

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

AGROEKOLOGIE

10

ROČNÍK 33 (LX)

PRAHA

ŘÍJEN 1987

CENA 18 Kčs

ROVYAM 33 (10)

1009-1120

CS ISSN 0370-663X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada: Prof. ing. Václav Fric, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltauer, 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. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Jaroslav Krejčíř, CSc., 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., ing. Juraj Uhliar, CSc., doc. ing. František Vlček, CSc., doc. ing. Josef Vondrys, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., ing. František Vrkoč, DrSc., ing. Ludmila Zeniščeová, DrSc.

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

Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH — Agroekologie

Vrkoč F.: Úvodník	1009
Vach M.: Vliv některých regulovatelných faktorů na produkci sušiny biomasy plodin v různých agroekosystémech	1011
Šimon J.: Vliv závlahy a hnojení dusíkem na základní růstové charakteristiky pšenice ozimé v odlišných osevních postupech	1019
Dotlačil L., Toman K.: Vliv výsevu na stabilitu a strukturu výnosů u typově odlišných odrůd pšenice	1029
Stražil Z.: Energetické bilance v odlišných osevních sledech se závlahou	1039
Repka J., Kostrej A.: Energetická efektivnost minerální výživy v produkčním procese pšenice ozimé	1049
Křišťan F.: Vývoj úrodnosti hnědé půdy a produkce v období třiceti let (1956 až 1986)	1057
Skala J.: Vliv stanoviště, ročníku a hnojení na koncentraci živin v sušině hlíz brambor	1071
Nátrová Z.: Kapacita vodivých cest v posledním internodiu stébla u odrůd pšenice ozimé s různou produktivitou klasu	1085
Foltýn J.: Vztah asynchronie a allometrie k symetrii porostu pšenice	1093
Rozsypal R., Suškevič M.: Vliv různé intenzity zpracování půdy v osevních postupech na chemické vlastnosti černozemě	1105
Aichinger M.: K modelování vlivu některých ekologických faktorů na tvorbu biomasy polních plodin	1115

СОДЕРЖАНИЕ — Агроэкология

Вах М.: Влияние некоторых регулирующих факторов на выход сухого вещества биомассы культур в различных агроэкосистемах	1017
Шимон Й.: Влияние орошения и удобрения азотом на основные ростовые характеристики озимой пшеницы в различных севооборотах	1027
Дотлачил Л., Томан К.: Влияние нормы высева на стабильность и структуру урожая и различных видов сортов пшеницы	1037
Страшил З.: Энергетические балансы в различных севооборотах с орошением	1046
Репка Й., Кострей А.: Энергетическая эффективность минерального питания в продуктивном процессе озимой пшеницы	1055
Кржиšťан Ф.: Развитие плодородия бурозема и продукция за тридцатилетний период (1956—1986)	1068
Скала Я.: Влияние места произрастания, года и удобрения на концентрацию питательных веществ в сухом веществе клубней картофеля	1084
Натрова З.: Вместимость проводящих сосудистых пучков в последнем междоузлии стебля у сортов озимой пшеницы с различной продуктивностью колоса	1090

Během posledních tří let, které uplynuly od vydání posledního tematického čísla vědeckého časopisu *Rostlinná výroba* zaměřeného na problematiku agroekologie (30, 1984, č. 6), doznala tato rozvíjející se disciplína dalšího rozvoje a nahromadila se řada nových poznatků. Agroekologie jako interdisciplinární obor, který hraničí s jinými obory, shrnuje jejich poznatky s cílem získávat podklady pro cílevědomé zvyšování a využívání produkce umělých ekosystémů — agroekosystémů.

Jak je zřejmé z obsahu tohoto tematického čísla, pokračovalo v minulých letech na metodicky vyšší úrovni hledání optimální skladby a vyváženosti regulovatelných a neregulovatelných faktorů pro získání maximální produkce agroekosystému daného stanoviště. Vliv nových výkonnějších odrůd, zavádění nových technologických postupů, negativní změny půdního prostředí, vyvolané těžkou mechanizací zvláště na těžších půdách tyto požadavky na optimální skladbu regulovatelných a neregulovatelných faktorů pro dosažení maximálních výnosů soustavně mění. Proto je třeba tento výzkum považovat za trvalou nosnou náplň oboru agroekologie. K těmto otázkám jsou zaměřeny první tři příspěvky tohoto tematického čísla.

Předmětem zájmu agroekologie zůstává na našich pracovištích i nadále bilancování energie dodané a získané z rostlinné výroby, jak dokumentují další dvě zařazené práce. Předmětem agroekologie bude i nadále vývoj výnosů a změn v půdním prostředí za delší časové období, hodnocení v dalším obsáhlém příspěvku.

Agroekologie se úzce dotýká i některých specifických otázek tvorby výnosů ve vztahu k různé produktivitě jednotlivých odrůd, jakož i architektury vysoce produktivních porostů polních plodin. V zařazené práci, v níž byla studována kapacita vodivých cest, byl vyjádřen jejich vztah k produktivitě klasu a podmínkám vnějšího prostředí.

V dalších pracích zařazených do tematického čísla byla věnována pozornost kvantifikaci vlivu různých faktorů na některé kvalitativní ukazatele, dále vlivu zpracování půdy na změny půdního prostředí apod. Do agroekologie patří i sledování výkonnosti takového agroekosystému, v němž je opakovaně po řadu let pěstována stejná plodina, jakož i vliv meteorologických faktorů na produktivitu agroekosystémů trvalých travních porostů.

V posledních letech bylo metodicky dále rozvíjeno modelování vlivu některých ekologických faktorů na tvorbu biomasy. Přesto v tomto úseku zůstávají ještě některé metodické problémy, jak dokazuje i poslední studie, uvedená na závěr tematického čísla.

Pro další rozvoj oboru agroekologie bude nezbytné nejen prohloubit výzkum v uvedených směrech, ale i věnovat větší pozornost otázkám

produkčních procesů, výzkumu produktivity stanovišť a nejrůznějších agroekosystémů na orných půdách. Stejně tak musí být věnována pozornost otázkám kvality produkce a zohlednění ochrany životního prostředí při snaze o dosažení maximální produktivity agroekosystémů.

Ing. František V r k o č, DrSc.

VLIV NĚKTERÝCH REGULOVATELNÝCH FAKTORŮ NA PRODUKCI SUŠINY BIOMASY PLODIN V RŮZNÝH AGROEKOSYSTÉMECH

M. Vach

VACH, M. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Vliv některých regulovatelných faktorů na produkci sušiny biomasy plodin v různých agroekosystémech*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1011-1018.

V letech 1980 až 1984 byly v polyfaktoriálních polních pokusech na hnědozemní půdě v Praze-Ruzyni, degradované černozemi v Čáslavi a hnědé půdě v Lukavci zařazeny tři typy osevních postupů (A — obilnářský, B — biologický, C — klasický). Byl sledován vliv dvou stupňů hnojení dusíkem, odrůd, chemické ochrany a zpracování půdy na produkci sušiny biomasy sledovaných plodin a výkonnost osevních postupů. V celkové produkci sušiny biomasy byla v Ruzyni a Čáslavi nejvýkonnější cukrovka (v Ruzyni max. 17,75 t/ha), následovala pšenice ozimá a jetel luční, v Lukavci jetel luční (11,10 t/ha) a pšenice ozimá. Nejméně produktivní na všech stanovištích byl bob na zrno i na hmotu s podsevem jetele lučního. Vhodným komplexem regulovatelných faktorů se zvýšily výnosy zrna obilnin na hnědozemí průměrně o 20 %, na degradované černozemi o 18 % a na méně úrodné hnědé půdě o 67 %. Sledované faktory působily na produkci plodin v tomto sestupném pořadí: druhová skladba plodin v osevním postupu — stanoviště — hnojení dusíkem — chemická ochrana — odrůda — zpracování půdy.

výnosy sušiny; osevní postupy; stanoviště; agroekologické faktory

Jedním z hlavních cílů rostlinné výroby je dosahovat stále vyšších výnosů polních plodin, což logicky vyžaduje neustále zvyšovat produkci jejich biomasy. Vzhledem k tomu, že tvorba výnosů plodin probíhá v poměrně dlouhém období vegetace, mění se i relativní význam jednotlivých faktorů vzhledem ke konečné produkci. Proto jedním ze stěžejních úkolů řešených v agroekologickém výzkumu na třech stanovištích v Ruzyni, Čáslavi a Lukavci, byla analýza regulovatelných faktorů z hlediska jejich podílu na výnosech jednotlivých polních plodin (Strnad, Valeš, 1984; Vrkoč et al., 1986; Křišťan, Skala, 1986).

O produkci biomasy polních plodin v agroekosystému a podílu jednotlivých faktorů na výnosových složkách plodin existuje u nás i v zahraničí již řada údajů (např. Černý, 1976; Vrkoč, 1981; Hruška, 1983; Boguslawski, 1973; Marty, Hilaire, 1979 aj.). Stále však nemáme dostatek podrobných analýz z průběhu produkčních procesů v konkrétních stanovištních podmínkách a z hlediska vlivu jednotlivých agroekologických faktorů na řízení produkčních procesů rostlinného společenstva.

Jde nám zejména o to, aby optimalizace agroekologických faktorů, účelná organizace porostu, struktura plodin, výkonnější odrůdy, vědecky řízená výživa a ochrana rostlin umožnila zvýšit roční výnos sušiny biomasy většiny polních plodin z dosavadních hodnot pod 10 až 11 t/ha (s výjimkou cukrovky) na hodnoty 12 až 15 t/ha, v závlahách až na 18 až 20 t/ha. V tom je třeba spatřovat cíl rostlinné výroby v nejbližších letech, jak uvádí de Wit (1959).

MATERIÁL A METODY

Polyfaktoriální polní pokusy se uskutečnily v letech 1980 až 1984 ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni, Výzkumných stanicích rostlinné výroby v Čáslavi (okres Kutná Hora) a Lukavci (okres Pelhřimov).

Stručnou charakteristiku pokusných stanovišť a agrochemické vlastnosti ornice uvádí tab. I.

I. Charakteristika pokusných stanovišť — Characteristics of the test sites

	Ruzyně	Čáslav	Lukavec
Výrobní subtyp	řepařsko-pšeničný	řepařsko-ječný	bramborářsko-žitný
Půdní typ	hnědozem	degradovaná černozem	hnědá půda
Půdní druh (ornice)	jílovito-hlinitá	hlinitá	hlinito-písčité
Průměrný roční úhrn srážek (mm)	517	600	665
Průměrná roční teplota vzduchu (°C)	7,9	8,7	7,3
Nadmořská výška (m)	350	260	600
Agrochemické vlastnosti ornice:			
Obsah humusu (%)	2,3	2,5	1,5
pH (KCl)	5,9	6,4	5,4
P (Egner, mg na 1 kg půdy)	47,3	85,0	35,0
K (Schachtschabel, mg na 1 kg půdy)	125,0	104,0	220,0

Ve třech různých typech osevních postupů byly vyhodnoceny výsledky vlivu dusíkatého hnojení, odrůd, chemické ochrany a zpracování půdy (každý faktor ve dvou stupních) na výkonnost osevních postupů a produkci sušiny biomasy sledovaných plodin.

Schéma osevních postupů:

A/ obilnářský: bob na zrna, pšenice ozimá, ječmen jarní I, ječmen jarní II;
 B/ biologický: bob na zeleno^x, jetel luční, pšenice ozimá^x, ječmen jarní;
 C/ klasický: jetel luční, pšenice ozimá, cukrovka^{xx} (brambory^{xx}), ječmen jarní;
 x (xx) = 20 (40) t/ha chlévského hnoje.

V pokusech byly sledovány tyto faktory:

- odrůda (o₁, o₂);
- hnojení PK bez hnojení dusíkem (h₁), NPK (h₂);
- chemické ošetření — bez ochrany (f₁), použita chemická ochrana (f₂);
- zpracování půdy — klasické (z₁), minimalizované (z₂).

(Minimalizované zpracování půdy spočívalo ve vynechání podmítky, v použití mělčí orby do 15 až 18 cm, ve vynechání kypření při jarní předseťové přípravě pro obilniny a bob obecný.)

Přehled použitých odrůd, výsevků chemické ochrany, dávky průmyslového (dusíkatého) a organického hnojení je uveden v tab. II. Herbicidy, fungicidy a insekticidy byly použity u variant f₂ podle druhu plodiny a výskytu škodlivého faktoru v dávkách doporučených metodickou příručkou pro ochranu rostlin.

V obilnářském osevním postupu se k bobu na zrna zaorávalo 4,0 t ječné slámy na ha a 40 kg dusíku na ha (SA), k ječmeni jarnímu 5,0 t pšeničné slámy na ha a 50 kg dusíku na ha (SA). Po sklizni ječmene jarního I byla vyseta hořčice bílá jako meziplodina na zelené hnojení, která byla přihnojena 60 kg dusíku na ha (LAV). Hnojení fosforem a draslíkem bylo jednotné, dávky pro všechna stanoviště 44 kg fosforu na ha, 83 kg draslíku na ha. V Lukavci byla u obilnin na místo od-

II. Sledované faktory u jednotlivých plodin — The factors studied in the crops

Plodina	Odrůda	Osevní postup	Hnojení dusíkem v kg/ha (h ₂)	Organické hnojení (na 1 ha)	Výsevek (klíčivých zrn na ha)	Chemická ochrana (f ₂)
Pšenice ozimá	o ₁ 'Slavia'	A	SA LAV 100 (40 + 60)	—	5,0 mil.	plevele (Aminex, Aniten kombi, Sys 67 M prop) choroby pat stébel (Fun- dazol)
	o ₂ 'Kormoran'	B	50 (20 + 30)	20 t hnoje		
	('Vala'*)	C	75 (30 + 45)	—		
Ječmen jarní	o ₁ 'Spartan'	A I	100 (40 + 60)	5 t slámy + + 50 kg dusíku	4,5 mil.	plevele (Animex, Aniten kombi, Sys 67 M prop) padlí travní (Calixin) choroby pat stébel (Fun- dazol)
		A II	130 (70 + 60)	zelené hnojení (hořčice)		
	o ₂ 'Favorit'	B	70 (40 + 30)	—	4,0 mil.	
		('Karát'*)	C	60 LAV po vzejití		
Bob na zrno	'Chlumecký'	A	30 SA	4 t slámy + + 40 kg dusíku	450 tis.	plevele (Gesagard) mšice (Pirimor)
Bob na hmotu	'Chlumecký'	B	30 SA	20 t hnoje	220 tis.	
Cukrovka	o ₁ 'Dobrovická A'	C	120 (60 + 60)	40 t hnoje	vyjednoceno na 90 tis. rostlin na ha	plevele (Pyramin)
	o ₂ 'Domona'					
Brambory	'Radka'	C	120 (60 + 60)	40 t hnoje	2 t	plevele (Topogard)
Jetel luční	'Kvarta'	B	0	—	20 kg	plevele (Basagran)
		C				

* = od roku 1982 sledované odrůdy o₂ — 'Vala', 'Karát'

růdy o2 zařazena varianta z2 (minimalizované zpracování půdy). Pokusy měly čtyři opakování, velikost sklizňové parcely činila 18 m².

VÝSLEDKY

Z tab. III je zřejmé, že rozdílná struktura plodin a jejich výkonnost, zejména zařazení okopanin charakteristických pro dané podmínky na sledovaných stanovištích, výrazně ovlivnily průměrnou produkci sušiny v osevních postupech. Z výsledků je patrné, že výnosy sušiny cukrovky byly v Ruzyni i Čáslavi téměř dvojnásobné v porovnání se sušinou ječmene jarního a trojnásobné až čtyřnásobné oproti výnosům sušiny bobu na zrno. Vysoká produkce sušiny pšenice ozimé překonala výnosy sušiny jetele lučního v Ruzyni průměrně o 9,5 %, v Čáslavi o 8 %. Tato zjištění svědčí o tom, že pro sušší řepářskou výrobní oblast je rozhodně výhodnější pěstování vojtěšky. Sušina ječmene jarního dosáhla v Ruzyni pouze 73 %, v Lukavci 78 % a v Čáslavi 87 % výnosu sušiny pšenice ozimé. Ze zhodnocení produkce jetele lučního v prvním užitkovém roce po jeho založení do ječmene jarního na zrno nebo při jeho podsévání do bobu na zeleno se ukázalo, že v podmínkách řepářské výrobní oblasti nebyl mezi těmito technologiemi podstatný rozdíl. V horších půdně-klimatických pod-

III. Celková produkce sušiny biomasy (W) a sušina hospodářského výnosu sledovaných plodin (W_p) na jednotlivých stanovištích (t/ha) — The total output of dry biomass (W) and the dry matter of the commercial yield of the studied crops (W_p) at different sites (t/ha)

Osevní postup	Plodina	Ruzyně		Čáslav		Lukavec	
		W	W_p	W	W_p	W	W_p
A obilnářský	bob obecný (na zrno)	3,68	1,94	4,01	2,08	4,19	1,43
	pšenice ozimá	13,57	5,60	10,55	5,87	7,66	3,88
	ječmen jarní I	9,04	4,58	9,51	5,82	6,11	3,00
	ječmen jarní II	9,12	4,47	9,40	5,55	6,23	2,65
	průměr	8,85	4,15	8,37	4,83	6,05	2,74
B biologický	bob na hmotu	4,29	4,29	2,69	2,69	2,95	2,95
	jetel v roce výsevu	2,85	2,85	2,65	2,65	2,99	2,99
	jetel luční	12,84	12,84	9,14	9,14	11,10	11,10
	pšenice ozimá	10,71	5,28	10,78	5,80	8,66	4,21
	ječmen jarní	8,89	4,67	9,47	5,49	5,62	3,07
	průměr	9,90	7,48	8,68	6,44	7,83	6,08
C klasický	jetel luční	12,35	12,35	9,72	9,72	9,98	9,98
	pšenice ozimá	13,58	6,02	10,61	5,97	8,08	4,00
	cukrovka (brambory)	17,75	12,29	16,66	11,99	5,74*	5,74
	ječmen jarní	9,77	4,35	8,64	5,28	7,15	3,38
	průměr	13,36	8,75	11,41	8,24	7,74	5,78

* = brambory bez natě

mínkách Lukavce bylo vždy dosaženo vyšší produkce jetele při jeho podsevu do bobu na zeleno.

V Ruzyni a Čáslavi byl nejvýkonnější klasický osevní postup C (s 50 % obilnin, 25 % okopanin a 25 % píce), na hnědé půdě v Lukavci především vlivem rozdílné výkonnosti okopanin (zařazeny brambory místo cukrovky) byla nejvyšší produkce plodin získána v biologickém osevním postupu B. Nejméně výkonný na všech stanovištích byl vysoce chemizovaný osevní postup obilnářský A se 75 % obilnin. Vzájemný poměr v produkci celkové sušiny nadzemní biomasy plodin v osevních sledech A : B : C byl bez ohledu na vliv intenzifikačních faktorů v Ruzyni 100 : 121 : 151, v Čáslavi 100 : 104 : 136 a v Lukavci 100 : 129 : 128. Tento výsledek výrazně nezměnily ani sledované intenzifikační faktory jako hnojení dusíkem, výkonnější odrůdy, chemická ochrana a zpracování půdy.

Přehled o vlivu sledovaných faktorů na celkovou produkci sušiny biomasy v obilnářském a klasickém osevním postupu uvádí tab. IV.

Výsledky vlivu hnojení dusíkem ukazují na podstatný přírůstek vý-

IV. Vliv sledovaných faktorů na celkovou produkci sušiny biomasy (t/ha) v obilnářském a klasickém osevním postupu — The effect of the studied factors on the total output of dry biomass (t/ha) in the cereal and traditional crop rotations

	Faktor	Osevní postup obilnářský				Osevní postup klasický			
		bob na zrno	pšenice ozimá	ječmen jarní I	ječmen jarní II	jetel luční	pšenice ozimá	cukrovka (brambory)	ječmen jarní
Ruzyně	h ₁	3,69	13,23	8,83	8,89	12,55	13,25	17,57	9,70
	h ₂	3,66	13,91	9,26	9,34	12,14*	13,91	17,92	9,83
	o ₁	3,68	13,68	8,88	9,12	12,35	13,88	17,83	9,82
	o ₂	—	13,47	9,20	9,11	—	13,28	17,65	9,71
	f ₁	3,53	13,75	9,19	8,99	12,44	13,34	17,37	9,48
	f ₂	3,82	13,39	8,89	9,24	12,25	13,81	18,12	10,05
Čáslav	h ₁	3,98	10,08	9,21	8,63	9,83	10,07	15,94	8,39
	h ₂	4,04	11,03	9,81	10,18	9,61*	11,15	17,39	8,89
	o ₁	4,02	10,44	8,94	9,12	9,72	10,33	16,55	8,36
	o ₂	—	10,67	10,09	9,68	—	10,89	16,77	8,92
	f ₁	3,88	10,80	9,61	9,65	9,81	10,85	16,77	8,70
	f ₂	4,14	10,31	9,42	9,16	9,63	10,76	16,55	8,58
Lukavec	h ₁	4,32	6,04	4,92	5,00	10,17	7,04	5,02	6,73
	h ₂	4,06	9,29	7,29	7,46	9,79*	9,12	6,46	7,57
	z ₁	4,12	7,86	6,36	6,29	10,02	8,16	5,68	7,17
	z ₂	4,25	7,46	5,85	6,16	9,93	8,00	5,80	7,13
	f ₁	4,23	7,78	6,05	6,22	10,12	8,20	5,68	7,29
	f ₂	4,14	7,55	6,17	6,24	9,83	7,97	5,80	7,01

* = hnojeno k předplodině

nosu sušiny biomasy na hnědé půdě v Lukavci, který se pohyboval od 25 do 50 %. V Čáslavi zvýšily použité dávky dusíku výnosy sušiny obilnin maximálně do 16 %, v Ruzyni do 6 %. Vliv různé odrůdy pšenice ozimé se nejzřetelněji projevila v Ruzyni, kde odrůda 'Vala' vykazovala v průměru o 4 až 6 % vyšší produkci sušiny v porovnání s odrůdou 'Slavia', v Čáslavi byla odrůda ječmene jarního 'Karát' výnosnější oproti odrůdě 'Spartan' o 5 až 8 %. U odrůdy cukrovky 'Dobrovická A' byl v Ruzyni i v Čáslavi patrný trend vyšších výnosů sušiny kořene vzhledem k odrůdě 'Domona'.

Pesticidy vykazaly největší účinnost na produkci plodin v Lukavci (zvýšení až o 10 %) a v Ruzyni (zvýšení o 7 až 8 %), zatímco v Čáslavi s výjimkou bobu na zrna se na zvýšení produkce sušiny plodin prakticky neprojevovaly. Minimalizované zpracování půdy v Lukavci mělo proti tradičnímu zpracování půdy vesměs negativní vliv (u ječmene jarního pokles až o 11 %).

DISKUSE

Výsledky vyhodnocení produkce sušiny biomasy sledovaných plodin i celých agroekosystémů v odlišných stanovištních podmínkách jednoznačně prokázaly nenahraditelnost vhodné druhové skladby a střídání plodin nejen s ohledem na výši produkce plodin, ale i z pohledu zachování a regenerace půdní úrodnosti. Potvrdili jsme tak závěry, které uvádí Vrkoč (1984), že vysokou produkci sušiny biomasy polních plodin v osevním postupu podmiňuje jejich biologicky vyvážená strukturální skladba, která musí být zákonitě v souladu s půdně-klimatickými podmínkami stanoviště.

V našich sledováních v Ruzyni vyprodukoval klasický osevní postup v průměru let 13,4 t sušiny biomasy na ha ročně. Pokud jde o porovnání tohoto polního ekosystému s jinými přirozenými i umělými rostlinnými ekosystémy, ukázalo se, že zjištěné hodnoty roční produkce sušiny biomasy na orné půdě na hnojených i nehnojených dílcích výrazně překonávají hodnoty, které jsou v literatuře uváděny pro většinu přirozených lesních a travních biomů. Petr et al. (1980) uvádějí výsledky z jižní Moravy, kde polní ekosystém byl o jednu pětinu produktivnější v porovnání s ekosystémem lučním. Výjimku tvoří luční lesy a některé rákosinné porosty, u nichž roční produkce sušiny biomasy dosahuje v průměru 10 až 35 t/ha. Lze tedy konstatovat, že hodnoty roční produkce sušiny biomasy u cukrovky a pšenice ozimé jsou s uvedenými přirozenými ekosystémy srovnatelné, u ostatních polních plodin s kratší vegetační dobou jsou hodnoty nižší.

Výrazné difference v produkci sušiny mezi osevními postupy byly pozorovány v Ruzyni a Čáslavi, kde především vysoká produkční schopnost cukrovky (ca 17 t sušiny na ha) příznivě ovlivnila produkci sušiny v osevním postupu C, naproti tomu hnojem hnojené brambory v Lukavci přispěly ke zvýšení výnosů následného ječmene jarního. Rozdíly v produkci biomasy v různých osevních postupech byly na témže stanovišti větší než mezi různými stanovišti. Zejména na úrodnějších půdách jsme prokázali, že rozdílná struktura plodin a jejich výkonnost ovlivnily průměrnou produkci sušiny podstatně silněji než sledované intenzifikační faktory.

Malé přírůstky sušiny výnosů vlivem hnojení na stanovištích s vyšší úrodností půdy ukazují na nutnost důsledné optimalizace dávek dusíku na základě stanovení půdního dusíku (N_{min}). Na méně úrodných půdách se ukazuje možnost dalšího efektivního stupňování hnojení dusíkem bez výrazně zvýšených materiálových a energetických vkladů a při zabezpečení vysoké kvality zemědělských produktů (V a c h, 1986). Nejvyšší účinnost chemizace (hnojení dusíkem + pesticidy) byla na produkci sušiny prokázána v Lukavci, přičemž chemická ochrana působila příznivě pouze v obilnářském osevním postupu, ve výnosu zrna obilnin v klasickém osevním postupu v Čáslavi a Lukavci nepřinesla efekt (K ř i š t a n, V a c h, 1983). Opět bylo potvrzeno, že minimalizaci ve zpracování půdy lze využít pouze za předpokladu dostatečné zásoby pohotových živin v půdě, optimální výživy dusíkem podle druhu, odrůdy a ekologických podmínek stanoviště a ve spojení s účinnou chemickou ochranou proti škodlivým činitelům.

