarrow 0} (1 - t \cdot V \cdot w_1)^{\frac{\sqrt{2}}{4} d_1/t} \cdot \lim_{t \rightarrow 0} (1 - t \cdot V \cdot w_1/2)^{\frac{\sqrt{2}}{2} d_1/t} =$$

$$= e^{-V w_1 \frac{\sqrt{2}}{4} d_1} \cdot e^{-V w_1 \frac{\sqrt{2}}{8} d_1} = e^{-V w_1 d_1 \cdot \frac{3\sqrt{2}}{8}}$$

(zde t vyjadřuje jednotky délkové míry). Obdobně pravděpodobnost, že list nebude překryt žádným druhým listem je

$$X_2 = e^{-V w_2 \cdot \frac{1}{2} d_2} \cdot e^{-V w_2 \cdot \frac{1}{4} d_2} = e^{-V w_2 d_2 \cdot \frac{3}{4}}$$

Pravděpodobnosti zachycení světla v prvním, druhém, resp. spodním patře porostu jsou nyní vzhledem k předpokladu 10 rovny

$$P_1 = 1 - X_1$$

$$P_2 = X_1 - X_1 \cdot X_2$$

$$P_3 = X_1 \cdot X_2$$

II. Setí do řádků

Z předpokladů 11 a 12 vyplývá, že poměr průniku světla bude stejný ve všech bodech, které mají stejnou vzdálenost od nejbližšího řádku. Jestliže označíme $P_1(r)$, $P_2(r)$, $P_3(r)$ postupně podíl světla zachyceného prvním patrem, druhým patrem, resp. spodním patrem porostu ve vzdálenosti r kolmo od nejbližšího řádku, potom průměrné hodnoty pro celý porost dostáváme ze vztahu

$$P_k = \frac{2}{l} \int_0^{l/2} P_k(r) dr \quad \text{kde } k = 1, 2, 3 \quad [1]$$

Mějme tedy dáno r , $0 < r < l/2$ a počítejme poměr zachycení světla v bodě A ve vzdálenosti r od (libovolného) řádku R . Pravděpodobnost výskytu stébla v každém bodě řádku R má hustotu

$$h = V \cdot l$$

Pravděpodobnost překrytí bodu A prvním listem ze stébla ve vzdálenosti a na řádku R (vzdáleném r) má hustotu

$$q_1(a) = h \cdot \frac{s_1(a)}{2\pi a} = V \cdot l \cdot \frac{s_1(a)}{2\pi a}$$

kde $s_1(a)$ značí šířku prvního listu ve vzdálenosti a od stébla (viz výpočet pro setí na široko). Obdobně pro druhý list

$$q_2(a) = V \cdot l \cdot \frac{s_2(a)}{2\pi a}$$

Nyní pravděpodobnost, že bod A nebude překryt žádným prvním listem z řádku R ve vzdálenosti r je rovna

$$\left(\text{označíme } G_u = \left\{ a \in \left\langle r, \frac{\sqrt{2}}{2} d_1 \right\rangle; a = K \cdot u, K = 0, 1, 2 \right\} \right)$$

$$\begin{aligned}
X_1(r) &= \lim_{t \rightarrow 0} \lim_{u \rightarrow 0} \prod_{a \in G_u} \left(1 - \frac{w_1(a)}{2\pi a} V l t \right) = \\
&= \lim_{u \rightarrow 0} \prod_{a \in G_u} e^{-\frac{w_1(a)}{2\pi a} \cdot V l \cdot (\sqrt{(a+u)^2 - r^2} - \sqrt{a^2 - r^2})} = \\
&= e^{-V \cdot l \lim_{u \rightarrow 0} \sum_{a \in G} \frac{w_1(a)}{2\pi a} (\sqrt{(a+u)^2 - r^2} - \sqrt{a^2 - r^2})} = \\
&= e^{-V \cdot l \cdot \int_r^{\frac{\sqrt{2}}{2} d_1} \frac{w_1(a)}{2\pi a} \left[\frac{\partial \sqrt{a^2 - r^2}}{\partial a} \right] da} = e^{-V \cdot l \cdot \int_r^{\frac{\sqrt{2}}{2} d_1} \frac{w_1(a)}{2\pi a} \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2 - r^2}} da} = \\
&= \exp \left\{ -\frac{V \cdot l}{2\pi} \int_r^{\frac{\sqrt{2}}{2} d_1} \frac{w_1(a)}{\sqrt{a^2 - r^2}} da \right\} \quad [2]
\end{aligned}$$

Analogicky pro překrytí druhým listem platí

$$X_2(r) = \exp \left\{ -\frac{V l}{2\pi} \int_r^{d_2} \frac{w_2(a)}{\sqrt{a^2 - r^2}} da \right\}$$

Pravděpodobnost, že bod A vzdálený r od nejbližšího řádku nebude zakryt žádným prvním listem (resp. žádným druhým listem) z žádného řádku je rovna

$$\begin{aligned}
\text{resp.} \quad X_1 &= \prod_{k=0}^{\infty} X_1(kl + r) \cdot \prod_{k=1}^{\infty} X_1(kl - r) \\
X_2 &= \prod_{k=0}^{\infty} X_2(kl + r) \cdot \prod_{k=1}^{\infty} X_2(kl - r)
\end{aligned}$$

Pro tento bod A vypočteme poměr zachycení přímého světla v jednotlivých patrech porostu

$$P_1(r) = 1 - X_1$$

$$P_2(r) = X_1 - X_1 \cdot X_2$$

$$P_3(r) = X_1 \cdot X_2$$

Hodnoty pro celý porost nyní získáme integrováním podle vztahu [1].

Při praktickém výpočtu se integrály ve vztahu [1] a [2] počítají vhodnou numerickou metodou. Hodnoty $q_1(a)$, resp. $q_2(a)$ mohou vyjít pro velmi malá a značně vysoké. Pokud převýšily 0,5, byly ve výpočtu nahrazeny touto hodnotou. Tedy $q'_i(a) = \min [q_i(a), 0,5]$.

Konkrétní výpočty byly provedeny pro tyto parametry:

- šířka řádku $l = 0,15$ m;
- listová plocha na 1 m^2 porostu $S = 3$;
- poměr délky a šířky pro první list $k_1 = 13$;
- poměr délky a šířky pro druhý list $k_2 = 20$;
- počet stébel na 1 m^2 porostu $V = 400 \text{ m}^{-2}$, 600 m^{-2} ;
- poměr plochy prvního a druhého listu $k_0 = 0,75$; $1,00$; $1,25$.

VÝSLEDKY

Výpočet poměrů v pronikání světla do prvního, druhého a spodního patra porostu pšenice (v %), za podmínek uvedených v metodice, při setí na široko a do řádků 15 cm vzdálených je uveden v tab. I. Jsou k dispozici programy v jazyce FORTRAN pro výpočet poměrů v průniku přímého světla do prvního, druhého a spodního patra porostu pšenice při setí do řádků a na široko.

Počet stébel na 1 m^2 [při stejné ploše čepelí horních dvou listů na 1 m^2] prakticky neovlivňuje výsledky.

Praporcový list menší než druhý list shora (opět při stejné pokryvnosti listů) zvyšuje pronikání světla ke druhému listu (a naopak).

Při přibližně stejné velikosti obou horních listů na stéble dopadá na praporcové listy při setí na široko ca 50% přímého světla, při setí do řádků 60% ; analogicky u druhého listu 35% a 25% přímého světla.

Do spodního patra porostu (pod čepelí druhého listu shora) dopadá ve všech uvažovaných případech jen okolo 10% přímého světla ($8,4$ až $11,5 \%$).

Z propočtených údajů vyplývá závěr, že setí pšenice do středně širokých řádků (ve srovnání s plošně rovnoměrným výsevem na široko) nezhoršuje světelné poměry v porostu.

I. Výpočet poměrů v pronikání světla do prvního, druhého a spodního patra porostu pšenice (%) při setí na široko a do řádků 15 cm — Calculation of the relations of light penetration (%) into the first, second and lower layers of wheat stand at broadcast sowing and row sowing with row distances of 15 cm

Parametry		Setí na široko			Setí do řádků (15 cm)		
V	k_0	$P_1 \%$	$P_2 \%$	$P_3 \%$	$P_1 \%$	$P_2 \%$	$P_3 \%$
400	0,75	47,4	43,1	9,5	57,3	34,2	8,4
	1,00	52,8	36,7	10,5	63,1	28,0	8,9
	1,25	56,5	32,0	11,5	66,9	23,8	9,3
600	0,75	47,4	43,1	9,5	56,8	34,7	8,5
	1,00	52,8	36,7	10,5	62,5	28,4	9,1
	1,25	56,5	32,0	11,5	66,5	23,8	9,7

V — počet stébel na 1 m^2 , k_0 — poměr listové plochy 1. a 2. listu na témže stéble, P_1 , P_2 , P_3 — listová patra; pro výpočet se uvažuje kolmý průmět listové plochy

Produkce biomasy je úměrná množství radiace absorbované listovým (Green, Darwkins, 1985). Uspořádání a časový faktor absorbčních fotosyntetických povrchů je rozhodující pro maximální příjem záření (Porter, 1984). V ročních kolísá čistá produktivita fotosyntézy nepatrně, zato rozvoj asimilačního aparátu se velmi různí (Komar, Morgunov, 1985). Pro jímání maxima sluneční energie porostem je důležitá rychlost ve využití plochy půdy a v dosažení optimální struktury porostu (Hunt, 1984).

Největší přímo sluncem osvětlované zelené plochy se docílí při $LAI = 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ (Hansen, 1980), což odpovídá našim $3 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ z čepelí horních dvou listů (dvě třetiny aktivní zelené plochy). Při hodnotě LAI 4 až $5 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ je zbývající světelná energie nedostatečná k fotosyntéze listů pod touto úrovní (Baldy, 1973). Hodnoty LAI v horní čtvrtině porostu ovlivňují pronikání radiace (Anda, Hunkár, 1984). Koeficient překrývání listů obilnin, závislý hlavně na hustotě porostu, činí 5 až 25 % listové plochy (Tomlin et al., 1984). Slabý přístup světla k půdě snižuje její biologickou aktivitu (Korinec, 1984). Na příjem živin působí teplota buď přímo, nebo zprostředkovaně přes intenzitu biologické činnosti půdy (Baier, Baierová, 1986). Energetický status listu jako základu procesu fotosyntézy je vyjádřen jeho teplotou, závislou na slunečním záření (Gates, 1980). Sklizňový index jako odrůdová vlastnost je málo proměnlivým znakem v širokých podmínkách prostředí, až po mez extrémního sucha (Hanks, Sorensen, 1984). Avšak nadměrný rozvoj listové plochy snižuje sklizňový index, omezuje realizaci potenciální zrnové produktivity (Bedenko et al., 1983).

Po všestranném zhodnocení významu postavení horních listů pšenice (vzpřímené, ohnuté) dospěl Borojevič (1981) k názoru, že samo postavení listů není nadějným selekčním kritériem. Příznivější účinek z hlediska vzájemného zastínění mohou mít spirálně se stáčející úzké listy u xeromorfních odrůd (Bogdanova et al., 1984).

Na radiačním režimu porostu závisí rozměry dílčích výnosových prvků rostlin pšenice, takže se stoupajícím zahuštěním se jejich hodnoty snižují (Aidosova, Ščerbina, 1985). V důsledku velkých kompenzačních možností porostů obilovin je však možno docílit stejného plošného výnosu zrna v širokém rozmezí hustot: bylo tomu tak např. u ozimé pšenice odrůdy 'Agra' při rozdílu asi 100 rostlin a 200 klasů na 1 m^2 (Karabínová, 1986). V přesných pokusech s ozimou pšenicí se ve střední Evropě dosahuje týchž výnosů zrna z plochy při počtech 100 až 500 rostlin na 1 m^2 ; teprve při 50 a 600 rostlinách výnos zrna klesá (Geisler, 1983). V bezvadných porostech běžného pěstování se již od 150 rostlin na 1 m^2 docílí odrůdově normální počet klasů (Darwinkel, 1980). Proto kritická hranice poklesu výnosu zrna (uvažovaná při rozhodování o jarních zaorávkách) leží kolem 100 (velkolisté odrůdy) až 150 (malolisté) zdravých rostlin na 1 m^2 (Foltýn, Škorpík, 1986).

V současné zemědělské praxi nutno počítat s výsevky zvažujícími i nemalou pojišťovací část výsevu v dané zóně, takže jako běžné výsevky ozimé pšenice se pro Anglii uvádí 300 až 350, pro Rakousko 350

až 400 a pro NDR 400 až 500 zrn na 1 m² (Petr, 1986). Soudobé výsledky od nás ukazují, že některým odrůdám vyhovuje v přesných pokusech již 300 zrn na 1 m² (Grenčík, 1986), pročež se pro rajonované odrůdy ozimé pšenice podle podmínek považuje za postačující výsevek kolem 4 mil. klíčivých zrn na ha (Pešík, Krofta, 1984). Důležité je, že se zvýšením celkové úrovně úrodnosti půdy se nejvyšších výnosů zrna pšenice docílí při nižších výsevcích (Alimov et al., 1983). Neméně závažné (při vysokých výnosech) je, že v porostech pšenice setých nižšími výsevky se v době nalévání zrna nepociťuje deficit vody (Ušarova, 1983).

Problematika meziřádkových roztečí obilnin má dlouhou historii: již starověké civilizace znaly secí rádlá, zatímco ruční setí na široko u nás ještě v minulém století převládalo a dočkalo se místy i nedávno obnovy v setí leteckém.

Výhody zaváděných secích strojů byly spatřovány: v úspoře osiva, v rovnoměrnějším zapravení semen do hloubky, v možnosti směřovat řádky sever — jih a celkově ve vyšším výnosu zrna (Wollny, 1985).

Ve střední Evropě obvyklou roztečí obilních secích strojů ve 20. století je 10,0 až 15,0 cm (Pešík, 1970), v SSSR pro pšenici (bez závlahy 12,5 až 15,0 cm (Lukjanjuk, 1957), v severní Americe 15,0 až 17,5, resp. 20,0 cm (Schlehuber, Tucker, 1967). V USA se lze setkat s roztečemi ještě širšími (i když v posledních desetiletích lze spatřit tendenci k uvedené dolní hranici meziřádků). V SSSR (i u nás) se v padesátých letech propagovalo při značném zaplevelení polí setí úzkořádkové na 7,5 cm (Jakuškin, 1953); po zjištění, že v suchých letech jsou úzké řádky pro pšenici nevýhodné, se přešlo na běžnou rozteč 15,0 cm (Remeslo, Sajko, 1981). S rostoucí vzdáleností mezi řádky se v porostu pšenice zvyšuje osvětlení, teplota a čistá produktivita fotosyntézy (Makrušin, 1985).

U nás se vyrábějí (a také vyvážejí do zahraničí) obilní secí stroje s roztečí 15,0 cm. V případě, že při volbě vysokého výsevku (kolem 5 mil. zrn na ha) hrozí nedodržení minimálního rozponu zrn v řádku — tj. 1,3 cm (Sutjagin, 1975), možno semenovody opatřit rozptylovými botkami pro páskové setí. V pokusech se střední hustotou byly rostliny pšenice rozmístěny pravidelně ve sponech různého tvaru, bez vlivu na výnos zrna (Kemp et al., 1983). V množitelských porostech vyšších stupňů (50 až 150 semen na 1 m²) se zjistilo, že konfigurace plochy neměla význam, a proto se doporučuje obdélník, docilovaný řádkovým setím na 20 cm vzdálenost (Todorov, 1986). V širším rozpětí výsevků (3 až 7 mil. zrn na ha) u pěti odrůd ozimé pšenice daly meziřádky 6, 12, 18, 25 cm nepatrně rozdílný efekt (Borojevič, Kraljevič — Balačič, 1982—1983). V Mexiku se u jarní pšenice nezjistil výnosový rozdíl při meziřádkové vzdálenosti od 10 do 45 cm (Fischer et al., 1976), v Montaně u jarního ječmene (při výnosech 5 t zrna z 1 ha) byl výsledný efekt týž při meziřádkách 15 a 30 cm (Gilbertson, Hockett, 1986).

V posledních letech se na západoevropském trhu zemědělských strojů objevují obilní secí stroje, pozoruhodné ve dvou směrech: schopné výsevu semen na prakticky stejnou (zvolenou) hloubku, a s hustě rozmístěnými posunovatelnými semenovody, umožňujícími až úzkořádkové (8,0 až 11,0 cm) setí; v krajním případě, ve spojení s dobře fungujícími

rozptylovými botkami lze tak prakticky realizovat výsev na široko. Zatlímco prvá vlastnost (rovnoměrný výsev do hloubky) má pro synchronizaci vývoje rostlin a pro výnos zrna obrovský význam (Foltýn, 1987a; 1987b) a měla by patřit k agrotechnickým požadavkům na naše secí stroje, pak vlastnost druhá (úzkorádkový výsev, či přibližování se výsevu na široko) vyžaduje rozbor.

Přímé agrotechnické pokusy s různou šířkou meziřádků (příklady uvedeny výše) zpravidla nedávají rozhodnutí. Výjimkou jsou případy, kdy při nadměrném výsevu (např. u jarního ječmene 7 mil. zrn na ha) se u rozteče 15 cm již nedodrží minimální rozpon zrn v řádku, a proto úzkorádkové setí (7,5 cm) poskytne vyšší výnos zrna (Nátr, Kousalová, 1978). Z těchto důvodů konstruktéři nových secích strojů přistupují k problematice z teoretických pozic. Heege (1982; 1985) klade výsevní technice obilnin dva cíle: rovnoměrné uložení semen v hloubce a rovnoměrné rozdělení semen na ploše; při úvaze o sponu (meziřádkové rozteči) obilnin nebere tedy zřetel ani na výsevek, ani na světelné poměry porostu po vymetání.

Architektura porostu je nejdůležitější faktor určující světelné poměry (Ross, 1977), a proto se od ní vyžaduje, aby zvyšovala pronikání světla do plodiny (Monteith, 1977). Lepší osvětlení zvyšuje produktivní odnožení pšenice (Nilovskaja, 1983). Biologicky účinné záření (spektrum a intenzita) nabývá na důležitosti od nástupu generativní fáze (III. až IV. etapa organogeneze) a lepší radiace vede k vyššímu výnosu pšenice (Kisty, 1980). V období sloupkování je pšenice nejcitlivější na zastínění, které vede k nižší produktivní hustotě porostu i menšímu počtu zrn v klásku (Fischer, 1975). Rychlost transportu cukrů v rostlinách je v přímé závislosti na světelné expozici stébla (Kazarjan et al., 1986). Fytochrom slouží jako čidlo, které zjišťuje míru kompetice stran ostatních rostlin a reguluje vývoj odnoží a rozdělení fytosyntetátů mezi stébla a kořeny (Kasperbauer, Karlen, 1986). Propouštění světla do porostu závisí na horizontální nestejnorodosti rostlinného pokryvu (zvyšuje propouštění), na azimutu řádků a na výšce slunce nad obzorem; v propustích do porostu je světlo spektrálně bohatší než ve stínu (Ross, 1975). Zvýšení produktivity fotosyntézy lze realizovat racionálním rozmístěním listů na stéble a zvýšením fotosyntetické aktivity horních listů (Rigin, 1984).

Literatura

- AIDOSOVA, S. S. — ŠČERBINA, I. P.: Vlijanije gustoty poseva na morfoložičeskie priznaki pšenice *Triticum dicoccum* Schuebl., *T. monococcum* L. i *T. aestivum* L. Biol. Nauki, 1985, č. 2, s. 71-76.
- ALIMOV, D. N. — BONDARENKO, P. I. — MARTYNJUK, M. T.: Programmirujemaja urožajnost ozimoi pšenicy v zavisimosti ot norm vyseva semjan i udobrenij. In: Soverš. Technol. Vozd. zeměd. Kult. USChA, Kijev, 1983, s. 9-13.
- ANDA, A. — HUNKÁR, M.: Fotoszintetikusan aktív sugárzás behatolása különbözo sürüségü özsi búza állományokba. Növénytermelés, 33, 1984, č. 4, s. 305-311.
- BAIER, J. — BAIEROVÁ, V.: Počasí a příjem živin rostlinami. Úroda, 34, 1986, č. 12, s. 555-557.
- BALDY, CH.: Contribution à l'étude de l'extinction de l'énergie d'origine solaire dans des peuplements de blé tendre (*Triticum aestivum* L. em. Thell.). Ann. agron., 24, 1973, č. 5, s. 507-532.

- BEDENKO, V. P. et al.: Produkcionnyje processy i urožaj ozimoj pšenicy v posevach. In: Povyšenie produktivnosti i ustojčivosti zernovykh kultur. Alma-Ata, Nauka 1983, s. 71-74.
- BOGDANOVA, E. D. — OMAROVA, E. I. — ODOLSKAJA, N. L.: Morfologičeskije osobennosti listjev u mutantov ozimoj pšenicy. Sel.-Choz. Biol., 1984, č. 3, s. 48-50.
- BOROJEVIČ, S.: Determination of optimal LAI and effective LAD for different wheat genotypes. In: Proc. 5th Int. Wheat Genet. Symp. New Delhi, 1978, s. 900-906.
- BOROJEVIČ, S.: Principi i metodi oplemenjivanja bilja. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1981.
- BOROJEVIČ, S. — KRALJEVIČ-BALAČIČ, M.: Utvrđivanje najpovoljnije gustine i rasporeda biljaka u prostoru raznih genotipova pšenice. Arh. poljopr. Nauke, 43, 1982/3, č. 151, s. 309-326.
- DARWINKEL, A.: Ear development and formation of grain yield in winter wheat. Netherl. J. agric. Sci., 28, 1980, č. 3, s. 156-163.
- FISCHER, E. A.: Yield potential in a dwarf spring wheat and the effect of shading. Crop Sci., 15, 1975, č. 5, s. 607-613.
- FISCHER, R. A. et al.: Density and row spacing effects on irrigated short wheats at low latitude. J. Agric. Sci., 87, 1976, č. 1, s. 137-147.
- FOLTÝN, J.: Praxe a teorie výsevu obilnin. In: Sbor. Věd. Prací Symp. fytotechn. agron. Fak. Vys. Šk. zeměd. Brno, 1974, s. 215-220.
- FOLTÝN, J.: Ideotyp pšenice a jarního ječmene. Stud. Inform. ÚVTI, Rostl. Výr., 1978, č. 2.
- FOLTÝN, J.: Výsevek a organizace porostu obilnin. Mezin. zeměd. Čas., 22, 1978, č. 3, s. 41-44.
- FOLTÝN, J.: Vliv agrotechniky na časový posun rostlin v porostu jarní pšenice. Rostl. Výr., 33, 1987a, č. 4, s. 397-406.
- FOLTÝN, J.: Vztah asynchronie a allometrie rostlin k symetrii porostu pšenice. Rostl. Výr., 33, 1987b, č. 10, s. 1093-1104.
- FOLTÝN, J. — BOBEK, J.: Typy odrůd ozimé pšenice v ČSSR. Rostl. Výr., 21, 1975, č. 6, s. 634-650.
- FOLTÝN, J. — SKORPÍK, M.: Allometrie a symetrie produktivních stébel víceklasých rostlin ozimé pšenice. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 22, 1986, č. 1, s. 27-34.
- FOLTÝN, J. — VLASÁK, M.: Čistá produkce zrna (NPR) rostlin pšenice s různým počtem klasů. — Parametry aktivní zelené plochy produktivního stébela. Rostl. Výr., 30, 1984, č. 7, s. 681-689.
- GATES, D. M.: Biophysical ecology. Berlin, Springer V., Heidelberg, N. Y., 1980.
- GEISLER, G.: Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas. Berlin, P. Parey, 1983.
- GILBERTSON, K. M. — HOCKETT, E. A.: The effect of row spacing on erectoides lines of barley (*Hordeum vulgare* L.). Cereal Res. Commun., 14, 1986, č. 3, s. 281-287.
- GREEN, C. F. — DARWINKEL, T. C. K.: A radiation absorption analysis of factors limiting the yield of temperate cereal crops. Crop Res., 25, 1985, č. 1, s. 13-20.
- GRENCÍK, M.: Rezervy při zvyšování úrody pšenice. Úroda, 34, 1986, č. 10, s. 439-440.
- HANKS, R. J. — SORENSEN, R. B.: Harvest index of spring wheat as influenced by water stress. In: Wheat growth and modelling (Abstracts). Long. Ashton Res. St. Univ. Bristol, 1984, s. 25.
- HANSEN, G. K.: A model for temperate European vegetative crops. In: Physiological aspects of crop productivity. IPI, Bern, 1980, s. 239-261.
- HEEGE, H. J.: Säverfahren für Getreide. Kali-Briefe (Bünt.), 16, 1982, č. 1, s. 13-25.
- HEEGE, H. J. et al.: Säverfahren für Getreide und Raps. Landtechnik, 40, 1985, č. 2, s. 77-80.
- HUNT, L. A.: Development of better selection criteria — a comment. In: Efficiency in plant breeding. Proc. 10th Congr. Eucarpia, Wageningen, 1983, Pudoc, Wageningen, 1984, s. 138-139.
- JAKUŠKIN, I. V.: Rastenijevodstvo. Moskva, Selchozgiz 1953.
- KARABINOVA, M.: Vplyv rôznej intenzity hnojenia na základné prvky úrodnosti ozimnej pšenice. Agrochémia, 26, 1986, č. 7, s. 190-193.
- KASPERBAUER, M. J. — KARLEN, D. L.: Light-mediated bioregulation of tillering and photosynthate partitioning in wheat. Physiol. Plant, 66, 1986, č. 1, s. 159-163.