Literatura

- BOGUSLAWSKI, E.: Entwicklung und Problematik der Standortforschung im Pflanzenbau. Z. Acker Pfl.-Bau, 1, 1973, 55 s.
- ČERNÝ, V.: Přirozená produkce některých stanovišť na orné půdě. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1976.
- HRUŠKA, L.: Výzkum produktivity hlavních polních plodin v podmínkách jižní Moravy. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1983.
- KŘIŠTAN, F. — VACH, M.: Produkce chemizovaných a biologických agroekosystémů na různých stanovištích. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1983.
- KŘIŠTAN, F. — SKALA, J.: Výsledky agroekologického výzkumu na hnědé půdě v Lukavci. In: Přínos a perspektivy agroekologického výzkumu pro rostlinnou výrobu. Čáslav, ČSVTS 1986, s. 26-40.
- MARTY, J. R. — HILAIRE, A.: Effets de divers precedents culturaux sur la conduite et la production du blé d'hiver. Agrochimica, 23, 1979, č. 2, s. 152-163.
- PETR, J. — ČERNÝ, V. — HRUŠKA, L.: Tvorba výnosů hlavních plodin. Praha, SZN 1980, 448 s.
- STRNAD, P. — VALEŠ, J.: Produkce chemizovaných a biologických agroekosystémů na degradované černozemi řepařské výrobní oblasti. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1984.
- VACH, M.: Vliv některých agroekologických faktorů na obsah živin v rostlinách a jejich využití pro tvorbu výnosů plodin v agroekosystémech. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1986.
- VRKOČ, F.: Podíl některých faktorů na zvýšení výnosů pšenice a jarního ječmene. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 4, s. 369-378.
- VRKOČ, F.: Další intenzifikace rostlinné výroby z pohledu vlivu stanovištních podmínek. In: Intenzifikace rostlinné výroby lepším využitím stanovišť. Tábor, ČSVTS 1984, s. 5-12.
- VRKOČ, F. — VACH, M. — HABERLE, J.: Agroekologické základy tvorby výnosů hlavních polních plodin. In: Přínos a perspektivy agroekologického výzkumu pro rostlinnou výrobu. Čáslav, ČSVTS 1986, s. 8-16.
- WIT, C. I. de: Potential photosynthesis of crop surfaces. Neth. J. agric. Sci., 7, 1959, s. 141-149.

Došlo dne 13. 5. 1987

BAX, M. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Ружыне): Влияние некоторых регулирующих факторов на выход сухого вещества биомассы культур в различных агроэкосистемах. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1011-1018.

В 1980—1984 гг. в полифакториальные полевые опыты на буроземе в Праге-Ружыне, деградированном черноземе в Часлави и буроземе в Лукавци были включены три вида севооборота (А — зерновой, Б — биологический, В — классический). Наблюдалось влияние двух степеней удобрения азотом, сорта, химической защиты и обработки почвы на выход сухого вещества биомассы наблюдаемых культур и урожайность

севооборотов. В общем выходе сухого вещества биомассы была в Рузыне и Часлави наиболее урожайной сахарная свекла (в Рузыне макс. 17,75 т/га), потом озимая пшеница и луговой клевер, в Лукавце клевер луговой (11,10 т/га) и озимая пшеница. Наименее продуктивным на всех участках был боб на массу зерен с подсевом лугового клевера. Подходящим комплексом регулируемых факторов повысилась урожайность зерна хлебных злаков на буроземе приблизительно на 20 %, на деградированном черноземе на 18 % и на менее плодородном буроземе на 67 %. Наблюдаемые факторы действовали на урожайность культур в следующей нисходящей очередности: вторичное сложение культур в севообороте — пункт — удобрение азотом — химическая защита — сорт — обработка почвы.

выход сухого вещества; севообороты; пункты; агрохимические факторы

VACH, M. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *The Influence of Some Controllable Factors on the Production of the Dry Biomass of Crops in Various Agroecosystems*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1011-1018.

In 1980—1984, multifactor field trials were conducted on the grey-brown podzolic soil at Prague-Ruzyně, on degraded chernozem at Čáslav and on brown forest soil at Lukavec to study, in three types of crop rotations (A — cereal, B — biological, C — traditional), the effect of two nitrogen application rates, cultivars, chemical treatment and soil cultivation on the output of the dry biomass of the crops and the productivity of the crop rotations. As for the total output of dry biomass, sugar beet was the most productive crop at Ruzyně and Čáslav (at Ruzyně the maximum yield was 17.75 t/ha), followed by winter wheat and red clover, and by red clover (11.10 t/ha) and winter wheat at Lukavec. At all sites, broad bean grown for both the grain and the forage with undersown red clover was the least productive crop. A suitable combination of controllable factors enabled to increase the yields of cereals by 20 %, on an average, on grey-brown podzolic soil, by 18 % on degraded chernozem soil and by 67 % on the less productive brown forest soil. The studied factors acted on crop outputs in the following descending order: species structure of the crop rotation — site — nitrogen fertilization — chemical treatment — cultivar — soil cultivation.

dry matter yields; crop rotations; sites; agroecological factors

VACH, M. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Auswirkung einiger regulierbarer Faktoren auf die Trockensubstanzproduktion der Biomasse von Kulturen in verschiedenen Agroökosystemen*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1011-1018.

In den Jahren 1980 bis 1984 wurden in Polyfaktorial-Feldversuchen u. zw. auf Braunerde in Praha-Ruzyně, auf degradiertem Schwarzerde in Čáslav und auf Braunerde in Lukavec, drei Typen von Fruchtfolgen (A — Halmfruchtfolge; B — biologische Fruchtfolge; C — klassische Fruchtfolge) realisiert. Man untersuchte die Auswirkung einer Zwei-Stufen-Stickstoffdüngung, der Sorten, des chemischen Schutzes und der Bodenbearbeitung auf die Trockensubstanzproduktion der Biomasse der untersuchten Kulturen und auf die Effektivität der Fruchtfolgen. In der Gesamtproduktion an Trockensubstanz der Biomasse war in Ruzyně und in Čáslav die Zuckerrübe am leistungsfähigsten (in Ruzyně max. 17,75 t/ha), gefolgt von Winterweizen und Rotklee, in Lukavec waren es Rotklee (11,10 t/ha) und Winterweizen. Am wenigsten produktiv erwies sich auf allen Standorten die sowohl zur Samen- als auch zur Grünmassegewinnung bestimmte Ackerbohne mit Rotkleeunter Saat. Durch einen geeigneten Komplex regulierbarer Faktoren erhöhte sich der Kornertrag der Halmfrüchte auf Braunerde durchschnittlich um 20 %, auf degradiertem Schwarzerde um 18 % und auf weniger fruchtbarer Braunerde um 67 %. Die verfolgten Faktoren beeinflussten die Produktion der Kulturen in folgender absteigender Reihenfolge: Artenzusammensetzung der Kulturen in der Fruchtfolge — Standort — Stickstoffdüngung — chemischer Schutz — Sorte — Bodenbearbeitung.

Trockensubstanzertrag; Fruchtfolge; Standort; agroökologische Faktoren

Adresa autora:

Ing. Milan Vach, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV ZÁVLAHY A HNOJENÍ DUSÍKEM NA ZÁKLADNÍ RŮSTOVÉ CHARAKTERISTIKY PŠENICE OZIMÉ V ODLIŠNÝCH OSEVNÍCH SLEDECH

J. Šimon

SIMON, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Vliv závlahy a hnojení dusíkem na základní růstové charakteristiky pšenice ozimé v odlišných osevních sledech*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1019-1028.

V polních polyfaktoriálních pokusech byl na lehkých písčitohlinitých půdách u pšenice ozimé (odrůda 'Slavia') sledovaný v osevním sledu A (kukuřice na zrno, pšenice ozimá, ječmen jarní) a osevním sledu B (bob na hmotu + podsev jetele, jetel luční, pšenice ozimá, pšenice jarní) vliv různého vodního režimu (bez závlahy v_1 a se závlahou na 40 % VVK v_2) a hnojení dusíkem (h_1 0, h_2 40 kg/ha, h_3 80 kg/ha) na tvorbu a produkci sušiny nadzemní fytomasy. Z analýzy vlivu sledovaných faktorů vyplynulo, že i po dobrých předplodinách na lehkých půdách bez závlahy nepřesáhla produkce celkové nadzemní sušiny pšenice ozimé 11 t/ha. Závlahou se produkce sušiny fytomasy zvýšila o 40 %. Přírůstky výnosu sušiny způsobené hnojením dusíkem byly odvislé od osevního postupu (v osevním postupu A zvýšení o 47 % a v osevním postupu B o 18 %) a vodního režimu (v podmínkách bez závlahy o 18 až 34 %, v závlaze o 21 až 48 %). V práci se dále podle osevních postupů hodnotí sklizňový index a další růstové charakteristiky pšenice ozimé v závislosti na vodním režimu a hnojení dusíkem.

pšenice ozimá; sled plodin; závlaha; hnojení dusíkem; tvorba sušiny; růstové charakteristiky

Nové směry v řízení rostlinné výroby jako např. modelování a programování výnosů apod. si neodkladně vyžadují bližší znalost a dokonalou kvantifikaci jednotlivých parametrů všech růstových procesů polních plodin.

Je proto nezbytně nutné věnovat zvýšenou pozornost nejen otázkám struktury, výše a jakosti výnosů plodin, ale i více studovat a poznávat zákonitosti tvorby výnosů a produkce fytomasy plodin v interakci s hlavními regulovatelnými i neregulovatelnými faktory.

V tomto směru jsou k dispozici již některé shrnující práce (Petr et al., 1980; Příkryl et al., 1981; Šimon, 1981; Vrkoč, 1981 aj.). Z celé řady prací a analýz je již možno odvozovat dílčí parametry jako předpoklady dosahování vysokých výnosů polních plodin.

Současná problematika kvantifikace měřitelných příznaků s ohledem na produkci plodin však spočívá hlavně v bližším poznání vztahů a funkčních zákonitostí mezi tzv. regulovatelnými faktory a měřitelnými příznaky produkce fytomasy i výše hospodářských výnosů plodin. Na uvedenou problematiku je zaměřena i tato práce.

MATERIÁL A METODY

Polní polyfaktoriální pokusy byly založeny v letech 1981 až 1984 ve VÚRV v Praze-Ruzyni na pracovišti v Tišicích v okrese Mělník.

Pokusné pozemky se nacházejí v řepařsko-žitném výrobním typu, zeměpisná šířka 50°16', zeměpisná délka 14°33', nadmořská výška 168 m.

Půdy je možno přiřadit k drnové černozemi, vytvořené na šterkopískové terase s průměrnou mocností humózního horizontu 30 až 80 cm. Ornice pokusných honů je hlinitopísčité (obsah první kategorie kolem 15 %), v hlubších vrstvách (pod 80 cm) je půda písčité a pod ní se nachází písek.

Pórovitost půdy do hloubky 100 cm se pohybuje mezi 30 až 42 %. Polní vodní kapacita v orniční vrstvě kolísá kolem 25 %, ve spodních vrstvách činí 10 % i méně. Bod vadnutí v ornici se pohybuje kolem 10 % a ve spodních písčitých vrstvách je nižší než 5 % objemových.

Agrochemické vlastnosti ornice: humus 2,5 %, pH (KCl) 6,5–7,7 P (Egner) 250–500 mg; K (Schachtschabel) 80–150 mg, Mg 40–80 mg na 1 kg půdy, obsah CaCO₃ 0,4–2,0 %.

Normál roční teploty vzduchu v Tišicích je podle údajů meteorologické stanice v Brandýse nad Labem 8,6 °C, průměrná teplota vzduchu za vegetační období činí 14,8 °C, dlouhodobý roční srážkový úhrn je 542 mm, ve vegetačním období 353 mm.

Základní údaje o povětrnostních podmínkách v jednotlivých pokusných letech uvádí tab. I.

I. Základní meteorologické údaje — Basic meteorological data

	Pokusný rok	Úhrn		Jednotlivé měsíce					
		roční	za vegetační období	duben	květen	červen	červenec	srpen	září
Srážky (mm)	1981	758	468	36	62	35	257	35	61
	1982	403	260	14	25	80	51	83	7
	1983	506	382	54	94	40	30	135	29
	1984	485	342	45	49	52	62	70	64
Teplota vzduchu (°C) - průměr	1981	8,9	15,1	8,2	14,7	17,7	17,7	17,9	14,5
	1982	9,1	15,6	7,0	14,5	17,7	20,0	18,7	15,9
	1983	9,7	16,2	10,5	14,1	17,8	21,8	19,0	14,2
	1984	8,8	14,2	7,9	13,3	15,9	16,7	17,9	13,3

Polní polyfaktoriální pokusy byly založeny metodou dělených dílců se čtyřnásobným opakováním. Velikost sklizňové parcely činila 16,5 m².

Pšenice ozimá byla studovaná v následujících osevních sledech:

- A) 1. kukuřice na zrno, 2. pšenice ozimá, 3. pšenice jarní;
 B) 1. bob na hmotu + podsev jetele lučního, 2. jetel luční, 3. pšenice ozimá, 4. pšenice jarní.

Sledované faktory:

vodní režim: v₁ — bez závlahy (jen přirozené srážky),
 v₂ — závlaha (v obou sledech při 40 % VVK);

dávky závlahové vody byly následující:

osevní postup A v roce 1982 173 mm, 1983 115 mm, 1984 196 mm;
 osevní postup B v roce 1982 111 mm, 1983 105 mm, 1984 172 mm;

II. Základní údaje o růstu rostlin a agrotechnice pšenice ozimé — Basic data on the growth of winter wheat plants and the cultural practices

Ukazatel	Sled plodin A				Sled plodin B			
	1981	1982	1983	1984	1981	1982	1983	1984
Setí	11. 10.	2. 10.	1. 10.	28. 9.	11. 10.	2. 10.	1. 10.	28. 9.
Vzcházení	20. 10.	12. 10.	12. 10.	12. 10.	20. 10.	12. 10.	12. 10.	14. 10.
Jarní přihnojení dusíkem	17. 3.	15. 3.	16. 3.	15. 3.	17. 3.	15. 3.	16. 3.	15. 3.
Postřik proti plevelům	7. 5.	26. 4.	13. 4.	24. 4.	7. 5.	26. 4.	13. 4.	24. 4.
Sloupkování	7. 5.	11. 5.	30. 4.	6. 5.	7. 5.	11. 5.	30. 4.	6. 5.
Metání	27. 5.	29. 5.	27. 5.	2. 6.	27. 5.	29. 5.	27. 5.	3. 6.
Kvetení	4. 6.	2. 6.	1. 6.	10. 6.	4. 6.	2. 6.	2. 6.	10. 6.
Sklizeň	31. 7.	27. 7.	21. 7.	13. 8.	31. 7.	29. 7.	23. 7.	13. 8.

hnojení dusíkem: h₁ — bez hnojení dusíkem,

h₂ — 40 kg/ha,

h₃ — 80 kg/ha;

zpracování půdy: z₁ — tradiční způsob v obou sledech plodin, tj. podmítka, setová orba a běžná předseťová příprava půdy;

z₂ — minimální způsob jen v osevním postupu A, kdy se pro pšenici ozimou půda pouze kypřila kultivátorem + prutové válce.

Pro kukuřici na zrno se při hluboké orbě na 28 cm zaorával chlévský hnůj v dávce 40 t/ha. Hnojení fosforem a draslíkem bylo pro pšenici ozimou v obou osevních sledech jednotné. Na podzim se použilo před zpracováním půdy 44 kg fosforu na ha a 88 kg draslíku na ha.

U pšenice ozimé odrůdy 'Slavia' činil výsevek 5 mil. klíčivých zrn na ha. Agrotechnika pokusných obilnin se prováděla podle běžných pokusnických zvyklostí. Základní údaje o agrotechnických a fenologických pozorováních podává tab. II.

U pšenice ozimé se sledoval konečný výnos sušiny nadzemní fytomasy (W) včetně hospodářského výnosu s vypočtením základních růstových charakteristik. U vybraných variant se hodnotila tvorba fytomasy metodou analýzy růstu (K v et al., 1971).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní výsledky o výnosech sušiny celkové nadzemní fytomasy i hospodářského výnosu pšenice ozimé včetně vlivu sledovaných faktorů na produkci fytomasy a sklizňový index uvádějí v průměrných hodnotách pokusného období tab. III a IV.

Celková produkce sušiny nadzemní fytomasy pšenice ozimé na lehkých půdách v podmínkách bez závlahy i po dobrých předplodinách (jetel luční) nepřekročila 11 t/ha a odpovídá našim předchozím zjištěním (Šimon, 1982). Závlaha měla ze všech sledovaných faktorů největší vliv na zvýšení produkce sušiny fytomasy, a to bez ohledu na sled plodin. Toto zvýšení (v průměru o 40 %) představuje u zavlažované pšenice ozimé výnosy sušiny nadzemní fytomasy ve výši 15 až 16 t/ha.

Podíl stupňovaného hnojení dusíkem na výši produkce sušiny nad-

III. Průměrné výnosy sušiny celkové nadzemní fytomasy, hospodářského výnosu zrna pšenice ozimé (průměr let 1981 až 1984) — The average dry matter yields of total above-ground phytomass and the economic yield of winter grain (average values for 1981 to 1984)

Varianta	Sled plodin A				Sled plodin B	
	celkem nadzemní sušina (t. ha ⁻¹)		sušina zrna (t. ha ⁻¹)		celkem nadzemní sušina	sušina zrna
	z ₁	z ₂	z ₁	z ₂	(t. ha ⁻¹)	
v ₁ h ₁	5,39	5,59	3,06	2,98	9,20	4,11
v ₁ h ₂	8,04	8,10	4,37	4,20	10,93	4,88
v ₁ h ₃	8,51	7,48	4,42	3,66	10,60	4,66
v ₂ h ₁	7,91	7,80	3,86	3,83	12,57	5,25
v ₂ h ₂	10,50	10,50	5,15	4,98	14,57	5,63
v ₂ h ₃	12,15	11,57	5,83	5,77	15,22	6,06

zemní fytomasy byl ovlivněn jak vláhovým režimem půdy, tak předplodinou. Většinou jsme vyšší přírůstky výnosu sušiny vlivem dusíkatého hnojení zjistili v závlaze po kukuřici na zrno. Různá intenzita zpracování lehké půdy po kukuřici na siláž neměla průkazný vliv na výši produkce nadzemní sušiny pšenice ozimé.

IV. Vliv sledovaných faktorů na produkci sušiny celkové nadzemní fytomasy u pšenice ozimé (průměr let 1981 až 1984) — The influence of the studied factors on the dry matter output of the total above-ground phytomass of winter wheat (average for 1981 to 1984)

Sled plodin	Faktor	Sušina				Sklizňový index
		zrna	slámy	celkem		
		t. ha ⁻¹			%	
A	v ₁	3,78	3,40	7,18	100,0	0,53
	v ₂	4,90	5,17	10,07	140,3	0,49
	h ₁	3,43	3,24	6,67	100,0	0,52
	h ₂	4,68	4,61	9,29	139,3	0,50
	h ₃	4,92	4,92	9,84	147,5	0,50
	z ₁	4,45	4,37	8,82	100,0	0,51
	z ₂	4,24	4,30	8,54	96,8	0,50
B	v ₁	4,55	5,69	10,24	100,0	0,45
	v ₂	5,65	8,47	14,12	137,9	0,40
	h ₁	4,68	6,21	10,89	100,0	0,43
	h ₂	5,26	7,50	12,76	117,2	0,42
	h ₃	5,36	7,55	12,91	118,5	0,42

Z hodnocení produkce sušiny nadzemní fytomasy vyplynulo, že výnos zrna pšenice v podmínkách bez závlahy není v tak těsné závislosti na produkci celkové nadzemní fytomasy, jako je tomu u zavlažované pšenice. V podmínkách s regulovaným vodním režimem půdy je vysoká produkce sušiny fytomasy pšenice již dostatečnou zárukou vysokého výnosu zrna.

Uskutečněné experimenty jednoznačně ukázaly, že základním parametrem vysokých výnosů zrna u zavlažované pšenice ozimé je celková produkce sušiny nadzemní fytomasy. Výsledky pokusů naznačily, že pro výnosy zrna pšenice ozimé kolem 10 t/ha je však třeba při stávající technologii pěstování dosáhnout produkce sušiny celkové nadzemní fytomasy více než 20 t/ha, což se již značně přibližuje produkci sušiny cukrové řepy.

Jako velmi cenné kritérium se ukázal podíl hmotnosti sušiny hospodářského výnosu (zrna) z celkové produkce sušiny nadzemní fytomasy (sklizňový index). Dosažené výsledky (tab. IV) shodně s našimi předšlými údaji z minulých pokusných sérií (Šimon, 1975, 1982) ukazují, že při stupňování tzv. intenzifikačních faktorů, tj. závlahy, hnojení dusíkem, hodnoty sklizňového indexu u sledovaných ozimých pšenic klesají.

To znamená, že při zvyšování výnosů pšenice ozimé zapojením těchto faktorů do pěstitelského procesu si stupňování produkce fytomasy zpětně vyžaduje zvýšený přísun další vody a živin do biologické soustavy (kompenzační vazby), a proto je třeba pro zabezpečení špičkových výnosů zrna zavlažované pšenice ozimé připravit dostatečné zdroje těchto růstových faktorů.

Nárůst sušiny celkové nadzemní fytomasy pšenice ozimé lze charakterizovat i hodnotami průměrných denních přírůstků sušiny nadzem-

V. Průměrný denní přírůstek nadzemní fytomasy (g/m^2) od vzejití do sklizně u pšenice ozimé (průměr let 1981 až 1984) — The average daily increase in the dry matter of above-ground phytomass (g/m^2) in winter wheat from emergence to harvest (average values for 1981 to 1985)

Varianta	Sled plodin A		Sled plodin B
	Z ₁	Z ₂	
v ₁ h ₁	2,91	3,02	4,97
v ₁ h ₂	4,34	4,38	5,91
v ₁ h ₃	4,60	4,04	5,73
Průměr	3,95	3,81	5,54
(%)	(100)	(100)	(100)
v ₂ h ₁	4,28	4,22	6,79
v ₂ h ₂	5,68	5,68	7,88
v ₂ h ₃	6,54	6,25	8,23
Průměr	5,50	5,38	7,63
(%)	(139)	(141)	(138)

*) Doba vegetačního klidu 1. 12. — 15. 3.

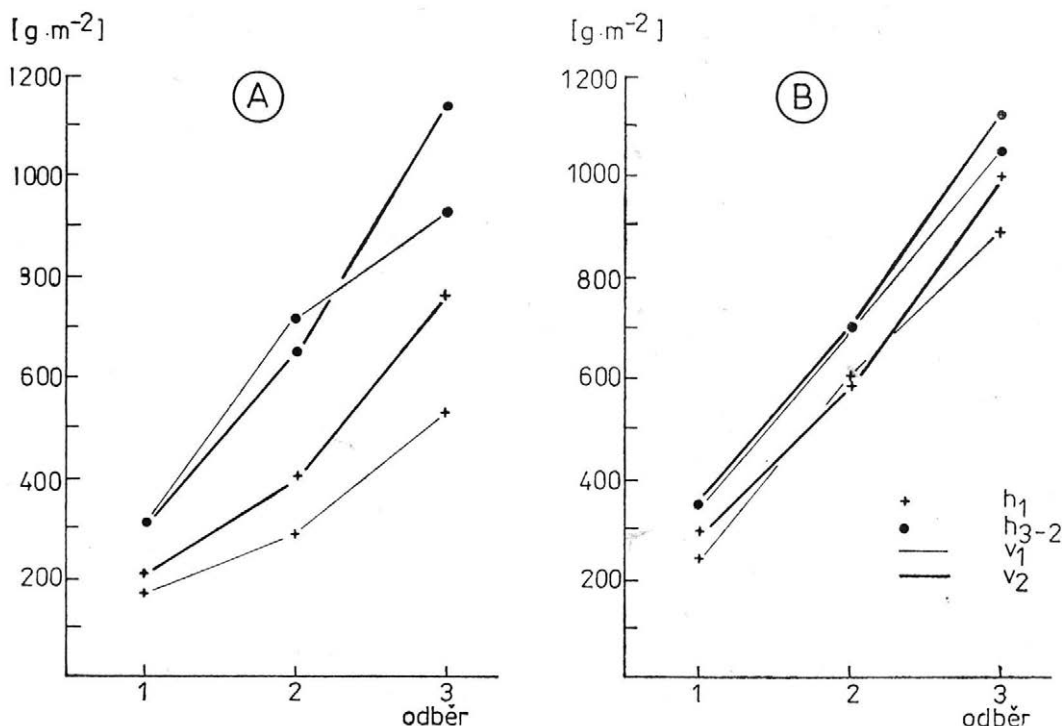
ní fytomasy (C). Jak je patrné z tab. V, průměrné hodnoty C činily u pšenice ozimé od vzejití do sklizně v podmínkách bez závlahy v osevním postupu A 2,9 až 4,6 g/m²/den a v osevním postupu B 5,0 až 5,9 g/m²/den. V závlaze se pohybovaly hodnoty C pšenice ozimé v osevním postupu A od 4,3 do 6,5 g/m²/den a v osevním postupu B od 6,8 do 8,2 g/m²/den. Vlivem závlahy vzrostly hodnoty C pšenice ozimé v osevním postupu A o 40 % a v osevním postupu B o 38 %.

Použití dusíkaté hnojení se projevilo zvýšením hodnot C v podmínkách bez závlahy v osevním postupu A o 45 až 58 %, v osevním postupu B o 19 %, v závlaze v osevním postupu A o 48 až 53 %, v osevním postupu B o 21 %.

Tyto výsledky v souladu s údaji dalších autorů (V r k o č, 1977) dokazují, že porosty ozimých pšenic, které mají poskytovat vysoké výnosy zrna, musejí za celou vegetační dobu vykazovat hodnoty C přes 10 g/m²/den.

Výsledky analýzy růstu pšenice ozimé během vegetace u vybraných variant podrobněji charakterizují dynamiku nárůstu sušiny nadzemní fytomasy. Z průběhu nárůstu sušiny nadzemní fytomasy (obr. 1) v časovém úseku od poloviny května do poloviny června je velmi zřetelně patrný vliv jednotlivých sledovaných faktorů.

Obr. 1 názorně dokresluje jednak vliv různé předplodiny a jednak podíl zkoumaných faktorů na výši produkce sušiny pšenice ozimé v uvedeném období.



1. Průběh tvorby sušiny nadzemní fytomasy u pšenice ozimé v různých sledech plodin (A, B), hnojení dusíkem (h) a vodním režimu půdy (v) v průměru let 1982 až 1984 — The formation of above-ground dry phytomass of winter wheat in crop rotations A and B, at three variants of nitrogenous fertilization (h) and two variants of water regime (v) on the average for 1982 to 1984

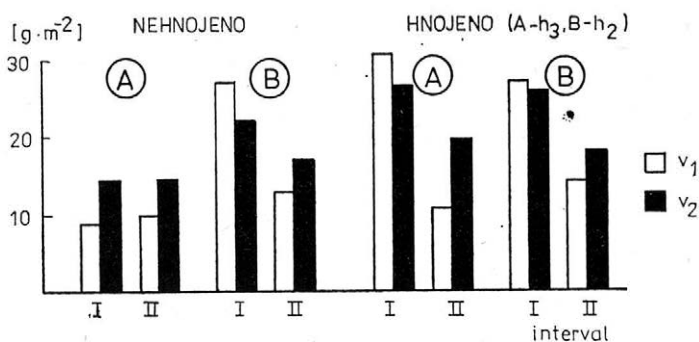
VI. Distribuce sušiny (‰) do jednotlivých orgánů rostliny v době po odkvětu pšenice ozimé — The distribution of dry matter (‰) to various plant organs of wheat after anthesis

Varianta	Sled plodin A ¹⁾			Sled plodin B		
	S	L	K	S	L	K
v ₁ h ₁	53,0	19,3	27,7	57,0	19,0	24,0
v ₁ h ₂	54,2	15,5	30,3	58,7	17,0	24,3
Průměr	53,6	17,4	29,0	57,8	18,0	24,2
v ₂ h ₁	57,2	17,5	25,3	59,7	18,0	22,3
v ₂ h ₂	53,0	21,3	25,7	59,3	16,3	24,4
Průměr	55,1	19,4	25,5	59,5	17,2	23,3

S — stébla, L — listy, K — klasy ¹⁾ místo h₂ použito h₃

Jak uvádějí Petr et al. [1980], distribuce sušiny (asimilátů) v post-florálním období se ukázala jako významný ukazatel výnosnosti obilnin. Výsledky distribuce sušiny pšenice ozimé do jednotlivých orgánů rostliny u vybraných variant v době po odkvětu (tab. VI) dokumentují vztahy mezi předplodinou, dusíkatým hnojením, závlahou a výnosem sušiny. Naše šetření (tab. VI) u odrůdy pšenice ozimé 'Slavia' ukazují, že po jeteli lučním měla tato odrůda větší uložení sušiny do stébel oproti předplodině kukuřici na zrno, zatímco po kukuřici na zrno jsme zjistili u pšenice ozimé větší podíl sušiny v klasech než po jeteli lučním. Znovu se potvrzuje skutečnost, že uplatněním závlahy dochází k poklesu podílu sušiny klasu, tj. hospodářsky významného orgánu, zatímco hnojení dusíkem se podílí hlavně na rozdělení sušiny ve prospěch tvorby klasu.

Průměrný denní přírůstek sušiny nadzemní fytomasy pšenice ozimé v hlavním vegetačním období (obr. 2) rovněž ve značné míře ukazuje



2. Průměrné denní přírůstky sušiny nadzemní fytomasy pšenice ozimé v jednotlivých intervalech (I — období mezi 1. až 2. odběrem, II — období mezi 2. až 3. odběrem) v závlaze a bez závlahy v osevním sledu A a B (průměr let 1982 až 1984) — The average daily increments of the above-ground dry phytomass of winter wheat at two intervals (I — period between 1st and 2nd sampling, II — period between 2nd and 3rd sampling) with and without irrigation in crop rotations A and B (average values for 1982 to 1984)

na konečný výnos zrna. Jak je patrné z obr. 2, závlahou se podařilo výrazně stabilizovat přírůstek sušiny fytomasy pšenice ozimé pro celé období velké periody růstu. V podmínkách bez hnojení dusíkem činily hodnoty C po kukuřici na zrno kolem 15 g/m²/den, po jeteli kolem 20 g/m²/den. Hnojením dusíkem se denní přírůstky sušiny fytomasy v závlaze zvýšily po kukuřici průměrně o 57 %, zatímco po jeteli se použitá dávka dusíku na přírůstcích mnoho neprojevila.

Ukázalo se, že i v podmínkách bez závlahy za příznivého počasí je možno dosáhnout maximálních hodnot denních přírůstků sušiny fytomasy, které však v dalším vegetačním období silně podléhají vlivu případné nepříznivé povětrnosti (hlavně srážek).

Hodnotám velikosti listové pokryvnosti (*LAI*) porostů obilnin se věnuje stále velká pozornost, zejména ve vztahu k výnosu zrna (Petr et al., 1980). Těsnost vztahu mezi hodnotami *LAI* a výnosem zrna je však ovlivněna velkým množstvím faktorů (biologických, klimatických a pěstitelských). Je nesporné a naše sledování znovu potvrzují, že kromě ročníku a hustoty porostu má na hodnoty *LAI* neobyčejně velký vliv hnojení dusíkem a závlaha.

Jak ukazují naše pozorování, byl vliv hnojení dusíkem na hodnoty *LAI* výraznější v podmínkách bez závlahy a po horších předplodinách. Závlahou a hnojením dusíkem se nám podařilo u pšenice ozimé plně vykompenzovat negativní vliv méně vhodné předplodiny na velikost listové pokryvnosti. V závlahových podmínkách vzhledem k výši výnosu zrna není třeba, aby se dosahovaly vysoké hodnoty *LAI*, neboť závlaha v interakci s optimálním dusíkatým hnojením a příslušnou ochranou porostu poskytují hlavně příznivé podmínky pro funkčnost listové plochy (*LAD*). V podmínkách lehkých půd Polabí jsme dokázali v závlahách realizovat výnosy zrna kolem 7 t/ha i při hodnotách *LAI* 3,5 až 4 m²/m².

Naše výsledky, kterých jsme dosáhli při sledování produkce sušiny fytomasy zavlažované pšenice ozimé na lehkých půdách, rozšiřují poznatky na úseku teorie tvorby výnosů obilnin a v mnohých směrech mohou přispět ke zpřesnění pěstování pšenice ozimé v podmínkách regulace vodního režimu půdy.

Literatura

- KVĚT, J. — NEČAS, J. — ONDOK, J.: Metody růstové analýzy. Stud. Inform. ÚVTIZ, Zákł. Vědy Zeměd., 1971, č. 1, 112 s.
- PETR, J. — ČERNÝ, V. — HRUŠKA, L. a kol.: Tvorba výnosu hlavních plodin. Praha, SZN 1980, 448 s.
- PŘÍKRYL, K. a kol.: Fyziologie a biochemie tvorby výnosu obilnin. Stud. Inform. ÚVTIZ, Rostl. Vyr., 1981, č. 3, 68 s.
- SÍMON, J.: The production of phytomass in some field crops under irrigation on light soils. Rostl. Vyr., 21, 1975, č. 8, s. 845-860.
- SÍMON, J.: Interakce vody a živin na produkci biomasy plodin v podmínkách řízeného vodního režimu. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚRV 1981, 36 s.
- SÍMON, J.: Tvorba biomasy a hlavní růstové charakteristiky ozimé a jarní pšenice při různém vodním režimu, výsevu a hnojení dusíkatým hnojivem. Rostl. Vyr., 28, 1982, č. 4, s. 389-397.
- VRKOČ, F.: K dynamice růstu a produktivitě hlavních polních plodin. In: Produkce biomasy a tvorba výnosů polních plodin. Praha, ČVTS-SZ 1977, s. 13-23.
- VRKOČ, F.: Podíl některých faktorů na zvýšení výnosů pšenice a jarního ječmene. Rostl. Vyr., 27, 1981, č. 4, s. 369-378.

Došlo dne 13. 5. 1987

ШИМОН, Й. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние орошения и удобрения азотом на основные ростовые характеристики озимой пшеницы в различных севооборотах. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1019-1028.

В полевых полифакториальных опытах на легких песчаноглистых почвах у озимой пшеницы (сорт 'Славия') в севообороте А (кукуруза на зерно, озимая пшеница, яровой ячмень) и в севообороте Б (боб на массу + подсев клевера; луговой клевер, озимая пшеница, яровая пшеница) наблюдалось влияние различного водного режима (без орошения V_1 и с орошением на 40 % $VVK - V_2$) и удобрения азотом ($h_1 - 0$, $h_2 - 40$ кг/га, $h_3 - 80$ кг/га) на создание и продукцию сухого вещества надземной фитомассы. Из анализа влияния наблюдаемых факторов вытекает, что и по хорошим предшественникам культур на легких почвах без орошения продукция общего надземного сухого вещества не превысила у озимой пшеницы 11 т/га. Орошением продукция сухого вещества фитомассы повысилась на 40 %. Прибыль урожая сухого вещества, обусловленная удобрением азотом, зависела от севооборота (в севообороте А повышение на 47 %, а в севообороте Б — на 18 %) и водного режима (в условиях без орошения на 18—34 %, при орошении на 21—48 %). В работе оценены по севооборотам индекс уборки урожая и дальнейшие характеристики озимой пшеницы в зависимости от водного режима и удобрения азотом.

озимая пшеница; чередование культур; орошение; удобрение азотом; создание сухого вещества; ростовые характеристики

SIMON, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *The Effect of Irrigation and Nitrogenous Fertilization on the Basic Growth Characteristics of Winter Wheat in Two Different Crop Rotations*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1019-1028.

Multifactor field trials were performed on light sandy-loam soils with winter wheat (cultivar 'Slavia') included in two crop rotations (rotation A: grain maize, winter wheat, spring barley; rotation B: green bean + clover underseeding, red clover, winter wheat, spring wheat) to study the effect of different water regimes (no irrigation — v_1 , irrigation to 40 % of available water capacity — v_2) and three variants of nitrogenous fertilization ($h_1 - 0$, $h_2 - 40$ kg/ha, $h_3 - 80$ kg/ha) on the formation and output of above-ground dry phytomass. As suggested by the analysis of the effect of the studied factors, the total output of the above-ground dry matter of wheat never exceeded 11 t/ha on the light-textured soils without irrigation, irrespective of the forecrops. Irrigation increased the output of dry phytomass by 40 %. The increases of dry matter yields ascribable to nitrogenous fertilization depended on the rotation (in crop rotation A the increase was by 47 % and in rotation B by 18 %) and on the water regime (with no irrigation the increase was by 18 to 34 % and with irrigation by 21 to 48 %). The harvest index and other growth characteristics of winter wheat are evaluated with respect to the crop rotations in dependence on water regime and nitrogenous fertilization.

winter wheat; crop rotation; irrigation; nitrogenous fertilization; dry matter; formation; growth characteristics

SIMON, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Auswirkung von Bewässerung und Stickstoffdüngung auf die Grundwachstumscharakteristika von Winterweizen in verschiedenen Fruchtfolgen*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1019-1028.

In Polyfaktorial-Feldversuchen auf leichten Sandlehmböden wurde bei Winterweizen (Sorte 'Slavia') in zwei Fruchtfolgen (A — Körnermais, Winterweizen, Sommergerste; B — Ackerbohne zur Grünutgewinnung + Kleeuntersaat, Rotklee, Winterweizen, Sommerweizen) die Auswirkung von unterschiedlichem Wasserhaushalt (v_1 — ohne Bewässerung; v_2 — mit Bewässerung auf 40 % verfügbarer Wasserkapazität) und Stickstoffdüngung ($h_1 - 0$; $h_2 - 40$ kg/ha, $h_3 - 80$ kg/ha) auf die Bildung und Produktion von Trockensubstanz der oberirdischen Phytomasse untersucht. Aus einer Analyse der Auswirkung der untersuchten Faktoren ergab sich, daß auf leichten Böden ohne Bewässerung selbst nach guten Vorfrüchten die Produktion der oberirdischen Gesamttrockensubstanz des Winterweizens 11 t/ha nicht überschritt. Durch Bewässerung erhöhte sich die Trockensubstanzproduktion der

Phytomasse um 40 %. Die auf Stickstoffdüngung zurückzuführenden Zunahmen des Trockensubstanzertrags waren von der Fruchtfolge (Fruchtfolge A — Erhöhung um 47 %; Fruchtfolge B — Erhöhung um 18 %) sowie vom Wasserhaushalt (ohne Bewässerung um 18 bis 34 %; mit Bewässerung um 21 bis 48 %) abhängig. In der Arbeit werden ferner, mit Bezug auf die Fruchtfolge, der Ernteindex und weitere Wachstumscharakteristika des Winterweizens in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt und der Stickstoffdüngung bewertet.

Winterweizen; Fruchtfolge; Bewässerung; Stickstoffdüngung; Trockensubstanzbildung; Wachstumscharakteristika

Adresa autora:

Ing. Josef Šimon, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV VÝSEVKU NA STABILITU A STRUKTURU VÝNOSŮ U TYPOVĚ ODLIŠNÝCH ODRŮD PŠENICE

L. Dotlačil, K. Toman

DOTLAČIL, L. — TOMAN, K. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Vliv výsevu na stabilitu a strukturu výnosů u typově odlišných odrůd pšenice*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1029-1038.

Osm odrůd ozimé a čtyři odrůdy jarní pšenice byly hodnoceny při výsevcích 2,25; 4,50 a 6,75 mil. klíčivých zrn na ha v devíti variantách (tři stanoviště, tři ročníky). Nejvyšší výnos v pokuse vykazala odrůda 'Maris Marksman' (7,18 t/ha). V průměru odrůd byl nejvyšší výnos zrna při normálním výsevu, nízký výsevek snižoval výnos o 4,5 %, vysoký o 2,1 %, jednotlivé odrůdy však reagovaly specificky. Při nízkém výsevu byl vytvářen nedostatečný počet zrn na plochu a výnos byl závislý na dosažené hustotě porostu. Při vysokém výsevu docházelo naopak k redukci hmotnosti zrn, eventuálně i k redukci počtu zrn. Výnos zrna byl výrazně ovlivňován stanovištěm a ročníkem. Vliv stanoviště převládá zejména u odrůd 'Vala', 'Slavia', 'Super Zlatna' a 'Košútka', u většiny ostatních odrůd byly výraznější ročníkové rozdíly. Variabilita výnosů zrna byla podmiňována především ročníkem a stanovištěm (z 38 %). Vliv odrůd a jejich interakce s prostředím činily shodně 25 %. Výsevek se podílel na celkové variabilitě výnosů velmi málo (0,3 %), výrazně však ovlivňoval výnosovou strukturu.

pšenice; odrůdy; výsevek; struktura výnosu; kompenzace znaků; variabilita znaků

Optimalizaci výsevu pšenice byla věnována celá řada prací v minulosti a toto téma zůstává aktuální i v současnosti. Nejčastěji jsou doporučovány výsevky od 4 do 5 mil. zrn na ha (Remeslo, 1976; Harmati, 1975 aj.). Za dostatečný je však považován i výsevek nižší (Křišťan, Černý, 1973; Foltýn, 1974). Naopak pro některé typy odrůd je požadován výsevek zvýšený, jak tomu bylo např. u sovětských odrůd typu 'Kavkaz' (Lekeš, 1973; Hlavička, Baxa, 1973; Pešík, Bezděk, 1974) popř. u jugoslávských odrůd. Je tedy zřejmé, že optimální výsevek je odrůdově specifický.

Většina odrůd však reaguje jen malou výnosovou diferencí na změny výsevu v širokém rozmezí. Tak např. Lukjanenko (1973) uvádí u odrůdy 'Bezostá 1' srovnatelný výnos při výsevcích 2 až 5 mil. zrn na ha a Špaldon et al. (1973) zjistili u několika odrůd pšenice ozimé neprůkazný vliv výsevu v rozmezí 3,5 až 5,5 mil. zrn na ha. Tuto skutečnost podmiňuje vysoká kompenzační schopnost porostu pšenice.

Práce si klade za cíl přispět k poznání kompenzačních mechanismů v porostu pšenice a upozornit na některé odrůdové rozdíly. Tomu odpovídá i volba značně kontrastních výsevků, které přesahují hodnoty používané v praxi.

MATERIÁL A METODY

Ve třech ročnících (1981 až 1983) byl na třech stanovištích (Klatovy, Praha-Ruzyně a Pohořelice u Brna) zakládán pokus s 12 typově odlišnými odrůdami pšenice jarní a ozimé. Byly použity tři rozdílné výsevky, a sice 2,25; 4,50 a 6,75 mil. klíčivých zrn na ha.

Pokus byl zakládán ve čtyřech znáhodněných blocích při velikosti parcely 12,5 m² (1,25 × 10 m), z toho sklizňová plocha činila 9 m². Agrotechnika a hnojení byly voleny optimální pro danou oblast pěstování. Za vegetace byla použita běžná chemická ochrana proti plevelům, regulátory růstu použity nebyly.

Na jaře byl na každé parcele proveden odpočet rostlin (2 × 0,25 m²) a před zralostí odpočet klasů (3 × 0,25 m²). Ve fázi voskové zralosti byl z každé parcely odebrán pokusný snopek k dalším rozborům (z plochy 0,25 m²). Výnos byl přepočten na 86 % sušiny zrna.

Na základě rozboru pokusného snopku byla jako průměr celého vzorku stanovena hmotnost zrna na klas, hmotnost jednoho zrna byla vypočtena na základě zjištěné hmotnosti zrna a počtu zrn ve vzorku. Počet zrn na plochu byl stanoven z výnosu zrna a zjištěné hmotnosti jednoho zrna.

K vyhodnocení výsledků bylo použito výpočtu analýzy variance jednoduchého třídění a výpočtu fenotypových korelací mezi sledovanými znaky. Odhad podílu jednotlivých faktorů proměnlivosti na variabilitě znaků byl proveden přepočtem jejich rozptylů (Weber, 1980).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Dosažené výnosy zrna zkoušených odrůd při jednotlivých výsevcích shrnuje tab. I. Při normálním výsevku dosáhla nejvyššího průměrného výnosu zrna anglická odrůda 'Maris Marksman' (7,18 t/ha, tj. 125,7 % k průměru všech odrůd). Nejvyšší výnos si udržela tato odrůda i při obou kontrastních výsevcích, kdy dosáhla 124,1 % při nízkém a 124,5 % při vysokém výsevku — srovnáváno k průměru odrůd. Tato skutečnost je důkazem vysokého výnosového potenciálu a dobré kompenzační schopnosti odrůdy 'Maris Marksman'. V pořadí druhý nejvyšší výnos měla odrůda 'Vala', a to opět shodně při všech zkoušených výsevcích (116,6 % při vysokém až 120,7 % při nízkém výsevku). Odrůda 'Košítká' si udržela třetí výnosové pořadí pouze při nízkém (116,6 %) a normálním (112,8 %) výsevku, při vysokém výsevku dosáhla pouze 109,5% výnosu k průměru odrůd. Odrůda 'Slavia' byla v pořadí výnosů na čtvrtém místě, a to shodně při všech výsevcích (112,0 % při vysokém až 115,2 % při nízkém výsevku při srovnání s průměrem odrůd).

Při normálním výsevku klesaly dále dosažené průměrné výnosy odrůd v následujícím pořadí: 'Kormoran', 'Super Zlatná', 'Mironovská', následovaly čtyři jarní odrůdy 'Jara', 'Rena', 'Famos', 'Highbury' a nejnižší výnos vykazovala stará česká ozimá odrůda 'Chlumecká 12' (4,25 t/ha, tj. 74,4 % k průměru odrůd). Z těchto odrůd se odrůdy 'Chlumecká 12' a 'Mironovská' lépe uplatnily při nízkém výsevku, odrůdy 'Kormoran', 'Super Zlatná' a 'Rena' se naopak relativně lépe prosadily při výsevku vysokém.

V průměru odrůd byl dosažen nejvyšší výnos při normálním výsevku (5,71 t/ha⁻¹), oba extrémní výsevky výnos snižovaly. Poněkud méně se projevila redukce výnosů při vysokém výsevku (5,60 t/ha), výrazněji při výsevku nízkém (5,47 t/ha).

Je zřejmé, že výnos většiny odrůd byl výsevkem poměrně málo ovlivněn. Toto zjištění je v souladu s údaji, které uvádějí pro podobné kontrastní výsevky (3,5 až 5,5 mil. zrn na 1 ha) v našich ekologických podmínkách Špaldon et al. (1973).

I. Výnosy zrna zkoušených odrůd pšenice při výsevu 2,25; 4,50 a 6,75 mil. klíčov^{ých} semen na 1 ha (t/ha) — The grain yields of the tested varieties of wheat with the sowing rates of 2.25, 4.50 and 6.75 million germinable seeds per ha (tons per ha)

Odrůda	% k								
	2,25			4,50			6,75		
	$\bar{x}$	$\bar{x}$.	pořadí	$\bar{x}$	$\bar{x}$.	pořadí	$\bar{x}$	$\bar{x}$.	pořadí
Chlumecká 12	4,61	84,3	9	4,25	74,4	12	4,13	73,8	12
Mironovská	5,62	102,7	7	5,48	96,0	7	5,31	94,8	7
Kormoran	6,02	110,1	5	6,27	109,8	5	6,27	112,0	3
Vala	6,60	120,7	2	6,84	119,8	2	6,53	116,6	2
Slavia	6,30	115,2	4	6,43	112,6	4	6,27	112,0	4
Super Zlatna	5,75	105,1	6	6,06	106,1	6	6,21	110,9	5
Košútka	6,38	116,6	3	6,44	112,8	3	6,13	109,5	6
Maris Marksman	6,79	124,1	1	7,18	125,7	1	6,97	124,5	1
Jara	4,73	86,5	8	5,06	88,6	8	4,93	88,0	9
Rena	4,40	80,4	10	4,89	85,6	9	4,96	88,6	8
Famos	4,36	79,7	11	4,82	84,4	10	4,88	87,1	10
Highbury	4,07	74,4	12	4,75	83,2	11	4,58	81,8	11
F-test	9,68 ⁺			9,15 ⁺			6,58 ⁺		
md při $P = 0,05$	0,39	(7,1 %)		0,40	(7,0 %)		0,44	(7,9 %)	
$\bar{x}$.	5,47			5,71			5,60		

+ — významné při $P = 0,05$

Ačkoliv rozdíly mezi výsevky jsou malé a lze je prokázat jen v některých případech, je možné uvažovat o rozdělení zkoušených odrůd do čtyř skupin (tab. II):

1. Výnos zrna se snižuje s výsevkem, nejvyšší je výnos zrna při nízkém výsevu ('Chlumecká 12' o +8,3 % a 'Mironovská' o +2,5 % oproti výsevu normálnímu). Hustota porostu se při nízkém výsevu u obou odrůd snižuje pouze o 9,4 %, resp. 11,9 % a výrazněji se zvyšuje produktivita klasu (o 17,6 %, resp. 13,7 %).

Reakce na vysoký výsevek je nepřímo úměrná, zvyšuje se hustota porostu o 7,3 %, resp. 11,9 % a produktivita klasu je nižší oproti normálnímu výsevu o 7,4 %, resp. 11,7 %. Odrůda 'Chlumecká 12' vytvářela při nízkém výsevu zvýšený počet zrn na plochu při výrazně vyšší HTZ (o 5 %), což se projevilo statisticky průkazným zvýšením výnosu zrna oproti normálnímu výsevu. U odrůdy 'Mironovská' se počet zrn na plochu mění s výsevkem jen velmi málo a malý výnosový nárůst při nízkém výsevu je podmiňován především poněkud zvýšenou HTZ (+3,3 %).

2. Nejvyšší výnos zrna je při normálním výsevu, vysoký výsevek snižuje výnos výrazněji než nízký. Do této skupiny lze zařadit odrůdy 'Vala', 'Slavia', a především odrůdu 'Košútka', u které bylo snížení výnosu při vysokém výsevu nejvýraznější (−4,9 %) a statisticky prokazatelné. U odrůd 'Košútka' a především 'Slavia' je výnosová deprese při vyso-

II. Kompenzace znaků při výsevu 2,25 mil. (N) a 6,75 mil. (V) klíčivých zrn na 1 ha u jednotlivých odrůd, vyjádřené jako odchylka (‰) od normálního výsevu (4,50 mil. klíčivých zrn na 1 ha) — Compensation of traits with the sowing rates of 2.25 million (N — low) and 6.75 million (V — high) germinable seeds per 1 ha in various cultivars, expressed as a deviation from the normal sowing rate (4.50 million germinable seeds per 1 ha)

Odrůda	Výnos zrna		Počet klasů na 1 m ²		Hmotnost zrna na klas		Počet zrn na 1 m ²		Hmotnost jednoho zrna	
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
Chlumecká 12	+ 8,3 ⁺	-2,8	- 9,4	+ 7,3	+17,6	- 7,4	+ 3,0	-0,7	+5,0	-2,9
Mironovská	+ 2,5	-3,1	-11,9	+11,9	+13,7	-11,7	- 0,8	+0,8	+3,3	-3,6
Kormoran	- 4,0 ⁺	0,0	-14,0	+10,8	+10,9	-10,9	- 6,3	+2,1	+2,8	-1,7
Vala	- 3,7	-4,7	-10,0	+13,7	+ 6,6	- 9,0	- 2,6	-0,7	-0,8	-3,4
Slavia	- 2,1	-2,5	-18,9	+ 7,5	+ 8,3	-32,5	- 4,4	-0,7	+2,5	-2,0
Super Zlatna	- 5,2 ⁺	+2,5	- 8,9	+13,7	+ 3,5	-11,5	- 3,5	+4,7	-2,0	-2,6
Košútka	- 1,0	-4,9 ⁺	-16,3	+ 7,6	+19,1	-11,3	- 4,5	-2,3	+3,8	-2,3
Maris Marksman	- 5,6 ⁺	-3,0	- 5,8	+ 7,6	+ 8,0	- 5,3	- 4,7	-2,3	-0,8	-0,6
Jara	- 6,8 ⁺	-2,7	-22,3	+22,6	+19,7	-22,1	- 9,4	+2,3	+3,8	-4,4
Rena	-10,3 ⁺	+1,5	-23,5	+13,7	+18,3	-13,4	-10,2	+5,9	+0,5	-4,3
Famos	- 9,8 ⁺	+1,3	-22,0	+17,5	+19,4	-15,3	-11,4	+5,3	+1,8	-3,6
Highbury	-15,4 ⁺	-4,0	-26,9	+29,0	+25,2	-20,0	-16,1	+2,1	+2,0	-5,9
Průměr odrůd	- 4,5	-2,1	-15,2	+12,8	+14,1	-12,3	- 4,8	+0,8	+1,8	-3,1

+ významné při $P = 0,05$

kém výsevku podmiňována výrazným poklesem produktivity klasu (o 11,3 %, resp. 32,5 %). U odrůdy 'Vala' byl pokles produktivity klasu nižší (9,0 %). U všech tří odrůd klesá při obou extrémních výsevcích vytvářený počet zrn na plochu, hmotnost jednoho zrna se při vysokém výsevku snižuje o 2,0 až 3,4 %.