- KAZARJAN, V. O. — OGANJAN, A. S. — GEVORKJAN, G. A.: Vlijaniye sveta na skorost' peredviženija ^{14}C -sacharov v stebel'nykh otrezkakh travjanistykh rastenij. *Fiziol. Rast.*, 33, 1986, č. 4, s. 637-642.
- KEMP, D. R. — AULD, B. A. — MEDD, R. W.: Does optimizing plant arrangements reduce or improve the utilization of space? *Agric. Syst.*, 12, 1983, č. 1, s. 31-36.
- KISTY, F.: Biologická účinná radiácia a tvorba úrody pšenice ozimnej. *Úroda*, 28, 1980, č. 10, s. 438-439.
- KOMAR, O. A. — MORGUNOV, A. I.: Osobennosti formirovaniya urozhajnosti jarovoj pšenicy v kontrastnyje po klimatičeskim uslovijam gody. *Vest. sel'-choz. Nauki*, 1985, č. 4, s. 81-87.
- KORINEC, V. V.: Plodorodije počvy i fotosintetičeskaja dejatel'nost ozimoj pšenicy v zavisimosti ot solnečnoj radiacii. *Vest. sel'-choz. Nauki*, 1984, č. 7, s. 71-74.
- LEDENT, J. F. — MOSS, D. N.: Spatial orientation of wheat leaves. *Crop Sci.*, 17, 1977, č. 6, s. 873-879.
- LUKJANJUK, V. I.: Agrotehnika ozimoj pšenicy. In: ŽUKOVSKIJ, P. M. a kol.: Pšenica v SSSR. Moskva — Leningrad, Sel'chozgiz 1957, s. 475-550.
- MAKRUSKIN, N. M.: Ekologičeskije osnovy promyšlennogo semenovodstva zernovykh kultur. Moskva, Agropromizdat 1985.
- MONTEITH, J. L.: Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosoph. Transact. Royal Soc., London, B*, 281, 1977, s. 277-294.
- NALBORCZYK, E.: Genotipnyje različija fotosinteza chlebných zlakov. In: Razrabotka fiziologičeskich osnov otbora na produkt. [Teze.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1978.
- NÁTR, L. — KOUSALOVÁ, I.: Vliv sponu rostlin na výnos a strukturu porostu jarního ječmene. *Rostl. Výr.*, 24, 1978, č. 12, s. 1301-1311.
- NILOVSKAJA, N. T.: Vlijaniye faktorov sredy na žiznedejatel'nost' i urožaj pšenicy. In: Povyš. Produkt. Ustojč. zern. Kult. Alma-Ata, Nauka 1983, s. 46-49.
- PEŠÍK, J.: Šírka řádků, hloubka setí a výsevek. In: FOLTÝN, J. a kol.: Pšenice. Praha, SZN 1970, s. 322-328.
- PEŠÍK, J. — KROFTA, S.: Rozhodující intenzifikační činitele v pěstební technologii ozimé pšenice. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd. Biologické faktory intenzivní výroby zrnin. 1984, č. 83, s. 29-33.
- PETR, J.: Soustava hnojení obilnin dusíkem u nás a v zahraničí. *Úroda*, 34, 1986, č. 9, s. 387-389.
- PORTER, J. R.: A model of canopy development in winter wheat. *J. Agric. Sci.*, 102, 1984, č. 2, s. 383-392.
- REMESLO, V. N. — SAJKO, V. F.: Sortovaja agrotehnika pšenicy. Kijev, Urožaj 1981.
- RIGIN, B. V.: Genetičesko-selekcionnyje aspekty skorospelosti m'jagkoj pšenicy. In: Tr. prikl. Bot. Genet. Selekt. Problemy skorospelosti zernovykh kultur, 84, 1984, s. 60-66.
- ROSS, J. K.: Radiacionnyj režim i arhitektonika rastitelnogo pokrova. Leningrad, Gidrometeoizdat 1975.
- ROSS, J. K.: Svetovoj faktor produktivnosti. In: Fiziologija rastenij — 3 — Teoretičeskije osnovy povyšeniya produktivnosti rastenij. Moskva, VINITI 1977, s. 55-89.
- ROSS, J.: Radiation conditions in the plant stand. In: Biophys. Anal. Pfl.-Syst. Jena, VEB Fischer V. 1977, s. 115-119.
- SCHLEHUBER, A. M. — TUCKER, B. T.: Wheat cultivation. In: Wheat and wheat improvement. Amer. Soc. Agron. Madison (Wisc.) USA, 1967, s. 140-198.
- SUTJAGIN, G. N.: Nekotoryje voprosy ploščadi pitanija rastenij. *Vestn. sel'-choz. Nauki*, 5, 1975, č. 2, s. 21-29.
- TODOROV, D.: Vlijaniye na posevnata norma i na formata chranitelnata plošč verhu produktivnostta na zimata meka pšenica vov vrezka sos sortopodderžaneto. *Rasteniev. Nauki*, 23, 1986, č. 4, s. 3-10.
- TOMIN, J. A. — ČUNICHIN, L. A. — CHARČEVSKIJ, E. V.: Fotometričeskoje opredelenije koeficientov perekrytija listjev v posevach zlakovykh kultur. In: 2. Vsesojuz. Konf. sel'-choz. Radiol. Obninsk, 1984, s. 75.
- UŠAROVA, G. P.: Fotosintez ozimoj pšenicy pri raznoj plotnosti poseva. In: Povyš. Produkt. Ustojč. zern. Kult. Alma-Ata, Nauka 1983, s. 143-145.
- WOLLNY, E.: Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin, P. Parey 1885.

Došlo dne 27. 5. 1987

ФОЛТЫН, Й. — РОГАЛЕВИЧ, В. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Геометрия листовой площади в посевах пшеницы посеянных в рядки и сплош и возможность использования радиации. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 47-58.

В расчетах учитывали перпендикулярные изображения листовых пластинок верхних двух листьев на стебле, с суммарным стандартным индексом листовой площади 3 м² зеленой площади на 1 м² почвы, с вариантами: 400 и 600 колосьев на 1 м²; оба верхних листа одинаковой величины, или флагообразный лист на одну четверть меньший или больший; сплошной посев или в рядки с 15 см расстояниями. Предпосылки: ориентация первого и второго листа на стебле случайная, они между собой не зависят; флагообразный лист со стеблем создает угол 45°, другой лист 90°; стебель не влияет на расположение листьев на других стеблях; форма листьев строится в схему в два за собой последующих прямоугольника, из которых второй имеет половину ширины первого; вероятность появления стебля при сплошном посеве в каждом месте площади одинаковая, при посеве в рядки в каждом месте одинаковая и мимо рядков нулевая. Колчество стеблей на 1 м² (при одинаковой площади обоих верхних листьев 1 м²) практически не влияет на проникновение света в стеблестой. Меньшая поверхность флагового листа повышает проникновение света ко второму листу и наоборот. При приблизительно одинаковой величине обоих верхних листьев на стебле, на флагообразные листья при сплошном посеве падает приблизительно 50 % прямой радиации, при посеве в рядки 60 %, аналогично у второго листа 35 и 25 % прямой радиации. В нижний этаж посева (под листовой пластинкой второго листа) падает всегда только 10 % прямой радиации. Из расчетов выводят заключения, что посев пшеницы в средние широкие рядки (в сравнении с плоскостью неравномерным сплошным посевом) не ухудшает световые условия в посеве.

пшеница; сплошной посев и посев в рядки; геометрия листьев; проникновение света

FOLTÝN, J. — ROGALEWICZ, V. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *The Geometry of Leaf Area in Wheat Stands with Row and Broadcast Sowing and a Possibility of Radiation Utilization*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 47-58.

Orthogonal projections of the blades of the two upper leaves on the culm were used for calculations; the cumulative standard leaf area was 3 m² of green area, the projections were calculated per 1 m² of soil, the numbers of spikes per 1 m² made 400 and 600; the two upper leaves had the same size, or the flag leaf was smaller or larger by a quarter; broadcast or row sowing, with row distances of 15 cm. Assumptions: the positions of the first and second leaves on the culm are random, the leaves are mutually independent; the angle of flag leaf and culm is 45°, of the second leaf and culm 90°; the culm does not influence the leaf position on other culms; leaf shape is represented diagrammatically in form of two adjoining oblongs: the width of the second makes half the width of the first; at broadcast sowing the probability of culm occurrence is identical at all places of the sown area, at row sowing it is also identical at all places in the row and it is zero outside the row. The number of culms per 1 m² (with the identical area of the two upper leaves per 1 m²) does not practically influence light penetration into the stand. The smaller flag leaf increases light penetration to the other leaf and vice versa. At about the same size of the two upper leaves on the culm, about 50 % of direct radiation falls on the flag leaves at broadcast sowing, 60 % of direct radiation at row sowing; analogically in the second leaf it is 35 % and 25 % of direct radiation. Around 10 % of direct radiation penetrates into the lower layer of the stand (under the blade of the second leaf). It can be concluded from the calculations that the sowing of wheat into medium-broad rows does not impair the light conditions in the stand (in comparison with uniform broadcast sowing).

wheat; broadcast sowing and row sowing; leaf geometry; light penetration

Adresa autorů:

Doc. ing. Jiří Foltýn, DrSc., prom. mat. Vladimír Rogalewicz, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Vliv hustoty a termínu výsevu na interakci některých druhů plevelů s pšenicí jarní

T. Frantík, H. Koblihová, P. Kovář, H. Stejskalová

FRANTÍK, T. — KOBLIHOVÁ, H. — KOVÁŘ, P. — STEJSKALOVÁ, H. (Botanický ústav ČSAV, Průhonice): *Vliv hustoty a termínu výsevu na interakci některých druhů plevelů s pšenicí jarní*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 59-64.

Pokusně byl studován vliv některých agroekologických faktorů na interakci plevel X plodina. Pšenice jarní je kompetičně značně schopnou plodinou, která při hustotě 200 rostlin na 1 m² dokáže za vhodných podmínek úplně a rychle obsadit prostor. Dva ze studovaných druhů plevelů (*Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L.) proto neměly v našich pokusech ani při vysokých hustotách průkazný vliv na její výnos. K redukci výnosu v důsledku zaplevelení merlíkem (*Chenopodium album* L. s. str., *Ch. suecicum* J. Murr) nedošlo ani při suboptimální hustotě porostů pšenice, kdy byl podíl biomasy plevele vyšší. Faktorem, který měl zásadní vliv na výsledky interakce, je termín výsevu. Měsíční zpoždění vysetí pšenice vedlo ke vzrůstu biomasy merlíku až na dvacetinásobek a ke snížení výnosu pšenice na 15 až 25 %.

interakce; pšenice jarní; hustota; termín výsevu

Znalost vzájemného působení druhů polních kultur v nejrůznějších podmínkách je jedním z důležitých předpokladů úspěšnosti biologického boje proti plevelům. Je známo, že např. změna termínu setí či množství výsevu může způsobit změnu dominanty v systému plevel — plodina. Pro testování vlivu jednotlivých faktorů v interakci pšenice X plevel byly použity dva druhy *Chenopodium album* agg. (*Ch. album* L. s. str. a *Ch. suecicum* J. Murr). Druhy tohoto komplexu značně zaplevelují porosty obilnin (Kohout, 1969, 1973; Müller, 1974; Zimdahl, 1980 aj.), v některých oblastech jsou dokonce řazeny k nejvýznamnějším plevelům porostů pšenice (Andersson, 1986; Erviö, 1981; Kolar et al., 1976) s nejvyšší frekvencí (Raitikainen M., Raitikainen T., 1983). Studium bylo navíc rozšířeno o sledování vlivu dalších dvou významných plevelů obilnin, kterými jsou *Sinapsis arvensis* L. a *Thlaspi arvense* L. Poslední druh označil Zimdahl (1980) jako jeden z nejškodlivějších plevelů pšenice.

MATERIÁL A METODA

Pokusy byly provedeny ve vegetační sezóně 1986 (základní klimatické údaje uvádí obr. 1) na pokusném pozemku Botanického ústavu ČSAV v Průhoních u Prahy. Půda byla zbavena diaspor rostlin pomocí propařovacího zařízení MÖSCHLE SE 150 *in situ* na podzim roku 1985. Jednotlivé pokusy charakterizuje

Pokus	Druh plevelu	Rozsah použitých hustot na 1 m ²		Datum výsevu	
		pšenice	plevel	pšenice	plevel
1	<i>Thlaspi arvense</i> <i>Sinapis arvensis</i>	200	13–67	2. 4. 86	28. 3. 86
2	<i>Chenopodium album</i> <i>Chenopodium suecicum</i>	80–160	60	2. 4. 86	9. 12. 85
3	<i>Chenopodium album</i> <i>Chenopodium suecicum</i>	200	400*	2. 4. – 4. 5. 86	28. 3. 86

* jde o počet vysetých semen

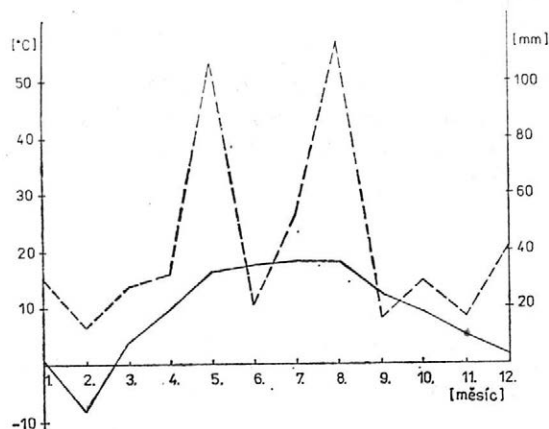
tab. I; testované interakce zahrnovaly vždy pšenici odrůdy 'Jara' a jeden druh plevelu.

Hustoty uvedené v tab. I byly získány propletem dne 7. 5. Odběr nadzemní biomasy pšenice a plevelů byl proveden 20. 8. v pěti opakováních pro každou variantu na plochách velikosti 0,25 m². Biomasa byla usušena do konstantní hmotnosti při 60 °C. Ze sušiny byly po zvážení odděleny klasy a zváženy zvlášť. Data byla statisticky vyhodnocena analýzou rozptylu a Duncanovým testem (Weber, 1980).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pšenice je za vhodných půdních a klimatických podmínek velice vitální plodinou. Při kompetičních pokusech je často užíváno hustoty 200 rostlin na 1 m², což představuje nejnižší hodnotu, při které již dochází za vhodných podmínek ke tvorbě maximálního výnosu (Gill, Blacklow, 1984). Tato hraniční hustota, při které je pšenice schopna v důsledku silného odnožování a rychlého růstu na počátku sezóny úspěšně zcela obsadit prostor, byla považována za optimální i v následujících pokusech.

Výnos pšenice nebyl významně ovlivněn ani vysokým stupněm zaplevelení studovanými druhy (tab. II). Přes značnou variabilitu výsledků je zřejmé, že hodnoty výnosu pšenice nevykazují žádný trend v závislosti na hustotě plevelu. To je způsobeno tím, že zkoumané plevely byly



1. Měsíční průměrné hodnoty teploty a úhrny srážek v roce 1986 (stanice Praha-Libuš) — Monthly average temperatures and precipitation sums in 1986 (Praha-Libuš Station)

II. Průměrné hodnoty produkce nadzemní biomasy pšenice na přítomnost plevelů o různých hustotách (pokus 1); rozdíly proti kontrole jsou na hladině $p = 0,05$ nevýznamné — Average yields of the aboveground biomass of wheat in the presence of weeds at various densities (experiment 1); the means are not significantly different in comparison with control at the $p = 0.05$ level

Plevel	Hustota plevelu na 1 m ²	Sušina nadzemní biomasy pšenice (g. m ⁻²)
Kontrola	—	1870,4
<i>Sinapis arvensis</i>	13	1567,2
	21	1965,2
	35	1816,0
	52	1940,0
<i>Thlaspi arvense</i>	13	1772,0
	30	2277,2
	38	1582,0
	67	1960,0

III. Průměrné hodnoty produkce nadzemní biomasy pšenice a merlíku za suboptimálních hustot porostu (pokus 2); rozdíly ve výnosech nejsou v rámci jedné hustoty pšenice významné — Average aboveground biomass yields of wheat and *Chenopodium* species under the conditions of suboptimal wheat density (experiment 2); the means within the same wheat density are not significantly different at the $p = 0.05$ level

Hustota pšenice na 1 m ²	Plevel	Sušina nadzemní biomasy (g. m ⁻²)	
		pšenice	plevel
80	—	1332,0	—
	<i>Chenopodium album</i>	1490,0	132,8
	<i>Chenopodium suecicum</i>	1598,8	318,0
160	—	1619,2	—
	<i>Chenopodium album</i>	1373,6	36,8
	<i>Chenopodium suecicum</i>	1426,4	106,4

za podmínek vhodných pro vývoj obilniny již na počátku vegetační sezóny silně potlačeny.

Velká kompetiční schopnost umožňuje pšenici úspěšně vzdorovat působení plevelů dokonce i za suboptimálních hustot porostu. Studované druhy merlíku se za těchto podmínek mohly v porostu pšenice poměrně úspěšně uplatňovat a vytvářet značnou biomasu, avšak výnos pšenice nebyl jejich přítomností redukován ani při hustotě kultury 80 rostlin na 1 m², což dokládá i přes velkou heterogenitu dat tab. III. Z výsledků tab. III lze odvodit i negativní závislost biomasy merlíku na denzitě pšenice, která byla zachována i přes výraznou prioritu *Ch. suecicum* před *Ch. album*.

IV. Průměrné hodnoty produkce biomasy pšenice a merlíku při různých termínech výsevu (pokus 3); hodnoty označené shodným písmenem nejsou průkazně odlišné na hladině významnosti $p = 0,05$ — Average yields of wheat and *Chenopodium* species resulting from various dates of sowing (experiment 3); the means within each column followed by the same letter are not significantly different at the $p = 0.05$ level

	Datum výsevu pšenice	Sušina nad- zemní biomasy pšenice ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	Sušina klasů ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	Sušina nad- zemní biomasy merlíku ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)
<i>Chenopodium album</i>	2. 4.	1944,0 a	1071,2 a	30,8 a
	21. 4.	1768,0 a	1004,8 a	47,2 a
	4. 5.	498,0	256,0	522,8
<i>Chenopodium suecicum</i>	2. 4.	1226,8 a	490,8 a	58,0 a
	21. 4.	914,4 a	308,0 ab	54,4 a
	4. 5.	319,2	161,2 b	461,6

Faktorem, který nejen určuje potenciální maximum výnosu jarní pšenice, ale kriticky ovlivňuje i kompetiční schopnosti merlíku, intenzitu jeho vlivu na výnos a výsledně tedy celkový průběh interakce, je termín setí pšenice (tab. IV). Zatímco 19denní zpoždění výsevu jen nevýrazně snížilo výnos v důsledku zkrácení vegetační periody plodiny, měsíční zpoždění vysetí pšenice způsobilo naprostý zvrat v kompetičních poměrech mezi oběma druhy. Vývoj pšenice, opožděný v důsledku pozdního výsevu, byl dále potlačován intenzivním kompetičním působením merlíku, jehož výsledná biomasa byla 10 až 20krát vyšší oproti kontrole, vyseté v normálním termínu. Komplexním důsledkem pak byla redukce výnosu pšenice o 75 až 85 %.

Obecně platnou zkušenost, že dodržování termínu výsevu je nejdůležitějším faktorem jak v boji proti plevelům, tak pro dosažení maximálních výnosů, lze tedy přijmout i pro tak kompetičně vyhraněnou interakci, jako je vztah pšenice a merlíku. I zde se však ukázaly rozdíly mezi oběma druhy merlíku. Druh *Ch. suecicum* byl ve všech variantách úspěšnějším konkurentem pšenice než *Ch. album*, což se projevilo větší tvorbou biomasy i vyšší redukcí výnosu plodiny.

Pšenice je za standardních podmínek považována za jednu z nejvíce kompetičně schopných plodin (Zimda hl, 1980; Heemst, 1985) a z výsledků pokusů vyplývá, že je schopna sama udržet studované druhy plevelů pod prahem škodlivosti. Fakt, že tyto druhy jsou často považovány za velmi významné a rozšířené plevele porostů pšenice, je tedy nutno vysvětlit tím, že ne všude jsou tyto standardní podmínky dodrženy. Nevhodnost stanoviště či nesprávná agrotechnika mohou tedy způsobit, že i druh za normálních okolností pšenici potlačovaný se stává velmi škodlivým plevem. Pro studované interakce lze tedy bez námitek přijmout názor (Fogelfors, 1977), že nejlepším prostředkem pro potlačování plevelů je plodina sama a nejspěšnějším preventivním opatřením je vytvoření vhodných podmínek pro její rychlý růst.

- ANDERSSON, B.: Influence of crop density and spacing on weed competition and grain yield in wheat and barley. In: Economic weed control, Proc. EWRS Symp. 1986, s. 121-128.
- ERVIO, B.: The emergence of weeds in the field. Ann. Agric. Fenn., 20, 1981, s. 292-303.
- FOGELFORS, H.: The competition between barley and five weed species as influenced by MCPA treatment. Swedish J. agric. Res., 7, 1977, s. 147-151.
- GILL, G. S. — BLACKLOW, W. M.: Effect of great brome (*Bromus diandrus* Roth.) on the growth of wheat and great brome and their uptake of nitrogen and phosphorus. Austral. J. agric. Res., 35, 1984, s. 1-8.
- HEEMST, H. D. J. VAN: The influence of weed competition on crop yield. Agric. Syst., 18, 1985, s. 81-93.
- KOHOUT, V.: Problematika směny plevelných společenstev a prognózy zaplevelení. [Docentská habilitace.] Praha 1969. Vys. Šk. zeměd.
- KOHOUT, V.: *Chenopodium album* L. — významná součást druhového zaplevelení porostů. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. agron., Řada A, 1973, s. 139-151.
- KOLAR, J. S. — BAINS, D. S. — GILL, G. S.: Competition between wheat (*Triticum aestivum* L.) and *Chenopodium album* L. under varying levels of soil moisture, nitrogen and weed intensities. Indian J. Ecol., 3, 1976, s. 28-37.
- MÜLLER, J.: Současný stav výskytu odolných plevelů. In: Sbor. Ref. Symp. Současný stav výskytu odolných plevelů v hlavních plodinách, Praha, ÚVTI 1974, s. 26-35.
- RAITIKAINEN, M. — RAITIKAINEN, T.: Syysvehnän viljelystä sen vaikutuksesta rikkaruohoihin Suomessa. J. Sci. Agric. Soc. Finl., 55, 1983, s. 385-423.
- WEBER, E.: Grundriss der Biologischen Statistik. 1980.
- ZIMDAHL, R. L.: Weed-crop competition. Review. 1980.

Došlo dne 12. 10. 1987

ФРАНТИК, Т. — КОБЛИГОВА, Г. — КОВАРЖ, П. — СТЕЙСКАЛОВА, Г. (Институт ботаники ЧСАН, Пругонице): Влияние густоты посева на взаимодействие некоторых видов сорняков с пшеницей яровой. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 59-64.

Опытно изучали влияние некоторых агроэкологических факторов на взаимодействие сорняк X культура. Пшеница яровая с точки зрения конкуренции является способной культурой, которая при густоте 200 растений на 1 м² при пригодных условиях способна полностью и быстро занять пространство. Два из изучаемых видов сорняков (*Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L.) поэтому не имели в наших опытах ни даже при высоких густотах доказанное влияние на ее урожай. Ограничение величины урожая в результате засорения марью (*Chenopodium album* L. s. str., *Ch. suecicum* J. Murr) не получилось даже при субоптимальной густоте посевов пшеницы, когда доля биомассы сорняков была более высокой. Фактором, который имеет основное влияние на результаты взаимодействия является срок сева. Месячное запоздание посева пшеницы вызвало возрастание биомассы мари даже двадцатикратно и снижение урожая пшеницы на 15—25 %.

взаимодействие; пшеница яровая; густота; срок посева

FRANTIČ, T. — KOBLIHOVÁ, H. — KOVÁŘ, P. — STEJSKALOVÁ, H. (Botanical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, Průhonice): Weed Species X Spring Wheat Interaction as Influenced by Plant Density and Sowing Date. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 59-64.

A trial was performed to study the influence of some agroecological factors on weed X crop interaction. The spring wheat plants are highly competitive: at a density of 200 plants per 1 m² this crop can quickly occupy the whole space of land if there exist favourable conditions. The two of the weed species (*Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L.) did not exert in these trials any significant influence on spring wheat yield even if the plant densities were high. Neither was there any reduction in the wheat yield due to overgrowing with goosefoot (*Cheno-*

podium album L. s. str., *Ch. suecicum* J. Murr) in spite of the suboptimum density of wheat stands when the proportion of weed biomass was higher. The factor which influenced in a decisive manner the weed X crop interaction was sowing date. A month delay in wheat sowing leads to twenty-fold increments of goosefoot biomass and to reduction in wheat yield to 15–25 %.

interaction; spring wheat; plant density; sowing date

FRANTÍK, T. — KOBLIHOVÁ, H. — KOVÁŘ, P. — STEJSKALOVÁ, H. (Botanisches Institut der ČSAV, Průhonice): *Einfluss der Aussaatdichte und der Aussaattermins auf Wechselwirkungen einiger Unkräuter mit Sommerweizen*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 59–64.

In unserem Versuch untersuchten wir den Einfluss einiger agroökologischen Faktoren auf die Wechselwirkung Unkraut X Kultur. Der Sommerweizen ist eine tolerante und sehr konkurrenzfähige Kultur, die bei einer Dichte von 200 Pflanzen/m² imstande ist, den Raum unter günstigen Bedingungen schnell und lückenlos zu besetzen. Zwei untersuchte Unkräuter (*Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L.) wiesen bei unseren Versuchen nicht einmal bei einer hohen Dichte einen signifikanten Einfluss auf seinen Ertrag auf. Eine Ertragsverminderung infolge der Verunkrautung durch den Gänsefuß (*Chenopodium album* L. s. str., *Ch. suecicum* J. Murr) konnte nicht einmal bei einer suboptimalen Weizenbestandsdichte, wo der Anteil der Unkrautbiomasse höher war, beobachtet werden. Der Aussaattermin übt einen wesentlichen Einfluss auf die Wechselwirkungsergebnisse aus. Eine monatliche Verspätung bei der Weizenaussaat hatte einen Anstieg der Biomasse des Gänsefußes bis auf das zwanzigfache und eine Verminderung des Weizenenertrages auf 15 bis 25 % zur Folge.

Wechselwirkung; Sommerweizen; Dichte; Aussaattermin

Adresa autorů:

RNDr. Tomáš Frantík, RNDr. Helena Koblihová, RNDr. Pavel Kovář, CSc., RNDr. Hana Stejskalová, Botanický ústav ČSAV, 252 43 Průhonice

VLIV MORFOREGULÁTORŮ NA FORMOVÁNÍ PRVKŮ PRODUKTIVNOSTI ŽITA SETÉHO

J. Čapek

ČAPEK, J. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž, Šlechtitelská stanice Krukanice): *Vliv morforegulátorů na formování prvků produktivnosti žita setého*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 65-74.

V tříletých pokusech v letech 1984 až 1986 byl u tří odrůd žita studován vliv morforegulátorů aplikovaných v 6., 7. a 8. růstové fázi na formování prvků produktivnosti klasu a rostliny v souvislosti se zkrácením délky stébla. Ukázalo se, že morforegulátory způsobují snížení počtu zrn v klasu, zatímco hmotnost jednotlivých zrn byla ovlivněna většinou jen velmi málo. Odrůdy 'Daňkovské nové' a nšl. KR-29 s velkým produktivním klasem měly při pozdní aplikaci morforegulátoru sníženou celkovou hmotnost zrna z klasu o 17 až 25 %. U odrůdy 'Breno' byl zjištěn pozitivní vliv morforegulátorů na jednotlivé prvky produktivnosti i na celkovou produktivnost klasu i rostliny.

žito; morforegulační přípravky; výnosové prvky; korelace mezi morfologickými a produkčními znaky

Závažným problémem technologie pěstování žita je nedostatečná odolnost této plodiny k poléhání, zvláště v intenzívnějších pěstitelských podmínkách. Protože se dosud nepodařilo vyšlechtit odrůdy, které by při vysoké výkonnosti měly i vysokou odolnost proti poléhání, ukazuje se jako jedna z efektivních metod zkvalitnění technologie pěstování použití morforegulátorů. Řada publikovaných prací svědčí o výrazně pozitivním vlivu morforegulátorů (především přípravků na bázi kyseliny etylenfosfonové) na výnos (Trnka et al., 1978; Bartels, 1983; Neuman, Steffin, 1982; Ulmann, 1983, 1984, 1986). Na druhé straně jsou však i negativní zkušenosti s použitím morforegulátorů v určitých podmínkách. Kramer, Kühnel (1977) zjistili při nedostatečné výživě a vláze výnosovou depresi po použití Camposanu. Také Ulmann (1982) uvádí snížení výnosu u odrůd 'Daňkovské nové' a 'Breno' po použití Flordimexu T v 8. růstové fázi podle Feekese.