3. Nejvyšší výnos zrna je dosahován při normálním výsevku, výrazněji výnosovou depresi způsobuje výsevek nízký. K této skupině patří ozimé odrůdy 'Kormoran' a 'Maris Marksman', z jarních odrůd 'Jara' a 'Highbury'. Ve všech případech jde o odrůdy s vysokou produktivitou klasu a průměrnou až nižší hustotou porostu. Pokles výnosů při nízkém výsevku je poměrně výrazný (4,0 %, resp. 5,8 % u ozimů a 6,8 %, resp. 15,4 % u jařin) a statisticky průkazný. Odrůda 'Maris Marksman' mění s výsevkiem jen málo hustotu porostu, hmotnost jednoho zrna se však mění ještě méně. U ostatních odrůd této skupiny se při nízkém výsevku dosti výrazně snižuje hustota porostu (o 14,0 až 26,9 %) a kompenzace vyšší produktivitou klasu (+10,9 % až +25,2 %) není dostatečná. U všech odrůd v této skupině se při nízkém výsevku poměrně výrazně snižuje vytvářený počet zrn na plochu (o 6,3 a 4,7 % u ozimů, resp. 9,4 a 16,1 % u jařin). Kompenzace zvýšenou hmotností jednoho zrna nepřesáhla 3,8 % ('Jara') a u odrůdy 'Maris Marksman' se neprojevila vůbec.

4. Do poslední skupiny lze zařadit odrůdy, u kterých se výnos s výsevkiem zvyšoval a dosáhl maxima při vysokém výsevku. Patří sem ozimá odrůda 'Super Zlatna' a jarní odrůdy 'Rena' a 'Famos'. Zvýšení výnosu při vysokém výsevku nepřesáhlo 2,5 ('Super Zlatna'), při nízkém výsevku byl pokles výnosu průkazný (5,6 až 15,4 %). Příčinou vyššího výnosu při vysokém výsevku je zřejmě dosažení vyššího počtu zrn z plochy (o 4,7 až 5,9 %), které je nadkompenzační ke snížené hmotnosti jednoho zrna (o 2,6 až 4,3 %).

Na základě výše uvedeného rozdělení a srovnání pořadí výnosů odrůd při jednotlivých výsevcích lze odhadnout případnou reakci odrůd na úpravu výsevku.

Vhodnost snížení výsevku oproti normě 4,50 mil. zrn na 1 ha je možné předpokládat u odrůd 'Chlumecká 12', 'Mironovská' a pravděpodobně u odrůdy 'Košútka'. Pozitivní odezvu na poněkud zvýšený výsevek lze naopak očekávat u odrůd 'Super Zlatna', 'Rena' a 'Famos'. Konkrétní normu výsevku však není možné na základě provedených pokusů doporučit; výsevky byly voleny jako kontrastní, s cílem rozšířit fenotyp variabilitou znaků a odhadnout kompenzační možnosti jednotlivých odrůd.

Uvedené výsledky dokazují účinnost kompenzačních mechanismů v porostu pšenice. V průměru odrůd se výnos zrna snižoval při obou extrémních výsevcích, deprese však byla velmi malá (4,5 % při nízkém a 2,1 % při vysokém výsevku). Značně kontrastní výsevek se v důsledku různé konkurence (a tím i redukce počtu rostlin) a především v důsledku regulace produktivním odnožováním již poměrně málo projevil na hustotě porostu (—15,2 a +12,8 %). Tyto rozdíly již mohly být do značné míry kompenzovány produktivitou klasu (+14,1 a —12,3 %).

Geisler (1984) definuje výnosový potenciál obilovin především jako počet založených obilek na plochu, který je v průběhu vegetace podle podmínek prostředí do různé míry redukován. Tento pohled objasňuje i rozhodující význam vytvořeného počtu zrn na plochu při reakci na výsevek. V řídkém porostu není dosahován optimální počet zrn na

plochu (není plně kompenzována nižší hustota porostu zvýšeným počtem zrn v klasu). V našich pokusech se počet zrn na plochu snižoval v průměru odrůd o 4,8 % a nebyl plně kompenzován zvýšením hmotnosti jednoho zrna (pouze 1,8 %). Nízkou kompenzační schopnost zvýšením hmotnosti zrn potvrzují též Anderl et al. (1981) a Shanahan et al. (1984), kteří zjistili v rozsáhlých pokusech s pšenicí ozimou časté limitování výnosů sinkem; tento případ se zřejmě projevil u většiny odrůd při použití nízkého výsevu i v našich pokusech.

Při vysokém výsevu se v průměru odrůd počet zrn na plochu měnil jen velmi málo (+0,8 %), dosti výrazně se však snižovala hmotnost jednoho zrna (-3,1 %). Hlavní příčinou výnosové deprese při vysokém výsevu byla tedy zřejmě snížená hmotnost zrn jako důsledek snížení efektivity fyziologických pochodů v přehuštěném porostu. Mohlo by se zde též uvažovat o snížení hmotnosti zrn v důsledku většího napadení přehoustlých porostů chorobami, to však polní pozorování nepotvrdila. Willey a Holliday (1971) však uvádějí jako hlavní příčinu poklesu výnosu zrna v příliš hustých porostech rovněž snížení počtu zrn na plochu. Tento případ nastal v našich pokusech u odrůd 'Košťutka' a 'Maris Marksman', kdy redukce počtu zrn na plochu byla stejná nebo vyšší než redukce hmotnosti zrn.

III. Fenotypové korelace mezi výnosem zrna a jeho složkami při jednotlivých výsevcích (v průměru odrůd) — Phenotypic correlations between grain yields and yield components with three sowing rates (average values for the cultivars)

Výnosová složka	Výsev (mil. klíčivých zrn na 1 ha)		
	2,25	4,50	6,75
Počet klasů na 1 m ²	0,67	0,45	0,35
Hmotnost zrna na klas	0,21	0,35	0,35
Počet zrna na 1 m ²	0,71	0,59	0,55
Hmotnost jednoho zrna	-0,30	-0,17	-0,13

Tvorbu výnosu při různých výsevcích charakterizuje tab. III. Uvedené fenotypové korelační koeficienty (průměrné hodnoty korelací zjištěných u jednotlivých odrůd) ukazují na závislost tvorby výnosu na výnosových prvcích. Při nízkém výsevu se daleko výrazněji projevuje závislost tvorby výnosu na dosažené hustotě porostu ($r = 0,67$) než na produktivitě klasu ($r = 0,21$). Při normálním výsevu se tento rozdíl podstatně snižuje a při vysokém výsevu je význam obou znaků rovnocenný ($r = 0,35$). Podobně se zvyšujícím se výsevem klesá závislost tvorby výnosu na dosaženém počtu zrn z plochy (od $r = 0,71$ při nízkém výsevu po $r = 0,55$ při výsevu vysokém). Negativní korelace mezi výnosem a hmotností zrn je zřejmě podmíněna volbou odrůd do pokusného souboru. Na základě existujícího trendu je však možné rovněž usuzovat na větší význam dosažené potřebné hmotnosti zrn při vysokém výsevu.

Ve srovnání s variabilitou vyvolanou výsevem byl výnos zrna mnohem výrazněji ovlivňován pokusným stanovištěm a ročníkem (tab. IV). Vliv stanoviště převládá u odrůd 'Vala', 'Slavia', 'Super Zlatna' a 'Košťutka' (v průměru výsevků a ročníků činil maximální rozdíl mezi stano-

IV. Variabilita vyvolaná jednotlivými faktory prostředí (rozdíl maximální a minimální hodnoty znaku vyjádřený jako procento k $\bar{x}$) — Variability due to different environmental factors (the difference between the maximum and minimum values of a trait is expressed as percentage in relation to $\bar{x}$)

Odrůda	Výnos zrna			Počet klasů na 1 m ²			Hmotnost zrna na klas		
	výsevek	stano- viště	ročník	výsevek	stano- viště	ročník	výsevek	stano- viště	ročník
Chlumecká 12	11,1	38,3	48,0	16,7	3,6	22,5	17,6	23,6	35,4
Mironovská	5,6	40,0	35,4	23,8	16,9	25,2	25,4	11,8	45,1
Kormoran	4,0	10,3	23,6	24,8	14,9	23,5	21,8	17,1	55,1
Vala	4,7	25,2	14,6	23,7	12,5	37,2	15,6	20,5	28,7
Slavia	2,5	23,8	14,7	26,4	20,9	31,1	32,5	15,0	29,2
Super Zlatna	7,7	20,0	12,7	22,6	16,4	25,4	15,0	20,3	13,2
Košútka	4,9	22,3	7,9	23,9	18,5	36,1	30,4	9,0	24,8
Maris Marksman	5,6	11,0	14,9	13,4	17,3	23,4	13,3	30,4	27,2
Jara	6,8	26,5	42,3	44,9	2,8	27,6	41,8	18,1	22,1
Rena	11,8	24,2	43,8	37,2	3,4	20,1	31,7	7,7	20,2
Famos	11,1	24,1	40,5	39,5	14,3	18,6	34,7	13,3	8,2
Highbury	15,4	38,7	28,2	29,0	6,2	13,9	45,2	6,1	7,8
$\bar{x}$	7,6	25,4	27,2	27,2	12,3	26,1	27,1	14,8	22,3

višti 20,0 až 25,2 % k celkovému průměru, u ročníků v průměru výsevků a stanovišť pouze 7,9 až 14,7 %). Vliv stanoviště převládá rovněž nad vlivem ročníků u odrůd 'Mironovská' (maximální rozdíl 40,0 % pro stanoviště a 35,4 % pro ročníky) a 'Highbury' (38,7 a 28,2 %).

U ostatních odrůd byly maximální výnosové rozdíly mezi stanovišti menší než rozdíly ročníkové. To se projevilo zejména u většiny jarních odrůd ('Jara', 'Rena', 'Famos'), z ozimů výrazněji u odrůd 'Chlumecká 12', 'Kormoran', méně u odrůdy 'Maris Marksman'.

Nejnižší reakci na stanoviště vykazaly odrůdy 'Kormoran' a 'Maris Marksman' (která reagovala poměrně málo i na ročník). Na ročníkové vlivy reagovala nejméně odrůda 'Košútka'.

V. Odhad podílu rozptylů jednotlivých faktorů a jejich interakcí na celkovém rozptylu pokusu (%) — Estimate of the proportions of the variances of separate factors and their interactions in the total variance in the trial (%)

Znak	A	B	C	AB	AC	BC
	n = 12	n = 3	n = 9			
Výnos zrna	24,9	0,3	37,9	0,7	24,9	0,7
Počet klasů na 1 m ²	19,5	20,2	23,4	1,5	18,4	2,3
Hmotnost zrna na klas	28,6	14,3	14,3	2,1	21,4	0,9

A — odrůda; B — výsevek; C — prostředí (ročník × stanoviště)

Pro základní prvky struktury výnosu, tj. počet klasů na 1 m² a hmotnost zrna na klas (vzhledem k rozsahu práce již neuvádíme další výnosové schéma — počet zrn na plochu a hmotnost zrna), se již mnohem výrazěji projeví rozdíly mezi výsevky. Pro oba znaky byly u většiny odrůd největší rozdíly mezi výsevky, o málo menší byly rozdíly ročníkové a vliv stanoviště byl již zpravidla menší. Malé rozdíly mezi stanovištěm byly zjištěny zejména u odrůd 'Chlumecká 12', 'Jara', 'Rena' a 'Highbury' pro počet klasů na 1 m² a u odrůd 'Košútka', 'Rena' a 'Highbury' pro hmotnost zrna na klas.

Podle výpočtového podílu rozptýlů jednotlivých faktorů na celkovém rozptýlu pokusu je možné odhadnout podíl celkové variability, vyvolaný tímto faktorem (tab. V).

Výnos zrna byl ovlivňován především prostředím (ročníkem a stanovištěm), které odpovídalo 37,9 % celkové variability. Efekt odrůd činil 24,9 %, shodně jako interakce odrůda X prostředí. Vliv výsevu je velmi nízký (0,3 %), stejně jako vliv jeho interakcí.

U hustoty porostu byl vliv odrůdy, výsevu a prostředí srovnatelný (19,5, 20,2 a 23,4 %), podobná byla i hodnota interakce odrůda X prostředí (18,4 %). Vliv interakcí výsevu byl opět nízký.

Hmotnost zrna na klas vykazala nejvyšší podíl genetické proměnlivosti (28,6 %), vysoká byla též interakce genotypu s prostředím (21,4 %). Podíl výsevu a prostředí na celkové variabilitě byl již shodný a činil 14,3 %.

Literatura

- ANDERL, A. — MANGSTL, A. — REINER, L.: Die Ertragsstruktur bei Winterweizen, dargestellt an der Datenbasis ISPFLANZ. Bayer. Landwirtsch. Jb., 58, 1981, s. 455-468.
- FOLTÝN, J.: Praxe a teorie výsevu obilovin. In: Sbor. věd. Konf. Vys. Šk. zeměd. Fak. agron., 1974.
- GEISLER, G.: Photosynthese, Biomassebildung und Ertragsstruktur von Kulturpflanzen. Sver. Utsädesför. Tidskr., 94, 1984, s. 85-94.
- HARMATI, I.: Agrotechnical researches in Cereal Research Institute. Szeged. Cereal Res. Comm., 3, 1975, č. 4, s. 321-329.
- HLAVIČKA, A. — BAXA, F.: Faktory, ktoré výraznejšie ovplyvnili úrodu obilnín v r. 1973. Pôda a úroda, 21, 1973, č. 12, s. 441-443.
- KŘÍŠTAN, F. — ČERNÝ, V.: Vliv některých agrotechnických opatření na výnosy ozimé pšenice na orné půdě. Rostl. Vyr., 19, 1973, č. 1, s. 41-49.
- LEKEŠ, J. a kol.: Pěstujeme obilniny v ČSR. Praha, SZN 1973.
- LUKJANENKO, P. P.: Novyje sorta ozimoj pšenicy. Moskva, Kolos 1973.
- PEŠÍK, J. — BEZDĚK, V.: Vliv výsevu na výnos zrna u výkonných odrůd ozimé pšenice. Rostl. Vyr., 20, 1974, č. 9, s. 951-957.
- REMESLO, V. N.: Mironovskije pšenicy. Moskva, Kolos 1976.
- SHANAHAN, J. F. — SMITH, D. H. — WELSH, J. R.: An analysis of postanthesis sink-limited winter wheat grain yields under various environments. Agron. J., 76, 1984, č. 4, s. 611-615.
- ŠPALDON, E. a kol.: Štúdium niektorých agroekologických aspektov pestovania ozimnej pšenice. Rostl. Vyr., 19, 1973, č. 8, s. 805-814.
- WEBER, E.: Grundriss der Biologischen Statistik. Jena, VEB G. Fischer Verlag 1980, 652 s.
- WILLEY, R. W. — HOLLIDAY, R.: Plant population, shading and thinning studies in wheat. J. agric. Sci. (Cambridge), 77, 1971, s. 453-461.

Došlo dne 13. 5. 1987

ДОТЛАЧИЛ, Л. — ТОМАН, К. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние нормы высева на стабильность и структуру урожая и различных видов сортов пшеницы. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1029-1038.

Восемь сортов озимой пшеницы и четыре сорта яровой пшеницы были оценены по норме высева 2,25; 4,50 и 6,75 млн. всхожих зерен на га в девяти вариантах (три пункта, три года). Наиболее высокий урожай в опыте был у сорта 'Марис Марксман' (7,18 т/га). Приблизительно наиболее высокая урожайность зерна была у сортов при нормальной норме высева, низкая норма высева снижала урожайность на 4,5 %, высокий на 2,1 %; но отдельные сорта реагировали специфически. При низкой норме высева создавалось недостаточное количество зерен на площадь и урожай зависел от достигнутой густоты поросли. При высокой норме высева, наоборот, имела место редукция массы зерен, иногда и редукция количества зерен. На урожай зерна значительно влияли участки и год высева. Влияние участка было очевидно у сортов 'Вала', 'Славия', 'Супер Златна' и 'Кошутка', у большинства остальных сортов была более выразительная разница от года высева. На вариabильность урожайности зерна влияли прежде всего год высева и участок (38 %). Влияние сортов и их интеракция с внешней средой составляли 25 %. Норма высева играла незначительную роль в общей вариabильности (0,3 %), но значительно влияла на урожайную структуру.

пшеница; сорта; норма высева; компенсация признаков; вариabильность знаков

DOTLAČIL, L. — TOMAN, K. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *The Effect of Sowing Rate on Yield Stability and Structure in Wheat Cultivars of Various Types*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1029-1038.

Eight cultivars of winter wheat and four cultivars of spring wheat were evaluated at the sowing rates of 2.25 to 4.50 and 6.75 million germinable seeds per ha in nine variants (three sites, three years). The highest yield in the trial was recorded in the variety 'Maris Marksman' (7.18 t/ha). On the average for the varieties, the highest yield of grain was obtained with the normal sowing rate; the low sowing rate reduced the yield by 4.5 % and the high sowing rate by 2.1 %. However, all cultivars showed specific responses. When the sowing rate was low, the number of grains produced per unit area was not high enough and the yield depended on the plant density. On the other hand, at the high sowing rate the weight of grains and in some cases also the number of grains were reduced. The grain yield was significantly influenced by the site and the year. The effect of the site was observed mainly in the 'Vala', 'Slavia', 'Super Zlatna', and 'Košťutka' cultivars, while the effect of the years prevailed in the majority of the remaining cultivars. The variability of grain yields was mainly conditioned by the year and the site (their influence amounted to 38 %). The effect of the cultivars and of the cultivar X X environment interaction made 25 % in both cases. The sowing rate contributed only 0.3 % to the variability of the yields but had a significant influence on the yield structure.

wheat; cultivars; sowing rate; yield structure; compensation of traits; variability of traits

DOTLAČIL, L. — TOMAN, K. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Auswirkung der Saatmenge auf die Ertragsstabilität und -struktur bei typenunterschiedlichen Weizensorten*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1029-1038.

Acht Winterweizensorten und vier Sommerweizensorten wurden bei Saatmengen von 2,25; 4,50 und 6,75 Mill. keimfähiger Samen pro ha, in neun Varianten (drei Standorte, drei Jahrgänge), getestet. Den höchsten Ertrag beim Versuch wies die Sorte 'Maris Marksman' (7,18 t/ha) auf. Im Durchschnitt der Sorten wurde der höchste Kornertrag bei der normalen Saatmenge verzeichnet, die niedrige Saatmenge setzte den Ertrag um 4,5 %, die hohe Saatmenge um 2,1 % herab, die einzelnen Sorten reagierten jedoch spezifisch. Bei einer niedrigen Saatmenge bildete sich eine unzureichende Kornzahl je Flächeneinheit und der Ertrag hing von der erreichten Bestandsdichte ab. Bei einer hohen Saatmenge kam es dagegen zu einer Reduktion der Kornmasse, eventuell auch zur Reduktion der Kornzahl. Der Kornertrag war durch Standort und Jahrgang ganz wesentlich beeinflusst. Der Standort-

einfluß war insbesondere bei den Sorten 'Vala', 'Slavia', 'Super Zlatna' und 'Ko-šútka' dominierend, bei den meisten übrigen Sorten waren es die Jahrgangsdifferenzen, die sich stärker auswirkten. Die Variabilität des Kornertrags wurde vorwiegend durch Jahrgang und Standort bedingt (von 38 ‰). Der Einfluß der Sorte und ihre Interaktion mit der Umwelt betrugen übereinstimmend 25 ‰. Die Saatmenge war an der Gesamtvariabilität der Erträge nur unwesentlich beteiligt (0,3 ‰), sie beeinflusste jedoch beträchtlich die Ertragsstruktur.

Weizen; Sorten; Saatmenge; Ertragsstruktur; Kompensation der Merkmale; Variabilität der Merkmale

Adresa autorů:

Ing. Ladislav Dotlačil, CSc., ing. Karel Toman, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

ENERGETICKÉ BILANCE V ODLIŠNÝCH OSEVNÍCH SLEDECH SE ZÁVLAHOU

Z. Stražil

STRAŠIL, Z. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Energetické bilance v odlišných osevních sledech se závlahou*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10): 1039-1048.

Z energetického hlediska jsme zhodnotili pokusy z let 1982 až 1984 založené na lehké půdě v Tišicích. Porovnali jsme dva modelové osevní sledy (obilnářský se 100% zastoupením obilnin a klasický norfolk), ke kterým byly aplikovány závlaha a dva stupně hnojení. Vypočetli jsme hodnoty jednotlivých dílčích vstupů energie (hnojení, zpracování půdy, setí včetně osiva, ošetření plodin, závlahy, sklizně včetně posklizňového ošetření) a souhrnný vklad dodatkové energie u sledovaných plodin. Nejnáročnější plodinou na vstup energie byla cukrovka (48,272 GJ/ha) a kukuřice (43,104 GJ/ha). Nejméně náročné byly ječmen jarní (28,507 GJ/ha) a jetel luční (22,481 GJ/ha). Zjistili jsme energetickou efektivnost a čistou produkci energie v hospodářském a biologickém produktu jednotlivých plodin i celých osevních sledů. Zhodnotili jsme vliv dílčích vstupů energie aplikovaných v hnojivech, závlaze a jejich interakcí na produkci energie při výstupu. Z poznatků vyplývá, že v dané oblasti se projeví větší energetická efektivnost závlahy než samotného hnojení. Klasický sled norfolk je z ekologického hlediska stabilnější a méně závislý na vstupech dodatkové energie v porovnání s obilnářským. Jednotlivé plodiny dovedou v různé míře využívat dodatkovou energii. Tato míra je kromě jiného ovlivněna zařazením jednotlivých plodin do osevního postupu. Při řazení plodin do osevního postupu je třeba přihlížet k ekologické vyváženosti s tím, aby uspořádání zajistilo snížení vkladů energie při minimálně stejné produkci.

energetické bilance; vstupy energie; energetická efektivnost; čistá produkce energie; osevní sledy; obilniny

Problematicke energetických bilancí v zemědělství se věnuje v poslední době značná pozornost, jak je patrné z řady prací (Pimentel, 1974; Hurd, Forster, 1974; Hruška, Janíček, 1982; Segetová, 1982; Han et al., 1985).

Řada našich autorů zabývajících se energetickými bilancemi v zemědělství (Havelec, 1980; Číslák, 1983; Skala, Křišťan, 1983; Stražil, Štollcová, 1984) analyzuje rostlinnou výrobu z hlediska přímých a nepřímých vkladů dodatkové energie.

Srovnáme-li však literární údaje pocházející od různých autorů, narážíme při hodnocení energetických bilancí na určitou nejednotnost. Tento stav není dán pouze odlišnými půdně-klimatickými podmínkami, ale převážně používáním odlišných hodnot ve výpočtech energetických vstupů, ale i výstupů. Také množství energie spotřebované při pěstování určité plodiny závisí na této plodině a na technologickém způsobu jejího pěstování. Z uvedeného je patrné, že v energetických bilancích je ještě mnoho nejasných míst, zasluhujících si hlubší pozornosti.

I. Přehled použitých faktorů u sledovaných osevních sledů — A survey of the factors used in the crop rotation under investigation

Osevní sled		Kukuřice na zrno**		Pšenice ozimá	Pšenice jarní	
A (obilnářský)	hnojení N (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	h ₁ — hnojení pouze PK jednotně pro všechny plodiny obou sledů v každoroční dávce 44 kg P a 83 kg K				
		h ₂ — hnojeno N	150	80	100	
	závlaha	v ₁ — bez závlahy; pouze přirozené srážky				
		v ₂ — průměrná roční dávka (mm)	166	161	151	
VVK (%)		50	40	40		
		jetel luční	pšenice ozimá	cukrovka**	ječmen jarní	
B (norfolk)	hnojení N (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	h ₂ —	0	120	200	60
	závlaha	v ₂ — průměrná roční dávka (mm)	210	132	207	152
		VVK (%)	30	40	30	40

** aplikace 40 t chlévského hnoje na ha na celé ploše, tj. i na parcelách, kde nebylo použito průmyslových dusíkatých hnojiv

MATERIÁL A METODY

Z energetického hlediska jsme zhodnotili a porovnali dva modelové osevní sledy při závlaze a bez závlahy s dvěma stupni hnojení. Přehled použitých faktorů je uveden v tab. I. Pokusy byly založeny v letech 1982 až 1984 v řepařsko-žitném výrobním subtypu na stanovišti v Tišicích (okres Mělník). Ornice je zde hlinito-písčité, v hlubších vrstvách kolem 80 cm písčité, v podloží se nachází písek.

Energetické vstupy jsme propočítali z normovaných spotřeb nafty, kWh, topného oleje, používaných v praxi, a závlah, herbicidů, hnojiv a osiva, spotřebovaných v pokusech. Hodnotu energetických vstupů jsme vyjádřili pomocí literárních pramenů nebo z vlastních výpočtů: 1 kg dusíku = 80,6 MJ; 1 kg fosforu = 13,4 MJ; 1 kg draslíku = 9,4 MJ; 1 kg pesticidů = 126,8 MJ (Hruška, Janíček, 1982); 1 kg CaO = 2 MJ (Altbrod, 1979); 1 t chlévského hnoje = 232,25 MJ (vlastní výpočet); 1 mm závlah = 43,9 MJ (Čislák, 1983); 1 kg osiva = 33,2 MJ (Pimentel et al., 1973); 1 kWh = 3,5 MJ; 1 hodina lidské práce = 2,3 MJ; 1 kg nafty = 47,2 MJ; 1 kg hmotnosti stroje = 100,7 MJ (Havellec, 1980). V uvedených číslech je zahrnuta jak přímá, tak nepřímá složka energetických vstupů. Energetické vstupy jsme získali vlastním měřením energetických hodnot 1 g sušiny biomasy hlavního i vedlejšího produktu sledovaných plodin, měřeného na kalorimetru KL — 5.

Vypočetli jsme hodnoty jednotlivých dílčích vstupů a celkový vklad dodatkové energie (tab. II). Ze zjištěných hodnot energetických vstupů a výstupů jsme propočítali energetickou efektivnost a čistou produkci v hospodářském a biologickém produktu jednotlivých sledovaných plodin i celých osevních sledů (tab. III a IV).

VÝSLEDKY A DISKUSE

V tab. II je uvedena struktura energetických vstupů na variantě vzh2 podle jednotlivých plodin a celých osevních postupů. Hlavní vstup

II. Dílčí vstupy a celkový vklad dodatkové energie u jednotlivých plodin a osevních sledů na variantě vzh₂ — Partial inputs and the total input of supplemental energy in the crops and crop rotations in variant vzh₂

Energetický vstup	Osevní sled A			Osevní sled B		
	plodina	hodnota vstupu		plodina	hodnota vstupu	
		GJ . ha ⁻¹	%		GJ . ha ⁻¹	%
Zpracování půdy	kukuřice na zrno	3,171	7,4	jetel luční	0	0
	pšenice ozimá	2,389	7,4	pšenice ozimá	2,389	6,7
	pšenice jarní	2,389	6,9	cukrovka	3,019	6,3
				ječmen jarní	2,389	8,4
Hnojení	kukuřice na zrno	22,750	52,8	jetel luční	0	0
	pšenice ozimá	8,938	27,7	pšenice ozimá	12,162	34,3
	pšenice jarní	10,550	30,3	cukrovka	26,780	55,5
				ječmen jarní	8,695	30,4
Setí včetně osiva	kukuřice na zrno	1,955	4,5	jetel luční	0,664	3,0
	pšenice ozimá	8,263	25,6	pšenice ozimá	8,263	23,3
	pšenice jarní	9,060	26,0	cukrovka	1,054	2,2
				ječmen jarní	5,142	18,0
Ošetřování plodiny	kukuřice na zrno	1,192	2,7	jetel luční	0	0
	pšenice ozimá	0,380	1,2	pšenice ozimá	0,380	1,1
	pšenice jarní	0,380	1,1	cukrovka	2,855	5,9
				ječmen jarní	0,507	1,8
Závlaha	kukuřice na zrno	7,287	16,9	jetel luční	9,219	41,0
	pšenice ozimá	7,068	21,9	pšenice ozimá	5,795	16,4
	pšenice jarní	6,629	19,1	cukrovka	9,087	18,8
				ječmen jarní	6,673	23,3
Sklizeň včetně posklizňového ošetření	kukuřice na zrno	6,749	15,7	jetel luční	12,598	56,0
	pšenice ozimá	5,247	16,2	pšenice ozimá	6,437	18,2
	pšenice jarní	5,760	16,6	cukrovka	5,447	11,3
				ječmen jarní	5,174	18,1
Energetické vstupy celkem	kukuřice na zrno	43,103	100,0	jetel luční	22,481	100,0
	pšenice ozimá	32,285	100,0	pšenice ozimá	35,427	100,0
	pšenice jarní	34,768	100,0	cukrovka	48,272	100,0
				ječmen jarní	28,580	100,0
Součet za osevní sled		110,157				134,760
Průměr na jednu plodinu		36,719				33,690

dodatkové energie představuje v průměru hnojení, kde podíl dodatkové energie z celkového vstupu kolísá podle plodin v rozmezí od 27,7 do 55,5 %. Vysoký podíl vstupu ve hnojení je u okopanin (kukuřice 52,8 %, cukrovka 55,5 %). U obilnin jsme spočetli podíl v rozmezí od 27,7 do 34,3 %. Námi zjištěné vklady jsou podobné, jako uvádějí Hruška, Janíček (1982), kteří udávají pro pšenici 33,28 %, ječmen 29,51 %, kukuřici 53,34 %. Janíček (1977) udává podíl dodatkové energie u jmenovaných plodin poněkud vyšší.

Další vysoký vklad dodatkové energie představuje závlaha. Její podíl kolísá na variantě vzhz opět v závislosti na plodině v rozmezí od 16,4 do 23,3 %. Výjimku představuje vklad závlahy u jetele lučního, kde zjištěný podíl představuje 41 % z celkového vstupu. Pro závlahu plodin udávají Hruška a Janíček (1982) daleko nižší hodnoty. Vklad energie na závlahu představoval v průměru všech plodin podle těchto autorů pouze 6,75 % z celkových vstupů energie. Tyto disproporce jsou dány tím, co vše zahrnují autoři do výpočtu. Hruška a Janíček (1982) uvádějí pro 1 mm závlah vklad energie 18,0 MJ. Podle toho, co udávají Baňoch et al. (1980), 1 mm závlah odpovídá 23,0 MJ. V naší práci, kde se do vkladů energie počítala přímá i nepřímá složka, představuje 1 mm závlah 43,9 MJ.

Na vklady energie do zpracování půdy připadá na variantě vzhz podle plodin (kromě jetele) rozmezí 6,3 až 8,4 %. Vklady energie na sklizeň a posklizňové ošetření plodin kolísají v rozmezí od 11,3 % u cukrovky do 18,2 % u pšenice ozimé v osevním sledu B. Výjimku tvoří opět jetel luční, kde vklad na sklizeň představuje 56 % z celkových vstupů energie. Relativně vysoké vklady u obilnin jsou zapříčiněny posklizňovou úpravou zrna, do níž bylo také započteno na energii značně náročné dosoušení zrna. Ošetření plodin i přes vysokou energetickou náročnost na výrobu 1 kg pesticidů představuje nízké procento z celkových vkladů od 1,1 % do 1,8 %. U kukuřice a cukrovky, kde jsme do výpočtu kromě pesticidů zahrnuli také jednocení a plečkování, jsou vstupy vyšší (2,8 %, resp. 5,9 % z celkových vkladů).

Nejnáročnější plodinou na vstup dodatkové energie je cukrovka (48,272 MJ/ha) a dále kukuřice (43,104 MJ/ha). Nejméně náročné ze sledovaných plodin jsou ječmen jarní (28,508 MJ/ha) a jetel luční (22,481 MJ/ha). V průměru bylo na jednu plodinu celkem vloženo u osevního sledu A 36,719 MJ/ha, u sledu B 33,69 MJ/ha.

Během studia bilancí energie jsme došli k závěru, že samotnou efektivnost (output:input), i když je hodnotou významnou, nelze považovat jako jediné kritérium. Stejně výstižnou, ne-li výstižnější, se ukázala čistá produkce energie (output — input), kterou lze chápat jako čistý zisk energie. Obě uvedené hodnoty jsou vypočteny pro osevní sled A v tab. III, pro osevní sled B v tab. IV.

Z tab. III vyplývá, že vstup energie v průmyslových hnojivech (v1h2) — aplikováno v hnojení dusíkem — kladně ovlivnil tvorbu čistého produktu energie pouze u pšenice ozimé, kde jsme zaznamenali zvýšení u hlavního produktu o 19,057 GJ/ha a biologického produktu o 47,518 GJ/ha oproti kontrolní variantě v1h1. V součtu za celý osevní sled byl zaznamenán pokles u čisté produkce hlavního produktu při hnojení dusíkem o 2,845 GJ/ha.

Obdobně v osevním sledu B (tab. IV) jsme zjistili pokles čisté produkce vlivem hnojení dusíkem u jetele lučního a cukrovky. Pouze obil-

III. Vklady energie, produkce energie, čistá produkce energie a energetická efektivnost v hospodářském a biologickém produktu jednotlivých sledovaných plodin u obilnářského osevního sledu A (průměr let 1982 až 1984) — Energy inputs, energy output, net energy output and energy effectiveness for the economic and biological product of the crops in the cereal type of crop rotation (A) (average values for 1982 to 1984)

		Varianta	Kukuřice na zrno	Pšenice ozimá	Pšenice jarní	Součet za sled A	Průměr na jednu plodinu
Bilance energie v hospodářském produktu	vstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	20,9	15,5	17,5	53,8	17,9
		v ₁ h ₃	32,9	23,5	25,8	82,1	27,4
		v ₂ h ₁	29,5	24,1	25,7	79,3	26,5
		v ₂ h ₃	43,1	32,3	34,8	110,1	36,7
	výstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	72,9	43,3	54,6	170,7	56,9
		v ₁ h ₃	70,0	70,4	55,9	196,2	65,4
		v ₂ h ₁	112,8	70,1	87,0	269,9	90,0
		v ₂ h ₃	128,9	106,0	98,4	333,2	111,1
	čistá produkce (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	52,0	27,8	37,1	116,9	39,0
		v ₁ h ₃	37,1	46,9	30,1	114,1	38,0
		v ₂ h ₁	83,3	46,0	61,3	190,6	63,5
		v ₂ h ₃	85,8	73,7	63,6	223,1	74,4
	energetická efektivnost	v ₁ h ₁	3,5	2,8	3,1	3,2	3,2
		v ₁ h ₃	2,1	3,0	2,2	2,4	2,4
		v ₂ h ₁	3,8	2,9	3,4	3,4	3,4
		v ₂ h ₃	3,0	3,3	2,8	3,0	3,0
Bilance energie v biologickém produktu	vstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	20,9	15,5	17,5	53,8	17,9
		v ₁ h ₃	32,9	23,5	25,8	82,1	27,4
		v ₂ h ₁	29,5	24,1	25,7	79,3	26,4
		v ₂ h ₃	43,1	32,3	34,8	110,1	36,7
	výstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	186,0	98,1	132,5	416,6	138,8
		v ₁ h ₃	189,6	153,6	148,8	491,9	164,0
		v ₂ h ₁	235,1	142,6	207,3	585,1	195,0
		v ₂ h ₃	286,8	219,1	270,3	776,2	258,7
	čistá produkce (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	165,1	82,6	115,0	362,8	120,9
		v ₁ h ₃	156,7	130,1	123,0	409,8	136,6
		v ₂ h ₁	205,6	118,5	181,6	505,8	168,6
		v ₂ h ₃	243,7	186,8	235,5	666,1	222,0
	energetická efektivnost	v ₁ h ₁	8,9	6,3	7,6	7,7	7,7
		v ₁ h ₃	5,8	6,5	5,8	6,0	6,0
		v ₂ h ₁	8,0	5,9	8,1	7,4	7,4
		v ₂ h ₃	6,7	6,8	7,8	7,1	7,1

IV. Vklady energie, produkce energie, čistá produkce energie a energetická efektivnost v hospodářském a biologickém produktu jednotlivých sledovaných plodin u klasického osevního sledu B norfolku (průměr let 1982 až 1984) — Energy inputs, energy output, net energy output and energy effectiveness for the economic and biological yield of the crops in the traditional Norfolk type of crop rotation (B) (average values for 1982 to 1984)

		Varianta	Jetel luční	Pšenice ozimá	Cukrovka	Ječmen jarní	Součet za sled B	Průměr na jednu plodinu
Bilance energie v hospodářském produktu	vstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	10,4	18,5	21,2	15,8	65,9	16,5
		v ₁ h ₃	10,1	28,9	37,8	21,1	97,9	24,5
		v ₂ h ₁	22,2	24,6	31,1	23,5	101,4	25,4
		v ₂ h ₃	22,5	35,4	48,3	28,6	134,8	33,7
	výstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	158,0	99,4	256,1	70,8	584,3	146,1
		v ₁ h ₃	156,0	110,4	240,8	84,8	591,9	148,0
		v ₂ h ₁	187,4	102,2	256,2	84,1	629,9	157,5
		v ₂ h ₃	218,0	124,2	282,6	98,9	723,7	180,9
	čistá produkce (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	147,6	80,9	234,9	55,0	518,4	129,6
		v ₁ h ₃	145,9	81,5	203,0	63,7	494,0	123,5
		v ₂ h ₁	165,2	77,5	225,1	60,6	528,5	132,1
		v ₂ h ₃	195,5	88,8	234,4	70,3	588,9	147,2
	energetická efektivnost	v ₁ h ₁	15,2	5,4	12,1	4,5	8,9	8,9
		v ₁ h ₃	15,5	3,8	6,4	4,0	6,0	6,0
		v ₂ h ₁	8,4	4,2	8,2	3,6	6,2	6,2
		v ₂ h ₃	9,7	3,5	5,9	3,5	5,4	5,4
Bilance energie v biologickém produktu	vstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	10,4	18,5	21,2	15,8	65,9	16,5
		v ₁ h ₃	10,1	28,9	37,8	21,1	97,9	24,5
		v ₂ h ₁	22,2	24,6	31,1	23,5	101,4	25,4
		v ₂ h ₃	22,5	35,4	48,3	28,6	134,8	33,7
	výstup energie (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	158,0	201,6	334,1	162,2	855,9	214,0
		v ₁ h ₃	156,0	241,2	326,9	181,4	905,4	226,4
		v ₂ h ₁	187,4	220,7	339,3	207,8	955,1	238,8
		v ₂ h ₃	218,0	273,8	402,5	212,6	1107,0	276,7
	čistá produkce (GJ . ha ⁻¹)	v ₁ h ₁	147,6	183,1	312,9	146,4	789,9	197,5
		v ₁ h ₃	145,9	212,3	289,1	160,2	807,5	201,9
		v ₂ h ₁	165,2	196,0	308,2	184,3	853,7	213,4
		v ₂ h ₃	195,5	238,4	354,2	184,1	972,2	243,1
	energetická efektivnost	v ₁ h ₁	15,2	10,9	15,8	10,3	13,0	13,0
		v ₁ h ₃	15,5	8,3	8,6	8,6	9,2	9,2
		v ₂ h ₁	8,4	9,0	10,9	8,8	9,4	9,4
		v ₂ h ₃	9,7	7,7	8,3	7,4	8,2	8,2

niny reagovaly příznivě na dodanou energii v hnojení. V součtu za celý osevní sled jsme zaznamenali pokles vlivem hnojení dusíkem o 31,891 GJ/ha oproti variantě kontrolní.

V osevním sledu A na vstup energie v samotné závlaze (vzh₁) nejlépe reagovala pšenice jarní, u které činilo zvýšení oproti nezavlažované variantě u hlavního produktu 24,146 GJ/ha a u biologického produktu 66,593 GJ/ha. V součtu za celý osevní sled zvýšila samotná závlaha čistou produkci energie v hlavním produktu o 73,628 GJ/ha a v biologickém produktu o 142,991 GJ/ha, což představuje zvýšení o 63 %, resp. o 39,4 % oproti nezavlažované variantě.

V osevním sledu B jsme zjistili zvýšení čisté produkce energie závlahou u hlavního produktu jetele lučního o 17,632 GJ/ha a ječmene jarního o 5,576 GJ/ha. U cukrovky a pšenice ozimé jsme zaznamenali pokles čisté produkce. V součtu plodin za celý osevní sled dodatková energie vložená závlahou zvýšila čistou produkci o 10,107 GJ/ha u hlavního a o 63,744 GJ/ha u biologického produktu.

Z rozboru vyplývá, že v oblasti Tišic na lehkých půdách s relativním nedostatkem přirozených srážek se projevuje větší energetická efektivnost závlah než samotných průmyslových dusíkatých hnojiv. Fakt, že závlaha vykazuje větší energetickou účinnost než samotné hnojení potvrzuje obdobně pro závlahovou oblast Slovenska Čislák (1983).

Nejvyšší zisky čisté produkce energie jak v hlavním, tak biologickém produktu u obou osevních sledů u většiny plodin vykázala varianta vzh₂, kde byla dodatková energie aplikována jak závlahou, tak hnojením dusíkem. Relativně vysoký přírůstek čisté produkce energie jsme zjistili u obilnin osevního sledu A. Cukrovka naopak nevykázala oproti kontrolní variantě na variantě vzh₂ žádný zisk čisté energie.

Pro jednotlivé plodiny jsme dále vypočetli koeficienty energetické efektivity. Tyto kolísaly podle variant (vkladů celkové energie) v závislosti na plodinách a jejich zařazení do osevního sledu u hlavního produktu od 2,13 do 15,51, u biologického produktu od 5,76 do 15,51. Nejvyšší koeficient energetické efektivity jsme zjistili u jetele lučního 15,51 na variantě vzh₂, nejmenší u kukuřice 2,13, resp. 5,76 na variantě vzh₂.

Porovnáme-li oba modelové osevní sledy, zjistíme, že i když plodiny obilnářského osevního sledu A reagovaly lépe na vstupy energie dodané v dusíkatém hnojení v průmyslových hnojivech a závlaze, čistý zisk energie zde nedosahuje takových hodnot jako u osevního sledu B norfolku. Navíc je zřejmé, že osevní sled B je méně závislý na dodatkových vstupech energie. Zařazením plodin do různých osevních sledů se u některých plodin za stejných půdně-klimatických podmínek značně mění jejich produkce čisté energie z plochy. Je to patrné při porovnání variant pšenice ozimé, která byla zastoupena v obou osevních sledech.

Osevní sled A není z ekologického hlediska tak stabilní jako sled B. Je to podmíněno větším spektrem druhově odlišných plodin a v neposlední řadě i lepší zásobeností osevního sledu B organickou hmotou v půdě. Tato hmota působí jako akumulátor energie, který za nepříznivých podmínek působí jako stabilizační faktor. Důležitost a nezastupitelnost humusu v půdě jako stabilizačního faktoru ekosystémů uvádějí také Odum (1977), Čislák (1983). Šimon (1983) uvádí nezbytnost dostatečného zastoupení víceletých pícnin na lehkých půdách závlahových soustav v Polabí. Pícniny, jak jeho pokusy dokazují, tvoří základ

hospodaření v závlahové soustavě a jejich nepřítomnost nelze plně eliminovat ani organicky hnojenými plodinami.

Dále jsme došli k závěru, který potvrzují Skala a Křišťan (1983), že energetické hodnocení celých osevních postupů může přispět ke správné volbě skladby plodin v osevním postupu a současně porovnání jednotlivých plodin může vést k odhalení slabého článku při energetické bilanci osevního postupu pro danou oblast.

Výsledky ukazují, že jednotlivé plodiny dovedou v různé míře využívat dodatkové energie. Tato míra je ovlivněna zařazením jednotlivých plodin do osevního postupu s takovým uspořádáním, které by přihlíželo k ekologické vyváženosti a zajistilo snížení spotřeby energie při minimálně stejné produkci.

Literatura

- ALTBROD, J.: Energie und Landwirtschaft, 100, 1979, č. 30, s. 1287-1288.
BAŇOCH, Z. a kol.: Energetická bilance závlah. In: Sbor. III. ekol. Semin. Hradec Králové, listopad 1980, s. 64-69.
ČISLÁK, V.: Tok a transformácia energie v sústave hospodárenia v závlahách. [Závěrečná zpráva.] Bratislava, VÚZH 1983.
HAN, C. R. — GOLLEY, F. — MOU, Z. G.: Energy analysis of advanced collective farms in north China. Agric. Ecosyst. Envir., 13, 1985, s. 217-240.
HAVELEC, S.: Energetická náročnost zpracování půdy. In: Sbor. III. ekol. Semin. Hradec Králové, listopad 1980, s. 70-74.
HRUŠKA, L. — JANÍČEK, J.: Energetická účinnost některých plodin v kukuřičném výrobním typu. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 11, s. 1217-1224.
HURD, E. — FOSTER, M.: Food Production and Energetic Crisis. Cérès, 182, 1974, s. 443-449.
JANÍČEK, V.: Energie v zemědělství. Stud. Infor. ÚVTIZ, Všeob. Otáz. Zeměd., 1977, č. 1, 91 s.
ODUM, E. P.: Základy ekologie. Praha, Academia 1977, 735 s.
PIMENTEL, D.: Energy use in world food production. Rep. Res. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat., 1974, 44 s.
PIMENTEL, D. — HURD, L. E. — BELLOTTI, A. C. et al.: Food production and the energy crisis. Sciences, 182, 1973, s. 443-449.
SEGETOVÁ, V.: Energetická bilance v rostlinné výrobě. Stud. Inform. ÚVTIZ, Rostl. Výr., 1982, č. 2-3, 96 s.
SKALA, J. — KŘIŠŤAN, F.: Využití dodatkových energií v agroekosystému. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1983.
STRAŠIL, Z. — ŠTOLCOVÁ, J.: Zjištění energetické bilance a využití dodatkových energií v agroekosystémech. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1984.
ŠIMON, J.: Výnosy některých polních plodin ve vztahu k závlaze a hnojení dusíkem. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1983.

Došlo dne 13. 5. 1987

СТРАШИЛ, З. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Энергетические балансы в различных севооборотах с орошением. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1039-1048.

С энергетической точки зрения были оценены опыты с 1982 по 1984 гг., заложенные на легкой почве в Тишицах. Сравнивались два модельных севооборота (зерновой со 100 % наличием зерновых и классический норфолк), к которым были применены орошение и две степени удобрения. Высчиталась оценка отдельных частичных вводов энергии (удобрение, обработка почвы, посев, включая посевные семена, обработка культур, орошение, уборка, включая послеуборочную обработку) и общий вклад дополнительной энергии у наблюдаемых культур. Наиболее энергоемкой культурой была сахарная свекла (48,272 ГДж/га, кукуруза 43,102 ГДж/га). Наименее энергоемкими

были яровой ячмень (28,507 ГДж/га) и луговой клевер (22,481 ГДж/га). Была определена энергетическая эффективность и чистая продукция энергии в сельскохозяйственных и биологических продуктах отдельных культур и целых севооборотах. Оценилось влияние отдельных вводов энергии применяемой в удобрениях, орошении и их интеракция на продукцию энергии при выводе. Из сведений исходит, что в данной области проявилась большая энергетическая эффективность орошения, чем самого удобрения. Классический севооборот норфолк с экологической точки зрения является более стабильным и менее зависимым от вводов дополнительной энергии в сравнении с зерновым. Отдельные культуры могут в различной мере использовать дополнительную энергию. На эту меру кроме всего влияет включение отдельных культур в севооборот. Во время включения культур в севооборот необходимо брать во внимание экологическое равновесие затем, чтобы размещение обеспечило снижение вводимой энергии при минимально одинаковой продуктивности.

энергетический баланс; вводы энергии; энергетическая эффективность; чистая продуктивность энергии; севообороты; культуры

STRAŠIL, Z. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *Energy Balance in Various Crop Rotations with Irrigation*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1039-1048.

Trials conducted on the light-textured soil at Tišice in 1982 to 1984 were evaluated from the point of view of energy balance. Two model crop rotations were compared: cereal rotation with 100 % of cereals and the traditional Norfolk type. The crops were irrigated and fertilizers were applied at two rates. The value of the partial energy inputs (fertilization, soil cultivation, sowing including seeds, crop treatment, irrigation, harvest and post-harvest treatment) and the sum of supplemental energy were calculated for the crops under study. Sugar beet required the greatest energy input (48.272 GJ/ha), followed by maize (43.104 GJ/ha). Spring barley and red clover were the most modest crops as to their energy requirement (28.507 GJ/ha and 22.481 GJ/ha, respectively). The energy effectiveness and the net energy output were determined for the economic and biological product of the crops and of whole crop rotations. The partial inputs of energy applied in fertilizers and in irrigation, and their interactions, were evaluated as for their influence on energy output in the final product. It is indicated by the results of evaluation that in the given region the energy effectiveness of irrigation was higher than the effectiveness of fertilization. The traditional Norfolk crop rotation exhibited the higher ecological stability and lower dependence on supplemental energy inputs, as compared with the cereal rotation. The crops have different abilities to utilize supplemental energy. The degree to which a crop is able to utilize supplemental energy is influenced by the inclusion of the crop in the rotation. The ecological balance should be taken into account when the crops are included in the rotation; at the same time, the energy inputs should be lower while achieving the same or higher crop output.

energy balance; energy inputs; energy effectiveness; net energy output; crop rotations; cereals

STRAŠIL, Z. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Energetische Bilanzen in unterschiedlichen Fruchtfolgen mit Bewässerung*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1039-1048.