Většina publikovaných prací hodnotí vliv morforegulátoru na komplexní znak — výnos zrna. V naší práci jsme se zaměřili především na studium formování prvků produktivnosti rostliny a klasu. Jak je známo, je u žita stéblo důležitým asimilačním orgánem (Stoy, 1966; Birecka, Zinkiewicz, 1968). Jeho zkracování vede k poklesu hodnot prvků produktivnosti klasu, především hmotnosti jednotlivých zrn (Čapek, 1986). Petr et al. (1984) upozorňují na závislost míry redukce prvků produktivnosti klasů na mohutnosti stébla, jeho sušiny, a to především podklasového internodia.

	Rok	Měsíc									
		9.	10.	11.	12.-2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Srážky (mm)	průměr 1951—1980	41	33	33	87	28	32	51	60	59	62
	1983—1984	19,0	17,6	47,7	79,4	8,5	51,5	90,8	43,9	25,2	60,1
	1984—1985	59,7	15,2	25,3	54,6	22,6	26,1	36,2	46,4	48,8	67,9
	1985—1986	19,8	3,8	71,1	107,5	35,6	27,2	166,6	27,9	50,3	140,5
Průměrné teploty vzduchu (°C)	průměr 1951—1980	12,5	7,2	2,3	-2,0	2,2	6,8	11,6	15,3	16,8	16,2
	1983—1984	12,4	7,5	0,6	-2,5	1,7	6,7	11,4	13,6	15,4	16,3
	1984—1985	11,6	8,9	2,5	-5,0	1,0	6,5	13,0	13,2	17,2	17,5
	1985—1986	12,8	6,2	-1,6	-2,7	1,6	7,4	14,2	15,1	16,1	16,5

MATERIÁL A METODA

Pokusy byly prováděny v letech 1984 až 1986 ve Šlechtitelské stanici Krukanice v bramborářském výrobním typu. Byly použity odrůdy 'Daňkovské nové', 'Breno' a nšl. KR-29. Přehled srážek a průměrných teplot vzduchu uvádí tab. I.

Pokusy byly ve všech letech zakládány po zlepšující předplodině (peluška jarní na semeno). Zásoby byly v době pěti až sedmi dnů před koncem agrotechnické lhůty (mezi 20. až 25. zářím), výsevek 4,5 mil. klíčivých semen na ha. Hnojení dusíkem v celkové dávce 90 kg. ha⁻¹ (snížení s ohledem na předplodinu), z toho 30 kg. ha⁻¹ před setím, 60 kg. ha⁻¹ na jaře ve dvou dávkách (3. a 6. růstová fáze podle Feekese) ve formě LAV. Pokusy byly založeny metodou dělených dílců ve čtyřech opakováních na parcelách o velikosti 10 m² sklizňové plochy.

Byly použity morforegulační přípravky Flordimex T a Retacel super aplikované v 6., 7. a 8. růstové fázi podle Feekese. Oba přípravky byly dávkovány v nižší dávce 3 l. ha⁻¹ a ve vyšší dávce 4 l. ha⁻¹.

Při sklizni byly náhodně ze všech opakování odebrány celé rostliny (vytrháním i s kořeny) a jednotlivě podrobeny rozboru. Rostliny byly odebrány z částí parcel, kde nedošlo k poléhání tak, aby bylo vyloučeno ovlivnění polehnutím (včetně neošetřené kontroly). Při rozbořech bylo analyzováno vždy 30 rostlin od každé pokusné varianty, přičemž byly hodnoceny jednak délkové charakteristiky stébla a klasu, jednak hodnoty produkčních prvků klasu a rostliny.

VÝSLEDKY

Oba použité morforegulatory výrazně zkracovaly celkovou délku stébla u všech odrůd. Největší zkrácení bylo při aplikaci v 8. růstové fázi, kdy dosahovalo 25 až 30 cm, tj. 15 až 21 % délky stébla ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Při aplikacích v 6. a 7. růstové fázi nepřesáhlo zkrácení stébla zpravidla 10 % ke kontrole (tab. II až IV). V hodnotě relativního zkrácení stébla byly značné rozdíly mezi pokusnými ročníky. Zatímco v letech 1984 a 1985, kdy bylo stéblo delší, bylo i celkové zkrácení větší než v roce 1986, kdy byly rostliny kratší. V roce 1986 nepřekračovalo relativní zkrácení stébla zpravidla hodnotu 10 %, a také rozdíly mezi aplikacemi v rozdílných růstových fázích byly menší.

II. Vliv morforegulačních přípravků aplikovaných v 6. až 8. růstové fázi na délku stébla a výnosové prvky žita odrůdy 'Daňkovské nové' (průměr 1984 až 1986) — The influence of morphoregulators applied in the 6th to 8th growth stages on stem height and yield components of the rye variety 'Daňkovské nové' (average values for 1984—1986)

Přípravek	Růstová fáze	Dávka v l. ha ⁻¹	Celková délka stébla v cm	Délka podklasového internodia v cm	Délka klasu hlavního stébla v cm	Klas hlavního stébla			Klas průměrné vedlejší odnože			Počet klasů rostliny	Hmotnost sušiny nadzemní části rostliny v g
						počet zrn v klasu	hmotnost jednoho zrna v mg	celková hmotnost zrna klasu v g	počet zrn v klasu	hmotnost jednoho zrna v mg	celková hmotnost zrna klasu v g		
Kontrola			138,9	44,71	8,84	48,14	45,87	2,21	39,35	40,68	1,62	3,36	13,32
Flordimex T	6	3	126,3	41,47	8,60	48,77	43,76	2,14	41,13	40,63	1,67	2,66	9,40
		4	127,2	43,23	8,71	44,63	44,11	1,96	38,71	39,61	1,54	3,15	11,73
	7	3	127,2	42,57	8,76	48,33	43,93	2,12	40,16	41,33	1,66	2,92	11,02
		4	122,2	40,14	8,34	45,19	46,23	2,07	38,85	43,02	1,67	2,94	10,70
Retacel super	8	3	132,4	38,18	8,03	44,49	42,28	1,91	36,34	38,21	1,42	2,74	10,69
		4	109,5	34,04	8,15	45,17	40,85	1,86	36,80	37,05	1,39	2,88	9,80
	6	3	126,2	42,07	8,58	47,87	40,22	1,92	39,46	37,47	1,49	3,10	11,29
		4	128,5	43,54	8,18	43,61	40,22	1,75	38,50	37,41	1,44	2,68	9,73
	7	3	130,2	42,41	8,50	47,81	42,73	2,06	41,53	40,77	1,71	3,32	12,74
		4	127,2	42,61	8,45	46,11	45,94	2,10	40,60	43,16	1,73	3,04	11,22
	8	3	119,2	36,19	8,17	44,66	43,18	1,94	38,05	39,48	1,51	2,93	11,43
		4	110,0	34,74	8,20	45,30	40,06	1,83	37,19	35,31	1,35	2,86	9,51

III. Vliv morforegulačních přípravků aplikovaných v 6. až 8. růstové fázi na délku stébla a výnosové prvky žita odrůdy 'Breno' (průměr 1984 až 1986) — The influence of morphoregulators applied in the 6th to 8th growth stages on stem height and yield components of the rye variety 'Breno' (average values for 1984—1986)

Přípravek	Růstová fáze	Dávka v l. ha ⁻¹	Celková délka stébla v cm	Délka pod-klasového internodia v cm	Délka klasu hlavního stébla v cm	Klas hlavního stébla			Klas průměrné vedlejší odnože			Počet klasů rostliny	Hmotnost sušiny nadzemní části rostliny v g
						počet zrn v klasu	hmotnost jednoho zrna v mg	celková hmotnost zrna klasu v g	počet zrn v klasu	hmotnost jednoho zrna v mg	celková hmotnost zrna klasu v g		
Kontrola			140,2	44,82	7,47	40,14	39,51	1,59	35,56	35,87	1,29	2,82	9,22
Flordimex T	6	3	126,1	42,97	7,55	43,58	37,70	1,64	37,80	35,31	1,34	2,76	8,32
		4	128,2	43,58	7,82	44,34	39,52	1,76	40,09	36,26	1,45	2,92	9,87
	7	3	122,9	40,40	7,69	42,76	93,21	1,68	35,27	36,16	1,28	3,14	9,46
		4	119,5	39,58	7,63	42,03	40,20	1,68	35,79	38,24	1,36	3,11	10,08
Retacel super	8	3	122,6	38,64	7,43	43,09	40,01	1,72	39,12	37,11	1,45	3,22	10,52
		4	111,9	35,82	7,47	42,20	39,82	1,67	35,48	36,30	1,30	3,14	9,30
	6	3	133,9	44,13	7,53	41,12	37,75	1,58	35,70	35,72	1,29	2,66	8,36
		4	127,5	44,50	7,37	41,58	38,05	1,58	34,34	34,60	1,20	2,88	8,31
	7	3	125,8	41,85	7,71	41,88	37,75	1,57	37,37	35,93	1,33	2,92	8,58
		4	131,7	41,94	7,31	41,96	43,00	1,79	36,04	41,32	1,47	2,99	9,54
	8	3	119,6	37,27	7,34	41,99	38,45	1,61	34,98	37,20	1,30	2,91	9,51
		4	117,6	36,94	7,12	39,86	40,24	1,60	33,88	37,47	1,29	3,26	9,52

IV. Vliv morforegulačních přípravků aplikovaných v 6. až 8. růstové fázi na délku stébla a výnosové prvky žita nšl. KR-29 (průměr let 1984 až 1986) — The influence of morphoregulators applied in the 6th to 8th growth stages on stem height and yield components of the rye new variety KR-29 (average values for 1984—1986)

Přípravek	Růstová fáze	Dávka v l. ha ⁻¹	Celková délka stébla v cm	Délka pod-klasového internodia v cm	Délka klasu hlavního stébla v cm	Klas hlavního stébla			Klas průměrné vedlejší odnože			Počet klasů rostliny	Hmotnost sušiny nadzemní části rostliny v g
						počet zrn v klasu	hmotnost jednoho zrna v mg	celková hmotnost zrna klasu v g	počet zrn v klasu	hmotnost jednoho zrna v mg	celková hmotnost zrna klasu v g		
Kontrola			137,7	42,70	9,69	51,42	44,98	2,31	43,26	39,38	1,70	2,29	9,59
Flordimex T	6	3	120,3	40,70	9,34	49,15	40,89	9,02	41,74	38,18	1,53	2,02	7,62
		4	122,2	42,23	9,34	50,07	38,52	1,95	45,70	35,79	1,66	2,73	10,87
	7	3	122,1	39,82	9,11	48,50	42,96	2,08	41,85	39,96	1,66	2,32	8,82
		4	117,8	38,58	9,23	47,75	45,74	2,17	38,90	41,54	1,62	2,12	7,99
	8	3	117,2	37,09	9,05	49,97	43,08	2,14	39,05	37,67	1,46	2,19	8,52
		4	117,6	36,35	9,37	49,74	43,26	2,16	40,24	39,04	1,60	2,47	9,00
Retacel super	6	3	124,7	41,04	9,68	51,98	41,52	2,17	48,26	39,03	1,92	2,07	8,34
		4	123,5	41,01	9,36	49,79	39,47	1,98	42,98	36,36	1,58	2,18	8,25
	7	3	124,8	39,93	9,41	50,39	44,93	2,25	43,21	41,07	1,78	2,25	9,20
		4	119,7	38,75	9,11	47,97	46,11	2,19	40,45	40,45	1,65	2,55	10,09
	8	3	120,0	36,89	9,00	49,12	43,18	2,11	40,46	38,47	1,55	2,44	9,25
		4	114,4	34,18	8,54	48,29	42,25	2,03	41,24	37,06	1,53	2,45	9,55

V účinnosti obou použitých přípravků pro zkrácení stébla nebyly průkazné rozdíly a také mezi variantami s rozdílnou dávkou přípravku byly velmi malé rozdíly.

Při hodnocení změny délky jednotlivých internodií se ukázalo, že dolní internodium se zkracovalo stejně při aplikaci morforegulátoru ve všech růstových fázích i rozdílných dávkách přípravku. Postupná aplikace se však projevila výraznými rozdíly v délce horních internodií. Nejvíce se horní internodia zkracovala při aplikaci v 8. růstové fázi. To potvrzuje poznatek, že výrazné zkracování stébla při pozdějších aplikacích morforegulátoru u žita se děje především zkracováním jeho horních internodií. V 8. růstové fázi se už také výrazněji projevila zvýšená dávka přípravku. Průkazné rozdíly však nebyly ani mezi morforegulátory, ani mezi použitými odrůdami.

Zajímavý byl účinek morforegulátorů na délku klasu (tab. II až IV). U odrůd 'Daňkovské nové' a nšl. KR - 29 se v souvislosti se zkracováním stébla zkracoval i klas. Zjistili jsme vysokou závislost mezi těmito znaky — hodnoty korelačního koeficientu $r = 0,75$ až $0,83$ (tab. V). Složitější vztah byl u odrůdy 'Breno'. Flordimex T u této odrůdy klas nezkracoval a mezi délkou klasu a stébla jsme nezjistili statistickou závislost ($r = 0,02$). Větší závislost byla mezi délkou klasu a délkou podklasového internodia ($r = 0,35$). Výraznější účinek na zkrácení klasu v souvislosti se zkrácením stébla měl Retacel super ($r = 0,45$ a $0,56$).

S tím, jak morforegulátory působily na zkracování stébla, měnilo se i konečné formování produkčních prvků rostliny a klasu. U odrůdy 'Daňkovské nové' a nšl. KR - 29 se snížil počet zrn v klasu v průměru o dvě až čtyři zrna při aplikaci v 8. růstové fázi. Při ranější aplikaci bylo snížení počtu zrn v klasu menší. Snížení počtu zrn v klasu je v souladu se zkrácením jeho délky. U odrůdy 'Breno' se počet zrn v klasu nezmenšoval. Naopak jsme zaznamenali určité zvýšení jejich počtu (o dvě až čtyři zrna) v klase hlavního stébla i vedlejších odnoží při použití Flordimexu T (tab. III). Při použití Retacelu super došlo u odrůdy 'Breno' k určitému zkrácení klasu a počet zrn v klasu se zvýšil jen nepatrně.

Hmotnost jednotlivých zrn v klasech hlavních stébel i průměrných vedlejších odnoží se po aplikaci morforegulátorů snížila u odrůdy 'Daňkovské nové' a nšl. KR - 29 asi o 1 až 3 mg v průměru variant. U odrůdy 'Breno' byly rozdíly mezi ošetřenými variantami a kontrolou jen zcela nepatrné.

Celková hmotnost zrna klasu i celé rostliny se u odrůdy 'Daňkovské nové' po aplikaci morforegulátorů snížila. Největší snížení bylo zjištěno při pozdní aplikaci v 8. růstové fázi. Flordimex T snížil u klasů hlavních stébel celkovou hmotnost zrna o $0,33$ g (15%). Retacel super při zvýšené dávce až o $0,38$ g (17%). Obdobné relace byly nalezeny i u klasů vedlejších odnoží. Hmotnost zrna celé rostliny byla snížena v průměru variant aplikovaných v 8. růstové fázi až o $1,52$ g ($25,2\%$).

Také u nšl. KR - 29 došlo při aplikaci morforegulátorů ke snížení hmotnosti zrna klasu i celé rostliny. Snížení však nebylo tak velké jako u odrůdy 'Daňkovské nové'. Také rozdíly při postupné aplikaci nebyly tak výrazné (tab. IV).

Odrůda 'Breno' reagovala na morforegulátory pozitivně zvýšením hmotnosti zrna klasu i celé rostliny, zvláště při použití Flordimexu T (tab. III).

V. Hodnoty korelačních koeficientů mezi délkou stébla, délkou podklasového internodia a prvky produktivnosti rostliny žita při použití morforegulatoru — The values of correlation coefficients between stem height, height of subcrown internode and productivity components in the rye plant after application of a morphoregulator

Morforegulator	Odrůda	Délková charakteristika stébla	Počet zrn v klasu hlavního stébla	Hmotnost 1000 zrn klasu hlavního stébla	Celková hmotnost zrna klasu hlavního stébla	Počet zrn v klasu průměrné vedlejší odnože	Hmotnost 1000 zrn v klasu průměrné vedlejší odnože	Celková hmotnost zrna klasu průměrné vedlejší odnože	Délka klasu hlavního stébla	Celková hmotnost sušiny rostliny
Flordimex T	Daňkovské nové	celková délka stébla	0,5293	0,7218	0,7939	0,5386	0,5047	0,5912	0,7536	0,7636
		délka podklasového internodia	0,5217	0,7740	0,7780	0,6977	0,6341	0,7300	0,8839	0,6748
	Breno	celková délka stébla	-0,3733	-0,2417	-0,4478	0,1124	-0,4226	-0,0329	0,0198	-0,2185
		délka podklasového internodia	-0,0535	-0,4599	-0,2753	0,2587	-0,4696	0,0667	0,3365	-0,3402
	KR-29	celková délka stébla	0,6793	0,1975	0,5305	0,5390	0,0693	0,6358	0,8002	0,4000
		délka podklasového internodia	0,3839	-0,3325	-0,1209	0,8096	-0,3163	0,5998	0,5795	0,4807
Retacel super	Daňkovské nové	celková délka stébla	0,5203	0,5482	0,6284	0,6383	0,5986	0,6460	0,7644	0,7308
		délka podklasového internodia	0,4291	0,3741	0,4405	0,6635	0,5056	0,5761	0,6686	0,4948
	Breno	celková délka stébla	-0,1174	0,0937	0,1216	0,3911	-0,0804	0,1543	0,4526	-0,2771
		délka podklasového internodia	0,0416	-0,1770	-0,0555	0,3400	-0,3508	-0,1370	0,5606	-0,6621
	KR-29	celková délka stébla	0,7591	0,2300	0,6818	0,3836	0,3003	0,4253	0,8362	-0,0764
		délka podklasového internodia	0,7625	0,0287	0,5042	0,5678	0,2862	0,5965	0,9662	-0,3609

V pokusech jsme hodnotili také vliv morforegulátoru na konečnou úroveň produktivního odnožení rostliny. Ačkoliv jde o znak s velmi vysokou variabilitou, projevíly se určité rozdíly mezi odrůdami i použitými přípravky. U odrůdy 'Daňkovské nové' se po aplikaci morforegulátorů snížil počet klasů na rostlině, naopak u odrůdy 'Breno' byl počet klasů vyšší, a to zvláště při pozdějších termínech aplikace. Flordimex T zvýšil u odrůdy 'Breno' v průměru všech variant počet klasů na rostlině o 3,4 % ve srovnání s přípravkem Retacel super a o 7,8 % oproti neošetřené kontrole.

DISKUSE

Oba použité morforegulátory zkracovaly u žita stéblo, a to tím více, čím později byly aplikovány. Největšího zkrácení bylo dosaženo při aplikaci v 8. růstové fázi. Přitom se podstatně více zkracovala horní stébelná internodia. Námi zjištěné hodnoty zkrácení stébla o 25 až 30 cm jsou v souladu s publikovanými výsledky (Naumann, Steffin, 1982; Krausko, Francová, 1984). Rozdílné termíny aplikace morforegulátoru tak měly mnohem větší vliv na konečný výsledek než samotné použité přípravky nebo rozdílné dávky těchto přípravků.

U odrůd s delším stéblem a velkým produktivním klasem, jakými jsou 'Daňkovské nové' a nšl. KR - 29, došlo v souvislosti se zkracováním délky stébla k poklesu produktivnosti klasu. Hodnota korelačního koeficientu mezi délkou stébla a hmotností zrna na klas u těchto odrůd $r = 0,5$ až $0,8$. Na základě našich dřívějších výsledků (Čapek, 1986) a publikovaných poznatků o funkci stébla ve fotosyntéze a formování produktivnosti klasu (Stoy, 1966; Birecka, Zienkiewicz, 1968) jsme předpokládali, že pokles produktivnosti klasu je vyvolán především poklesem hmotnosti jednotlivých obilek. Ukázalo se však, že především dochází k citelnému snížení počtu zrn v klasu. Ulmann (1986) vysvětluje pokles počtu zrn v klasu silným polehnutím porostu. Negativní ovlivnění počtu zrn v klasu po aplikaci morforegulátorů však zjistil i v podmínkách slabého polehnutí. V našich pokusech šlo o analýzy materiálu z nepolehlých rostlin. Snížení počtu zrn v klasu je někdy přičítáno gametocidnímu účinku morforegulátoru při použití v pozdějších růstových fázích. Při rozborech jsme však nezaznamenali zvýšenou zubatost klasu, která by byla vyvolána sterilitou kvítků ve středových partiích klasu. Proto je třeba dávat snížené ozrnění klasu do souvislosti se zkrácením klasového vřetene po aplikaci morforegulátoru a zřejmě je považovat za kompenzační reakci na zmenšení asimilačního orgánu rostliny.

Vyšší kladná korelace mezi délkou stébla a hmotností jednotlivých zrn v klasu byla pouze u odrůdy 'Daňkovské nové' ($r = 0,72$ a $0,54$). Snížení počtu zrn v klasu zřejmě kompenzovalo u ostatních odrůd zmenšení asimilačního orgánu natolik, že k výraznému poklesu hmotnosti jednotlivých zrn už nedochází. Tento výsledek je v souladu s údaji z literatury (Trnka et al., 1978), že hmotnost tisíce zrn není morforegulátorem negativně ovlivněna.

U odrůdy 'Breno' se celková hmotnost zrna klasu po použití morforegulátorů zvyšovala. Příznivějších výsledků bylo dosahováno při použití Flordimexu T. Přitom rozdíly mezi postupnými termíny aplikace byly zcela minimální. I když u této odrůdy docházelo ke zkracování stébla

a jeho internodií stejně jako u druhých odrůd, nedošlo ke zkrácení délky klasu, ale naopak byl klas při použití morforegulatoru v ranějších růstových fázích delší. S tím koresponduje i zvýšení počtu zrn v klasu. Obdobné výsledky u odrůdy 'Breno' uvádí i U l m a n n (1986). Zvýšení produktivnosti klasu i rostliny u této odrůdy zřejmě souvisí se zvětšením sušiny celkové biomasy nadzemní části rostliny. Na rozdíl od odrůdy 'Daňkovské nové' došlo u odrůdy 'Breno' ke zvýšení počtu klasů na rostlinu. P e t r et al. (1984) prokázali pozitivní vztah produktivnosti klasu k sušině stébla, především horního internodia. Naše výsledky však ukazují na pozitivní vztah k sušině celé rostliny, to znamená na pozitivní vliv všech odnoží, včetně neproduktivních.

ZÁVĚR

Příznivý vliv aplikace morforegulatorů na výnos zrna u žita se děje především cestou omezení polehnutí porostů, vyvolávajícího snížení produktivnosti klasu a zvýšení sklizňových ztrát. U odrůd s nižší produktivností klasu, jakou je např. 'Breno', působí pozitivně na nárůst celkové nadzemní biomasy i zvýšené odnožení, což má příznivý vliv na zvýšení produktivnosti klasu.

Při aplikaci v porostech slabých, kde nehrozí nebezpečí silného a předčasného polehnutí, způsobují morforegulatory zpravidla výnosovou depresi, a to tím větší, čím později jsou aplikovány. Zvláště se to projevuje u méně odnoživých odrůd s velkým produktivním klasem, jakou je např. odrůda 'Daňkovské nové'. Retacel super má oproti přípravku Flordimex T razantnější účinek a může u slabých porostů působit více negativně.

Literatura

- BARTELS, J.: Der Winterroggen als Intensivkultur. Erfahrungen aus Schleswig — Holstein. DGL — Mitt., 98, 1983, č. 16, s. 904-913.
- BIRECKA, H. — ZINKIEWICZ, E.: Photosynthesis and ^{14}C -assimilate translocation in winter rye after heading. Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. biol., 16, 1968, č. 5, s. 323-330.
- ČAPEK, J.: Vztah prvků produktivnosti žita k délce stébla. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 22, 1986, č. 3, s. 215-220.
- KRAMER, W. — KÜHNEL, F.: Bisherige Erfahrungen und Ergebnisse aus der Praxisanwendung und aus neuen Versuchen mit Halmstabilisator Camposan. J. speziell, PSM, 1977, č. 5, s. 10-16.
- KRAUSKO, A. — FRONCOVÁ, M.: Účinok Flordimexu T na niektoré úrodotvorné prvky ozimnej raži. Acta Fytotechn. Univ. Agric. Nitra, 40, 1984, s. 143-154.
- NAUMANN, S. — STEFFIN, U.: Winterroggenstroherträge bei variierten Camposanapplikationen. In: Weitere Steigerung und Stabilisierung der Hektarerträge mit erhöhter Effektivität — wichtige Voraussetzung zur Sicherung der notwendigen Produktion von Getreide. Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.), 1982, č. 203, s. 155-161.
- PETR, J. — HRADECKÁ, D. — HODAN, V. — BUBNOVÁ, J.: Potenciální a reálná produktivnost klasu žita ozimého (*Secale cereale* L.). Rostl. Výr., 30, 1984, č. 10, s. 1049-1057.
- STOY, V.: Funktion von Blatt, Halm und Ähre bei Ertragsbildung von Getreide. Ber. Arb.-Tag. Gumpenstein, 1966, s. 29-49.
- TRNKA, M. — MORITZ, D. — MUCHA, S.: Reakce odrůd ozimého žita na Camposan 1974-1977. ÚKZÚZ, ZfS, COBORU, Slupia Wielka, 1978.
- ULMANN, L.: Technologie pěstování nových odrůd žita. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1982, s. 1-77.
- ULMANN, L.: Reakce odrůd Breno a Daňkovské nové na Flordimex T. Agrochémia (Bratislava), 23, 1983, č. 12, s. 361-363.

ULMANN, L.: Použití morforegulatorů u žita. Úroda, 32, 1984, č. 1, s. 10-11.
ULMANN, L.: Vliv morforegulačních přípravků na výnos žita. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 3, s. 287-298.

Došlo dne 18. 9. 1987

ЧАПЕК, Й. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт зерноводства, Кромержиж; Селекционная станция Круканице): Влияние морфорегуляторов на формирование элементов продуктивности ржи посевной. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 65-74.

В трехлетних опытах в 1984—1986 гг. у трех сортов ржи изучалось влияние морфорегуляторов примененных в 6-ой, 7-ой и 8-ой ростовых фазах на формирование элементов продуктивности колоса и растения в связи с сокращением длины стебля. Выявили, что морфорегуляторы вызывают понижение числа зерен в колосе, в то время, как масса отдельных зерен в большинстве случаев находилась под их незначительным влиянием. Сорта 'Daňkovské nové' и новая селекция KR-29 с большим продуктивным колосом имели при позднем применении морфорегулятора пониженную общую массу зерен из одного колоса на 17—25 %. У сорта 'Breno' установили положительное влияние морфорегуляторов на отдельные элементы продуктивности и на общую продуктивность колоса и растения.