Wir befaßten uns mit einer Auswertung der auf leichten Böden in Tišice angelegten Versuche aus dem Zeitraum 1982 bis 1984 vom energetischen Gesichtspunkt. Wir verglichen zwei Musterfruchtfolgen (Halmfruchtfolge mit 100%iger Vertretung von Getreidearten und die klassische Fruchtfolge Norfolk), zu denen eine Bewässerung und zwei Düngungsstufen appliziert wurden. Wir errechneten die Werte der einzelnen Teileingaben der Energie (Düngung, Bodenbearbeitung, Aussaat einschl. Saatgut, Pflegemaßnahmen, Bewässerung, Ernte einschl. Nacherntebehandlung) und die resümierende Einlage an Zusatzenergie bei den untersuchten Kulturen. Am anspruchsvollsten in bezug auf die Energieeingabe erwiesen sich die Zuckerrübe (48,272 GJ/ha) und Mais (43,104 GJ/ha), am wenigsten anspruchsvoll waren Som-

mergerste (28,507 GJ/ha) und Rotklee (22,481 GJ/ha). Wir ermittelten die energetische Effektivität und die Netto-Produktion der Energie im Wirtschafts- und im biologischen Produkt der einzelnen Früchte und der Fruchtfolgen insgesamt. Wir bewerteten die Auswirkung der einzelnen, in Düngemitteln, Bewässerung usw. applizierten Energie-Teileingaben sowie ihre Interaktion auf die Energieproduktion bei der Ausgabe. Aus den Erkenntnissen ging hervor, daß in dem gegebenen Gebiet die energetische Effektivität der Bewässerung stärker zum Ausdruck kam als die eigentliche Düngung. Die klassische Fruchtfolge Norfolk ist von ökologischen Gesichtspunkt stabiler und von Zusatzenergieeingaben weniger abhängig als die Halmfruchtfolge. Die einzelnen Kulturen vermögen die Zusatzenergie in verschieden hohem Maße zu verwerten. Dieses Maß ist, abgesehen von anderen Faktoren, durch das Einreihen der einzelnen Früchte in die Fruchtfolge beeinflusst. Beim Einreihen der Früchte in die Fruchtfolge ist die ökologische Ausgeglichenheit zu berücksichtigen, mit dem Ziel, durch diese Einordnung eine Herabsetzung der Energieeingaben bei wenigstens gleicher Produktion zu sichern.

energetische Bilanz; Energieeingaben; energetische Effektivität; Netto-Energieproduktion; Fruchtfolgen; Halmfrüchte

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Stražil, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507,
161 06 Praha 6 - Ruzyně

ENERGETICKÁ EFEKTÍVNOSŤ MINERÁLNEJ VÝŽIVY V PRODUKČNOM PROCESE PŠENICE OZIMNEJ

J. Repka, A. Kostrej

REPKA, J. — KOSTREJ, A. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Energetická efektívnosť minerálnej výživy v produkčnom procese pšenice ozimnej*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1049-1056.

Analýza produkcie a energetickej efektívnosti porastov potvrdila, že v podmienkach agroekologickej oblasti Nitra na pôdnom type hnedozemi v bezzávlahových podmienkach optimalizáciou minerálnej výživy možno stabilizovať produkciu zrna v priemere na úroveň 6,52 až 6,74 t/ha. Pre túto produkciu sú uvedené základné charakteristiky formovania hmotnosti biomasy listovej pokrývnosti a ukazovatele produkčného a akumuláčného potenciálu porastu. Produkčný proces sa realizoval pri príkone globálnej radiácie 516,70 MWh/m² s koeficientom využitia žiarenia 1,04 až 1,41. Vypočítali sme energetickú efektívnosť minerálnych živín a čistý zisk energie v produkcii hospodárskej úrody, ktorá zdôvodňuje energetickú opodstatnenosť použitých dávok živín.

pšenica ozimná; produkčná analýza; koeficienty využitia žiarenia; energetická efektívnosť hnojív

Energetické a materiálové vklady do rastlinnej výroby značne narastajú a začínajú ovplyvňovať nielen ekologickú, ale aj ekonomickú stránku agrokomplexu. Táto skutočnosť obracia pozornosť na presnejšiu energetickú bilanciu rastlinnej výroby, najmä z hľadiska inputu a využívania dodatkových foriem energie.

Najvýznamnejším podielom vkládanej energie do produkčného systému sú minerálne hnojivá. Ich zefektívňovanie v produkčnom procese je úzko späté s využívaním a akumuláciou energie slnečného žiarenia v produkcii. Poznatky ukazujú, že vysokoprodukčný porast (10 až 13 t zrna jačmeňa jarného a pšenice ozimnej) je schopný využiť FAR s 3 až 4% koeficientom (Gallagher, Biscoe, 1978; Austin, 1980; Gales, 1983; Tooming, 1984).

V tomto zmysle vystupuje aj význam minerálnej výživy ako faktora zefektívňujúceho využívanie energie slnečného žiarenia v produkčnom procese.

MATERIÁL A METÓDY

Pokusy sme založili v rokoch 1982 až 1984 s pšenicom ozimnou odrody 'Košíčka', na pôdnom type hnedozem na spraši, pôdny druh hlinitý. Základná chemická charakteristika pôdy pokusnej parcely bola takáto: pH v KCl 5,95; 33,65 mg fosforu na kg; 237,00 mg draslíka na kg, 234,00 mg horčíka na kg a 2,04 % humusu.

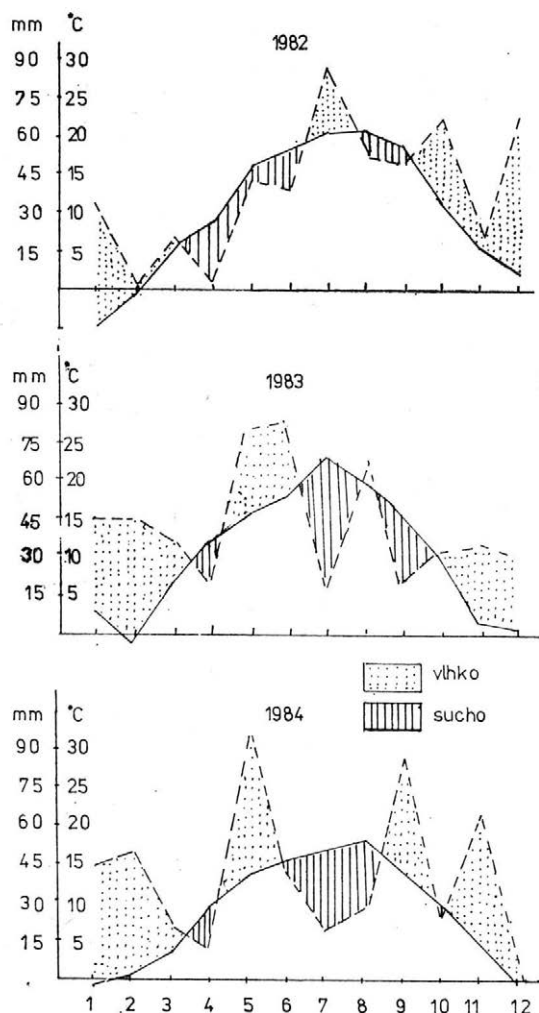
Varianty výživy boli dané týmito dávkami minerálnych prvkov (v kg/ha):

	N	P	K
1. nehnojená kontrola	0	0	0
2. dávka 237 kg čistých živín na 1 ha	110	35	92
3. dávka 316 kg čistých živín na 1 ha	146	47	123

Fosforečné (superfosfát) a draselné (draselná soľ) hnojivá boli aplikované ako polovičná dávka pri predsejbovej orbe a polovičná dávka pred sejbou. Dusikáté hnojivá (síran amónny) — polovičná dávka pred sejbou a polovičná dávka (liadok amónno-vápenatý) vo fáze odnožovania. Predplodinou bol hrach siaty. Výsevok bol 500 klíčivých zŕn na 1 m².

Klimatické podmienky agroekologickej oblasti juhozápadného Slovenska pokusného miesta Nitra sú charakterizované priemernou teplotou za vegetáciu +16 °C a priemerným množstvom zrážok 337 mm.

Poveternostná charakteristika vegetačného obdobia a údaje o príkone hustoty globálnej radiácie pokusných rokov je z pozorovaní bioklimakologickej stanice, vzdialenej od miesta pokusu 100 m. Základná poveternostná charakteristika pokusných ročníkov je znázornená na klimatogramoch podľa Waltera (obr. 1). Oproti



1. Walterov klimatogram za pokusné roky 1982 až 1984 — Walter's climatic diagram for the experimental years 1982 to 1984

dlhodobému priemeru sa pokusné roky odlišovali tým, že pokusný rok 1982 v období aktívnej časti vegetácie bol suchší a teplejší. Deficit zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom bol 90 mm. V sledovanom období sa vyskytli štyri tropické dni a 20 dní s teplotou nad 25 °C.

Vegetačné obdobie 1982 a 1983 začínalo suchšou a teplejšou jeseňou, keď oproti dlhodobému priemeru bolo o 52,7 mm menej zrážok, pri teplote vyššej o 1,2 °C. Jarno-letná časť vegetácie (marec až jún) mala o 22 mm viac zrážok ako dlhodobý priemer. V mesiacoch máji až júne bolo 38 dní s teplotou 25 °C a viac a 13 t. zv. tropických dní.

Jarno-letná časť vegetácie v roku 1984 bola chladnejšia o 0,94 °C so zrážkami o 15 mm nižšími ako dlhodobý priemer. V tomto pokusnom roku bol najnižší počet (13) dní s teplotou +25 °C. S tropickými teplotami nebol zaznamenaný ani jeden deň.

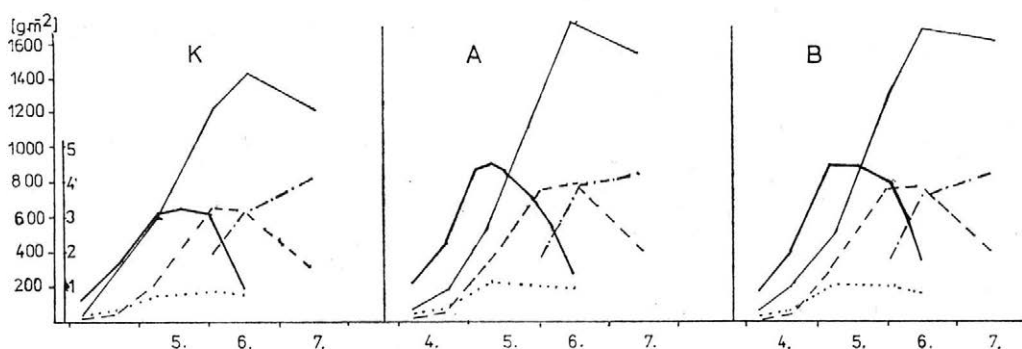
V priebehu jarno-letnej vegetácie sme odoberali vzorky rastlín z porastov k charakteristike dynamiky narastania hmotnosti nadzemných častí rastlín, jej orgánov a veľkosti listovej plochy. Vzorky sme odoberali z 1 m² v štyroch opakovaníach, päťkrát počas vegetácie. Na základe týchto údajov sme vypočítali základné produkčné ukazovatele *LAI*, *NAR*, *RGR*, *LAD*, *CGR*, *LAR* metódou rastovej analýzy.

Veľkosť listovej plochy sme zisťovali pomocou elektrického fotoplanimetra a vyjadrili sme ich hodnotami *LAI*. *LAD* sa vypočítala z priemernej veľkosti *LAI* za interval, násobený počtom dní v intervale. Údaje charakterizujú mohutnosť a výkonnosť produkčného potenciálu porastu. Pri zbere sme určili štruktúrne komponenty akumuláčného potenciálu porastu: počet rastlín, počet klasov na 1 m², počet zŕn v klase, hmotnosť zŕn v klase, počet zŕn na 1 m², *HTZ* a výslednú biologickú a hospodársku úrodu a hodnoty zberového indexu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Charakter rastových procesov, t. j. dynamika narastania hmotnosti celých rastlín, jednotlivých orgánov a formovanie indexu listovej pokrývnosti, v závislosti od použitých dávok hnojív pre porast pšenice ozimnej je v priemere za roky 1982 až 1984 znázornený na obr. 2.

Údaje naznačujú, že dávka živín vystupuje ako významný faktor regulácie celkovej hmotnosti i charakteru formovania indexu listovej pokrývnosti v priebehu vegetácie.



2. Vplyv minerálnej výživy na dynamiku v narastaní hmotnosti celkovej sušiny (—), sušiny stebľa (---), sušiny listov (.....), sušiny klasov (— · — ·) v g/m², veľkosti *LAI* (—) v m²/m² pšenici ozimnej — The effect of mineral nutrition on the changes in the increase of total dry matter (—), stalk dry matter (---), leaf dry matter (.....), ear dry matter (— · — ·) in g/m², and the *LAI* (—) in m²/m² in winter wheat

K — nehnojená kontrola

A — dávka 237 kg NPK na ha

B — dávka 316 kg NPK na ha

I. Vplyv minerálnej výživy na komponenty produkčného a akumuláčného potenciálu porastu pšenice ozimnej odrody 'Košútka' (priemer za roky 1982 až 1984) — The effect of mineral nutrition on the items of the source-sink relations of the winter wheat stand of 'Košútka' cultivar (average values for 1982 to 1984)

Ukazovateľ	Varianty výživy				
	nehnojený	236 kg čistých živín na ha	% k nehnojenému var.	314 kg čistých živín na ha	% k nehnojenému var.
<i>LAI</i> priemerné ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$)	2,04	2,61	127,94	2,82	138,23
<i>LAI</i> maximálne ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$)	3,53	4,91	139,09	4,80	135,97
<i>LAD</i> do kvitnutia ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-24}$)	149,87	201,11	134,18	222,90	148,72
<i>LAD</i> celkové ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-24}$)	190,30	255,70	134,36	283,70	149,08
<i>NAR</i> priemerné	6,59	6,10	92,56	5,48	83,12
<i>CGR</i> priemerné ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-24}$)	13,44	15,92	118,45	15,45	114,98
<i>LAR</i> priemerné ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	0,0080	0,0082	102,50	0,0083	103,75
Ú biologické ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	1,25	1,56	124,80	1,55	124,00
Počet klasov na m^2	649	850	130,97	860	132,51
Počet zŕn v klase	22,00	21,21	96,40	21,45	97,50
Hmotnosť zŕn (g na klas)	0,822	0,768	93,40	0,784	95,37
Počet zŕn na m^2	14 278	18 028,50	126,26	18 454	129,24
HTZ (g)	37,36	36,20	96,89	36,55	97,83
Hmotnosť zŕn ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	533,86	652,80	122,27	674,49	126,34
Zberový index	0,427	0,418	97,89	0,435	101,87

Súhrnné hodnotenie účinku zvolených dávok hnojív na základe priemeru za tri pokusné roky a základných priemerných ukazovateľov produkčného a akumuláčného potenciálu porastu pšenice ozimnej (tab. I) potvrdzuje, že smer účinku výživy na produkčný proces sa prejavuje predovšetkým prostredníctvom vyšších hodnôt indexu listovej pokryvnosti (*LAI* priemerné, *LAI* maximálne), ale aj prostredníctvom dynamiky jeho formovania. Svedčia o tom hodnoty fotosyntetického potenciálu (*LAD*), ktoré boli o 34,9 až 49,0 % vyššie. Z produkčného hľadiska je významné, že sa udržiavali vyššie hodnoty *LAD* vo fáze kvitnutia až zberu (33,8 % pri nižšej a 51,8 % pri vyššej dávke živín), t. j. v období, kedy sa produkujú asimiláty pre rast a napĺňanie zŕn. V súvislosti s vyššími hodnotami listovej pokryvnosti pri hnojených porastoch boli nižšie hodnoty čistého výkonu fotosyntézy (*NAR*), ale vyššie hodnoty rýchlosti prírastku suchiny na plochu (*CGR*) a pomernej olistenosti (*LAR*). Vyššie hodnoty ukazovateľov produkčného potenciálu (*LAI*, *LAD*, *CGR*) sa prejavili v hodnotách biologickej úrody, ktorá pri oboch úrovniach výživy bola o 24 % vyššia.

Údaje o štruktúrnych komponentoch akumuláčného potenciálu ukazujú, že pri dávke 237 kg NPK na 1 ha sa v poraste vytvorilo o 30,9 % a pri dávke 316 kg NPK na 1 ha o 32,5 % viac klasov. Tento faktor na-

II. Matematicko-štatistické hodnotenie dosiahnutej hospodárskej úrody metódou analýzy variancie — Mathematico-statistical evaluation of the economic yield — analysis of variance

Premenlivosť spôsobená	Stupne voľnosti	F-test	Preukaznosť
Hnojenia	2	84,4273	++
Roky	2	668,2163	++
Hnojenie × roky	4	63,1336	++
Opakovania	4	2,3478	—

priek nižším hodnotám počtu zŕn v klase rozhodol, že sa v poraste hnojených rastlín sformoval o 26,2 až 29,2 % vyšší akumulčný potenciál, t. j. počet zŕn na plochu porastu. Hnojenie nebolo schopné kompenzovať vzťah počet zŕn a hmotnosť zŕn (HTZ), ktorý bol pri oboch dávkach živín nižší ako na nehnojenom variante.

Porovnanie ukazuje, že vo výslednej produkcii zrna sa najviac uplatnil počet klasov a počet zŕn na ploche porastu. V priemere za tri roky sa

III. Zmeny v príkone hustoty toku globálnej radiácie I_{GR} , energetickej hodnoty biomasy E_{UB} v KWh/m² a koeficientu využitia žiarenia η v jednotlivých fázach rastu pri rôznej intenzite hnojenia — The changes in the input of the global radiation intensity I_{GR} , in the energy value of biomass E_{UB} in KWh/m² and the coefficient of radiation utilization η in the growth stages of the plant applied different fertilizer rates

Etapu organogenézy	Rastová fáza	Ozimá pšenica			
		dávka živín (kg. ha ⁻¹)	I_{GR} (KWh. m ⁻²)	E_{UB} (KWh. m ⁻²)	η (v %)
4.	odnožovanie	kontrola		214,16	0,327
		237	65,32	212,44	0,324
		316		246,60	0,376
6.	steblovanie	kontrola		2043,52	1,197
		237	170,62	2185,92	1,280
		316		2037,35	1,193
8.	klasenie	kontrola		5224,49	1,760
		237	296,80	6753,55	2,275
		316		6880,33	2,310
9.	mliečna zrelosť	kontrola		6367,49	1,674
		237	380,24	8454,77	2,223
		316		7968,33	2,095
12.	zber	kontrola		5381,08	1,041
		237	516,70	7048,27	1,364
		316		7287,50	1,410

na nehnojenom variante získala úroda zrna 5,33 t/ha. Pri dávke 236 kg NPK na ha bola úroda zrna 6,75 t/ha a pri dávke 314 kg NPK na ha 6,75 t/ha. V rokoch poveternostne priaznivých pre produkciu (1983, 1984) sa získala priemerná úroda 5,83 t/ha na nehnojenom variante, 7,34 t/ha pri dávke 236 NPK na ha a 7,81 t/ha pri dávke 316 kg NPK na ha, t. j. o 25,9 a 33,9 % vyššia. Štatistická analýza hospodárskej úrody (tab. II) potvrdzuje, že úrodu zrna preukazne ovplyvnili použité dávky živín i roky.

Uvedený produkčný proces sa uskutočnil pri celovegetačnom príkone energie globálnej radiácie 516,70 kWh/m² počas jarno-letnej vegetácie pšenice ozimnej. Rozloženie príkonu radiácie, adekvátne množstvo akumulovanej energie a hodnoty koeficientu využitia žiarenia v hlavných fázach rastu sú uvedené v tab. III. Z údajov vyplýva, že v celovegetačnom období v priemere za analyzované roky porast pšenice ozimnej v produkcii biologickej úrody využil dopadajúcu energiu žiarenia s koeficientom 1,04 až 1,41 %.

Použitými dávkami minerálnych živín sa zvýšil koeficient využitia žiarenia o 32,2 až 36,9 %. Maximálne hodnoty 2,2 až 2,3 % sa získali vo fáze klasenia, t. j. v období, keď sa sformovali maximálne hodnoty LAI.

Uvedené údaje znamenajú, že v období, keď porast sformuje maximálny listový povrch, akumulácia energie porastom sa približuje až k teoreticky možnému koeficientu využitia globálnej radiácie.

Pre výpočet energetickej efektívnosti hnojív sme použili v prvom stupni pomer medzi množstvom vyprodukovanej energie v nadzemnej biomase k množstvu dodanej energie vo forme hnojív. Energetickú hodnotu minerálnych hnojív sme zhodnocovali ekvivalentom 80 MJ na kg dusíka, 14 MJ na kg fosforu, 9,1 MJ na kg draslíka. Minerálne hnojivá pri použitých dávkach živín predstavovali vstup 6,66 GJ/ha (pri dávke 237 kg NPK na ha) a 9,61 GJ/ha (pri dávke 316 kg NPK na ha). Prepočet energetickej hodnoty biologickej úrody pri ekvivalente 18 MJ/kg sušiny ukazuje, že vo forme biologickej úrody u pšenici ozimnej sme v priemere za tri roky získali 280,8 GJ/ha (pri dávke 237 NPK na ha) a 279,0 GJ/ha (pri dávke 316 kg NPK na ha).

Z uvedeného vyplýva, že na GJ energie hnojív sa v biomase vyprodukovalo 42,54 GJ pri nižšej a 29,3 GJ pri vyššej dávke hnojív.

Rovnaký postup pre výpočet energetickej efektívnosti hnojív pri tvorbe hospodárskej úrody ukázal, že energetické ekvivalenty výstupu boli 17,56 GJ pri nižšej a 12,63 GJ pri vyššej dávke živín na GJ energie hnojív.

Porovnanie ukazuje, že energetická efektívnosť vyššej dávky živín bola v produkcii biomasy i hospodárskej úrody nižšia.

Použitý postup výpočtu nedáva úplný obraz o energetickej efektívnosti hnojív, pretože nezohľadňuje energetický výstup energie v produkcii na nehnojenej pôde.

Z tohto dôvodu sme vypočítali tzv. čistý zisk energie ako rozdiel medzi energetickým výstupom hospodárskej úrody pri hnojených variantoch a energetickým výstupom v produkcii zrna na nehnojenom variante a energiou hnojív podľa vzťahu:

$$NE_{NPK} = E\dot{U}H_{NPK} - (E\dot{U}H_0 + E_{NPK})$$

kde: NE — čistý (netto) zisk energie;

$E\dot{U}H_{NPK}$ — energia hospodárskej úrody na hnojených variantoch;

$E\dot{U}H_0$ — energia hospodárskej úrody na nehnojenom variante;

E_{NPK} — energia hnojív.

Na základe uvedeného vzorca sme vypočítali, že čistý zisk energie v produkcii zrna bol pri dávke 237 kg NPK na ha 14,87 GJ a pri dávke 316 kg NPK na ha 21,03 GJ.

Údaje potvrdzujú, že v danej agroekologickej oblasti v bezzávlahových podmienkach pre produkciu zrna je energeticky efektívna dávka 316 kg NPK na ha.

Uvedené výsledky dokumentujú, že minerálne živiny vystupujú ako významný faktor zefektívňovania produkčného procesu. Hoci samotné predstavujú značné energetické zaťaženie produkcie, zvyšujú efektívnosť využívania energie žiarenia v produkcii do tej miery, že výsledná energetická bilancia pri použitých dávkach živín bola pozitívna, čo oprávňuje konštatovať, že použité dávky živín v daných agroekologických podmienkach sú energeticky opodstatnené.

Súčasný proces intenzifikácie rastlinnej výroby vyžaduje kvalitné spracovanie pôdy, vyššie dávky živín, pesticídov, zavlažovanie a modernú mechanizáciu a neustále zvyšuje náročnosť na dodatočnú energiu. Šimon (1980) udáva, že zvýšenie rastlinnej výroby o 10 % vyžaduje vyššie vklady energie o 30 %. Analýzy ukazujú, že najpodstatnejšiu zložku tvoria minerálne hnojivá, z ktorých najmä dusík je energeticky najnáročnejší (Jeníček, 1977; Segetová, 1982).

Naša analýza produkčného procesu a energetickej efektívnosti produkcie potvrdila, že použité dávky minerálnych živín predstavujú energetický vstup 6,66 a 9,61 GJ/ha. Uvedené energetické zaťaženie prinieslo čistý zisk energie hospodárskej produkcie 14,87 GJ pri dávke 237 kg NPK na ha a 21,3 GJ pri dávke 316 kg NPK na ha, t. j. zvýšený výstup energie o 41,4 %.

Literatúra

- AUSTIN, R. B.: Physiological limitations to cereal yields and ways of reducing them by breeding. Opportunities for increasing crop yields. 1980, s. 3-19.
GALLAGHER, I. N. — BISCOE, P. U.: Radiation, absorption, growth and yield of cereals. J. agric. Sci., 1978, s. 47-60.
GALES, K.: Yield variation of wheat and barley in Britain in relation to crop growth and soil conditions. A Review I. Sci. Fd Agric., 1983, s. 1085-1104.
JENÍČEK, V.: Energie v zemědělství. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1977, s. 8-10.
SEGETOVÁ, V.: Energetická bilance v rostlinné výrobě. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1982.
ŠIMON, J.: Některé příklady energetických bilancí v rostlinné výrobě. In: Sbor. Ref. 3. ekol. Semin., 1980, s. 45-55.
TOOMING, CH. G.: Ekologičeskije principy maksimalnoj produktivnosti posevov. Gidrometeorizdat, 1984, s. 264.

Došlo dne 13. 5. 1987

РЕПКА, Й. — КОСТРЕЙ, А. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Энергетическая эффективность минерального питания в продуктивном процессе озимой пшеницы. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1049-1056.

Анализ продукции и энергетической эффективности посевов подтвердил, что в усло-

виях агроэкологической области Нитра на буроземе в условиях без орошения оптимизацией минерального питания можно стабилизировать продуктивность зерна в среднем на уровень 6,52—6,74 т/ч. Для этой продукции приведены основные характеристики формирования веса биомассы листового покрова и показателя продуктивного и аккумуляционного потенциала посева. Продуктивный процесс реализовался при поступлении глобальной радиации 516,70 MW ч/м² с коэффициентом использования радиации 1,04—1,41. Высчиталась энергетическая эффективность минеральных питательных веществ и чистая энергоёмкость в продукции сельскохозяйственного урожая, которая обуславливает энергетическую обоснованность высевенных доз питательных веществ.

озимая пшеница; продуктивный анализ; коэффициенты использования радиации; энергетическая эффективность удобрений

REPKA, J. — KOSTREJ, A. (University of Agriculture, Nitra): *The Energy Effectiveness of Mineral Nutrition during the Production Process of Winter Wheat*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1049-1056.

As demonstrated by an analysis of the output and energy effectiveness of winter wheat stands, it is possible to stabilize the grain output at the average level of 6.52—6.74 t/ha under the conditions of the Nitra agroecological region on the grey-brown podzolic soil without irrigation but with optimized mineral nutrition. The basic characteristics of the formation of biomass weight, leaf area index and the parameters of the source-sink relations of the stands are given for this volume of output. The global radiation input during the production process was 516.70 MWh/m², the coefficient of radiation utilization being 1.04 to 1.41. The energy effectiveness of mineral nutrients and the net energy gain were calculated for the production of the economic yield, justifying the nutrient application rates from the energy aspect.

winter wheat; production analysis; coefficient of radiation utilization; energy effectiveness of fertilizers

REPKA, J. — KOSTREJ, A. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Energetische Effektivität der Mineralernährung im Produktionsprozeß von Winterweizen*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1049-1056.