рожь; морфорегуляторы; элементы урожая; корреляция между морфологическими и продуктивными признаками

ČAPEK, J. (OSEVA — Research and Breeding Institute of Cereal Crops, Kroměříž, Plant Breeding Station, Krukanice): *The Influence of Morphoregulators on the Formation of Productivity Components in Rye*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 65-74.

Three-year trials were performed in 1984—1986 to study in three rye varieties the influence of morphoregulators applied in the 6th, 7th and 8th growth stages on the formation of spike and plant productivity components in relation with a shortening of stem height. The morphoregulators were found to reduce the number of grains per spike while the weight of single grains was not mostly influenced very much. The 'Daňkovské nové' variety and the new variety KR-29 with large productive spike had the total grain weight per spike lower by 17—25 % after the late application of a morphoregulator. A positive influence of morphoregulators on the productivity components and on the total productivity of spike and plant were observed in the 'Breno' variety.

rye; morphoregulators; yield components; correlations between morphological and productivity traits

ČAPEK, J. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Getreidebau, Kroměříž, Züchtungsstation Krukanice): *Einfluss der Morphoregulatoren auf ertragsbildende Faktoren bei Roggen*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 65-74.

In dreijährigen Versuchen in den Jahren 1984 bis 1986 untersuchten wir bei drei Roggensorten den Einfluss der Morphoregulatoren, angewendet in der 6., 7. und 8. Wachstumsphase, auf die ertragsbildenden Faktoren und die Faktoren der Produktivität der Ähre und Pflanze im Zusammenhang mit der Verkürzung der Halmhöhe. Es zeigte sich, dass die Morphoregulatoren eine Verminderung der Körnerzahl je Ähre verursachen, während das Gewicht der einzelnen Körner fast unbeeinflusst blieb. Die Sorte 'Daňkovské nové' und die Neuzüchtung KR-29 mit einer grossen produktiven Ähre wiesen bei einer Spätsapplikation der Morphoregulatoren ein um 17 bis 25 % niedrigeres Gesamtkörnergewicht je Ähre auf. Bei der Sorte 'Breno' stellten wir einen positiven Einfluss der Morphoregulatoren auf einzelne ertragsbildende Elemente und die Gesamtproduktivität der Ähre und Pflanze fest.

Roggen; Morphoregulatoren; ertragsbildende Elemente; Korrelation zwischen morphologischen und Produktionsmerkmalen

Adresa autora:

Ing. Josef Čapek, CSc., OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž, Šlechtitelská stanice Krukanice, 330 36 Pernarec

VPLYV VÝSEVKU, DOBY ZBERU OVSA A JAČMEŇA S PODSEVOM LUCERNY NA ÚRODU KRMU

P. Jamriška

JAMRIŠKA, P. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany): *Vplyv výsevku, doby zberu ovsa a jačmeňa s podsevom lucerny na úrodu krmu*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 75-84.

V poľných pokusoch sme v troch rokoch 1981 až 1983 skúšali účinok dvoch krycích plodín, jarného jačmeňa a ovsa, pri troch výsevkoch (30, 60 a 100 kg. ha^{-1}) a dvoch termínoch zberu (mliečna zrelosť krycej plodiny a začiatok kvitnutia podsiatej lucerny) na úrodu prvej kosby v roku sejby i celkovú úrodu lucerny. V prvej kosbe v roku sejby ovos poskytol vyššiu úrodu než jačmeň. Tak výsevok ako aj termín spôsobovali vyšší prírastok úrody pri ovsí než jačmeni. Termín zberu jačmeňa neovplyvňoval úrodu. Jačmeň však poskytoval kvalitnejší krm ako ovos. Výsevok oboch plodín zvyšoval podiel klasov na úrode, zväčšoval ich hustotu, znižoval podiel lucerny a burín na úrode a znižoval obsah dusíkatých látok. Neskorší termín zberu zvyšoval podiel klasov na úrode, znižoval obsah vlákniny, dusíkatých látok a zvyšoval obsah bezdusíkatých látok. V celkovom hodnotení úrod za celé obdobie úžitku porastu lucerny mali vyššie úrody porasty z ovsa. Neskorší termín zberu ovsa sa prejavil na celkovej úrode pozitívnou tendenciou.

lucerna; krycie plodiny; výsevok; termín zberu; úrody sušiny; štruktúra a kvalita

Jarný jačmeň býval v nedávnej minulosti častou krycou plodinou ďatelinovín. Ovos zberaný na siláž je na rovnaké účely často používanou plodinou v súčasnom období. Staronová technológia silážovania drvin celých rastlín (GPS) ponúka možnosť prehodnotiť obe uvedené obilniny ako krycie plodiny (Lesák, Římovský, 1987; Šilar et al., 1987). V zahraničí sú obdobné postupy skúmané dávnejšie (Hübner, 1967; Hostrup, 1976). Renesancia bývalého silážovania celých rastlín je spojená so zavedením výkonnejšej a kvalitnejšej mechanizácie (Stiewe, 1985; Maleř, 1986; Pahl, 1986).

V predkladanom príspevku sú spracované výsledky získané pri riešení etapy výskumnej úlohy (Jamriška, 1984). Cieľom riešenia bolo zistiť vplyv troch výsevkov, dvoch termínov zberu ovsa i jačmeňa na úrodu kosby v roku sejby i celkovú úrodu za obdobie využívania porastu lucerny. Neskorší termín zberu bol pritom stanovený do obdobia vhodného pre technológiu silážovania drvin celých rastlín.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali v rokoch 1981, 1982 a 1983 v kukuričnej výrobní oblasti na hlinitej degradovanej černoze so slabokyslou pôdnou reakciou 170 m n. m. (Borovce pri Piešťanoch). Dlhodobý priemer pokusného stanovišta predstavuje 9,21 °C za rok, 15,73 °C za vegetačné obdobie, ovzdušné zrážky 625 mm za rok, 352 mm za vegetačné obdobie. Predplodinou bola ozimná pšenica. Fosforečné a draselné hnojenie bolo jednotné do zásoby na tri roky po zbere predplodiny jednorázová dávka $P_{120}K_{300}$. Ku ovsu a jačmeňu sme hnojili na jar dávkou $N_{60}P_{25}K_{80}$. Ovos odrodu 'Saturn' a jarný jačmeň odrodu 'Opál' sme vysievali do 125 mm vzdialených riadkov s tromi výsevkami: 0,75 mil. (asi 30 kg. ha⁻¹), 1,47 mil. (asi 60 kg. ha⁻¹) a 2,5 mil. klíčivých zŕn na ha (asi 100 kg. ha⁻¹). Naprieč riadkov obilnín bola vysiatá lucerna odroda 'Palava' s výsevkom 6 mil. klíčivých semien na ha do riadkov so 125mm vzdialenosťou. Kontrolný variant bol vysiaty bez krycej plodiny. Zber prvej kosby (krycej plodiny) sme robili v dvoch termínoch: na začiatku mliečnej zrelosti krycej plodiny a na začiatku kvitnutia lucerny v podseve. Kalendárne predstavovali termíny zberu v priemere dátum pri ovse 28. 6. a 6. 7., pri jačmeni 25. 6. a 6. 7. Druhý termín bol v oboch prípadoch 14 dní pred plnou zrelosťou jarného jačmeňa, zber lucerny bez krycej plodiny v roku sejby, prvá kosba na začiatku kvitnutia, druhá v butonizácii, tretia minimálne šesť týždňov po druhej.

Pokus mal v štyroch opakovaniach 13 variantov (z toho jeden kontrolný), veľkosť zberovej parcelky bola 6 X 1,25, t. j. 7,5 m².

Pred zberom krycích plodín boli odoberané vzorky na botanické a chemické zloženie krmu. Strniskové kosby sme robili tak, aby pred poslednou kosbou bolo minimálne šesťtýždňové obdobie. V ďalších rokoch vegetácie bola prvá kosba v tvorbe pupeňov, druhá na začiatku kvitnutia, tretia ako prvá a štvrtá minimálne šesť týždňov po tretej. V rovnakých termínoch bol zberaný aj kontrolný variant. Získané výsledky sme vyhodnotili analýzou rozptylu a rozdiely testovali Tukeyovým testom.

VÝSLEDKY

Skúmané faktory výrazne ovplyvňovali úrodu krmu v priemere prvých kosieb rokov sejby (tab. I). Neskorší zber, vyšší výseвок a ovos spôsobovali prírastok úrody. Porast s ovsom mal v priemere po neskoršom zbere vysokopreukazne a porast s jačmeňom preukazne vyššie úrody ako po ich zbere v mliečnej zrelosti. Účinok krycích plodín sa prejavil po zbere na začiatku kvitnutia podsiatej lucerny vysokopreukazne vyššou úrodou s ovsom než s jačmeňom. Vyšší výseвок tak ovsu ako jačmeňa znamenal významný prírastok úrody. Porasty s ovsom boli pritom úrodnejšie ako s jačmeňom na úrovni 60 a 100kg výsevkov.

Interakcie výsevku s termínom zberu a pokusov s výsevkom neboli preukazné, ale interakcia termínu zberu s pokusmi áno. Významným bol aj vzájomný účinok sledovaných faktorov v interakcii krycia plodina X výseвок X termín zberu. Neskorší termín zberu spôsobil významný prírastok úrody len na porastoch s ovsom. Jačmeň zberaný na začiatku kvitnutia lucerny a ovos po zbere v mliečnej zrelosti už nereagovali prírastkom úrody na 100kg výsevkov. Naopak jačmeň zberaný v skoršom termíne mal významne vyššiu úrodu až po 100kg výsevku. Ovos zberaný v neskoršom termíne reagoval významne na každé zvýšenie výsevku. Medzi úrodami ovsu a jačmeňa boli preukazné rozdiely len po neskoršom zbere.

Skúmané faktory pôsobili i na štruktúru úrody prvej kosby v roku sejby (tab. II). Neskorší termín zberu zvyšoval podiel klasov jačmeňa na úrode. Výseвок zvyšoval podiel klasov ovsu i jačmeňa a znižoval

I. Vplyv výsevku, doby zberu ovsa a jarného jačmeňa na úrodu krmu (sušina t. ha⁻¹) prvej kosby v roku sejby — The influence of the sowing rate and harvest date of oat and spring barley on the first-cut fodder yield (dry matter t per ha) in the year of sowing

Výsevok krycej plodiny kg. ha ⁻¹	Ovos			Jarný jačmeň			Priemer			
	mliečna zrelosť ovsa	začiatok kvitnutia lucerny	priemer	mliečna zrelosť jačmeňa	začiatok kvitnutia lucerny	priemer	mliečna zrelosť	začiatok kvitnutia lucerny	priemer	
									t. ha ⁻¹	%
30	7,52	9,22	8,37	7,88	8,33	8,10	7,70	8,77	8,23	204
60	8,61	10,51	9,56	8,44	9,14	8,79	8,52	9,82	9,17	227,5
100	9,21	11,61	10,41	9,60	9,57	9,58	9,41	10,59	10,00	248
Priemer (t. ha ⁻¹)	8,45	10,45	9,45	8,64	9,01	8,82	8,54	9,73	9,13	—
(%)	210	259	234	214	224	219	212	241	227	—
Lucerna bez krycej plodiny									4,03 (100 %)	
$Dt - p = 0,05$	krycia plodina — 0,19 výsevok — 0,28 termín zberu — 0,19			krycia plodina × termín zberu — 0,35; krycia plodina × výsevok — 0,48; termín zberu × výsevok — 0,48			krycia plodina × termín zberu × výsevok — 0,78			

podiel lucerny i burín na úrode. Porast jačmeňa mal vyšší podiel klasov a nižší podiel burín ako porast ovsa.

Ovos bol vyššou a redšou krycou plodinou ako jačmeň (tab. III), lucerna v ňom bola vyššia a hustejšia než v jačmeni. Výsevok zvyšoval hustotu oboch krycích plodín a znižoval výšku i hustotu podsevu. Medzi skúšanými termínmi zberu porast ovsa rástol do výšky a trochu zhustol, pri jačmeni bolo príčinou menšej výšky háčkovanie, resp. ohýbanie klasov. Neskorší termín zberu znamenal prírastok výšky a určité zrednutie podsevu pod ovsom, pod jačmeňom bolo vidieť skôr pokles výšky podsevu. Chemické zloženie krmu prvej kosby (tab. IV) indikuje vyšší obsah dusíkatých látok i BNLV a výrazne nižší obsah vlákniny v sušine krmu z jačmeňa než z ovsa. Výsevok znižoval obsah dusíkatých látok a zvyšoval obsah BNVL v sušine jačmeňa, pri vláknine nebolo jednoznačnej tendencie.

Neskorší zber znižoval obsah dusíkatých látok, vlákniny a zvyšoval obsah bezdusíkatých látok.

V hodnotení úrod za celé pokusné obdobie (tab. V) mali v priemere porasty z ovsa vysokopreukazne vyššie úrody ako z jačmeňa. Výsevok 100 kg znamenal v priemere významný pokles úrody oproti 60kg výsevku na ha. Účinok termínu zberu krycích plodín nebol v priemere preukazný.

Interakcie krycích plodín s výsevkom a výsevku s termínom zberu boli bezvýznamné. V preukaznej interakcii krycích plodín s termínom zberu spôsobil účinok neskoršieho zberu prírastok úrody len na po-

II. Štruktúra úrody prvej kosby v roku sejby (podiel krycích plodín, lucerny a burín na hmote úrody v ‰) — The structure of the first-cut fodder yield in the year of sowing (proportions of cover crops, lucerne and weeds in the fodder matter in ‰)

Výsevok (kg. ha ⁻¹)	Krycia plodina	Mliečna zrelosť krycej plodiny				Začiatok kvitnutia lucerny				Priemer			
		klasy	ostatná časť	lucerna spolu	buriny spolu	klasy	ostatná časť	lucerna spolu	buriny spolu	klasy	ostatná časť	lucerna spolu	buriny spolu
30	ovos	25	48	15	12	25	51	11	13	25	50	13	12
	jačmeň	29	57	11	3	33	50	14	3	31	54	12	3
60	ovos	31	59	6	4	30	57	7	6	30	58	7	5
	jačmeň	33	58	7	2	38	52	7	3	36	55	7	2
100	ovos	36	56	5	3	36	57	3	4	36	56	4	4
	jačmeň	35	60	4	1	43	51	4	2	39	56	4	1
Priemer	ovos	31	54	9	6	30	55	7	8	30	55	8	7
	jačmeň	32	59	7	2	38	51	8	3	35	55	8	2
Priemer	30	27	52,5	13,0	7,5	29	50,5	12,5	8	28,0	52	12,5	7,5
	60	32	58,5	6,5	3	34	54,5	7,0	4,5	33,0	56,5	7	3,5
	100	35,5	58,0	4,5	2	39,5	54,0	3,5	3	37,5	56	4	2,5
Priemer		31,5	56,33	8,0	4,17	34,17	53,0	7,67	5,17	32,83	56,25	7,83	4,5

III. Výška porastu a hustota v prvej kosbe v roku sejby — Plant height and density at the first cut in the year of sowing

Výsevok (kg · ha ⁻¹)	Krycia plodina	Mliečna zrelosť				Začiatok kvitnutia lucerny				Priemer			
		výška porastu mm		počet na 1 m ²		výška porastu mm		počet na 1 m ²		výška porastu mm		počet na 1 m ²	
		krycia plodina	podsev	stebiel obilniny	stoniek lucerny	krycia plodina	podsev	stebiel obilniny	stoniek lucerny	krycia plodina	podsev	stebiel obilniny	stoniek lucerny
30	ovos	1090	480	171	260	1120	490	202	232	1105	485	186,5	246
	jačmeň	790	440	623	199	740	440	549	222	765	440	586	211
60	ovos	1080	420	248	186	1080	450	244	223	1080	430	246	204
	jačmeň	750	410	689	186	720	360	700	165	730	380	694	176
100	ovos	1100	370	314	198	1120	380	336	143	1110	375	325	171
	jačmeň	760	350	850	120	750	330	813	128	755	340	831,5	124
Priemer	ovos	1090	420	244	215	1110	440	261	199	1100	430	252	207
	jačmeň	770	400	721	168	740	380	687	172	755	390	704	170
Priemer	30	940	460	397	229,5	930	465	375,5	227	935	463	386,25	228,5
	60	915	415	468,5	186	900	405	472	194	905	405	470,0	190
	100	930	360	582	159	935	355	574,5	135,5	933	358	578,25	147,5
Priemer		928	412	482,5	191,5	922	408	474	185,5	924	408	478,17	188,7

Výsevok (kg . ha ⁻¹)	Krycia plodina	Mliečna zrelosť krycej plodiny			Začiatok kvitnutia lucerny			Priemer		
		dusíkaté látky	vlák- nina	BNLV	dusíkaté látky	vlák- nina	BNLV	dusíkaté látky	vlák- nina	BNLV
30	ovos	12,37	31,23	48,52	11,15	25,58	53,46	11,76	28,41	51,04
	jačmeň	13,32	25,31	52,42	10,73	20,97	59,57	12,02	23,14	55,99
	priemer	12,84	28,27	50,47	10,94	23,27	56,56	11,89	25,77	53,51
60	ovos	11,05	31,12	48,38	10,29	29,01	52,26	10,67	30,06	50,32
	jačmeň	13,35	23,19	54,17	10,82	20,59	61,53	12,08	21,89	57,85
	priemer	12,20	27,16	51,27	10,55	24,80	56,90	11,37	15,97	54,08
100	ovos	10,80	31,89	47,74	9,88	27,29	53,41	10,34	29,59	50,57
	jačmeň	11,68	23,79	56,70	9,89	22,59	59,86	10,78	23,19	58,28
	priemer	11,24	27,84	52,22	9,88	24,94	56,63	10,56	26,39	54,42
Priemer	ovos	11,41	31,41	42,21	10,44	27,29	53,08	10,92	29,35	50,64
	jačmeň	12,78	24,10	54,34	10,48	21,38	60,32	11,63	22,74	57,37
	priemer	12,10	27,75	51,32	10,46	24,33	56,70	11,27	26,04	54,00
Lucerna bez krycej plodiny								17,20	25,06	46,14

rastoch z ovsa, po neskoršom zbere mali porasty z ovsa vysokovýznamne vyššiu úrodu než z jačmeňa.

V rámci vzájomného účinku troch skúmaných faktorov nepôobil účinok plodín a termínu zberu na úrovni 60kg výsevu. Na úrovni 30kg výsevu mal porast z ovsa zberaného v neskoršom termíne významne vyššiu úrodu oproti porastom z jačmeňa bez ohľadu na termín ich zberu. Na úrovni najvyššieho výsevu mal zas porast z jačmeňa zberaného na začiatku kvitnutia lucerny významne nižšiu úrodu než porast z ovsa zberaného v rovnakom termíne.

DISKUSIA

Termín zberu krycích plodín bol najväčším zdrojom variability úrod prvej kosby v roku sejby.

Zreteľne nižšia dynamika prírastku úrody (nepreukazná) jačmeňa, vyšší pokles klasov, výrazný prírastok BNLV a pokles obsahu vlákniiny i 14 dní od obdobia žatvy nasvedčujú, že jeho rast bol na začiatku kvitnutia lucerny veľmi blízko vrcholu v tvorbe nadzemnej biomasy (Hubner, 1967; Hostrup, 1976; Pahl, 1986). Ovos s prihľadnutím na prírastky úrody i prírastok vo výške porastu zreteľne zaostával za jačmeňom vo vývine.

Odlišnú reakciu krycích plodín na výsevok a termín zberu možno tiež vysvetľovať ich rozdielnou dynamikou tvorby úrod. Jačmeň má napr. okrem kratšej vegetačnej doby kratšie obdobie vegetatívneho rastu,

V. Priemerná úroda krmu za pokusné obdobie (priemer z troch pokusov, sušina v t. ha⁻¹) — Average fodder yield over the test period (average values from three trials, dry matter in t per ha)

Výsevok krycej plodiny (kg. ha ⁻¹)	Ovos			Jarný jačmeň			Priemer			
	mliečna zrelosť ovsa	začiatok kvitnutia lucerny	priemer	mliečna zrelosť jačmeňa	začiatok kvitnutia lucerny	priemer	mliečna zrelosť ovsa alebo jačmeňa	začiatok kvitnutia lucerny	t. ha ⁻¹	relatívne v % (bez krycej plodiny = 100 %)
30	13,69	14,07	13,88	13,20	13,18	13,19	13,44	13,63	13,53	101,04
60	13,69	13,92	13,81	13,54	13,28	13,41	13,61	13,60	13,60	101,57
100	13,27	13,86	13,56	13,51	13,05	13,12	12,32	13,48	13,35	99,70
<i>Dt p</i> - 0,05	0,68	0,68	0	0,68	0,68	0	0	0	0,24	
Priemer (t. ha ⁻¹)	13,54	13,97	13,75	13,31	13,17	13,24	13,42	13,57	13,49	100,75
<i>Dt</i> - 0,05	0,31		0,17	0,31		0,17	0			
Úroda bez krycej plodiny									13,39	100
Relatívne v %	101,12	104,33	102,69	99,40	98,36	98,88	100,22	101,34		

ale dlhšie obdobie tvorby zrna ako ovos. Nemalú úlohu pritom zrejme zohrala výrazne väčšia schopnosť odnožovania jačmeňa, ktorá bola takmer znásobená nižším výsevkom (Štráfelda et al., 1984). Ovos obdobne reagoval na výsevok i v našich predchádzajúcich prácach (Jamriška, 1987).

Zreteľne nižší podiel klasov na úrode jačmeňa oproti údajom z literatúry (Pahl, 1986) alebo z praxe (Loučka, 1986) má zrejme v našom prípade na svedomí veľmi nízke strnisko, uplatňované pri zbere pokusov, a v nemalej miere snáď aj nižšie výsevky. Podiel klasov na úrode jačmeňa s výsevkom 100 kg. ha⁻¹, zberaného na začiatku kvitnutia lucerny (43 %), i výška porastu (750 mm) indikujú rezervu vo výške strniska.

Depresívny účinok výsevu, uvádzaný z podobných prác (Hübner, 1967), sa uplatňoval najmä zhoršením svetelných pomerov v hustejšom poraste, čo sa prejavilo znížením hustoty i výšky podsevu.

Preukazuje vyššie úrody ovsa ako jačmeňa vyplývajú z odlišného habitusu i zberového indexu skúšaných odrôd a poveternostných podmienok v pokusnom období. Zisťované ukazovatele chemického zloženia zas svedčia o podstatne vyššej kvalite krmu jarného jačmeňa ako pri ovse. Najmä obsah energetických látok prevyšuje údaje získané v praxi (Lesák, Římovský, 1987) a znesie porovnanie i s ozimným jačmeňom (Maleř, 1986; Přikryl, Barančic, 1986). Jarný jačmeň mal podľa očakávania vyšší burinohubný účinok ako ovos (Jamriška, 1984).

V reziduálnom účinku na priemerných úrodách sušiny krmu lucerny za pokusné obdobie mali skúmané faktory takmer opačné poradie ako

v priamom účinku na prvej kosbe v roku sejby. Uplatnil sa tu následný účinok krycích plodín, poprípade výsevu.

Nižšia celková úroda porastov z jačmeňa je výsledkom priameho účinku, avšak zrejme aj reziduálneho depresívneho účinku na podsev. Už pri zberoch prvej kosby v rokoch sejby bol evidentne redší a nižší podsev lucerny pod jačmeňom ako pod ovsom.

Povšimnutia hodnou skutočnosťou je zistenie, že neskorší termín ovsu mal pozitívny priamy i reziduálny účinok na úrodu krmu. Výsevok mal v rezíduu depresívnu tendenciu. Citlivosť lucerny na výsevok ovsu a jeho skorý zber ako krycej plodiny v suchších podmienkach sme zaznamenali v predchádzajúcich prácach (Jamriška, 1987). Uvedených vlastností ovsu využívajú vo veľkej miere pri zakladaní porastov lucerny v USA (Tesar, Jackobs, 1972), v Kanade (Fulkerson, 1981) i v NDR (Simon et al., 1977; Martin et al., 1987). V našich pokusoch priemernú úrodu kontrolných variantov bez krycej plodiny (13,39 t.ha⁻¹) prekonalí až na jeden prípad (ovos s výsevkom 100 kg.ha⁻¹, zberaný na začiatku mliečnej zrelosti) všetky kombinácie s ovsom, zatiaľ čo s jačmeňom to bola len jedna (jačmeň s výsevkom 60 kg.ha⁻¹, zberaný v skoršom termíne). O hodnote štatistickej preukaznosti môžeme však uvažovať len pri najvyššej úrode (14,07 t.ha⁻¹), ktorá predstavuje 5,1% prírastok oproti kontrole. Uvedená úroda je výsledkom založenia porastu do ovsu s výsevkom 30 kg.ha⁻¹, zberaného na začiatku kvitnutia lucerny. S prihliadnutím na kvalitu krmu môžu byť zaujímavé i varianty s výsevkom jačmeňa 60 kg.ha⁻¹ so zberom na začiatku mliečnej zrelosti, poprípade na začiatku kvitnutia lucerny.

Literatura

- FULKERSON, R. S.: Alfalfa. Publication 59, Axdex 121, Ministry of Agriculture and Food. Ontario, 1981.
- HOSTRUP, S. B.: Udlæg af lucerne i byg or havre til helsædhost, St. Forsogvirk. Pl., 78, 1976, s. 3-6.
- HÜBNER, R.: Die Leistungseigenschaften des Grünhaferes in verschiedenen Schnittstadien und in Kombination mit Klee gras — Untersaat. Z. Acker- Pfl.-Bau, 126, 1967, s. 129-156.
- JAMRIŠKA, P.: Výskum vplyvu agrotechnických faktorov pri zakladaní a ošetrovaní porastov ďatelinovín na krm. [Priebežná správa.] Piešťany, VÚRV 1984.
- JAMRIŠKA, P.: Skorý zber ovsu a jeho vplyv na podsev lucerny. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 3, s. 327-335.
- LESÁK, J. — ŘÍMOVSKÝ, K.: Zakládání porostů víceletých pícnin do energeticky hodnotných krycích plodin. Úroda, 35, 1987, č. 3, s. 113-114.
- LOUČKA, R.: Siláže GPS jen kvalitní. Krmivářství, 22, 1986, č. 7-8, s. 167-169.
- MALEŘ, J.: Sklizeň obilovin a luskovin metodou GPS. Zeměd. Nov., Zemědělec, 36 (68), 1986, č. 23, s. 1-4.
- MARTIN, B. — SCHMIDT, L. — KABIS, E.: Bestandesführung im Luzernebau. Feldwirtschaft, 28, 1987, č. 2, s. 57-60.
- PAHL, M.: Einfluss der Erntezeitpunktes auf Ertrag, Nährstoffgehalt und Futterwert von Getreide — (Wintergerste) Ganzpflanzen. Z. Wirtsch.-Seig. Futter, 32, 1986, č. 1, s. 36-59.
- PŘÍKRYL, J. — BARANČIC, F.: Cenné přednosti, ale i vážná úskalí. Zeměd. Nov., Zemědělec, 36 (68), 1986, č. 7, s. 2.
- SIMON, V. et al.: Zur Ansaat von Rotklee und Klee gras. Feldwirtschaft, 18, 1977, č. 5, s. 210-213.
- STIEWE, H.: Getreide als Ganzpflanzensilagefutter. Landwirtschaft, Wbl. Westf., 142, 1985, č. 18, s. 36-38.

SILAR, P. — ŠEDA, J. — MIKYSKA, F.: Senážní ječmen v horských a podhorských oblastech. Úroda, 35, 1987, č. 6, s. 265-267.
 ŠTRÁFELDA, J. et al.: Mezidruhové vztahy v agrocnóze jetelovin a různých druhů krycích plodin. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1984.
 TESAR, M. B. — JACKOBS, J. A.: Establishing the stand. In: HANSON, C. H. et al.: Alfalfa science and technology. Amer. Soc. Agron., Inc., Pub., Madison, Wisconsin, USA, 1972, s. 415-435.

Došlo dňa 31. 8. 1987

JAMRIŠKA, P. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Пиештяны): Влияние нормы высева, срока уборки овса и ячменя с подсевом люцерны на урожай кормов. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 75-84.

В полевых опытах в трех годах (1981—1983) испытывали влияние двух покровных культур, ячменя ярового и овса, при трех нормах высева (30, 60 и 100 кг. га⁻¹) и двух сроках уборки — молочная зрелость покровной культуры и начало цветения подсеянной люцерны на урожай первого укоса в году посева и общий урожай люцерны. При первом укосе в год посева овес давал больший урожай, чем ячмень. Норма высева и срок высева вызывали больший прирост урожая в случае овса, чем у ячменя. Срок уборки ячменя не влиял на урожай. Однако ячмень давал более качественный корм, чем овес. Норма высева обеих культур увеличивала долю колосьев в урожае, увеличивала их густоту, понижала долю люцерны и сорняков в урожае и понижала содержание азотистых веществ. Более поздний срок уборки увеличивал долю колосьев в урожае, понижал содержание клетчатки, азотистых веществ и повышал содержание безазотистых веществ. В общей оценке урожаев за весь период использования посева люцерны большие урожаи давали посе́вы овса. Более поздний срок уборки овса проявился на общем урожае положительным трендом.

люцерна; покровные культуры; норма высева; срок уборки; урожай сухого вещества; структура и качество

JAMRIŠKA, P. (Research Institute of Crop Production, Piešťany): *The Influence of Sowing Rate and Harvest Date of Oat and Barley with Lucerne Underseeding on Fodder Yield.* Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 75-84.

Field trials were conducted in 1981—1983 to study the effects of two cover crops, spring barley and oat, with three sowing rates (30, 60 and 100 kg per ha) and two harvest dates (milk ripeness of cover crop and start of anthesis of undersown lucerne) on the yield of the first-cut crop in the year of sowing and on total lucerne yield. In the year of sowing the first-cut oat had the higher yield than did barley. Both the sowing rate and the sowing date brought about the higher yield increment in oat, in comparison with barley. The harvest date of barley did not influence the yield. Barley fodder had, however, the better quality than did oat fodder. The sowing rate of the two crops increased spike proportions in the yield, spike density, and it decreased lucerne and weeds proportions in the yield and reduced the content of crude protein. On the later harvest date, spike proportions in the yield were increased, fibre and crude protein contents were decreased and the content of nitrogen-free substances increased. The higher yields were recorded in oat stands if the total yields were evaluated over the whole period of lucerne stand exploitation. The later harvest date of oat had a positive influence on the total yield of fodder.

lucerne; cover crops; sowing rate; harvest date; dry matter yields; structure and quality

JAMRIŠKA, P. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Piešťany): *Einfluss von Aussaatmenge und Erntetermin für Hafer und Gerste mit Luzerne als Untersaat, auf Futterpflanzenenertrag.* Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 75-84.

In den Jahren 1981 bis 1983 untersuchten wir bei unseren Feldversuchen die Wirkung von zwei Deckfrüchten, der Sommergerste und des Hafers, bei drei Aussaat-

mengen (30, 60 und 100 kg.ha⁻¹) und bei zwei Ernteterminen — Milchreife der Deckfrucht und Beginn des Blühens der Luzerne — auf den Ertrag beim ersten Schnitt im Aussaatjahr und auf den Luzernegesamtertrag. Beim ersten Schnitt im Aussaatjahr gab der Hafer einen höheren Ertrag als die Gerste. Sowohl die Aussaatmenge als auch der Termin beeinflussten einen höheren Ertragszuwachs bei Hafer als bei Gerste. Der Gerstenerntetermin übte keinen Einfluss auf den Ertrag aus. Die Gerste bot aber ein Futter von besserer Qualität als der Hafer. Die Aussaatmenge der beiden Futterpflanzen steigerte den Anteil der Ähren am Ertrag, steigerte auch ihre Dichte, verminderte den Anteil der Luzerne und der Unkräuter am Ertrag und setzte auch den Gehalt an N-Stoffen herab. Ein späterer Erntetermin steigerte den Anteil der Ähren am Ertrag, verminderte den Faser- und N-Stoffgehalt und steigerte den Gehalt an N-freien Stoffen. In der Gesamtbewertung des Ertrages für die Gesamtperiode des Nutzens des Luzernebestandes wiesen höhere Erträge die Haferbestände auf. Ein späterer Erntetermin bei Hafer schlug sich positiv im Gesamtertrag nieder.

Luzerne; Deckfrucht; Aussaatmenge; Erntetermin; Trockensubstanzertrag; Struktur und Qualität

Adresa autora:

Ing. Pavel Jamříška, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

VLIV STOUPAJÍCÍ KONCENTRACE NITRÁTŮ V ŽIVNÉM ROZTOKU NA FOTOSYNTETICKOU CHARAKTERISTIKU PRIMÁRNÍCH LISTŮ JARNÍHO JEČMENE (*HORDEUM VULGARE* L.)

M. Marek, J. Beranová

MAREK, M. — BERANOVÁ, J. (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Vliv stoupající koncentrace nitrátů v živném roztoku na fotosyntetickou charakteristiku primárních listů jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.)*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 85-93.

V práci je sledován vliv stoupajících koncentrací nitrátů v živném roztoku na fotosyntetickou charakteristiku primárních listů jarního ječmene. Základem sledování byla gazometrická stanovení výměny CO₂. Dále byla sledována aktivita klíčového enzymu fotosyntetické fixace CO₂, ribulózo-1,5-bisfosfátkarboxylázy/oxygenázy (EC. 4.1.1.39) RuBPCO. Zvýšený obsah nitrátů v živném roztoku pozitivně působí na rychlost fotosyntézy, aktivitu enzymu RuBPCO a efektivnost transpirace. Toto pozitivní působení však bylo zřejmě jen do jisté koncentrace nitrátových iontů v živném roztoku (20násobek základní koncentrace). Další zvyšování obsahu nitrátů v živném roztoku se neprojevilo pozitivně na fotosyntetické charakteristice. Vysoké dávky dusíku sice způsobily zvýšenou syntézu chlorofylu, ale byla zjištěna průkazná deprese rychlosti fotosyntézy a aktivity enzymu RuBPCO.

ječmen jarní; počáteční růst; nitráty; fotosyntetická charakteristika

Problematika rostlinné výroby je úzce svázána s fotosyntetickou produkcí, která vytváří nezbytný základ budoucího výnosu. Tento produkční potenciál je však v různé míře modifikován působením celé řady faktorů, mezi něž patří i v moderní agrotechnice hojně využívané minerální hnojení, které je stále závažným intenzifikačním faktorem soudobé zemědělské velkovýroby. Mezi fotosyntetickou produkcí a minerální výživou platí vztah vzájemné podmíněnosti, neboť jistá úroveň minerální výživy je nezbytná pro samu existenci a funkci fotosyntetických struktur. Na druhé straně je jistá úroveň fotosyntetické aktivity nezbytná pro příjem a utilizaci minerálních iontů rostlinou.

V kontextu studia vztahů mezi minerální výživou a fotosyntetickou produktivitou má významné postavení studium vztahů mezi fotosyntetickou produktivitou a výživou dusíkem. Dostupná hladina tohoto bioelementu může často zásadním způsobem ovlivnit nejen velikost a kvalitu výnosu, ale i výši nákladů nutných k dosažení požadovaného výnosu u kulturních plodin. Příjem a utilizace dusíku rostlinami tvoří jeden z nejvýznamnějších problémů současné fyziologie kulturních polních plodin [Evans, 1975] zejména proto, že používání vysokých dávek dusíkatých hnojiv může vést k ohrožení životního prostředí. Vzhledem

k tomu, že mnohdy dochází k předávkování dusíkatých hnojiv, zaměřili jsme se v naší práci na studium vztahů mezi výživou dusíkem v nitrátové formě a fotosyntetickou charakteristikou. Jako modelový objekt jsme použili mladé rostliny jarního ječmene. Práce navazuje na již dříve publikované výsledky studia těchto vztahů (Frank, Marek, 1983; Repka, 1983; Marek, Frank, 1984; Marek, 1984).

MATERIÁL A METODA

Měření bylo uskutečněno s mladými rostlinami jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L., odrůda 'Spartan'). Osivo bylo dodáno Šlechtitelskou stanicí Hrubčice. Po třídenním klíčení při teplotě 20 °C byly obilky umístěny v listách do kultivačních nádob. Nádoby obsahovaly 1,5 l živného roztoku. Kultivace na roztoku probíhala po dobu deseti dnů. Po této době měly rostlinky plně vyvinutý první list, který byl použit k měření. Živný roztok byl po pěti dnech vyměňován a podle potřeby byl odpar doplňován destilovanou vodou.

Kultivace rostlin probíhala v místnosti s částečně regulovanými podmínkami: 16 h světlo (sodíková lampa Tesla SHC 220V/400W, hodnota ozáření v úrovni vyvinutých primárních listů; 220 $\mu\text{mol kvant. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ fotosynteticky aktivního záření; teplota ve světelné periodě 20 ± 2 °C, v temné periodě 18 ± 2 °C, relativní vlhkost vzduchu 60 až 70 %. Rostliny byly kultivovány na Hoaglandově živném roztoku (Hoagland, Arnon, 1950) v těchto variantách výživy nitrátovým dusíkem: základní varianta H, obsah dusíku 14 mmol a varianty 20H, 25H a 35H. Varianty se odlišovaly obsahem nitrátového dusíku v násobku uvedeném u každé varianty. Nitrátový dusík byl dodáván do roztoků ve formě dusičnanu vápenatého.

Fotosyntetická produkce primárních listů jarního ječmene byla stanovena na základě měření výměny plynů bez oddělení listu od mateřské rostliny. Základem je stanovení příjmu (výdeje) oxidu uhličitého fotosyntetizujícím listem. Pro účely předkládané práce byly použity dva základní měřicí systémy. První systém byl zkonstruován pro laboratorní účely (Hák, 1984). Tento systém byl použit pro stanovení hodnot kompenzační koncentrace CO_2 . Ostatní parametry plynové výměny byly stanoveny s využitím přenosného systému LI-6000 (LI-COR., USA). Toto zařízení je určené pro stanovení rychlosti fotosyntézy, rychlosti transpirace a odporů průduchů přenosu CO_2 do listů. Měření se uskutečnila při saturační ozáření 1000 $\mu\text{mol kvant. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, teplotě 25 ± 1 °C a relativní vlhkosti vzduchu 55 ± 3 %.

S využitím gazometrických metod byly stanoveny tyto parametry:

- závislost rychlosti příjmu CO_2 listem na koncentraci CO_2 v okolní atmosféře (P_N — $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), tzv. CO_2 -křivka syntézy;
- kompenzační koncentrace CO_2 , tj. taková koncentrace CO_2 , při které jsou procesy příjmu a výdeje CO_2 v rovnováze (Γ_{CO_2} — ppm);
- kompenzační ozáření, tj. taková hodnota ozáření, při které jsou procesy příjmu a výdeje CO_2 v rovnováze (Γ_I — $\mu\text{mol kvant. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$);
- rychlost transpirace (E — $\text{mg H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$);
- odpor průduchů k přenosu CO_2 z vnější atmosféry do listu (r_s — $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$);
- kvantová spotřeba, tj. počet kvant fotosynteticky aktivního záření nutných pro fixaci jedné molekuly CO_2 .

Obsah chlorofylu $a+b$ byl stanoven spektrofotometricky v acetonovém extraktu (Šesták, 1971). Výpočet obsahu chlorofylu byl proveden na základě absorpčních rovnic (Vernon, 1960).

Celkový dusík v listech jarního ječmene u jednotlivých variant výživy byl stanoven metodou podle Kjeldahla.

Dále byla stanovena aktivita enzymu ribulózo-1,5-bisfosfátkarboxylázy/oxygenázy (RuBPCO). Tento enzym má klíčové postavení v procesu fotosyntetické fixace CO_2 , neboť katalyzuje vazbu CO_2 na primární akceptor ribulózo-1,5-bisfosfát (RuBP). Aktivita enzymu RuBPCO byla stanovena s využitím značeného uhlíku ^{14}C . Zdrojem značeného uhlíku byl substrát $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$. K tomuto substrátu byl dodán zhozený hrubý extrakt z listového pletiva (po rozduření listů a centrifugaci v TRIS-HCl pufru), který obsahoval aktivní enzym RuBPCO. V důsledku katalytické činnosti RuBPCO byl značený uhlík fixován na akceptor RuBP. Po dvou minutách

byly probíhající reakce ukončeny přidáním 0,5 ml 6N HCl, čímž byl odstraněn nezreagovaný ^{14}C , který unikl v podobě oxidu uhličitého. Radioaktivita, a tedy i míra enzymové aktivity, byla měřena na scintilačním analyzátoru Packard TRI CARB 300. Hodnoty jsou vyjádřeny v jednotkách DPM, čili dezintegrace za minutu, což je v přímém vztahu k aktivitě enzymu RuBPCO.

Výsledky měření byly podrobeny statistickému zpracování. CO_2 -křivky fotosyntézy byly vypočteny na základě nelineární regresní analýzy. Hodnoty kompenzačních bodů a kvantové spotřeby byly stanoveny na základě lineární regrese počátečních sklónů závislosti P_N na CO_2 a ozáření. Statistické hodnocení významnosti rozdílů jednotlivých parametrů bylo provedeno F - a t -testem. K výpočtům byl použit mikropočítač Video Genie System.

VÝSLEDKY

Pro posouzení vlivu výživy dusíkem na obsah dusíku v asimilačním pletivu mladých rostlin jarního ječmene bylo uskutečněno stanovení obsahu celkového dusíku v listech v závislosti na variantě výživy (tab. I). Nadbytek nitrátového dusíku v živném roztoku se projevil zvýšením jeho obsahu v listech. Ve srovnání s kontrolou toto zvýšení kolísá v rozsahu 110 až 112 %. Rozdíl v obsahu dusíku je statisticky významný (na hladině 95 %).

Závislost rychlosti příjmu oxidu uhličitého listem (P_N) na jeho koncentraci, tzv. CO_2 -křivka fotosyntézy, je rozdílná s ohledem na jednotlivé varianty výživy nitrátovým dusíkem (obr. 1). Rozdíly jsou zřejmé zvláště při vyšších koncentracích CO_2 . Nejvyšší rychlost fotosyntézy byla stanovena pro variantu 20H (tab. II). Pro koncentraci CO_2 500 ppm ve vzduchu je rozdíl v hodnotě P_N oproti ostatním variantám výživy statisticky vysoce průkazný (hladina významnosti 99 %).

Zvyšování koncentrace nitrátových iontů v živém médiu způsobuje u vyšších dávek (25H a 35H) pokles rychlosti fotosyntézy. Tento pokles činí ve srovnání se základní variantou H pro koncentraci CO_2 325 ppm

I. Celkový obsah dusíku (celk. N, % sušiny), obsah chlorofylů $a+b$ ($\text{CHa}+b$, mg. $\cdot \text{m}^{-2}$), specifická hmotnost listu (SLW , $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$), aktivita enzymu ribulózo-1,5-bisfosfát karboxyláza/oxygenáza (RuBPCO, $\cdot 10^3$ DPM) primárních listů jarního ječmene pro různé varianty výživy nitrátovým dusíkem — Total nitrogen content (total N, % dry matter), chlorophyll $a+b$ content ($\text{CHa}+b$, mg per m^2), specific leaf weight (SLW , g per m^2), activity of the enzyme ribuloso-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (RuBPCO, $\cdot 10^3$ DPM) of primary leaves of spring barley for different treatments with nitrate nitrogen

Varianta	Celk. N	$\text{CHa} + b$	SLW	RuBPCO
H	4,14 $\pm 0,09$	226,4 $\pm 21,5$	14,6 $\pm 0,8$	326,6 $\pm 65,1$
20H	4,57 $\pm 0,10$	248,7 $\pm 7,9$	16,9 $\pm 1,2$	456,6 $\pm 93,4$
25H	4,56 $\pm 0,13$	256,5 $\pm 11,1$	15,0 $\pm 1,4$	— —
35H	4,53 $\pm 0,08$	262,7 $\pm 16,6$	12,3 $\pm 1,4$	196,6 $\pm 41,6$

II. Parametry fotosyntetické výměny plynů primárních listů jarního ječmene pro různé varianty výživy dusíkem — Parameters of the photosynthetic exchange of gases of spring barley primary leaves for different treatments with nitrate nitrogen

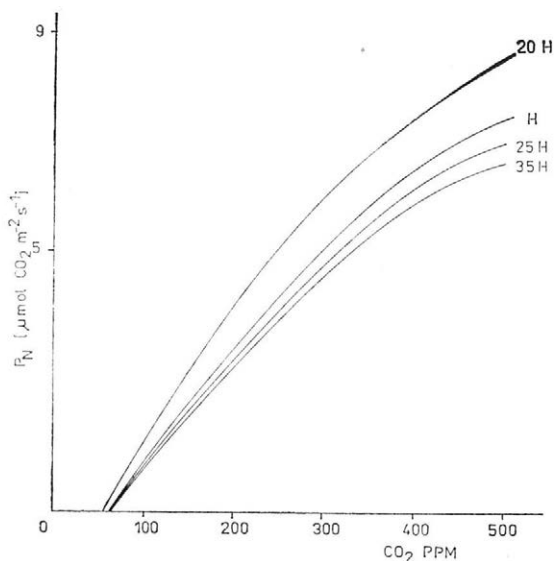
Va- rianta	Γ_{CO_2}	Γ_1	β	P_{N320}	P_{N500}	r_{s320}	E	P_N/E
H	66,8	13,76	14,1	5,247	7,323	217,75	57,1	0,091
20H	58,9	15,59	18,6	6,176	8,470	194,1	58,1	0,106
25H	59,5	16,05	23,4	4,941	6,723	225,8	52,0	0,095
35H	63,2	20,01	29,4	4,852	6,411	212,1	53,4	0,090

Γ_{CO_2} — kompenzační koncentrace CO_2 (ppm CO_2), Γ_1 — kompenzační ozáření (μmol kvant $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), β — kvantová spotřeba (kvanta zář. energie mol CO_2^{-1}) P_{N320} , P_{N500} — rychlost příjmu CO_2 listem při koncentracích CO_2 320 a 500 ppm ($\mu\text{mol} \text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), r_{s320} — odpor průduchů k přenosu CO_2 do listu při koncentraci CO_2 320 ppm, E — rychlost transpirace ($\text{mg H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), P_N/E — efektivnost transpirace ($\mu\text{mol} \text{CO}_2 \text{mg H}_2\text{O}^{-1}$)

(koncentrace CO_2 obvyklá ve vzduchu) 8 % a 6 % pro varianty 35H a 25H. Rozdíl leží na hranici průkaznosti. Vysoce průkazné jsou však rozdíly všech variant oproti variantě 20H (tab. II, obr. 1).

Hodnoty kompenzačních koncentrací CO_2 , které vyjadřují rovnováhu mezi procesy příjmu a výdeje CO_2 listem (tab. II), nejsou statisticky rozdílné. Nejnižší hodnotu Γ_{CO_2} má varianta 20H, což indikuje zlepšené podmínky fotosyntetické fixace.

Rychlost fotosyntézy je značně závislá na rychlosti, s jakou je dodáván oxid uhličitý k místům fixace. Tento proces probíhá difúzí a je ovlivňován na několika úrovních. Významným faktorem regulace příjmu CO_2 a výdeje vody listem jsou průduchy. Přivření průduchů vede k omezení difúze CO_2 do listu, což je měřitelné vzrůstem hodnot odporů průduchů k přenosu CO_2 (r_s). Vzhledem k tomu, že kultivace rostlin probíhala za stejných podmínek, je možné rozdíly v hodnotách r_s považovat za důsledek vlivu rozdílných koncentrací nitrátových iontů (tab. I).



1. Závislost rychlosti příjmu oxidu uhličitého listem (P_N) na koncentraci CO_2 primárních listů jarního ječmene pro různé varianty výživy nitrátovým dusíkem — Dependence of the rate of carbon dioxide intake by the leaves (P_N) on the CO_2 concentration of primary leaves of spring barley for different treatments with nitrate nitrogen

Podmínky pro měření: ozáření 1000 μmol kvant $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, teplota vzduchu $22 \pm 1,5^\circ\text{C}$, vlhkost vzduchu $55 \pm 3\%$; varianty výživy: H — základní Hoaglandův živný roztok, další varianty jsou násobkem koncentrace nitrátů v porovnání s variantou základní

Hodnoty r_s při koncentraci CO_2 325 ppm jsou rozdílné s ohledem na varianty výživy. Nejnižší hodnota r_s byla stanovena pro variantu 20H, která na úrovni průduchů má nejprůzračnější podmínky pro dostatečné zásobení asimilačního aparátu oxidem uhličitým. Rozdíly v hodnotách r_s mezi variantou 20H a variantami H, 25H jsou statisticky průkazné (hladina významnosti 95 %), rozdíl oproti variantě 35H leží na hranici průkaznosti. Obdobné relace platí i pro hodnoty transpirace (tab. II). Působení výživy dusíkem na efektivnost využití vody je možné dokumentovat na podílu P_N/E , tedy množství přijatého CO_2 na mg vytranspirované vody (tab. II). Zvýšení této efektivnosti oproti základní variantě výživy je patrné pouze u varianty 20H.

Fotosyntetické procesy jsou úzce vázány na příkon zářivé energie — ozáření, která je různou měrou využívána. Závažným parametrem závislosti rychlosti příjmu CO_2 listem na ozáření je hodnota světelné kompenzační ozáření I_l (tab. II). Tato hodnota informuje, při jaké úrovni ozáření jsou procesy příjmu a výdeje CO_2 v rovnováze. Informuje tedy o prahové ozáření, která je nezbytná pro pozitivní bilanci v příjmu CO_2 . Nejnižší hodnota kompenzační ozáření byla stanovena pro základní variantu H. Vzrůst koncentrace nitrátových iontů v živném médiu je indikován vzrůstem hodnoty kompenzační ozáření. Znamená to tedy, že aktivní bilance fotosyntetické fixace CO_2 nastává u variant s vyšším obsahem nitrátů v živném médiu až při vyšších hodnotách příkonu světla. Rozdíly v hodnotách I_l oproti variantě H jsou statisticky průkazné (na hladině 95 a 99 %).

Z počátečního sklonu závislosti P_N na hodnotách ozáření je možné stanovit kvantovou spotřebu β (tab. II). Nejnižší spotřebu, tj. 14,1 kvant fotosynteticky aktivního záření na fixaci jedné molekuly oxidu uhličitého má základní varianta H. Odlišná výživa nitrátovým dusíkem se výrazně projevila v obsahu chlorofylu $a + b$ (tab. I). Rozdíly v hodnotách obsahu chlorofylu jsou statisticky vysoce průkazně rozdílné (hladina významnosti 99 %).

Úroveň nitrátové nabídky v živném roztoku se výrazně projevila i ve stanovené aktivitě enzymu ribulózo-1,5-bisfosfátkarboxylázy/oxygenázy (tab. I). Průkazně nejvyšší aktivitu mají rostliny varianty 20H. se vzrůstem obsahu nitrátových iontů v živném médiu aktivita klesá a je průkazně (na hladině 99 %) nižší než u rostlin základní varianty výživy.

Specifická hmotnost listové plochy je rovněž ovlivněna úrovní výživy dusíkem (tab. I). Průkazně nejvyšší SLW byla stanovena u varianty 20H, která se průkazně odlišuje od ostatních variant výživy. Rostliny kultivované na médiu s nejvyšším obsahem nitrátů mají průkazně nejnižší hodnotu SLW (na hladině 95 %) v porovnání s ostatními variantami.

DISKUSE

Obsah celkového dusíku v primárních listech jarního ječmene je závislý na množství nitrátů v živném roztoku. Vzestup v obsahu dusíku (vyjádřený v procentech suché hmotnosti listu) je průkazný u všech variant v porovnání s variantou základní. Zvyšování obsahu dusíku v živ-

ném roztoku však nekoresponduje s rychlostí fotosyntézy. Pouze varianta 20H ve srovnání se základní variantou výživy vykazuje průkazné zvýšení hodnoty P_N (tab. II). Tyto výsledky, které ukazují na negativní vztahy mezi zvýšenou nabídkou dusíku v živném roztoku a hodnotami P_N , jsou v souladu se závěry, ke kterým dospěl Repka (1983). Uvedený autor u mladých rostlin kukuřice rovněž prokázal depresi fotosyntézy se zvyšováním obsahu dusíku v živném médiu.

Zcela zjevné rozdíly v hodnotách rychlosti příjmu oxidu uhličitého listem jsou až při vyšších koncentracích CO_2 ve vzduchu. Tyto průkazné rozdíly svědčí o rozdílném obsahu enzymu RuBPCO v listech, neboť rychlost fotosyntézy v oblastech vyšších koncentrací CO_2 je především determinována vlastním obsahem karboxylačního enzymu RuBPCO (Cammerer, Farquahar, 1981).

Hodnoty CO_2 kompenzačních koncentrací Γ_{CO_2} (tab. II) pro jednotlivé varianty výživy dusíkem jsou neprůkazně rozdílné. Tyto výsledky jsou závažné zejména s ohledem na skutečnost, že Γ_{CO_2} je často využívaným parametrem k indikaci stresových působení (Marek, Frank, 1984). Fair et al. (1974) uvádějí, že dávky dusíku nad 24 mmol již neovlivňují hodnotu kompenzační koncentrace CO_2 , neboť CO_2 dosahuje obvyklých hodnot typických pro rostliny s C3-typem fotosyntézy již při koncentracích dusíku kolem 10 mmol v živném médiu. Z tohoto aspektu jsou námi získané výsledky v souladu s těmito závěry, neboť již základní varianta výživy (varianta H) má roztok a koncentraci dusíku 14 mmol.

Rozdílné počáteční sklony křivek vyjadřující závislost P_N na koncentraci CO_2 (obr. 1) svědčí o rozdílné kinetice enzymu RuBPCO u jednotlivých variant výživy (Cammerer, Farquahar, 1981). Tyto nepřímé závěry získané analýzou plynové výměny, která probíhá při fotosyntéze, jsou potvrzeny výsledky o rozdílné kinetice enzymu RuBPCO (tab. I), téměř 40% indukce výživy dokazuje zásadní vliv nabídky nitrátů pro výstavbu a funkci enzymového fotosyntetického aparátu. Výsledky dosažené u varianty 35H však dokazují, že nejde o konstantně pozitivní vztah, neboť po překročení jisté prahové hodnoty je působení zvýšených dávek dusíku na kinetiku enzymu RuBPCO negativní.