Eine Analyse der Produktion und der energetischen Effektivität der Bestände bestätigte, daß es möglich ist, in den Bedingungen der agroökologischen Region Nitra, im Bodentyp Braunerde, in Bedingungen ohne Bewässerung, durch Optimierung der mineralischen Ernährung die Kornproduktion im Mittel auf ein Niveau von 6,52 bis 6,74 t/ha zu stabilisieren. Es werden die für diese Produktion determinierenden Grundcharakteristika der Bildung von Biomasse der Blattfläche sowie Kennziffern des Produktions- und Akkumulationspotentials des Bestands angeführt. Der Produktionsprozeß realisierte sich bei einer Leistung der Globalradiation von 516,70 MWh/m² mit einem Koeffizienten der Bestrahlungsverwertung von 1,04 bis 1,41. Wir berechneten die energetische Effektivität der Mineralnährstoffe und den reinen Energiegewinn in der Produktion des Wirtschaftsertrags, der die energetische Vertretbarkeit der eingesetzten Nährstoffgaben begründet.

Winterweizen; Produktionsanalyse; Koeffizienten der Bestrahlungsverwertung; energetische Effektivität von Dünger

Adresa autorov:

Doc. ing. Jozef Repka, CSc., doc. ing. Anton Kostrej, CSc., Katedra fyziológie rastlín a botaniky, Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 2, 949 01 Nitra

VÝVOJ ÚRODNOSTI HNĚDÉ PŮDY A PRODUKCE V OBDOBÍ TŘICETI LET (1956 až 1986)

F. Křišťan

KŘIŠŤAN, F. (Výzkumná stanice rostlinné výroby, Lukavec u Pacova): *Vývoj úrodnosti hnědé půdy a produkce v období třiceti let (1956 až 1986)*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1057-1070.

Problematika půdní úrodnosti a rostlinné produkce je řešena ve stacionárním výživářském osevním postupu od roku 1956 i v dalších ekologických pokusech ve spojení s ověřováním výsledků v praxi. Na vzestupu úrodnosti půdy i produkční výkonnosti plodin v pokusném osevním postupu se významně podílela skladba plodin, zejména úměrné zastoupení jetelovin, které zvýšilo celkovou produkci o 6,8 až 11,4 obilní jednotky (OJ) na ha za rok. Agrochemické vlastnosti půd se diferencovaly v průběhu trvání 30letého výživářského osevního postupu oproti nehnědé kontrole (100 %) po organickém hnojení 103 % pH, 215 % fosforu, 134 % draslíku, 109 % hořčíku; po organominerálním hnojení 96 % pH, 726 % fosforu, 210 % dusíku, 84 % hořčíku a obsah humusu se zvýšil o 0,4 %. Na zvýšení zásoby fosforu o 1 mg/kg půdy vyplynula spotřeba 8 kg fosforu z průmyslových hnojiv. Množství NPK živin z průmyslových hnojiv připadajících na přírůstek 1 OJ bylo ovlivněno skladbou plodin v jednotlivých osevních sledech (13,4 až 30,0 kg). Přírůstek produkce činil na organickém hnojení 19 až 23 %, na hnojení průmyslovými hnojivy 55 až 65 %, na organominerálním hnojení v 30letém průměru 74 %, což v posledním čtyřletí představuje zvýšení o 37,2 OJ na ha za rok. Organominerální hnojení tlumilo kolísání výnosů v ročníkách (mimo jeteloviny). Hnojením NPK se dařilo vyrovnat obsah fosforu v půdě i v rostlinách, avšak obsah draslíku se zvýšil a klesl obsah vápníku a hořčíku. V pokusech i při ověřování v zemědělských podnicích se projevil soulad zvyšované produkce rostlinné výroby se vzestupem obsahu přístupného fosforu v hnědé půdě. V provozních podmínkách sledovaného okresu Pelhřimov (Jihočeský kraj) se vlivem hnojení a dalších intenzifikačních faktorů zvýšily výnosy hlavních plodin během posledních 25 let o 42 % (brambory) až o 92 % (obilniny).

úrodnost půdy; organominerální hnojení; produkce fytomasy; agrochemické a pedologické rozbor; výnosová variabilita

Ve studiu produkční ekologie jsme se zabývali výrobou sušiny nadzemní biomasy jednotlivých plodin v dílčích osevních sledech v dlouhodobém stacionárním pokusu při různé intenzitě hnojení. Cílem bylo zajištění maximální produkce vhodnou sestavou plodin a dávek hnojiv, aby ekonomické i půdně-úrodnostní ukazatele byly co nejvýhodnější s ohledem na dlouhodobé využívání.

Hlavní výsledky dosažené v dlouhodobých výživářských pokusech na méně úrodné hnědé půdě podrobně zhodnotil za 25leté období Křišťan (1982).

V předložené práci je věnována pozornost třem hlavním variantám z celkového počtu dvanácti variant exaktního stacionárního pokusu, založeného na méně úrodné půdě v oblasti Českomoravské vrchoviny.

MATERIÁL A METODY

Stacionární pokus byl založen ve Výzkumné stanici rostlinné výroby VÚRV, Praha-Ruzyně v Lukavci v okrese Pelhřimov (Jihočeský kraj) v roce 1956 podle jednotné metodiky (Baier, 1963).

Pokusný pozemek leží ve výrobním typu bramborářském, subtypu bramborářsko-žitném. Průměrná roční teplota dosahuje 7,1 °C, průměrné roční srážky 672 mm. Půda je hnědá, písčitohlinitá s orničním profilem 15 až 20 cm. Klimatická oblast B₃, okrese mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný.

Průměrné agrochemické hodnoty před založením pokusu v roce 1956: pH (KCl) 6,2, fosfor (Egner) 26,0 mg/kg, draslík (Schachtschabel) 240 mg/kg, hořčík (Schachtschabel) 151 mg/kg půdy.

Pokus se 12 variantami hnojení byl založen blokovou metodou ve čtyřech opakováních. Velikost parcel byla 8 × 8 m, sklizňových 5 × 5 m.

V předložené práci jsou hodnoceny tři varianty:

1. kontrola — nehnojeno, pouze vápnění (0);
2. hnojeno organicky (Hn);
3. hnojeno organicky + NPK v průmyslových hnojivech (Hn + NPK).

Každá plodina byla sledována v rámci čtyř honů, tj. čtyři roky. Osevní postup byl členěn na šest dílčích osevních sledů a je uveden v tab. I.

V průběhu pokusu bylo hnojeno hnojem k okopaninám, k žitu ozimému na zeleno, po kterém následovala ještě v téže roce kukuřice na zeleno. Průměrná roční dávka hnoje za 30 let dosáhla 9,0 t/ha. Mimo to byla v letech 1973 až 1976 ke druhé obilnině zaorávána sláma v dávce 5 t/ha s vyrovnávací dávkou dusíku 50 kg/ha. Vápenec byl aplikován za 30 let celkem šestkrát, buď k okopaninám na podzim nebo k ječmeni jarnímu s podsevem vždy v dávce 167,1 kg/ha. Dávky průmyslových hnojiv jsou uvedeny v průměru osevních sledů v tab. II.

Ke studiu živin přijatých rostlinami byly odebrány vzorky rostlin nadzemní hmoty před sklizní plodin. Anorganické rozboru rostlin na stanovení dusíku, fosforu, draslíku, sodíku, vápníku a hořčíku byly provedeny v laboratoři OP Státních statků Tachov ve Stříbře standardními analytickými postupy (Hájek, 1973).

Vzorky půd na agrochemický rozbor byly odebrány každoročně po sklizni plodin a rozborovány v laboratořích ÚKZÚZ.

I. Stacionární výživářský osevní postup v letech 1956 až 1986 a hodnocené dílčí sledy — The stationary plant-nutrition crop rotation in 1956 to 1986 and the evaluated partial rotations

Sled	Roky	Plodiny	Sled	Roky	Plodiny	Sled	Roky	Plodiny
A	1956–1960	brambory ^{xx} oves slunečnice žito ozimé	C	1966–1970	cukrovka ^{xx0} ječmen jarní žito + kukuřice ^x bob obecný oves	E	1978–1981	cukrovka ^{xx0} ječmen jarní jetel luční pšenice ozimá
B	1961–1965	brambory ^{xx0} oves jetelotráva I jetelotráva II + směska pšenice ozimá	D	1971–1977	řepka ozimá ^{xx} ječmen jarní ⁰ jetel luční brambory pšenice ozimá pšenice ozimá– ječmen jarní	F	1982–1986	brambory ^{xx0} ječmen jarní bob obecný ječmen ozimý

^x 20 t chlévského hnoje na ha

^{xx} 35 až 40 t chlévského hnoje na ha

– sláma (5 t. ha⁻¹)

⁰ vápněno (MV)

Osevní sled	N	P	K	Ca	Mg
A	132,9	56,0	224,5	232,6	7,5
B	73,8	36,2	109,6	163,3	3,4
C	124,0	49,1	135,1	181,7	6,0
D	117,6	45,0	126,4	213,8	3,6
E	122,4	63,7	154,2	185,0	7,2
F	135,7	107,5	227,4	197,0	12,6
Ø	116,4	56,9	156,3	195,8	6,2

VÝSLEDKY

Agrochemické vlastnosti půdy

Půdní reakce (obr. 1A)

Ze znázorněného průběhu půdní reakce v období 30 let je vidět výrazné kolísání hodnot pH/KCl v půdě vlivem dávky a délky cyklu vápnění i vlivem zařazeného druhu plodiny. Dále je patrný tlumící účinek organického hnojení (zvýšení pufrovitosti půdy) a výraznější negativní vliv intenzivního hnojení průmyslovými hnojivy. Aplikovaná průměrná dávka vápníku 167,1 kg na ha za rok udržela v průměru hodnoty na výchozí úrovni (6,2) jen při dostatečném pravidelném organickém hnojení (průměrná dávka W 1,97 t/ha) bez použití průmyslových hnojiv. Varianta absolutně nehnojená vykazuje během délky trvání pokusu většinou nižší hodnoty pH. Při plném organominerálním hnojení hodnoty pH/KCl v průběhu sledovaných let výrazně kolísaly s klesající tendencí až na konečnou diferenci — 0,4.

Fosfor (obr. 1B)

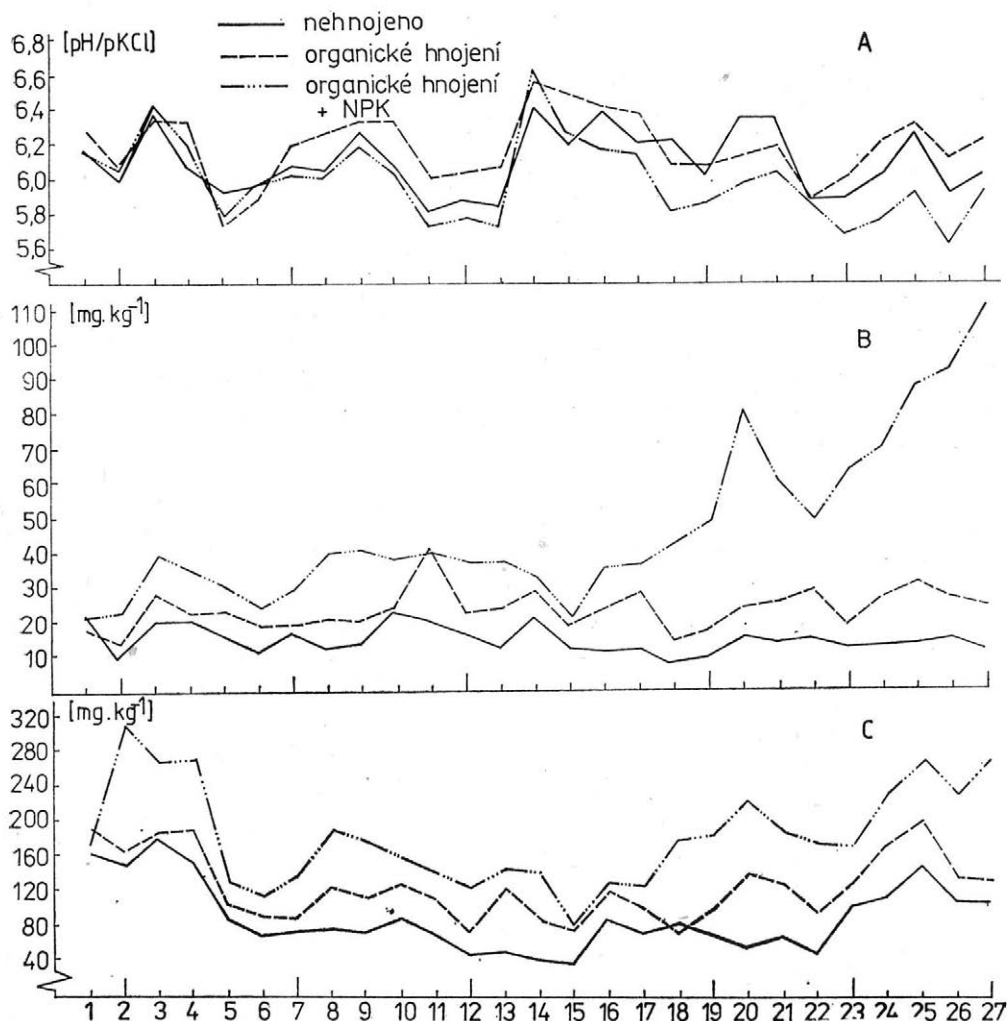
Na variantě absolutně nehnojené obsah přístupného fosforu v půdě podle Egnera kolísal do úrovně 20 mg fosforu na kg půdy při mírně klesajícím trendu až do ustálení v posledním desetiletí na hladině 10 až 15 mg fosforu na kg půdy.

Samotné pravidelné organické hnojení i přes bilanční deficit fosforu (—4,39 mg na ha za rok) zajistilo relativní vyšší odběr fosforu na jednotku produkce sušiny (+ 4 %) i vyšší zásobu přístupného fosforu v ornici (20 až 30 mg/kg půdy).

Hnojení průmyslovými hnojivy v průměrné intenzitě za 30 let 43,5 kg fosforu na ha za rok v posledních letech stoupl na 88 kg fosforu na ha za rok, čímž výrazně zvýšilo zásobenost půdy fosforem na ca 90 až 110 mg/kg půdy. Z bilančního přebytku vyplynula spotřeba 8 kg fosforu na zvýšení půdní přijatelné zásoby o 1 mg fosforu na kg půdy.

Draslík (obr. 1C)

Zásoba přístupného draslíku podle Schachtschabela byla výrazně ovlivněna druhem a výší výnosu zařazeného druhu plodiny. K největší-

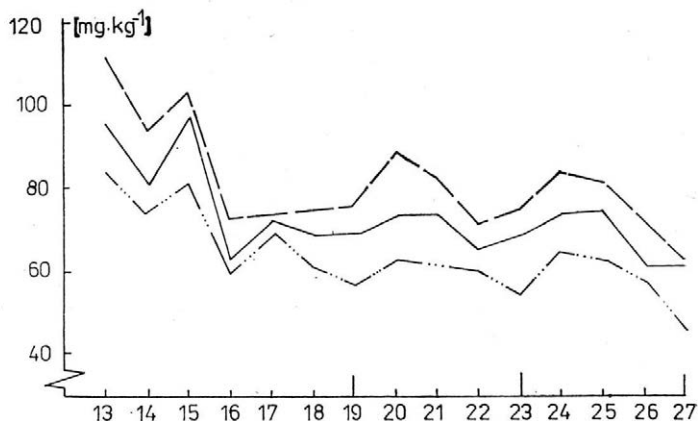


1. Půdní reakce (pH/KCl) — A, obsah přístupného fosforu — B, obsah přístupného draslíku — C po sklizni jednotlivých plodin (průměr čtyř let na čtyřech honech) — Soil reaction (pH/KCl) — A, content of available phosphorus — B, content of available potassium — C after the harvest of the crops (average values for four years in four rotated fields)

Vysvětlivky k obr. 1 a 2:

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1 — slunečnice ^x | 10 — žito ozimé ^x + | 19 — ječmen jarní |
| 2 — žito ozimé | + kukuřice | 20 — cukrovka ^{xxo} |
| 3 — brambory ^{xxo} | 11 — bob | 21 — ječmen jarní |
| 4 — oves | 12 — oves | 22 — jetel luční |
| 5 — jetelotráva I | 13 — řepka ozimá ^{xx} | 23 — pšenice ozimá |
| 6 — jetelotráva II + | 14 — ječmen jarní ^o | 24 — brambory ^{xxo} |
| + směska | 15 — jetel luční | 25 — ječmen jarní |
| 7 — pšenice ozimá | 16 — brambory | 26 — bob na zeleno |
| 8 — cukrovka ^{xxo} | 17 — pšenice ozimá | 27 — ječmen ozimý |
| 9 — ječmen jarní | 18 — pšenice ozimá ⁻ | |

2. Obsah přijatelného hořčíku po sklizni jednotlivých plodin (průměr čtyř let na čtyřech honech) — The content of available magnesium after the harvest of the crops (average values for four years in four rotated fields)



mu snížení obsahu draslíku v půdě docházelo po víceletých píceňkách (jetelotráva, jetel luční), zejména na variantě nehnojené. Naproti tomu při opakovaném pěstování obilnin se hladina přístupného draslíku v ornici průkazně zvýšila.

Varianta hnojená organickými hnojivy si udržela ca o 40 mg draslíku na kg vyšší zásobu než varianta absolutně nehnojená.

Po zvýšení bilančně deficitní dávky draslíku v průmyslových hnojivech (tj. do 100 kg draslíku na ha za rok) na průměrnou dávku 166 kg draslíku na ha za rok na variantě plně hnojené byl v posledním čtyřletí zjištěn nárůst přijatelného obsahu draslíku v ornici na hladinu 250 mg/kg půdy.

Hořčík (obr. 2)

Zásoba hořčíku v půdě je sledována v rámci agrochemického zkoušení půd až od roku 1970. V této době zjišťujeme na variantách bez hnojení hořčíkem v průmyslových hnojivech vesměs klesající tendenci v jeho obsahu v ornici až o 30 mg/kg půdy.

Konečný stav

Po téměř 30leté diferenciaci hnojení se zjistily v průměru posledních čtyř let na základních variantách výživářského osevního postupu následující hodnoty (průměr čtyř honů a čtyř let) v mg/kg půdy:

Rok		pH	P	K	Mg
1956	výchozí stav	6,2	26,0	240	—
	% 100	100	100	100	—
	hnojeno organicky	6,2	26,7	160,8	73,8
	% 100	103	67	—	—
Ø 1982—1986	hnojeno	5,8	90,0	252,1	57,2
	organominerálně	% 93	346	105	—
	nehnojeno	6,04	12,4	119,8	67,8
	% 97	48	50	—	—

Ve srovnání s nehnojenou kontrolou organické hnojení zvýšilo hodnoty pH o 3 %, fosforu o 115 %, draslíku o 34 %, hořčíku o 9 % a hnojení organominerální zvýšilo hodnoty fosforu o 626 %, draslíku o 110 % a snížilo hodnoty pH o 7 % a hořčíku o 16 %.

Pedologické hodnoty půdy (tab. III)

Obsah C_{ox} se v průběhu let udržoval v rozmezí středních hodnot na všech sledovaných variantách, a to jak v profilu 0 až 15 cm, tak i v nižším horizontu.

Kolísání hodnot N_t je více ovlivněno střídáním plodin a ročníkem než hnojením a v průměru je zachována určitá původní hladina. Poměr uhlíku k dusíku se pohybuje na variantách v rozmezí 6 až 10:1, což odpovídá poměrům stanoviště s mírnou tendencí ke zhoršování na variantě Hn + NPK.

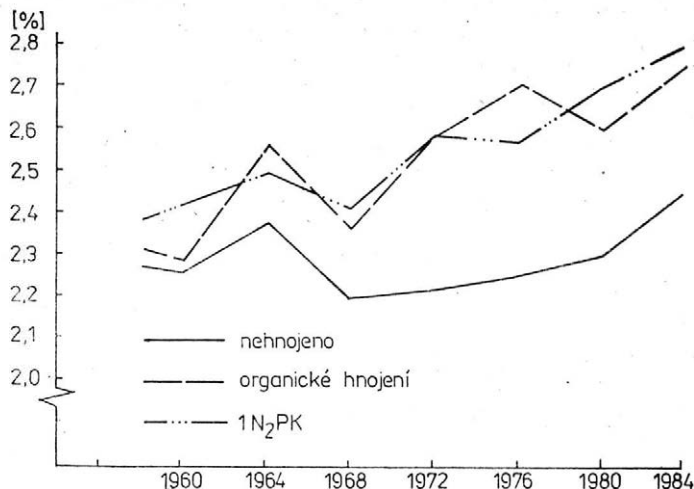
Zvýšení hodnoty H^+ potvrzuje účinek hnojení a jde na úkor Ca^{2+} i částečně též Mg^{2+} .

Hodnoty charakterizující sorpční komplex jsou v průměru poměrně stabilní, ovlivněné plodinou a vápněním, bez výraznějších rozdílů na sledovaných variantách.

III. Změny v pedologických hodnotách půdy (založeno 1956, sledováno až do roku 1960; průměr čtyř honů) — Changes in the pedological values of the soil (started in 1956, continued until 1960; average values for four fields in rotation)

	Varianta	1960	1964	1968	1972	1976	1980	1984
C_{ox}	0	1,26	1,38	1,27	1,30	1,31	1,34	1,41
	Hn	1,40	1,49	1,37	1,50	1,57	1,51	1,60
	Hn + NPK	1,36	1,45	1,41	1,50	1,50	1,57	1,63
$N_{celk} (\%)$	0	0,15	0,20	0,17	0,30	0,15	0,16	0,17
	Hn	0,16	0,22	0,21	0,32	0,18	0,17	0,18
	Hn + NPK	0,18	0,23	0,20	0,24	0,19	0,19	0,18
C : N	0	8,4	6,9	7,5	4,3	8,7	8,4	8,3
	Hn	8,8	6,8	6,5	4,7	8,7	8,9	8,9
	Hn + NPK	7,6	6,3	7,1	5,2	7,9	8,3	9,1
H^{+1} (mval/100 g)	0	3,6	3,9	5,9	4,9	4,5	4,7	4,6
	Hn	4,2	3,0	5,3	5,1	4,6	4,6	4,1
	Hn + NPK	4,9	3,4	5,9	6,0	5,6	5,8	5,6
S (mval/100 g)	0	11,8	18,0	11,2	11,5	11,6	12,0	12,4
	Hn	12,4	17,0	12,0	12,4	12,9	13,0	15,2
	Hn + NPK	15,1	18,3	12,7	11,9	12,4	13,4	14,5
T (mval/100 g)	0	16,7	21,8	17,0	16,3	16,0	16,6	16,0
	Hn	16,6	19,8	17,2	17,7	17,6	17,4	18,3
	Hn + NPK	20,0	21,3	18,6	17,9	17,7	19,2	20,0
$V (\%)$	0	71,4	81,1	65,6	70,3	72,0	71,8	77,5
	Hn	74,3	83,7	69,3	71,4	73,3	74,0	83,1
	Hn + NPK	75,2	85,3	68,2	66,7	68,8	69,9	77,0

3. Obsah humusu (průměr čtyř honů) — Humus content (average values for four rotated fields)

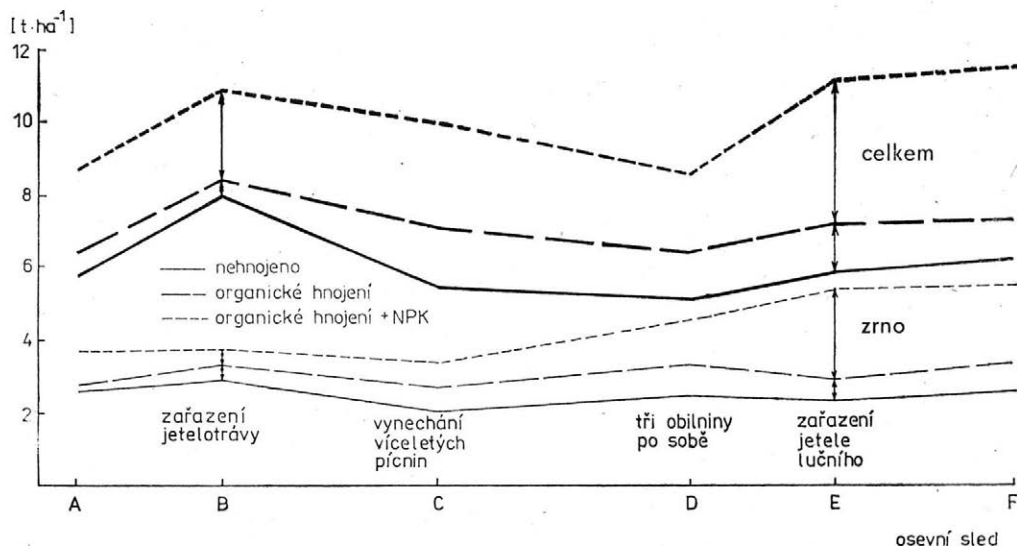


Obsah humusu v půdě

Z výsledků sledování obsahu humusu ve čtyřletých cyklech (obr. 3) jsou patrné výraznější rozdíly především vlivem dotace organické hmoty do půdy. Průběh zjištěných hodnot ve sledovaném období ukazuje, že se difference v obsahu humusu v půdě mezi nehnojenou kontrolou a variantami hnojenými organicky (Hn: Hn + NPK) s délkou trvání pokusu zvětšují. Zejména v posledních letech se projevila tendence k mírnému zvyšování obsahu humusu v půdě i na variantě absolutně nehnojené, a to vlivem opětovného zařazení jetele lučního do osevního sledu. Samotné organické hnojení i plné organominerální hnojení zajistilo dále vzestup o 0,4 % humusu v půdě.