Hodnoty odporů průduchů k přenosu CO_2 , stanovené při koncentraci CO_2 v asimilační komoře, rovné 320 ppm CO_2 (tab. II), nedávají zcela jednoznačně odpověď na typ reakce ke zvýšeným dávkám nitrátů v živném médiu. Nebyla stanovena průkazná korelace mezi odporem průduchů k přenosu CO_2 a rychlostí fotosyntézy u jednotlivých variant výživy. Tyto výsledky svědčí o tom, že v daných podmínkách kultivace a měření nelze hlavní článek limitů fotosyntézy hledat právě v reakcích průduchového aparátu. Neprůkazné působení výživy dusíkem na hodnoty odporů průduchů popsali i jiní autoři (Ryle, Hesketh, 1969; Nátr, 1970). Obdobné závěry platí i pro rychlost transpirace (tab. II).

Informaci o vlivu odlišných dávek nitrátů na efektivnost transpirace podává poměr P_N/E (tab. II). Nejvyšší efektivnost byla stanovena u varianty 20H. Pokud hodnoty této efektivnosti pro variantu 35H je v souladu se závěry, které uveřejnila Dušková (1985), která pro obdobný rostlinný materiál a shodné podmínky kultivace stanovila u varianty 35H nejvyšší obsah vody v nadzemní části rostlin. Z toho vyplývá, že zvodnatělá pletiva varianty 35H přijímají CO_2 značně neefektivně s ohledem na účinnost transpirace.

Závislosti P_N na zářivé energii byly charakterizovány dvěma základními parametry. Průkazný vzestup hodnoty Γ_l (tab. II) u varianty 35H ve srovnání se základní variantou výživy indikuje nepříznivé působení zvýšené dávky dusíku v nitrátové formě na rovnováhu mezi asimilací a disimilací. Toto působení je především dáno tím, že redukce nitrátů je zcela jednoznačně závislá na tvorbě redukčních ekvivalentů a ATP ve sledu fotochemických reakcí fotosyntézy (Dvořák et al., 1982). Uvedené závěry je možné dokumentovat i rozdílnými hodnotami kvantové spotřeby β (tab. II). Zvýšené nároky na počet dodaných kvant světelné energie, nutných pro fixaci CO_2 , svědčí o výrazné kompetici mezi CO_2 a redukovaným nitrátem o redukční ekvivalenty a ATP. Stanovené hodnoty β leží v intervalu, který je obecně přijímán pro rostliny s C_3 -typem fotosyntézy.

Ve shodě s výsledky jiných autorů (Ničiporovič et al., 1972; Maag, 1980) byla nalezena pozitivní korelace mezi obsahem nitrátů v živném médiu a obsahem chlorofylu $a + b$ (tab. I). Vzestup obsahu chlorofylu je proporcionální pro oba typy chlorofylu (chlorofyl a a chlorofyl b). Nebyla stanovena průkazná korelace mezi obsahem chlorofylu $a + b$ a rychlostí fotosyntézy. Z toho vyplývá, že vzestup obsahu chlorofylu v listech rostlin kultivovaných na médiu se zvýšenou dávkou nitrátu nemá výrazný vliv na zvýšení fotochemické aktivity a výstavbu anténního systému zachytu zářivé energie (Lewandowská, Jarvis, 1977).

Zvýšené dávky nitrátů v živném médiu rostlin jarního ječmene měly prokazatelný vliv na vybrané parametry fotosyntetické charakteristiky. Závislost má zřejmý prahový průběh, tj. do jisté koncentrace nitrátů působí zvýšená nabídka stimulačně (varianta 20H) a po překročení této hranice již dochází k negativnímu působení na fotosyntetickou produkci.

Poděkování

Za stanovení aktivity RuBPCO děkujeme doc. RNDr. Marii Stiborové, CSc., z katedry biochemie přírodovědecké fakulty UK v Praze a dr. Aleně Březinové, CSc., z Ústavu experimentální botaniky ČSAV v Praze.

Literatura

- CAMMERER, S. von — FARQUHAR, G. D.: Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta*, 153, 1981, s. 376-387.
- DUŠKOVÁ, V.: Monitorování zátěže prostředí rostlin nadměrným množstvím nitrátů pomocí vybraných fyziologických charakteristik. [Diplomová práce.] 1985. Univ. Karl. přírodov. Fak.
- DVOŘÁK, M. — VOTRUBOVÁ, O. — MERAŤ, L. — ČERNOHORSKÁ, J. — NÁTR, L. — MAREK, M. — DVOŘÁK, P.: Funkce a metabolismus nitrátů v rostlinách. In: Sbor. Ref. Vys. Šk. zeměd. Praha, Fyziologické aspekty výživy rostlin, 1982, s. 18-69.
- EVANS, L. T.: Crop Physiology. Cambridge, Cambridge Univ. Press 1975.
- FAIR, P. — TEW, J. — CRESSWELL, C. F.: Enzyme activities associated with CO_2 exchange in illuminated leaves of *Hordeum vulgare* L. 3. Effect of concentration and form of nitrogen supplied on carbon dioxide compensation point. *Ann. Bot.*, 38, 1974, s. 39-43.
- FRANK, R. — MAREK, M.: The response of the net photosynthetic rate to irradiance in barley leaves as influenced by nitrogen supply. *Photosynthetica*, 17, 1983, s. 572-577.

- HÁK, R.: Gazometrická analýza toků uhlíku ve fotosyntéze. [Diplomová práce.] 1984. Univ. Karl. přírodov. Fak.
- HOAGLAND, D. R. — ARNON, I. D.: The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. St. Circ., 347, 1950, s. 1-32.
- LEWANDOWSKA, M. — JARVIS, P. G.: Changes in chlorophyll and carotenoid content, specific leaf area, and dry weight fraction in Sitka spruce, in response to shading and season. New Phytol., 79, 1977, s. 247-256.
- MAAG, H. P.: Photosynthetic rate, chlorophyll content and dry matter production of *Trifolium pratense* L. as influenced by nitrogen nutrition. Angew. Bot., 54, 1980, s. 187-194.
- MAREK, M.: The effect of nitrogen nutrition and photosynthesis rate on oxygen dependence of CO₂, compensation concentration and mitochondrial respiration in the light in young barley leaves. Photosynthetica, 18, 1984, s. 43-49.
- MAREK, M. — FRANK, R.: Effect of nitrogen supply on net photosynthesis rate in barley leaves. Photosynthetica, 18, 1984, s. 219-225.
- NÁTR, L.: The influence of removal of mineral deficiency on dry weight rate of photosynthesis and N, P, K concentrations in barley. Flora, 159, 1970, s. 589-599.
- NIČIPORVIČ, A. A. — NGUEN-TCHYU-RCHYOK — ANDREEVA, T. F.: Srovnatelná ocena vzájemosvazi mežu fotosintezom i některými osobnostjmi azotovo metabolismu u kukuruzy i bobov. Fyziol. Rast., 16, 1972, s. 1066-1073.
- REPKA, J.: Accumulation of ions in the leaves and chloroplasts, photosynthesis and growth of maize plants under deficiency and excess of nitrogen, phosphorus and potassium in the medium. Photosynthetica, 17, 1983, s. 371-378.
- RYLE, G. J. — HESKETH, J.: Carbon dioxide uptake in nitrogen deficient plants. Crop Sci., 9, 1969, s. 451-454.
- ŠESTÁK, Z.: Determination of chlorophylls *a* and *b*. In: Plant Photosynthetic Productivity. Z. Šesták, Z. Čatský, P. G. Jarvis (eds). Dr. W. Junk Publ., Man Meth., The Hague, 1971, s. 672-698.
- VERNON, L. P.: Spectrophotometric determination of chlorophylls and phenophytins in plant extracts. Analyt. Chem., 32, 1960, s. 1144-1150.

Došlo dne 20. 10. 1987

MAPEK, M. — БЕРАНОВА, Я. (Институт систематической и экологической биологии ЧСАН, Брно; Научно-исследовательский институт лесного и охотничьего хозяйства, Йиловиште-Стрнады): Влияние возрастающей концентрации нитратов в питательном растворе на фотосинтетическую характеристику первичных листьев ячменя ярового (*Hordeum vulgare* L.). Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 85-93.

В работе изучается влияние возрастающих концентраций нитратов в питательном растворе на фотосинтетическую характеристику первичных листьев ячменя ярового. Основой изучения были газометрические определения обмена CO₂. Далее изучали активность основного фермента фотосинтетической фиксации CO₂, рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы/оксигеназы (EC. 4.1.1.39) RuBPCO. Повышенное содержание нитратов в питательном растворе положительно действует на скорость фотосинтеза, активность фермента RuBPCO и эффективность транспирации. Однако данное положительное действие было видимым только до определенной концентрации ионов нитратов в питательном растворе (20-ти кратная исходная концентрация). Следующее увеличение содержания нитратов в питательном растворе проявилось отрицательно на фотосинтетической характеристике. Высокие дозы азота вызывали повышенный синтез хлорофилла, но установили доказуемую дисперсию скорости фотосинтеза и активности фермента RuBPCO.

ячмень яровой; начальный рост; нитраты; фотосинтетическая характеристика

MAREK, M. — BERANOVÁ, J. (Institute of Systematic and Ecological Biology, Czechoslovak Academy of Sciences, Brno; Research Institute of Forestry and Game Management, Jíloviště-Strnady): The Influence of Increasing Concentrations of Nitrates in Nutrient Medium on the Photosynthetic Characteristics of Primary Leaves of Spring Barley (*Hordeum vulgare* L.). Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 85-93.

The influence of increasing concentrations of nitrates in nutrient medium was studied as exerted on the photosynthetic characteristics of primary leaves of spring

barley. The observation was based on gasometric determination of CO₂ exchange. The activity was studied of the key enzyme of CO₂ photosynthetic fixation, ribuloso-1,5-bisphosphatecarboxylase/oxygenase (EC. 4.1.1.39) RuBPCO. The higher content of nitrates in nutrient medium has a positive influence on photosynthesis rate, activity of RuBPCO enzyme and transpiration effectiveness. But this positive influence was recorded only to certain concentrations of nitrate ions in nutrient medium (twenty-fold basal concentrations). The photosynthetic characteristics were not influenced positively by further increases in nitrate contents in nutrient medium. The high rates of nitrogen stimulated chlorophyll synthesis on the one hand, but on the other hand there was observed a significant depression of photosynthesis rate and the activity of RuBPCO enzyme.

spring barley; early growth; nitrates; photosynthetic characteristics

MAREK, M. — BERANOVÁ, J. (Institut für systematische und ökologische Biologie der ČSAV, Brno; Forschungsinstitut für Forstwirtschaft und Jagdwesen, Jíloviště-Strnady): *Einfluss der zunehmenden Konzentration von Nitraten in der Nährlösung auf die photosynthetische Charakteristik der Primärblätter der Sommergerste (Hordeum vulgare L.)*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 85-93.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Einfluss der zunehmenden Konzentration von Nitraten in der Nährlösung auf die photosynthetische Charakteristik der Primärblätter der Sommergerste. Bei der Untersuchung gingen wir von der gasometrischen Festlegung des CO₂-Austausches aus. Wir untersuchten auch die Aktivität des Schlüsselenzymes der photosynthetischen CO₂-Fixation, der Ribuloso-1,5-Bisphosphatcarboxylase/Oxygenase (EC. 4.1.1.39) RuBPCO. Der höhere Gehalt der Nährlösung an Nitraten wirkt sich positiv auf die Photosynthesegeschwindigkeit, die Aktivität des Enzymes RuBPCO und die Transpirationseffektivität aus. Diese positive Wirkung ist nur zu einer bestimmten Konzentration der Nitraten in der Nährlösung (Zwanzigfaches der Grundkonzentration) zu beobachten. Eine weitere Steigerung des Gehaltes der Nährlösung an Nitraten wirkte sich keinesfalls positiv auf die photosynthetische Charakteristik aus. Die hohen N-Gaben verursachten zwar eine Steigerung der Chlorophyllsynthese, es konnte aber eine signifikante Depression der Photosynthesegeschwindigkeit und der Aktivität des Enzyms RuBPCO verzeichnet werden.

Sommergerste; Anfangswachstum; Nitrate; photosynthetische Charakteristik

Adresy autorů:

RNDr. ing. Michal Marek, CSc., Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Květná 8, 603 65 Brno

RNDr. Jana Beranová, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav nad Vltavou

Výběr z nových titulů Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

Agronomičeskije osnovy specializacii sevooborotov.

Moskva 1987. D 80.662

ALIMOV, D. N.: Technologija proizvodstva produkciji rastenijevodstva.

Kiev 1988. D 80.667

Biologija vnutrennich vod. Informacionnyj bjulleten' No 78.

Leningrad 1988. D 69.837/78

FICHTE, B. A.: Dezintegratory kletok.

Moskva 1988. D 80.665

Kryokonzervace v živočišné a rostlinné výrobě. Sborník.

Ústí n. L. 1988. D 80.707

LEBEDA, ALEŠ: Šlechtění rostlin na odolnost k chorobám. Sborník

ČSAZ č. 120.
Praha 1988. E 42.803/120

Nové směry v pěstování třešní a višní: Symposium. Hradec Králové
10.—12. 6. 1986.

Praha 1988. D 80.496

Ochrana cukrovky proti chorobám, škůdcům a plevelům.

Praha 1988. D 80.487

Osnovy chimičeskoj reguljacii rosta i produktivnosti rastenij.

Moskva 1987. D 80.698

Perspektivy pěstování tritikale v Československu. Sborník přednášek
ze školení VŠZ.

Praha 1988. D 80.631

**PREUSSE, GERHARD F.: Obstbau in Wort und Bild. Eine Anteilung
für den Selbstversorger.**

Leipzig 1988. D 80.699

SPAAR, D.: Bekämpfung von Viruskrankheiten der Kulturpflanzen.
2. auflage.

Berlin 1987. D 80.235

Sravnitělnaja embriologija cvetkovych rastenij. Davidiaceae — astera-
ceae.

Leningrad 1987. C 30.651

True Potato seed: Past and Present Uses.

Lima 1988. D 80.498

**UHLMANN, DIETRICH: Hydrobiologie. Ein Grundriss für Ingenieure
und Naturwissenschaftler.**

Jena 1988. D 80.657

WALTON, PETER D.: Proizvodstvo kormovych kultur.

Moskva 1986. D 80.697

Za zefektivnění výroby školkařského materiálu. Sborník referátů tema-
tického semináře. Lednice na Moravě 25.—26. 6. 1987.

Brno 1987. D 80.492

**ŽUCENKO, A. A.: Adaptivnyj potencil kulturnych rastenij. Ekologene-
tičeskije osnovy**

Kišinev 1988. D 80.677

ELEKTROFORÉZA HORDEINOVÉ FRAKCE BÍLKOVINY JEČMENE V POLYAKRYLAMIDOVÉM GELU

K. Hubík

HUBÍK, K. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Elektroforéza hordeinové frakce bílkoviny ječmene v polyakrylamidovém gelu*. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 95-100.

Byly vypracovány metody elektroforetické separace hordeinové frakce zásobních bílkovin ječmene jarního v polyakrylamidovém gelu, a to v kyselém prostředí Al-laktátového pufru pH 3,1 a v přítomnosti dodecylsulfátu sodného — tzv. SDS-elektroforéza, separující bílkoviny v závislosti na jejich molekulové hmotnosti. Oběma metodami lze docílit rozdělení hordeinové frakce na jednotlivé složky o průměrném počtu okolo 15 až 17 komponentů. Na elektroforeogramech získaných u jednotlivých odrůd se projevil výrazný mezi- a vnitro-odrádový polymorfismus. Je citována možnost použití metod k identifikaci odrůd či ve šlechtění na rezistenci ječmene jarního vůči padlí travnímu.

Hordeum vulgare L.; elektroforéza; polyakrylamidový gel; molekulová hmotnost; polymorfismus; bílkoviny

Elektroforetické metody dělení prolaminové frakce (hordeinu) zásobních bílkovin ječmene jsou ve světovém měřítku velmi rozšířeny. Jeden z prvních pokusů oddělení hordeinů je práce [Ivanov, Mesrob, 1968] používající beznosičovou elektroforézu, s pomocí které se podařilo hordeinovou frakci rozdělit na šest komponentů. Další práce zabývající se elektroforézou hordeinové frakce zrna ječmene lze rozdělit podle používaného nosiče do dvou skupin.

V první skupině jsou to metody používající jako nosič škrobový gel [Doll, Brown, 1979; Pomorcev et al., 1985]. Na tomto přírodním polymeru, kde bílkoviny jsou děleny mimo jiné také pomocí tzv. gelového efektu, bylo docíleno značného zlepšení separace a metody používající škrobový gel jako nosič jsou široce rozšířeny [Pomorcev et al., 1985; Hýžba, Voňka, 1980; Šašek et al., 1988].

Druhá skupina využívá jako nosiče syntetického polymeru — polyakrylamidu. Metody pracující s polyakrylamidem lze rozdělit dále do několika podskupin. První podskupina zahrnuje metody separace hordeinů v kyselém prostředí s eventuálním přidavkem močoviny [Mesrob, Kancheva, 1970; Schilbach, 1979; Günzel, Fischbeck, 1979; Marchylo, La Berge, 1980]. Dále jsou to metody dělicí redukované a denaturované bílkoviny v prostředí detergentu, jako je SDS, a dělicí hordeiny na základě jejich molekulových hmotností [Shewry et al., 1977; Doll, Andersen, 1981]. Do poslední podskupiny lze

zařadit metody izoelektrické fokusace (Shewry et al., 1978), dělicí bílkoviny na základě jejich rozdílných izoelektrických bodů.

Cílem naší práce bylo vypracování metod dělení hordeinů v polyakrylamidovém gelu jak v kyselém prostředí, tak pomocí SDS-elektroforézy.

MATERIÁL A METODA

Veškeré chemikálie měly čistotu p. a., akrylamid byl dvakrát rekrystalovaný. Pro přípravu všech roztoků byla používána redestilovaná voda. Zdroj a zařízení pro vertikální elektroforézu vyrobily Vývojové dílny ČSAV. Použité odrůdy ječmene jarního byly vybrány ze světového sortimentu pro účely ověření metodiky.

Extrakce hordeinové frakce

Extrakce jak pro elektroforézu v kyselém prostředí, tak SDS-elektroforézu jsme prováděli roztokem 50% 1-propanolu obsahující 2% 2-merkaptoetanol (Shewry et al., 1980). Do malé centrifugační nádoby jsme přidali ke šrotu z jednoho zrna ječmene objem 0,1 cm³ extrakčního roztoku a extrahovali 1 h při teplotě laboratoře s občasným promícháním.

Elektroforéza v prostředí Al-laktátového pufru pH 3,1

Metoda je modifikací systému pro dělení gliadinů pšenice v polyakrylamidovém gelu (Buschuk, Zillman, 1978). Parametry gelu: T = 7,8 %, C = 4,7 %. Do gelu je přidána močovina o výsledné koncentraci 3 M. Použitý pufr jak elektrodový, tak gelový je 0,25% roztok Al-laktátu upravený na pH 3,1 kyselinou mléčnou. Polymerace využívá katalytického působení kyseliny askorbové a síranu železnatého. Jejich koncentrace v gelu jsou 0,1 % kyseliny askorbové a 0,0015 % FeSO₄ · 7 H₂O. Jako iniciátor polymerace se využívá peroxid vodíku, jehož výsledná koncentrace v gelu je 0,003%. Jelikož polymerace gelu je velmi rychlá (ca 60 až 120 s), je nutné přidat peroxid vodíku do připraveného roztoku monomerů, močoviny a katalyzátorů těsně před vrstvením gelu do připravené formy. Extrakt hordeinu před nanesením na start smícháme s 0,1 cm³ roztoku Al-laktátového pufru a sacharózy v poměru 1:1 (v/w) a odstředíme. Na start nanášíme 15 μl supernatantu podvrstvením. Elektroforézu provádíme při konstantním U = 200 až 220 V po dobu 5 až 6 h.

SDS-elektroforéza

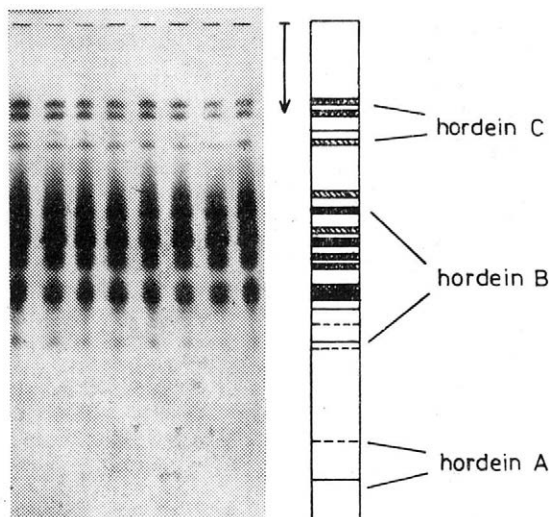
Postup redukce, alkylace a komplexace hordeinové bílkoviny s SDS pomocí dialýzy jsme prováděli s menší modifikací metody, kterou popsali Shewry et al. (1978). Modifikace spočívala v precipitaci bílkoviny v supernatantu odstředěného hordeinového extraktu převrstvením dvojnásobkem chladné destilované vody a uložením v lednici po dobu ca 4 h.

Vlastní SDS-elektroforéza byla provedena podle postupu, který popsal Laemmli (1970). Na start bylo naneseno podvrstvením 40 μl roztoku bílkoviny s přísadkou sacharózy pro zvětšení hustoty nanášeného vzorku. Elektroforéza zpočátku probíhala při U = 60 V po dobu 30 min a poté při U = 120 V až do doby, kdy markérovací barvivo (brómfenolová modř) dosáhlo spodního okraje gelu.

Fixace bílkoviny a barvení

Fixace byla prováděna ve 12,5% roztoku kyseliny trichlóroctové přes noc. Barvení probíhalo v 0,05% roztoku Coomassie brilliant blue R — 250 v 12% kyselině trichlóroctové. Po skončení barvení byl v případě elektroforézy v kyselém prostředí gel převrstven vodou, v případě SDS-elektroforézy odbarvován v 7% roztoku kyseliny octové.

1. Elektroforetické spektrum odrůdy 'Valtický' v kyselém prostředí Al-laktátového pufru pH 3,1 —
Electrophoretic spectrum of the 'Valtický' variety in acid medium of Al-lactate buffer with pH 3.1



VÝSLEDKY A DISKUSE

Elektroforetický (v kyselém prostředí v přítomnosti močoviny) separované hordeiny ukazuje obr. 1. Jde o spektrum hordeinů odrůdy 'Valtický'. Na tomto spektru lze rozlišit celkem 16 hordeinových složek různé intenzity zbarvení, rozpadajících se do dvou skupin na C- a B-hordeiny (Shewry et al., 1978), jejichž syntéza je řízena kodominantními alelami dvou odpovídajících komplexních strukturních lokusů *Hor* — 1, *Hor* — 2, lokalizovaných na krátkém rameni pátého chromozómu ječmene (Doll, Brown, 1979; Shewry et al., 1983). Málo intenzivní komponenty spektra ve spodní části gelu lze přiřadit k A-hordeinům (Shewry et al., 1978). Tato skupina bílkovin, která částečně již opustila gel, ve skutečnosti nepatří k pravým hordeinům, nýbrž se skládá podle aminokyselinového složení z tzv. CM-proteinů a nízkomolekulárního hordeinu (Aragoncillo et al., 1981). Jelikož spektrum A-hordeinů je invariantní mezi různými odrůdami ječmene, jsou tyto komponenty spektra ponechány často migrovat z gelu.

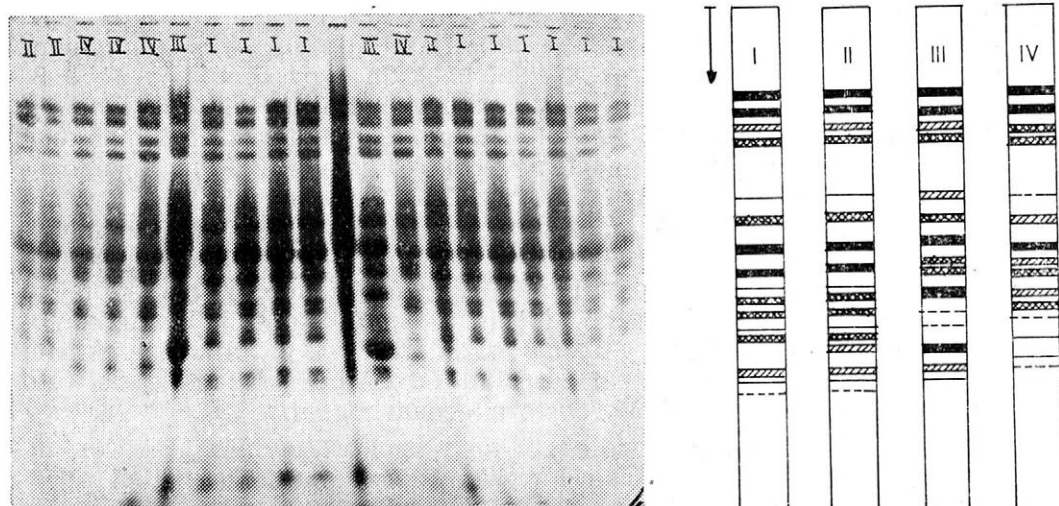
Pro lepší rozlišení elektroforetického spektra, zvláště B-hordeinů, byla provedena redukce vzorku 2-merkaptetanolem a následná alkylace vinylpyridinem (Friedman et al., 1970). Výsledkem bylo sice zaostření složek B-hordeinů, ale celkový počet komponentů této skupiny se silně zredukoval, což je v souladu s výsledky obdobných prací (Marchylo, LaBerge, 1980).

Výsledkem dělení zredukované a alkylované hordeinové frakce zásobních bílkovin ječmene podle jejich molekulových hmotností pomocí elektroforézy v přítomnosti dodecylsulfátu sodného je opět spektrum (obr. 2), rozpadající se na dvě hlavní skupiny. Je to skupina C-hordeinů s molekulovou hmotností nad 70 kD, B-hordeinů s molekulovou hmotností mezi 40 až 70 kD a dále komponenty tzv. A-hordeinů v dolní části gelu s molekulovou hmotností okolo 20 kD, o kterých již bylo diskutováno. Poté je to komponent s vysokou molekulovou hmotností nad 80 kD, tzv. D-hordein, který se od hordeinů skupiny C a B však liší a připomíná



2. SDS-elektroforéza hordeinů devíti odrůd ječmene jarního — SDS-electrophoresis of hordeins of nine spring barley varieties

1 — 'Peroga', 2 — 'Luč', 3 — 'Aramir', 4 — 'Montcalm', 5 — 'Ark Royal', 6 — 'Galina', 7 — 'Proctor', 8 — 'Triumpf', 9 — 'Korál'



3. Elektroforetická spektra hordeinu odrůdy 'Krajová koločovice', získaná elektroforézou v kyselém prostředí Al-laktátového pufru pH 3,1 — Electrophoretic spectra of hordeins of the 'Krajová koločovice' variety, obtained by electrophoresis in acid medium of Al-lactate buffer with pH 3.1

spíše pšeničné gluteniny včetně umístění lokusu Hor — 3, řídícího jejich syntézu, který se nachází na dlouhém rameni pátého chromozómu (Shewry et al., 1983). Na elektroforeogramech (obr. 2) jsou zobrazena spektra devíti odrůd ječmene jarního, které všechny vykazují různý typ hordeinového spektra. Na obr. 3 jsou hordeinová spektra odrůdy 'Krajová koločovice', zhotovená metodou elektroforézy v kyselém Al-

-laktátovém pufru. Tato spektra 20 zrn uvedené odrůdy se rozpadají do čtyř skupin. Oba příklady poukazují na mezi- a vnitroodrůdový polymorfismus hordeinů, a tudíž možnost využití elektroforézy hordeinů pro identifikaci odrůd, odhalování příměsí, resp. výběru vnitroodrůdových linií [Shewry et al., 1978; Šašek et al., 1988; Pomorcev et al., 1985; Günzel, Fischbeck, 1979]. Další z možností, týkající se využití elektroforetických spekter hordeinů, se zdá být genetická vazba lokusů Hor — 1 a Hor — 2 s geny odolnosti proti padlí travnímu Ml — a; Ml — k [Jensen et al., 1980], která se nabízí pro použití při šlechtění na rezistenci jarního ječmene vůči padlí travnímu. Pokud se týká srovnání obou metod z hlediska náročnosti a expeditivnosti, lze upřednostnit elektroforézu v kyselém prostředí Al-laktátového pufru pro její časovou nenáročnost a jednodušší pracovní postup oproti SDS-elektroforéze.

Literatura

- ARAGONCILO, C. — SANCHEZ-MONGE, R. — SALCEDO, G.: Two groups of low molecular weight hydrophobic proteins from barley endosperm. *J. exp. Bot.*, 32, 1981, s. 1279-1286.
- BUSHUK, W. — ZILLMAN, R. R.: Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, methods and nomenclature. *Can. J. Pl. Sci.*, 58, 1978, s. 505-512.
- DOLL, H. — ANDERSEN, B.: Preparation of barley storage protein, hordein, for analytical sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis. *Analyt. Biochem.*, 115, 1981, s. 61-66.
- DOLL, H. — BROWN, A. H. D.: Hordein variation in wild and cultivated barley. *Can. J. Genet. Cytol.*, 21, 1979, s. 391-404.
- FRIEDMAN, H. — KRULL, L. H. — CAVINS, J. F.: The chromatographic determination of cystine and cysteine residues in proteins as S-β-(4 pyridylthyl) cysteine. *J. biol. Chem.*, 245, 1970, s. 3868-3873.
- GÜNZEL, G. — FISCHBECK, G.: Diagnosing the variety of barley corn. Method and reliability of an electrophoretic process in practical use. *Brauwissenschaft*, 32, 1979, s. 226-232.
- HÝŽA, V. — VOŇKA, Z.: Elektroforetická diferenciacie hordeinů u genotypů sladovnického ječmene. *Rostl. Vyr.*, 26, 1980, č. 4, s. 441-447.
- IVANOV, CH. — MESROB, B. — PRUSIK, Z.: Fractionation of hordein by preparative continuous carrier-free electrophoresis. *Can. J. Biochem.*, 1968, s. 1301-1308.
- JENSEN, J. — JORGENSEN, J. H. — JENSEN, H. P. — GIESE, J. — DOLL, H.: Linkage of the hordein loci Hor-1, and Hor-2 with powdery mildew resistance loci Ml-k and Ml-a on barley chromosome 5. *Theor. appl. Genet.*, 58, 1980, s. 27-31.
- MARCHYLO, B. A. — La BERGE, P. E.: Barley cultivar identification by electrophoretic analysis of hordein proteins. I. Extraction and separation of hordein proteins and environmental effect on hordein electrophoregram. *Can. J. Pl. Sci.*, 60, 1980, s. 1343-1350.
- MESROB, B. — KANCHEVA, V.: Analytical separation of hordein fractions by disc electrophoresis on acrylamide gel. *J. Chromatogr.*, 46, 1970, s. 94-101.
- LAEMMLI, U. H.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T 4. *Nature*, 227, 1970, s. 680-685.
- POMORCEV, A. A. — NECVETAJEV, V. P. — SOZINOV, A. A.: Polimorfizm kulturnogo jačmenja po gordeinam. *Genetika*, 21, 1985, č. 4, s. 629-639.
- SCHILDBACH, R.: Identifizierung von Gerstensorten. *Mshr. Brau.*, 11, 1979, s. 470-478.
- SHEWRY, P. R. — ELLIS, J. R. S. — PRATT, H. M. — MIFLIN, B. J.: A comparison of methods for the extraction and separation of hordein fractions from 29 barley varieties. *J. Sci. Fd Agric.*, 29, 1978, s. 433-441.

SHEWRY, P. R. — FIELD, J. M. — KIRKMAN, M. A. — FAULS, A. J. — MIFLIN, B. J.: The extraction, solubility and characterization of two groups of barley storage polypeptides. *J. exp. Bot.*, 31, 1980, s. 393-407.

SHEWRY, P. R. — FINCH, R. A. — PARMAR, S. — FRANKLIN, J. — MIFLIN, B. J.: Chromosomal location of Hor-3, a new locus governing storage protein in barley. *Heredity*, 50, 1983, s. 179-186.

SHEWRY, P. R. — PRATT, H. M. — CHARLTON, M. J. — MIFLIN, B. J.: Two dimensional separation of the prolamines of normal and high lysine barley. *J. exp. Bot.*, 28, 1977, s. 597-605.

SHEWRY, P. R. — PRATT, H. M. — MIFLIN, B. J.: Varietal identification of single seeds of barley by analysis of hordein polypeptides. *J. Sci. Fd Agric.*, 29, 1978, s. 587-596.

ŠAŠEK, A. — ČERNÝ, J. — KRAUTOVÁ, E.: Hordeinová spektra vybraných odrůd čs. sortimentů ječmene jarního. *Genet. a Šlecht.*, 24, 1988, s. 47-56.

Došlo dne 28. 10. 1987

ГУБИК, К. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт зерноводства, Кромержиж): Электрофорез гордеиновой фракции белка ячменя в полиакриламидном геле. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (1) : 95-100.

Разработали методы электрофоретического сепарирования гордеиновой фракции запасных белков ячменя ярового в полиакриламидном геле, в кислой среде Al — лактатного буфера pH 3,1 и в присутствии додецилсульфата натрия — так называемый SDS-электрофорез, сепарирующий белки в зависимости от их молекулярной массы. Обоиими методами можно добиться разделения гордеиновой фракции на отдельные части при среднем числе около 15—17 компонентов. На электрофореограммах полученных у отдельных сортов проявился выразительный меж и внутрисортной полиморфизм. Цитируют возможность использования методов для идентификации сортов или селекции на резистентность ячменя ярового против мучнистой росе злаков.

Hordeum vulgare L.; электрофорез; полиакриламидный гель; молекулярная масса; полиморфизм; белки

HUBÍK, K. (OSEVA — Research and Breeding Institute of Cereal Crops, Kroměříž): *Polyacrylamide-Gel Electrophoresis of the Hordein Fraction of Barley Protein*. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (1) : 95-100.

Techniques were worked out of polyacrylamide-gel electrophoretic separation of the hordein fraction of storage proteins of spring barley: in acid medium of Al-lactate buffer with pH 3.1 and in the presence of sodium dodecyl sulphate — the so called SDS-electrophoresis, when the proteins are separated in relation to their molecular weights. Applying the two techniques, the hordein fraction can be separated into constituents having about 15—17 components on an average. Expressive inter- and intravarietal polymorphism was observed in electrophoregrams of different varieties. The above-mentioned techniques can be used for identification of the varieties or in breeding for resistance of spring barley to powdery mildew.

Hordeum vulgare L.; electrophoresis; polyacrylamide gel; molecular weight; polymorphism; proteins

Adresa autora:

RNDr. Květoslav Hubík, OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž

HODNOCENÍ VÝKONNOSTI HYBRIDŮ KUKUŘICE V MIKRO- A MAKROPROSTŘEDÍ

J. Vožda, B. Kubecová

VOŽDA, J. — KUBECOVÁ, B. (Mendeleum, Lednice na Moravě): *Hodnocení výkonnosti hybridů kukuřice v mikro- a makroprostředí*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 101-108.

V letech 1979 až 1981 byly zakládány pokusy s 13 hybridy kukuřice, a to vždy na dvou pokusných místech v každém roce. Každý z hybridů byl vyséván v osmi sponech, se vzdáleností řádků 700 mm, vzdáleností rostlin mezi řádky od 350 mm do 100 mm, což odpovídá hustotě porostu přibližně od 41 000 do 143 000 ks/ha. Cílem práce bylo sledování závislosti výnosu zrna na rostlinu (v g) a výnosu zrna na jednotku plochy (v t/ha) při různé hustotě porostu u všech 13 zkoušených hybridů kukuřice v průměru přes pokusná místa a ročníky. U všech sledovaných hybridů se projevil jednoznačný pokles individuální výkonnosti rostlin při zvyšování počtu jedinců na jednotku plochy. Naopak výkonnost hybridů při přepočtu výnosu v t/ha má jednoznačně vzestupnou tendenci ve směru zhušťování porostu. Přitom u žádného ze zkoušených hybridů nebylo ani ve sponu 700 X 100 mm (tj. asi 143 000 ks/ha) dosaženo kritické hranice, která by vedla ke snížení produkční schopnosti z plochy.

kukuřice; hustota porostu; mikroprostředí; makroprostředí; biologický výnos zrna na rostlinu; výnos zrna z jednotky plochy

Hustota porostu, vyjádřená počtem rostlin na jednotku plochy, je významným faktorem, ovlivňujícím výnos kukuřice. Je to faktor, který určuje využití produkčního potenciálu daného hybridu ve výrobní pěstitelské technologii.

Z činitelů ovlivňujících produkční schopnost hybridů v zahuštěných porostech jsou to zejména zabezpečení vodou, živinami a reakce hybridu na zahuštění.

Slechtění genotypů s vysokou tolerancí k zahuštění porostu je aktuálním problémem, který se ukazuje jako jedna z možností dalšího zvyšování produkční schopnosti hybridů kukuřice. Vychází se přitom z představ (Sapegin, 1929) o závislosti individuální produktivity rostlin na počtu rostlin na jednotce plochy. Podle citovaného autora agrocenóza poskytuje maximální produkční schopnost, když individuální produkce rostlin dosahuje 10 až 15 % z možné nejvyšší produktivity, avšak při odpovídající zvýšené hustotě porostu.

V řadě prací se setkáváme s názorem, že ranější hybridy lépe snáší vyšší hustotu porostu, což je zdůvodňováno nižším vzrůstem i menší listovou plochou rostlin (Kopecký, 1970; Valterová, 1976; Hertel, 1983 aj.). Naproti tomu např. Truksa, Záborský (1980) zjistili, že v podmínkách, kde jsou všechny vegetační faktory blízké optimu, nebezpečí z přehuštění se i u pozdějších hybridů odstraní nebo zmenší.

Názory řady autorů (Truksa, Záborský, 1978; Hertel, 1983 aj.) se shodují v tom, že pro zvyšování hustoty porostu se zdá vhodnější zmenšování mezi-

řádkové vzdálenosti (ze 700 na 500 až 400 mm) než zmenšování vzdálenosti rostlin v řádcích.

Zahušťování porostu kukuřice zvyšováním počtu jedinců na jednotce plochy je úzce spojeno s minimalizací konkurenční schopnosti rostlin daného hybridu. Jde tedy o jev autokonkurence (konkurence mezi jedinci téhož genotypu), jak jej formulovali Diakov, Dragavcev (1975), který může být v průběhu šlechtění testován a šlechtitelsky akceptován.

K posouzení vlivu různé hustoty porostu na produkční schopnost vybraných hybridů kukuřice byl námi organizován a hodnocen rozsáhlý pokus v různém mikro- a makroprostředí.

MATERIÁL A METODA

V letech 1979 až 1981 byly zakládány pokusy k hodnocení produkční schopnosti 13 hybridů kukuřice, a to vždy na dvou pokusných místech v každém pokusném roce.

Mikroprostředí zahrnovalo čtyři úplné a náhodně uspořádané bloky s 90 rostlinami na každém pokusném dílci a s různou hustotou porostů, danou odpovídajícím sponem. Spon byl volen s konstantní šířkou mezi řádky (700 mm) a variabilní vzdáleností rostlin v řádcích (od 350 mm do 100 mm). Pokusy byly tedy vysévány v osmi různých sponech, což představuje tyto počty rostlin na ha:

Spon v mm	Počet rostlin na ha
700 × 350	40 816
700 × 300	47 617
700 × 250	57 143
700 × 200	71 428
700 × 195	81 632
700 × 150	95 238
700 × 125	114 285
700 × 100	142 857

Makroprostředí zahrnovalo dvě pokusná místa (pokusné pozemky Mendelea a pozemky Školního zemědělského podniku VŠZ v Lednici) a tři po sobě následující pokusné ročníky (1979 až 1981). Sledování těchto faktorů makroprostředí umožnilo hodnotit zejména stabilitu fenotypového projevu produkční schopnosti hybridů.

Organizace pokusů byla na obou místech a ve všech ročnících naprosto shodná.

Charakteristika půdních podmínek pozemků v Mendeleu: jde o černozem na spraši, obsah nasyceného humusu 2,0 až 2,6 %, pH 6,5 až 7,2. Hloubka hladiny spodní vody je pod 10 m.

Půdní podmínky pozemků ŠZP VŠZ: semiglej — ekvivalent nivní půda zemědělské nomenklatury na aluvii řeky Dyje, obsah humusu 3,17 až 3,53 %, pH 5,3 až 5,6. Hloubka hladiny spodní vody kolísá od 60 cm do 2 m.

Dávky živin na ha v každém roce byly 180 až 200 kg N, 125 kg P₂O₅ a 230 až 250 kg K₂O.

Do pokusů byly zařazeny povolené hybridní populace a pokusné hybridní populace, získané vrcholovým křížením na úrovni dvojitých meziníiových hybridů: CE 195, CE 250, CE 270, CE 325, CE 330, Lg 9, LE 295, LD8-6, LD8-8, LD8-10, LD8-13, LD8-26, LD8-33. Tyto hybridy jsou podle délky vegetační doby zařazeny do skupiny FAO od 190 do 350.

V pokusech byl vedle řady dalších znaků sledován především individuální výkon rostlin, vyjádřený průměrným výnosem zrna na rostlinu v g, resp. přepočtený výnos zrna v t/ha.

Sklizeň se prováděla z 20 rostlin z plného zápoje středního řádku na každém pokusném dílci. Skutečná hmotnost zrna z těchto rostlin se přepočítávala na průměrnou hmotnost 20 rostlin i v případě výskytu neplodných rostlin v hustých sponech.

V základním statistickém modelu analýzy rozptylu trojného třídění pro hodnocení pokusu se vycházelo z předpokladu, že účinky všech faktorů jsou náhodné a vykazují normální a nezávislou distribuci.

Statistický model je dán následujícím vztahem:

$$x_{ijkl} = \mu + a_i + r_j + s_k + b_l + (ar)_{ij} + (as)_{ik} + (rs)_{jk} + (ars)_{ijk} + e_{ijkl}$$

kde: μ — průměr populace pro každý hybrid
 a_i — efekt pokusného místa
 r_j — efekt pokusného ročníku
 s_k — efekt sponů
 $(ar)_{ij}$ — efekt interakce pokusných míst a pokusných ročníků
 $(as)_{ik}$ — efekt interakce pokusných míst a sponů
 $(rs)_{jk}$ — efekt interakce pokusných ročníků a sponů
 b_l — efekt znáhodněných bloků
 $(ars)_{ijk}$ — efekt interakce pokusných míst, pokusných ročníků a sponů
 e_{ijkl} — efekt nekontrolovatelných faktorů (pokusná chyba)

I když tento předpokládaný model má některá omezení, jeho aplikace v daném případě je zcela adekvátní. Trifaktoriální analýza rozptylu umožňuje diferencovaně posuzovat podíl faktorů na výkonnosti jednotlivých hybridů.

Cílem provedeného pokusu bylo posouzení reakce náhodně vybraného souboru hybridů kukuřice na zahuštění porostu, vyjádřené biologickým výnosem zrna v průměru na rostlinu a přepočteným výnosem zrna na jednotku plochy. Jde tedy o posouzení průměrné individuální výkonnosti rostlin v daném sponu, přepočtené pak na jednotku plochy.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V tab. I jsou uvedeny základní meteorologické charakteristiky pokusných ročníků v období vegetace, které jsou společné pro obě pokusná místa.

Souhrnné výsledky analýzy rozptylu v rámci modelu jsou uvedeny v tab. II. Analýza rozptylu prokázala průkazný vliv všech tří základních faktorů na proměnlivost produkční schopnosti každého ze 13 hybri-

I. Základní meteorologické charakteristiky pokusných ročníků 1979 až 1981 pro obě pokusná místa — Basic meteorological characteristics of the test years 1979—1981 for the two test locations

Měsíc	1979			1980			1981		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Duben	8,43	50,8	4625	7,13	41,0	4040	8,92	22,5	5896
Květen	15,40	18,5	7778	12,22	61,4	7094	14,68	38,7	6519
Červen	19,68	104,2	6176	16,81	49,7	6596	18,50	54,3	6435
Červenec	17,21	58,5	5360	17,88	32,6	6402	18,44	57,9	6462
Srpen	17,64	59,1	6328	18,33	36,9	6164	19,14	33,8	6555
Září	15,01	26,8	5145	13,77	35,6	4526	15,18	102,6	4552
Průměr	155,6	52,98	5902	14,35	42,86	5803	15,81	51,63	6069

A — průměrná denní teplota vzduchu v °C

B — úhrn měsíčních srážek v mm

C — intenzita slunečního svitu v gcal/cm²

II. Analýza znaku výnos zrna na rostlinu u 13 hybridů kukuřice, hodnocených na grain yield per plant in 13 hybrids assessed at two locations, three years and eight

Zdroje	df	MS			
		Lg 9	CE 195	CE 250	CE 270
Místa	1	24,46 ⁺⁺	20,57 ⁺⁺	29,63 ⁺⁺	39,73 ⁺⁺
Roky	2	59,85 ⁺⁺	97,51 ⁺⁺	67,55 ⁺⁺	116,68 ⁺⁺
Spony	7	108,09 ⁺⁺	109,04 ⁺⁺	196,96 ⁺⁺	141,72 ⁺⁺
Místa × roky	2	76,69 ⁺⁺	60,17 ⁺⁺	106,56 ⁺⁺	92,35 ⁺⁺
Místa × spony	7	4,29 ⁺⁺	0,55	0,87 ⁺	1,09 ⁺⁺
Roky × spony	14	2,00 ⁺⁺	1,16 ⁺⁺	0,66	0,67 ⁺
Místa × roky × spony	14	1,41 ⁺⁺	0,49	2,20 ⁺⁺	0,79 ⁺⁺
Chyba	126	0,29	0,37	0,39	0,32

⁺⁺ $P < 0,01$

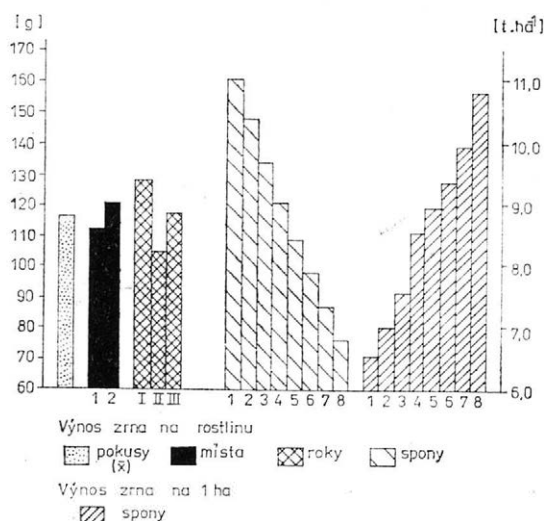
⁺ $P < 0,05$

dů. Tedy pokusná místa, ročníky i spony se významně podílely na proměnlivosti produkční schopnosti všech hybridních odrůd.

Podobně i spolupůsobení základních faktorů mikro- a makroprostředí se významně podílí na proměnlivosti produkční schopnosti, s malými výjimkami u čtyř hybridů (CE 195, CE 250, CE 235 a LD8-8). Poměrně nízká hodnota rozptylu pro nekontrolovatelné faktory ukazuje jednak na spolehlivost pokusu, jednak zvyšuje citlivost testů průkaznosti hodnot rozptylu pro jednotlivé faktory a jejich spolupůsobení.

Charakteristiky výkonnosti hybridů jako celku, vyjádřené v průměrných výnosech zrna na rostlinu (v g) v celém pokusu (přes ročníky, pokusná místa a spony), v pokusných místech (přes ročníky a spony), pokusných ročnících (přes místa a spony) a sponech (přes ročníky a místa), jsou uvedeny na obr. 1.

Průměrný výnos zrna na rostlinu v celém pokuse činil 116 g, což



1. Průměrné výnosy zrna na rostlinu (g) v pokuse, místech, ročnících a sponech a průměrné výnosy zrna podle sponů (t.ha⁻¹) — Average grain yields per plant (g) in a trial, locations, years and spacings, and average grain yields with respect to spacings (t per ha)

MS

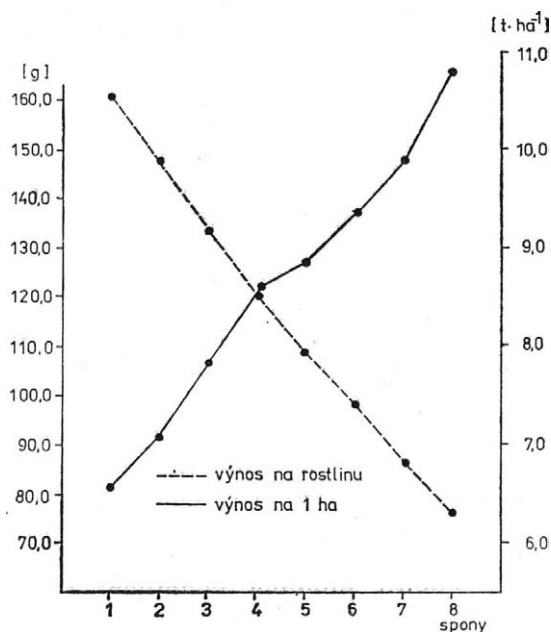
CE 325	LE 295	CE 330	LD8-6	LD8-8	LD8-10	LD8-13	LD8-26	LD8-33
19,50 ⁺⁺	29,14 ⁺⁺	7,87 ⁺⁺	163,08 ⁺⁺	25,27 ⁺⁺	90,38 ⁺⁺	73,64 ⁺⁺	64,29 ⁺⁺	49,97 ⁺⁺
202,65 ⁺⁺	89,59 ⁺⁺	119,50 ⁺⁺	116,97 ⁺⁺	35,76 ⁺⁺	103,94 ⁺⁺	12,11 ⁺⁺	215,93 ⁺⁺	108,52 ⁺⁺
188,27 ⁺⁺	217,14 ⁺⁺	300,85 ⁺⁺	294,59 ⁺⁺	248,85 ⁺⁺	264,55 ⁺⁺	259,90 ⁺⁺	254,21 ⁺⁺	271,63 ⁺⁺
213,21 ⁺⁺	140,65 ⁺⁺	192,54 ⁺⁺	112,04 ⁺⁺	133,96 ⁺⁺	101,65 ⁺⁺	102,51 ⁺⁺	118,49 ⁺⁺	201,65 ⁺⁺
1,45 ⁺⁺	3,52 ⁺⁺	1,92 ⁺⁺	2,61 ⁺⁺	0,83	3,21 ⁺⁺	2,75 ⁺⁺	1,45 ⁺	1,24 ⁺⁺
0,62 ⁺	0,73 ⁺⁺	1,72 ⁺⁺	3,63 ⁺⁺	2,64 ⁺⁺	1,81 ⁺⁺	4,54 ⁺⁺	1,06 ⁺	7,44 ⁺⁺
0,56	2,31 ⁺⁺	1,46 ⁺⁺	2,14 ⁺⁺	1,56 ⁺⁺	1,70 ⁺⁺	1,13 ⁺⁺	1,62 ⁺⁺	1,99 ⁺⁺
0,35	0,33	0,39	0,37	0,41	0,48	0,51	0,53	0,44

odpovídá průměrnému výnosu zrna 8,59 t/ha. Co se týká pokusných míst, je průměrný výnos zrna na rostlinu vyšší v druhém pokusném místě — na pozemcích ŠZP VŠZ, kde byla vysoká hladina spodní vody využitelná rostlinami.

Pokusné ročníky se velmi výrazně lišily, což se projevilo i na průměrných výnosech zrna na rostlinu. Příznivější byly pokusné ročníky 1979 a 1981.

Velmi významná je gradace výkonnosti rostlin v jednotlivých sponech, prokazujících jednoznačně pokles individuální produkce rostlin se

2. Průměrné výnosy zrna na rostlinu (g) a výnosy zrna (t. ha⁻¹) v závislosti na hustotě porostu v průměru u 13 hybridů kukuřice v letech 1979 až 1981 — Average grain yields per plant (g) and grain yields (t per ha) in relation to stand density — average values for 13 maize hybrids in 1979—1981



Hybrid	Spony		
	průměr	700 × 350 mm	700 × 100 mm
1. CE 330	9,57	7,35	11,73
2. LD8-33	9,08	7,13	11,37
3. CE 325	9,00	6,63	11,70
4. LD8-10	8,91	7,14	11,73
5. CE 250	8,89	6,69	11,71
6. CE 270	8,82	6,25	12,00
7. Lg 9	8,66	5,81	11,63
8. LD8-26	8,61	6,72	10,37
9. LE 295	8,56	6,56	10,40
10. LD8-8	8,12	6,45	9,68
11. LD8-6	8,09	6,79	9,53
12. LD8-13	8,07	6,46	9,64
13. CE 195	7,29	5,41	9,80

zvyšující se hustotou porostu. Ve sponu 700 × 350 mm dosahovala individuální výkonnost rostlin 161 g zrna, zatímco ve sponu 700 × 100 mm jen 76 g.

Zcela jiná je však závislost při přepočtu výnosu zrna na jednotku plochy (přes pokusná místa a ročníky). V největším sponu (700 × 350 mm) byl průměrný výnos zrna všech hybridů 6,56 t/ha, zatímco ve sponu 700 × 100 mm činil 10,86 t/ha. Závislost výnosu zrna na rostlinu (v g) a výnosu zrna na jednotku plochy (v t/ha) při různé hustotě porostů v průměru všech 13 zkoušených hybridů v místech a ročnících, je znázorněna na obr. 2.

Individuální výkonnost rostlin má při zvyšování počtu rostlin na ha jednoznačně sestupnou tendenci. Tato tendence se shodně projevila u všech zkoušených hybridů s tím, že jednotlivé hybridy projevují specifický genetický základ produkční schopnosti. Naopak výkonnost hybridních odrůd při přepočtu výnosu na t/ha má jednoznačně vzestupnou tendenci ve směru zahuštění porostu. Tato tendence je opět u všech hybridních odrůd naprosto shodná. Například výnosy jednotlivých hybridů se ve sponu 700 × 350 mm pohybují od 5,41 do 7,35 t/ha, při individuální výkonnosti rostlin od 133 do 180 g. Naproti tomu ve sponu 700 × 100 mm se výnosy jednotlivých hybridů pohybují od 9,53 do 12,0 t/ha, při individuálním výnosu na rostlinu od 69 do 86 g.

V tab. III jsou uvedeny výnosy všech 13 hybridních odrůd v t/ha v pořadí podle průměrné výkonnosti v celém pokuse (přes všechny spony, pokusná místa a ročníky) s uvedením výnosu v extrémních sponech (700 × 350 mm a 700 × 100 mm). Hybrid CE 330, který má v hodnoceném souboru nejdelší vegetační dobu, dosahoval nejvyšší výnos jak v průměru celého pokusu (9,57 t/ha), tak i v maximálním (7,35 t/ha)

a minimálním sponu (11,73 t/ha). Hybrid CE 270, který v průměru celého pokusu je podle výnosu zařazen na šestém místě (8,82 t/ha), dosahoval ve sponu 700 X 100 mm nejvyšší výnos (12,0 t/ha). Hybrid CE 195 dosahoval nejnižší výnos v průměru celého pokusu v maximálním sponu, kdežto ve sponu nejmenším byl na desátém místě.

Z výnosů ve sponu 700 X 100 mm je zřejmé, že v podstatě u žádného ze zkoušených hybridů nebylo dosaženo kritické hranice, která by vedla ke snižování produkční schopnosti. Tato skutečnost je potvrzována i výsledky pokusů, prováděných v posledních letech v Mendeleu pro genetické studie kvantitativních znaků, ve kterých spon 500 X 100 mm (tj. 200 tis. jedinců na ha) není zcela kritickou hranicí.

Získané výsledky umožňují dílčí podrobné studie, týkající se zejména funkčních závislostí počtu rostlin na ha a individuální výkonnosti rostlin, podobně jako genetických aspektů produkčních schopností hybridů, jejich fenotypové stability v prostředích apod.

Provedený pokus potvrzuje předpoklad, že cesta zvyšování produkční schopnosti hybridních odrůd kukuřice prostřednictvím získávání nejen raných, ale i pozdějších genotypů s vysokou tolerancí k zahuštění porostu je reálná a efektivní.

Pěstitelské aspekty možnosti zahuštěného výsevu hybridů kukuřice samozřejmě zahrnují celou řadu dalších charakteristik, které je nutno brát v úvahu (lámavost stébla, poléhavost, výskyt chorob, neplodnost apod.). Tato hlediska jsou však otázkami, které je nutno zohledňovat v rámci konkrétních pěstitelských programů jak ve vztahu k lokalitám, tak i k hybridním odrůdám, proto získané výsledky nelze považovat za jednoznačná doporučení pěstitelské praxi.

Literatura

- DIÁKOV, A. B. — DRAGAVCEV, V. A.: Konkurentosposobnost rastěnij v svjazi s selekcijej. I. Naděžnost ocenki genotipov po fenotipam i sposobnost jejo povyšeniya. Genetika, 2, 1975, č. 5, s. 11-22.
- HERTEL, F.: Vliv hustoty porostu na výnos zrna kukuřice. Úroda, 31, 1983, č. 3, s. 106-107.
- KOPECKÝ, O.: Zásady úspěšného pěstování kukuřice na siláž. Biol. a Chem. Výž. Zvíř., 1970, č. 3, s. 203-206.
- SAPEGIN, A. A.: Selekcija sel'skochozjajstvennyh rastěnij. Oděsa, 1929.
- TRUKSA, J. — ZÁBORSKÝ, J.: Vplyv organizácie porastu na úrodu hybridov kukurice pri závlahe. Rostl. Výr., 24, 1978, č. 11, s. 1173-1182.
- TRUKSA, J. — ZÁBORSKÝ, J.: Úrodnosť hybridov kukurice pri rôznej organizácii porastu v závlahových podmienkach. Rostl. Výr., 26, 1980, č. 6, s. 639-649.
- VALTEROVÁ, L.: Přehľad výsledkov štátnych odrodových skúšok — kukurice na siláž a na zrno. ÚKSÚP — HOS Vrakuňa, Bratislava 1976.

Došlo dne 15. 1. 1987

ВОЖДЯ, Я. — КУБЕЦОВА, В. (Менделеев, Леднице на Мораве): Оценка продуктивности гибридов кукурузы в микро- и макросреде. Rostl. Výr., 35, 1989 (1) : 101-108.

В 1979—1981 гг. заложили опыты с 13-ью гибридами кукурузы, причем всегда на двух опытных местонахождениях в каждом году. Каждый из гибридов сеяли в 8 схемах посадки, с расстоянием рядков 700 мм, расстоянием растений между рядками от 350 мм до 100 мм, это соответствует густоте посева приблизительно от 41 000 до 143 000 растений на 1 га. Целью работы было изучение зависимости урожая зерна на единицу площади (в т. га⁻¹) при разной густоте посева у всех 13-ти аттестированных гибридов кукурузы в среднем через опытные места и года. У всех изучаемых гибридов

проявилось однозначное понижение индивидуальной продуктивности растений при увеличении числа особей на единицу площади. Наоборот продуктивность гибридов при пересчете урожая в т.га⁻¹ имеет однозначно восходящую тенденцию по направлению загущения посева. При этом у никакого из испытываемых гибридов не было даже в случае схемы посадки 700 X 100 мм (т.е. приблизительно 143 000 растений на 1 га) получено критической границы, которая бы приводила к понижению продуктивной способности из площади.

кукуруза; густота посева; микросреда; макросреда; биологический урожай зерна на растение; урожай зерна на единицу площади

VOŽDA, J. — KUBECOVÁ, B. (Mendeleum, Lednice na Moravě): *Performance Assessment in Maize Hybrids in Micro- and Macroenvironments*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 101-108.

Mutual correlations of grain yield per plant (in grams) and grain yield per unit area (in tons.ha⁻¹) were analyzed for various stand densities. Thirteen maize hybrids were investigated, all of them at two different locations in the years 1979—1981. Each location was sown in eight spacings. The inter-row spaces being constant 700 mm, the spaces between the plants in a row varied from 350 mm to 100 mm, which corresponded to densities approximately from 41 000 to 143 000 plants per ha. All hybrids showed a clear drop of individual yield correlated with the increasing number of plants per unit area. On the other hand, the total yield in t.ha⁻¹ tends to increase steadily with the stands becoming denser. None of the hybrids reached the critical threshold decreasing the total production capacity of a given area, not even at the highest density of 700 X 100 mm (i. e. approximately 143 000 plants per ha).

maize; stand density; micro and macroenvironment; grain yield per plant; grain yield per unit area

VOŽDA, J. — KUBECOVÁ, B. (Mendeleum, Lednice na Moravě): *Bewertung der Ertragsleistung von Maishybriden unter Mikro- und Makro-Anbaubedingungen*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (1) : 101-108.

In den Jahren 1979 bis 1981 wurden Versuche mit 13 Maishybriden je auf zwei Standorten in jedem Jahr angelegt. Jede von den Hybriden wurde in 8 Standweiten, in einem Reihenabstand von 700 mm und in einer Pflanzenentfernung zwischen den Reihen von 350 bis 100 mm ausgesät, was einer Bestandsdichte von ungefähr 41 000 bis 143 000 Pflanzen je ha⁻¹ entspricht. Die vorliegende Arbeit verfolgt die Abhängigkeit des Körnerertrages je Pflanze (in g) und Flächeneinheit (in t.ha⁻¹) bei einer unterschiedlichen Bestandsdichte bei allen 13 getesteten Maishybriden im Durchschnitt von Versuchslokalitäten und Jahrgängen. Bei allen untersuchten Hybriden war ein eindeutiger Abfall der individuellen Leistung der Pflanzen bei einer entsprechenden Steigerung der Zahl der einzelnen Pflanzen je Flächeneinheit zu verzeichnen. Bei Umrechnung des Ertrages in t.ha⁻¹ weist die Leistung der Hybriden ganz eindeutig eine steigende Tendenz zur Steigerung der Bestandsdichte auf. Bei keiner der getesteten Hybriden wurde sogar in einer Standweite von 700 X 100 mm (d. h. etwa 143 000 Pflanzen.ha⁻¹) die kritische Grenze erreicht, die zur Senkung des Produktionsvermögens je Flächeneinheit geführt hätte.

Mais; Bestandsdichte; Mikromilieu; Makromilieu; biologischer Körnerertrag je Pflanze; Körnerertrag je Flächeneinheit

Adresa autorů:

Doc. RNDr. Jan Vožda, CSc., ing. Bohumila Kubecová, CSc., Mendeleum, vědecké pracoviště Vysoké školy zemědělské, Brno, 691 44 Lednice na Moravě

NĚKTERÉ ASPEKTY UPLATNĚNÍ METOD BIOLOGICKÉHO BOJE PROTI PLEVELŮM

J. Kinkorová

Ochrana kulturních rostlin proti plevelům je nedílnou součástí ochrany rostlin proti škodlivým činitelům. Odhad plevelů ve světě činí asi 2000 druhů, tj. 2,5 % z celkového počtu druhů rostlinné říše (Batra, 1982). Na ochranu rostlin proti plevelům se v současné době používají především chemické přípravky — herbicidy. Aplikují se na plochách kulturních rostlin a tendence směřují k výrobě selektivně působících přípravků proti určitým plevelům vzhledem k aplikačním možnostem v jednotlivých plodinách. Přestože chemická ochrana s sebou nese i negativní důsledky ekologické a vysoké náklady nejen na výrobu, ale také na aplikaci, předpokládá se, že i v budoucnu bude jejich úloha nezastupitelná. V ochraně proti plevelům se vedle zlepšování klasických metod hledají nové, moderní, které by stávající metody doplnily a odstranily některé negativní důsledky jejich použití. Kromě agrotechnických zásahů, šlechtění na posílení alelopatických vlastností kulturních rostlin a využití vztahu kompetice, posílení úlohy evidence a předpovědi výskytu plevelů patří mezi perspektivní i metody biologického boje proti plevelům.

Předností metod biologické ochrany je racionální využívání přirozených vztahů mezi rostlinami a jejich parazity. Nedochází tak k narušování agrobiocenózy vlivem aplikace chemických přípravků, ukládání reziduí toxických látek v půdě a rostlinách a vzniku rezistence u plevelů. Nedostatky, na které je nejčastěji v souvislosti s biologickým bojem poukazováno, je složitější aplikace, pomalý účinek a také to, že ochranný zásah podléhá vlivům mnoha faktorů, což činí výsledek značně nejistý. Na druhou stranu je třeba zdůraznit, že při aplikaci biologických metod se uvažují dvě skupiny živých organismů (rostlina a její parazit) s odlišnými a specifickými vlastnostmi a využití jejich vzájemného vztahu a regulace tohoto vztahu podle konkrétních potřeb není tak rychlé a účinné ve srovnání s okamžitým chemickým zásahem. Možnosti biologické ochrany však spočívají v uplatnění konkrétní metody (tj. konkrétní plevel a konkrétní parazit) tak, aby se co nejlépe vyhovělo požadavku rychlého a dostatečného účinku, a na volbě ploch, kde je možno tuto metodu s úspěchem uplatnit. Volba plevelné rostliny je dána její hospodářskou významností (jaké škody působí v jednotlivých plodinách) a dále vychází ze znalosti průběhu růstových fází, způsobů rozmnožování a citlivosti jednotlivých růstových fází k parazitům. Z toho pak vyplývá volba vhodného bioagens, které by mělo ideálně splňovat tyto požadavky: zasahovat rostlinu před tím, než dosáhne škodlivé růstové fáze, maximálně ji poškozovat, až zničit (vychází se ze znalostí, na jakou část rostlinného těla své hostitelské rostliny je parazit vázán a jakou dobu svým vývojovým cyklem poškozuje rostlinu), být monofágem specializovaným na daný plevel, být odolný vůči vlivům biotických a abiotických faktorů v uvažované agrobiocenóze, zabránit vzniku a vývoji rozmnožovacích orgánů a uvolnění semen. Při výběru vhodných parazitů plevelů je snaha se tomuto ideálnímu modelu co nejvíce přiblížit.

Jako perspektivní bioagens se ukázali někteří zástupci dvojkřídlého hmyzu. Zástupci čeledi vrtulovitých (*Diptera*, *Tephritidae*) patří do skupiny fytofágního hmyzu a larvy mnoha druhů jsou svým vývojem vázány na plevele čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*), zahrnující mnoho celosvětově závažných plevelů (např. *Carduus* spp., *Cirsium* spp., *Centaurea* spp.). Na tyto plevele a druhy vrtulovitých je zaměřen výzkum v USA a Kanadě, kde již bylo dosaženo mnoha úspěchů (Kovalev, 1980). V těchto zemích je biologický boj proti plevelům s využitím zástupců čeledi vrtulovitých zaměřen na plevelné rostliny z čeledi hvězdnicovitých, které sem byly zavlečeny (nejčastěji z Evropy), a jsou studovány druhy vrtulovitých, které by mohly být introdukovány z podobných geografických oblastí a využívány jako jejich parazité.

Jedním z úspěšných zásahů v USA a Kanadě bylo omezení chrpy *Centaurea diffusa* Lam., která se po zavlečení z Evropy enormně rozšířila a působila vážné

hospodářské problémy. Byly vypuštěny dva druhy vrtulovitých (*Urophora affinis* Frfld. a *U. quadrifasciata* Meig.), jejichž larvy poškozují generativní orgány této chrpky. Během pěti let byla zamořená plocha zredukována na jednu třetinu původní rozlohy. Byly již vyčísleny i finanční náklady: na výzkum a realizaci biologického programu boje proti chrpě *Centaurea diffusa* se vynaložilo šestkrát méně, než by stálo ošetření chemickými přípravky (Kelleher & Hulme, 1984). Tento a další příklady ze zahraničí ukazují, že metody biologického boje proti plevelům jsou perspektivní.

Jaké biocenózy a jaké metody biologického boje proti plevelům je možno uvažovat?

V první fázi využití biologických metod bude třeba upustit od zemědělských ploch, kde se provádí pravidelná chemická ochrana. Jsou však oblasti, které se chemicky neošetřují z důvodů vysokých ekonomických nákladů, vzhledem k jejich obtížné dostupnosti pro používanou mechanizaci, z nedostatku pracovních sil a z důvodů časových, resp. jejich význam jako zdrojů šíření plevelů je opomíjen. Tyto oblasti je v zásadě možno rozdělit do dvou skupin: na relativně stálé biotopy a na nově vznikající a měnící se biotopy v důsledku intenzivní antropogenní činnosti.

Do první skupiny patří např. okolí velkých průmyslových komplexů a elektráren, zdravotnických, potravinářských a zemědělských zařízení, rekreačních středisek a zotavoven, pionýrských táborů, velkých sportovních zařízení a sídlišť, dále pásy podél silničních a dálničních úseků, odpočívadla a dálniční křižovatky, okolí benzinových čerpadel a motorestů, železniční násypy, pásy pod zdroji vysokého napětí.

Do druhé skupiny patří např. oblasti, kde v důsledku výstavby dochází k velkým přesunům orné půdy, oblasti nové zástavby a výstavby průmyslových komplexů a elektráren, sídlišť, skřívky ornice v okolí lomů, dolů a povrchových dolů, kde půda leží často mnoho let bez dalšího využití.

Tyto plochy jsou záhy kolonizovány plevely, mimo jiné i z čeledi hvězdnicovitých. Výše zmíněné uměle vzniklé a často dále neupravované lokality se stávají rezervoárem množením a zdrojem šíření plevelů. Invaze jejich přirozených parazitů je následná, doprovodná, s určitým časovým odstupem. Význam těchto oblastí jako zdrojů plevelů nebyl dosud důsledně zhodnocen.

Biologická ochrana jako introdukce vybraných druhů parazitů do výše zmíněných oblastí výskytu plevelů by řešila některé otázky spojené s ochranou rostlin: — omezení šíření generativních i vegetativních rozmnožovacích orgánů plevelných rostlin;

— vznik rezervoáru přirozených parazitů plevelů, kde by se množili a odkud by se šířili;

— urychlení tvorby přirozeného vztahu plevel — parazit pro možnost jejich introdukce do dalších oblastí.

V oblastech, kde se přirozený parazit plevele vyskytuje, ale nedostatečně omezuje výskyt a šíření plevele, by se jako vhodná metoda uplatnilo umělé zvýšení hustoty populací vybraných druhů parazitů.

Zástupci čeledi vrtulovitých, jako významní přirození parazité některých hvězdnicovitých plevelů, mají předpoklady pro uplatnění v biologické ochraně vzhledem ke způsobu, jak poškozují hostitelské rostliny (při napadení generativních orgánů jsou poškozovány: květní lůžko, zárodky květů, vyvíjející plody), a vzhledem k některými bionomickým a fenologickým charakteristikám (plodnost samic; počet semen, které larvy v průběhu svého vývoje zničí; snášenlivost s jinými druhy parazitů apod.).

Otázkou zůstává způsob vytvoření zdrojů vrtulovitých pro introdukci do uvažovaných oblastí nebo pro zvýšení koncentrace do oblastí za účelem zvýšení hustoty populací. Byly již dosaženy určité výsledky s umělými masovými chovy, ale patrně by nebyly schopny pokrýt všechny požadavky, a proto se jako levnější a efektivnější ukazuje sběr silně parazitovaného materiálu plevelů v oblastech hojného výskytu. Mezi takové patří oblasti, kde jsou přirozené podmínky poměrně málo narušovány, a proto by mohly být nejen zdrojem parazitovaného materiálu plevelů, ale i zdrojem dalších informací o hostitelských spektrech jednotlivých druhů vrtulovitých a informací pro doplnění některých údajů bionomických.

V ČSSR systematický výzkum možností uplatnění metod biologického boje proti plevelům zatím chybí, avšak nelze tuto problematiku opomíjet. Zkušenosti ze zahraničí je možno využívat jen velmi omezeně, protože převážná většina

hvězdnicovitých plevelů nebyla do ČSSR zavlečena, ale je přirozenou součástí biocenózy. Možnosti introdukce parazitů z jiných oblastí jsou téměř nemožné, neboť skoro všichni významní parazité těchto plevelů pocházejí z Evropy, kde se vyskytují ve společenství se svými hostitelskými rostlinami. Dalším limitujícím faktorem je charakter zemědělského hospodaření s vysokými dávkami průmyslových hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Nelze opominout ani velikost a strukturu ploch zemědělských plodin a jejich členitost (např. ve srovnání s USA).

Некоторые аспекты применения методов биологической борьбы против сорняков

Применение биологических методов в защите растений направляется на ограничение негативных последствий пестицидов на окружающую среду. Для биологической защиты против сорняков перспективным биологическим объектом себя показывают представители семейства пестрокрылок (*Diptera, Tephritidae*), личинки которых паразитируют на ряде хозяйственно ценных сорняков семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Личинки некоторых видов своим объеданием значительно ограничивают развитие генеративных органов и высвобождение семян. Биологические методы борьбы против сорняков при применении представителей пестрокрылок найдут применение в областях без постоянной химической защиты, областях с ограничением возможности применения химических веществ, к которым следует отнести защитные пояса водных источников, области отдыха и др., которые часто бывают опасными очагами расширения сорняков.

Some Aspects of Using the Methods of Biological Weed Control

The use of biological methods in plant protection is aimed at reducing the adverse effects of pesticides on the environment. Representatives of the fruit fly family (*Diptera, Tephritidae*) appear to be promising biological agents: their larvae parasitize on a number of economically important weeds of the *Asteraceae* family. The larvae of some species, parasitizing on the plants, restrict substantially the development of the generative organs and the release of seeds. Biological methods of weed control with the use of representatives of the fruit fly family can be used in areas without permanent chemical control and in areas where the possibility of using chemicals is limited such as the water resource protection zones, recreational areas and the like, which often develop into dangerous foci of the spreading of weeds.

Einige Aspekte des Einsatzes von Methoden der biologischen Unkrautbekämpfung

Die Anwendung biologischer Methoden im Pflanzenschutz ist auf eine Einschränkung der negativen Nebenwirkungen von Pestiziden auf die Umwelt orientiert. Bei der biologischen Unkrautbekämpfung erweisen sich als perspektivisches Bioagens Vertreter der Familie der Fruchtfliegen (*Diptera, Tephritidae*), deren Larven an einer Reihe wirtschaftlich bedeutender Unkrautarten der Familie Korbblütler (*Asteraceae*) parasitieren. Larven mancher Arten schränken durch ihren Fraß die Entwicklung der generativen Organe sowie die Freigabe der Samen wesentlich ein. Die Methoden der biologischen Unkrautbekämpfung mit dem Einsatz von Vertretern der Familie Fruchtfliegen kommen besonders in Gebieten ohne beständigen chemischen Schutz, in Gebieten mit beschränkter Applikationsmöglichkeit chemischer Stoffe (wie z. B. Wasserschutzgebiete, Erholungsgebiete), die häufig zu gefährlichen Herden der Unkrautausbreitung werden, zur Geltung.

RNDr. Judita Kinkorová, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

Jednotlivé práce nemají přesahovat rozsah 12 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Ilustrace, grafy, tabulky a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na zadní straně se vyznačí tužkou pořadové číslo obrázků nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

Vlastní úprava práce

Název práce (titul) nemá přesahovat 85 úhozů. Jména autorů se uvádějí bez titulů s počátečním písmenem jména.

Souhrn — Vypracování souhrnu je nutné věnovat obzvláštní péči. Autor do něho má shrnout vše, co je na jeho práci pozoruhodné a nové a co má být dokumentováno. Souhrn má být nekritickým informačním výběrem významného obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, nemá ji však nahradit. Nesmí překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl psán celými větami a ne telegrafickým způsobem. Souhrn začíná jménem autorů, adresou pracoviště, titulem článku a citací časopisu.

Klíčová slova (Key words, index terms) — Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovými slovy rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.

Úvod — Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna a velmi stručnou formou stav studované otázky. Je nutno se v něm vyhnot rozsáhlým historickým přehledům. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejnížší počet autorů.

Materiál a metoda — Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

Výsledky — Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse — Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se ocitovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud mají souvislost nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

Literatura — Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit abecedně podle jména prvních autorů; přijmení (verzálkami); zkratka jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslo se uvádí zkratka č. a před první stránku s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora (čárka) a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu.

Pokud autor používá v práci zkratek jakéhokoliv druhu, je nutné, aby se předešlo omylům při překladech. V názvu práce a v souhrnu je lépe zkratek nepoužívat.

Na zvláštním listě uvede autor plné jméno (i u spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ.

Франтик Т., Коблигова Г., Коварж П., Стейскалова Г.: Влияние густоты посева на взаимодействие некоторых видов сорняков с пшеницей яровой	63
Чапек Й.: Влияние морфорегуляторов на формирование элементов продуктивности ржи посевной	74
Ямришка П.: Влияние нормы высева, срока уборки овса и ячменя с подсевом люцерны на урожай кормов	83
Марек М., Беранова Я.: Влияние возрастающей концентрации нитратов в питательном растворе на фотосинтетическую характеристику первичных листьев ячменя ярового (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	92
Губик К.: Электрофорез гордеиновой фракции белка ячменя в полиакриламидном геле	100
Вождя Я., Кубецова В.: Оценка продуктивности гибридов кукурузы в микро- и макросреде	107
Кинкорова Ю.: Некоторые аспекты применения методов биологической борьбы против сорнякам	112

CONTENTS

Procházková B., Hudcová M.: Agrochemical Properties of Light Soils in relation to the Methods of Tillage	7
Hudcová O.: The Influence of Long-Term Fertilizing on the Factors of Soil Potassium Regime	15
Kulíková A., Hartman V., Němeček J.: Trace Elements in the Cambisols	28
Rozsypal R.: Foliar Application of Nitrogen and Phosphorus to Winter Wheat	36
Přikryl K.: The Grain Yield in Winter Wheat Influenced by Changes in the Contents of Nutrients, Sugars and Dry Matter in the Stage of Grain Formation	45
Foltýn J., Rogalewicz V.: The Geometry of Leaf Area in Wheat Stands with Row and Broadcast Sowing and a Possibility of Radiation Utilization	58
Frantík T., Kobliňová H., Kovář P., Stejskalová H.: Weed Species X Spring Wheat Interaction as Influenced by Plant Density and Sowing Date	63
Čapek J.: The Influence of Morphoregulators on the Formation of Productivity Components in Rye	74
Jamříška P.: The Influence of Sowing Rate and Harvest Date of Oat and Barley with Lucerne Underseeding on Fodder Yield	83
Marek M., Beranová J.: The Influence of Increasing Concentrations of Nitrates in Nutrient Medium on the Photosynthetic Characteristics of Primary Leaves of Spring Barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	92
Hubík K.: Polyacrylamide-Gel Electrophoresis of the Hordein Fraction of Barley Protein	100
Vožda J., Kubecová B.: Performance Assessment in Maize Hybrids in Micro- and Macroenvironments	108
Kinkorová J.: Some Aspects of Using the Methods of Biological Weed Control	112

INHALT

Procházková B., Hudcová M.: Agrochemische Eigenschaften der Leichtböden in Beziehung zur unterschiedlichen Bodenbearbeitung	7
Hudcová O.: Einfluss einer langfristigen Düngung auf Regimefaktoren des Bodenkalkiums	16
Kulíková A., Hartman V., Němeček J.: Spurenelemente der Braunerden	(E) 28
Rozsypal R.: Blattapplikation von N und P bei Winterweizen	36

Příkryl K.: Einfluss der Veränderungen im Gehalt an Nährstoffen, Zuckern und Trockensubstanz während der Kornbildung auf den Winterweizenkörnerertrag	45
Foltýn J., Rogalewicz V.: Geometrie der Blattfläche in den breit- und drillgesäten Weizenbeständen und Möglichkeiten zur Ausnutzung der Radiation (E) 58	58
Frantík T., Koblihová H., Kovář P., Stejskalová H.: Einfluss der Aussaatdichte und der Aussaattermins auf Wechselwirkungen einiger Unkräuter mit Sommerweizen	64
Čapek J.: Einfluss der Morphoregulatoren auf ertragsbildende Faktoren bei Roggen	74
Jamříška P.: Einfluss von Aussaatmenge und Erntetermin für Hafer und Gerste mit Luzerne als Untersaat, auf Futterpflanzenenertrag	83
Marek M., Beranová J.: Einfluss der zunehmenden Konzentration von Nitraten in der Nährlösung auf die photosynthetische Charakteristik der Primärblätter der Sommergerste (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	93
Hubík K.: Elektrophoräse der Hordeinfraction der Gerstenproteine im Polyakrylamidgel (E) 100	100
Vožda J., Kubecová B.: Bewertung der Ertragsleistung von Maishybriden unter Mikro- und Makro-Anbaubedingungen	108
Kinkorová J.: Einige Aspekte des Einsatzes von Methoden der biologischen Unkrautbekämpfung	112

Rukopisy odevzdány k tisku 5. 8. 1988, podepsáno k tisku 2. 12. 1988

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1989
Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.