Produkce sušiny biomasy

Ve 30letém sledování polního stacionárního pokusu byly zjištěné průměrné čtyřleté výsledky u jednotlivých plodin hodnoceny v šesti dílčích osevních sledech (A až F).



osevní sled

4. Produkce nadzemní sušiny biomasy v průměrech dílčích osevních sledů — The output of the above-ground dry matter of biomass on the averages for the partial rotations

Průběh výnosů nadzemní sušiny biomasy a sušiny zrna obilnin v průměru po sobě jdoucích osevních sledů (obr. 4) byl ovlivněn použitými organickými a průmyslovými hnojivy i zastoupením jednotlivých druhů a odrůd plodin. Do zvýšené produkce se promítá nejvýrazněji vliv jetelotrav v osevním postupu B, dále jetele lučního a krmné cukrovky v osevním postupu E, přičemž difference ve výkonnosti osevních sledů se postupem let vlivem hnojení zvyšuje. Rovněž difference v produkci sušiny mezi různě hnojenými variantami se postupem let zvětšily (tab. IV).

IV. Relativní srovnání výkonnosti variant v sušině biomasy z 1 ha (hnojeno organicky = 100 %) — Relative comparison of the performance of the variants in the dry matter of biomass per 1 ha (organically manured = 100 %)

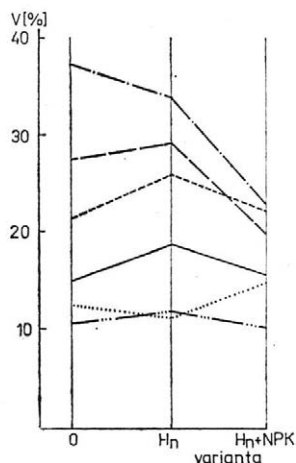
Osevní sled Ukončení roku	A 1960	B 1965	C 1970	D 1977	E 1981	F 1986
Nárůst na variantě organominerálně hnojené	+35	+31	+42	+36	+55	+65
Pokles na variantě nehnojené	-10	-5	-13	-11	-19	-23

Produkce nadzemní sušiny biomasy při pravidelném cyklickém organickém hnojení (vynechané hnojení průmyslovými hnojivy) se v průměru osevních sledů pohybovala na úrovni 5,0 až 8,35 t/ha, výnosy sušiny zrna obilnin na úrovni 2,64 až 3,31 t/ha. Nehnojení organickými hnojivy znamenalo pokles výnosu celkové sušiny o 5 až 23 % (obilniny 13 až 24 %) s pozdější stabilizací na 19 až 23 % (obilniny 21 až 24 %).

Zvýšení produkce sušiny organominerálním hnojením bylo ovlivněno i vyšší výkonností nových odrůd, zejména u obilnin, méně již u brambor. Nárůst produkce plodin v posledním období souvisí též se zvýšenou intenzitou hnojení, především fosforem (tab. II).

Z obr. 4 je patrné, že vysoký účinek hnojení na produkci osevního sledu z hektaru je dále zesilován zastoupením víceletých pícnin v osevním postupu, což činí až 11,4 OJ/ha.

Průměrný přírůstek výnosu W (t/ha) na organominerální hnojení při srovnání plodin byl nejvyšší u krmné cukrovky (+9,49), dále u ječ-



5. Výnosová variabilita hlavního produktu — The yield variability of the main product

— pšenice ozimá
 - - - ječmen jarní
 oves
 — · — · — brambory
 - · - · - krmná cukrovka
 víceleté pícniny

mene ozimého a jarního (+6,04 až 5,49), řepky ozimé (+5,87), ovsa (+3,86) a pšenice ozimé (+3,22). Nejnižší přírůstek na hnojení zaznamenaly bob obecný (+1,94) a víceleté pícniny (+0,29), kde se více uplatňují progresivní způsoby pěstování.

Na základě výpočtu výnosové variability pomocí variačního koeficientu (obr. 5) se zjistilo ze sledovaných plodin nejnižší kolísání výnosů v ročnících u brambor a víceletých pícnin. Samotné organické hnojení, vyjma cukrovky a víceletých pícnin, mírně zvýšilo výnosovou variabilitu plodin. Naproti tomu hnojení průmyslovými hnojivy tlumilo kolísání výnosů, z obilnin nejvíce u ječmene jarního a u krmné cukrovky. Nejstabilnější výnosy z obilnin poskytla pšenice ozimá. U víceletých pícnin, zejména u jetele lučního, hnojení průmyslovými hnojivy zvýšilo výnosovou variabilitu.

DISKUSE

Ve 30letém stacionárním výživářském osevním postupu s 12 kombinacemi hnojení šlo především o dosažení optimálních přírůstků výnosů a zvýšení půdní úrodnosti hnojením. Efekt intenzifikačního faktoru hnojení ve svém přímém i následném účinku byl v osevním postupu umocňován dalšími intenzifikačními faktory, jako např. vyšší výkonností odrůd, stupňovanou ochranou rostlin apod. (Kříšťan, Vrkoč, 1975). Na základě celkového hodnocení lze konstatovat, že výkonnost obilnin se postupem let progresivněji zvyšovala v odrazu na intenzivní hnojení než výkonnost brambor jako hlavní plodiny dané výrobní oblasti. Zlepšenou výnosnost obilnin na hnojení lze přičíst v první řadě zvýšené výkonnosti nových odrůd.

V dřívějších pracích ekologického výzkumu ve sledovaných podmínkách jsme prokázali, že zvýšený účinek hnoje i vyšší reakce rostlin na hnojení NPK v průmyslových hnojivech nevyrovná negativní vliv vynechání víceletých pícnin v osevním postupu. Regenerační účinek jetelovin na půdní úrodnost byl reprezentován přírůstkem rostlinné produkce o 6,8 až 7,8 OJ/ha (Kříšťan, 1974). Význam spočívá nejen v přinášené organické hmotě, ale hlavně, jak jsme prokázali na nehnojené variantě, v remobilizaci živin, a tím v zajištění optimálnějších podmínek pro výživu následných plodin.

Hodnoty agrochemických rozborů půd jsou silně závislé na ekologických faktorech, ale i na plodinách, a jejich interpretace je tím v dynamice vztahů k hnojení ovlivňována. S tímto stavem je nutné počítat a korigovat získané hodnoty z tohoto pohledu, jak poukazuje Baier (1971).

V důsledku hnojení průmyslovými hnojivy (NPK) v daných podmínkách v průměru 30letého sledování (Skala, Kříšťan, 1986) do-

V. Průměrný odběr živin na 1 t produkce sušiny (relativně ‰) — The average nutrient uptake per 1 ton of dry matter output (relative values, ‰)

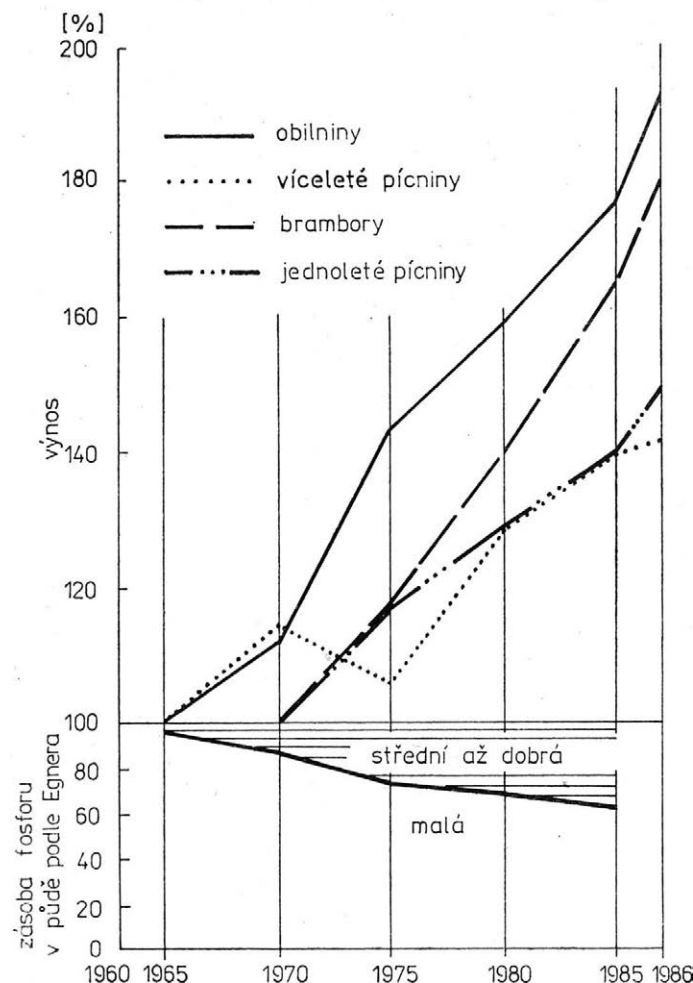
Hnojení	N	P	K	Ca	Mg
Hnojeno organicky	100	100	100	100	100
Hnojeno organicky + N ₂ PK	99	100	108	90	95

cházi k zvýšenému zastoupení draslíku a sníženému zastoupení vápníku i hořčíku v koloběhu živin (tab. V).

Pro stanoviště na hnědé půdě je nyní charakteristická vysoká koncentrace draslíku a nízká koncentrace sodíku, vápníku a hořčíku v sušině nadzemní biomasy ve srovnání se stanovišti na hnědozemních a černozemních půdách (Baier et al., 1981). Obsah dusíkatých látek (NL) v rostlinných produktech je ovlivňován též stanovištěm, ale více hnojením, přičemž hnojení dusíkem má do jisté míry kompenzační vliv (Křišťan, Skala, 1979).

Naše výsledky potvrzují i v dalším průběhu pokusů závěry, ke kterým došli Baier, Jelínek (1971), že hodnoty pedologických sledování jsou konstantnější, jejich ovlivnění hnojením, plodinou apod. není tak výrazné.

Z 30letého sledování nelze potvrdit sdělení (Tesařová, 1986) o negativním vlivu dlouhodobého používání průmyslových hnojiv na změny množství humusu v půdě. Je třeba však připomenout kompenzační funkci použitého pravidelného hnojení organickými hnojivy a střídání plodin. Potvrzují to i minimální, spíše kladné změny obsahu humusu v půdě na organicky nehnojené kontrole v pokusech.



6. Relativní nárůst výnosů hlavních plodin v okrese Pelhřimov ve sledovaných pětiletkách — The relative increase in the yields of the main crops in the Pelhřimov district in the studied five-year periods

Výsledky zjišťovaného stavu hodnot charakterizujících sorpční komplex ve stacionárním dlouhodobém pokusu na hnědé půdě dokazují, že v daných podmínkách všechny faktory ovlivňující optimální výživu rostlin jsou v kladné závislosti s pravidelným a dostatečným hnojením. Sorpční kapacita zůstává na hranici nižší střední, půda je však silně nasycená.

Hodnoty vzestupu fosforu v půdě se odrážejí ve zvýšené výkonnosti víceletých pícnin, dále i v produkci obilnin a posilují potravinový řetězec.

Ze sledovaného trendu celookresních průměrných výnosů hlavních plodin (okres Pelhřimov, Jihočeský kraj) na obr. 6 je patrný soulad vzestupu obilnin (od roku 1961 až do roku 1965 o 92 %) i víceletých pícnin (od roku 1966 až do roku 1970 o 79 %). K nejprudšímu nárůstu ve výnosech obilnin došlo v 6. pětiletce především vlivem zvýšeného používání průmyslových hnojiv. Koncem 6. pětiletky a počátkem 7. pětiletky se vedle výkonných odrůd a nastupující chemické ochrany porostů obilnin na vzestupu výnosů více uplatňuje stabilita a výkonnost jetelových porostů, zakládáných podle nové progresivní technologie (Křišťan, Skála, 1983). To je v souladu s předloženým i dříve již námi prokázaným vlivem jetelovin i celkové vhodné struktury plodin na výkonnost osevního postupu v daných agroekologických podmínkách (Křišťan, 1986) a odpovídá zcela teoretickým závěrům, ke kterým došel Kudrna (1979).

V dřívějších studiích, týkajících se výživářsko-výrobních vztahů na okrese Pelhřimov (Baier, Křišťan, 1963; Křišťan, Bouchal, 1965), bylo prokázáno, že podniky, které měly půdu relativně lépe zásobenou fosforem i humusem a uplatňovaly doporučenou soustavu hospodaření pro dané podmínky (Křišťan, 1964), náležely zpravidla do příznivější až nejvýkonnější výrobní skupiny. Opodstatněnost tehdy vyjadřované celkové výrobnosti podniků pomocí tzv. fosforečných jednotek PJ (Baier, 1969) potvrzuje i soulad výše výrobnosti s výší obsahu přístupného fosforu v půdě v dlouhodobém sledování, znázorněném též na obr. 6.

Efektivnost používání průmyslových hnojiv se odvíjí od půdní úrodnosti hnědé půdy, charakterizované jednak obsahem a jednak vzestupem obsahu fosforu na kg půdy, kde spotřeba dodávaných čistých živin na vzestup 1 mg fosforu na kg půdy je přímo odvislá od intenzity a kvality organického hnojení a podílu jetelovin i dalších rozhodujících činitelů růstu rostlinné výroby v těchto oblastech (Vrkoč, Křišťan, 1985).

Po celou dobu našeho ekologického výzkumu bylo intenzivní používání průmyslových hnojiv jedním z hlavních, nejsilněji působících faktorů ve vývoji půdní úrodnosti hnědé půdy, jak vyplynulo i ze studie Vliv člověka na rozvoj výroby (Křišťan, Vrkoč, 1975). Zvyšování výnosů v této oblasti méně úrodných půd záleží nejen na stupňování jednotlivých faktorů a vkladů, ale především na jejich vzájemné vyváženosti a optimalizaci všech biologických procesů v půdě a rostlině. Shodně s tím, co uvádí Boguslawski (1986), lze konstatovat, že konečný komplexní účinek intenzifikačních faktorů je odvislý od toho, jak se podaří vzájemně integrovat soubor dílčích opatření, jako je organické hnojení, hnojení průmyslovými hnojivy, střídání plodin, ochrana rostlin, odrůda apod.

Poděkování

Autor tohoto příspěvku děkuje kolektivu spolupracovníků, který vede ing. Jan Skála, CSc., za dlouholetou obětavou a přátelskou spolupráci při provádění a hodnocení exaktních polních pokusů ve VSRV v Lukavci.

Literatura

- BAIER, J.: K výzkumu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostl. Výr., 9, 1963, č. 3-4, s. 271-286.
- BAIER, J.: Abeceda výživy a hnojení rostlin. Praha, SZN 1969.
- BAIER, J.: K otázce vztahů mezi živinami v půdě a výnosem. Agrochémia, 11, 1971, č. 3, s. 77-78.
- BAIER, J. — KŘÍŠTAN, F.: Studie výživářsko-výrobních vztahů na okrese Pelhřimov. [Informativní zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1963.
- BAIER, J. — JELÍNEK, K.: Studium základních podmínek využití živin na tvorbu výnosů a půdní úrodnosti. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1971.
- BAIER, J. — JELÍNEK, K. — KŘÍŠTAN, F. — SMETÁNKOVÁ, M. — STRNAD, P.: Koncentrace živin v sušině hlavních polních plodin v různých ekologických podmínkách. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 6, s. 605-614.
- BOGUSLAWSKI, E.: Alternativní hospodaření na půdě v porovnání s tradičními systémy a otázkami půdní úrodnosti. In: Semin. Rostlinná výroba na méně úrodných půdách. 1986, s. 52-78.
- HÁJEK, J.: Zkušenosti s anorganickými rozbory rostlin v chemické laboratoři. Agrochémie, 13, 1973, č. 7, s. 190-191.
- KŘÍŠTAN, F.: Ověřování výrobně-ekonomického efektu zvýšených dávek průmyslových hnojiv na SPS Pelhřimov — hospodářství Lukavec. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1964.
- KŘÍŠTAN, F.: Vyšetření možnosti vyrovnání úrodnosti pozemků intenzivním hnojením. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1974.
- KŘÍŠTAN, F.: Hlavní výsledky v dlouhodobých výživářských pokusech a jejich uplatnění v soustavě hnojení na méně úrodných půdách. In: Sbor. Ref. Využití výsledků výzkumu výživy rostlin v intenzivní rostlinné výrobě. Praha-Ruzyně, VÚRV 1982, s. 48-68.
- KŘÍŠTAN, F.: Optimalizace rozvoje obilovin ve vyšších oblastech. In: Sbor. Kroměřížské dny I. 1986, s. 85-92.
- KŘÍŠTAN, F. — BOUCHAL, Z.: Vyšetření efektivity zvyšovaných dávek průmyslových hnojiv v bramborářské oblasti okresu Pelhřimov a návrhy na její zvýšení. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1965.
- KŘÍŠTAN, F. — SKALA, J.: Vliv stanoviště a hnojení na obsah dusíkatých látek a minerálií v zrninách. Agrochémia, 19, 1979, č. 1, s. 5-13.
- KŘÍŠTAN, F. — SKALA, J.: Zakládání a využívání dvouletých pícninových honů s jetelem lučním. Met. záv. Výsl. Výzk. Praxe, 1983, č. 9.
- KŘÍŠTAN, F. — VRKOČ, F.: Vliv agrotechnických opatření na strukturu výnosů na hnědé půdě a hnědozemi. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1975.
- KUDRNA, K.: Zemědělské soustavy. Praha, SZN 1979.
- SKALA, J. — KŘÍŠTAN, F.: Výživa a hnojení v polním ekosystému na hnědé půdě v bramborářském výrobním typu. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1986.
- TESÁŘOVÁ, M.: Vliv průmyslových hnojiv na půdní mikroorganismy. In: Sbor. Průmyslová hnojiva a životní prostředí, 1986, s. 1.
- VRKOČ, F. — KŘÍŠTAN, F.: Rozhodující činitelé růstu rostlinné výroby v podhorských a horských oblastech. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd., 1985, č. 77, s. 4-19.

Došlo dňa 13. 5. 1987

КРЖИШТЯН, Ф. (Научно-исследовательская станция растениеводства, Лукавец у Пачова): Развитие плодородия бурозема и продукция за тридцатилетний период (1956—1986). Rostl. Výr., 33, 1987 (10): 1057-1070.

Проблематика плодородия почв и растениеводства у нас решена при помощи стационарного удобрительного севооборота от 1956 года и в дальнейших экологических

опытах совместно с проверкой результатов в практике. На повышение плодородия почвы и продуктивности культур в опытном севообороте большое влияние оказало сложение культур, главным образом пропорциональное наличие бобовых, которое повысило общую продукцию на 6,8—11,4 зерновых единиц на га/год. Агрохимические свойства почв дифференцировались в течение продолжения тридцатилетнего стационарного удобрительного севооборота против неудобренного контроля (100 %) по органическим удобрениям 103 % рН, 215 % фосфора, 134 % калия, 109 % магния; по органоминеральному удобрению 96 % рН, 726 % фосфора, 210 % калия, 84 % магния; и содержание гумуса повысилось на 0,4 %. Для повышения запаса фосфора на 1 мг/кг почвы израсходовалось 8 кг фосфора из промышленных удобрений. На множество азотных, фосфорных и калиевых питательных веществ из промышленных удобрений, приходящихся на увеличение 1 зерновой единицы, повлияло сложение культур в отдельных севооборотах (13,4—30,0 кг). Прибыль продукции была на органическое удобрение 19—23 %, на промышленные удобрения 55—65 %, на органоминеральное удобрение в среднем за тридцать лет 74 %, что за последние четыре года представляет собой 37,2 зерновых единиц. Органоминеральное удобрение ограничивало колебание урожаев в разные годы (кроме бобовых). Удобрение азотом, фосфором и калием выравнивало содержание кальция и магния. В опытах и при проверке в сельскохозяйственных предприятиях указывается на соответствие повышения продуктивности растениеводства с повышением содержания доступного фосфора в буро-земе. В условиях производства наблюдаемого района Пелгржимов Южночешского края под влиянием удобрения и дальнейших факторов интенсификации повысилась урожайность ведущих культур за последних 25 лет на 42 % (картофель) — 92 % (зерновые).

плодородие почв; органоминеральное удобрение; продуктивность фитомассы; агрохимические и педологические анализы; вариабильность урожая

KŘIŠTAN, F. (Research Station for Crop Production, Lukavec u Pacova): *The Development of Brown Forest Soil Productivity and Crop Output over the Period of Thirty Years (1956 to 1986)*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1057-1070.

The problems of soil productivity and crop output have been investigated in a stationary plant-nutrition crop rotation since 1956 and in other ecological experiments in combination with the verification of the results in practice. The crop structure made a significant contribution to an increase of soil productivity and production performance of the crops in the experimental crop rotation; the influence of an adequate proportion of clovers was particularly high: it increased the total output by 6.8 to 11.4 cereal units per ha/annum. The agrochemical properties of the soil have changed over the thirty years of the plant-nutrition experiment as compared with the control (100 %): after organic manuring the pH was 103 %, phosphorus 215 %, potassium 134 %, magnesium 109 %; after organomineral fertilization the pH was 96 %, phosphorus 726 %, potassium 210 %, magnesium 84 %, and the content of humus increased by 0.4 %. Eight kilograms of phosphorus applied in commercial fertilizers were needed to increase the soil phosphorus reserve by 1 mg per kg of soil. The amount of the NPK nutrients of commercial fertilizers needed to reach an increase of 1 cereal unit was influenced by the structure of the crops in the rotations (13.4 to 30.0 kg). The increment of output amounted to 19 to 23 % in the case of organic manuring, 55 to 65 % in the case of the application of commercial fertilizers, and 74 % for organomineral fertilization on the thirty-year average; this represented 37.2 cereal units in the last four years. Organomineral fertilization muffled the year-to-year yield fluctuations in all crops except clovers. The contents of phosphorus in the soil and in the plants were successfully balanced through NPK fertilization, but the content of potassium increased and that of calcium and magnesium decreased. A concord of the increase in the output of crop production with the increase in available phosphorus in brown forest soil was observed during the trials and during the verification of the results on farms. Under the practical farming conditions of the Pelhřimov district in the South Bohemian region, the yields of the main field crops increased by 42 % (potatoes) to 92 % (cereals) as a result of fertilization and other factors of intensification over the past 25 years.

soil productivity; organomineral fertilization; phytomass output; agrochemical and soil analyses; yield variability

KŘIŠTAN, F. (Forschungsstation für Pflanzenproduktion, Lukavec u Pacova): *Entwicklung der Fruchtbarkeit von Braunerde und die Produktion im Zeitraum von dreißig Jahren (1956 bis 1986)*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1057-1070.

Die Problematik der Bodenfruchtbarkeit und der Pflanzenproduktion wird in einer stationären Ernährungsfruchtfolge von 1956 an gelöst und in weiteren ökologischen Versuchen in Verbindung mit Testungen der Ergebnisse in der Praxis geprüft. Am Anstieg der Bodenfruchtbarkeit sowie der Produktionsleistung der Feldfrüchte in der Versuchsfruchtfolge war in beträchtlichem Maße die Zusammenstellung der Kulturen beteiligt, insbesondere eine proportionale Vertretung von Kleearten, die die Gesamtproduktion um 6,8 bis 11,4 Getreideeinheiten pro Jahr erhöhten. Die agrochemischen Eigenschaften der Böden differenzierten sich im Laufe der dreißigjährigen Ernährungsfruchtfolge gegenüber der nichtgedüngten Kontrolle (100 %) folgendermaßen: nach organischer Düngung 103 % pH, 215 % Phosphor, 134 % Kalium, 109 % Magnesium; nach organo-mineralischer Düngung 96 % pH, 726 % Phosphor, 210 % Kalium, 84 % Magnesium; der Humusgehalt erhöhte sich um 0,4 %. Für eine Erhöhung des Phosphorvorrats um 1 mg pro kg Boden zeigte sich ein Aufwand von 8 kg Phosphor aus dem Mineraldünger als erforderlich. Die auf eine Zunahme um eine Getreideeinheit entfallende Menge der NPK-Nährstoffe aus Mineraldünger war durch die Zusammenstellung der Kulturen in den jeweiligen Fruchtfolgen beeinflusst (13,4 bis 30,0 kg). Der Anstieg der Produktion betrug bei organischer Düngung 19 bis 23 %, bei mineralischer Düngung 55 bis 65 %, bei organo-mineralischer Düngung im dreißigjährigen Durchschnitt 74 %, was für den letzten Vierjahreszeitraum 37,2 Getreideeinheiten darstellt. Die organo-mineralische Düngung milderte die Ertragsschwankungen in den Jahrgängen (mit Ausnahme von Klee). Durch NPK-Düngung gelang es, den Phosphorgehalt sowohl im Boden als auch in den Pflanzen auszugleichen, der Kaliumgehalt erhöhte sich jedoch, während der Kalzium- und Magnesiumgehalt sanken. In den Versuchen sowie bei den Überprüfungen in landwirtschaftlichen Betrieben bestätigte sich eine Übereinstimmung der erhöhten Pflanzenproduktion mit dem Anstieg des Gehalts an verfügbarem Phosphor in Braunerde. In Produktionsbedingungen des Kreises Pelhřimov (Bezirk Südböhmen), wo diese Untersuchungen durchgeführt wurden, erhöhten sich unter der Auswirkung der Düngung und weiterer Intensivierungsfaktoren Erträge der Hauptkulturen während der letzten 25 Jahre um 42 % (Kartoffeln) bis 92 % (Getreide).

Bodenfruchtbarkeit; organo-mineralische Düngung; Phytomasseproduktion; agrochemische und pedologische Analysen; Ertragsvariabilität

Adresa autora:

Ing. František K ř i š t a n, CSc., Výzkumná stanice rostlinné výroby, 394 26 Lukavec u Pacova

VLIV STANOVIŠTĚ, ROČNÍKU A HNOJENÍ NA KONCENTRACI ŽIVIN V SUŠINĚ HLÍZ BRAMBOR

J. Skala

SKALA, J. (Výzkumná stanice rostlinné výroby, Lukavec u Pacova): *Vliv stanoviště, ročníku a hnojení na koncentraci živin v sušině hlíz brambor*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1071-1084.

V dlouhodobém výživářském pokusu (od roku 1956) s 12 různými kombinacemi hnojení na pěti ekologicky odlišných stanovištích byly v letech 1980 až 1983 zařazeny brambory, odrůda 'Kamýk'. Dominantními faktory, které ovlivnily koncentraci živin (dusíku, fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku) v sušině hlíz, byly stanoviště a ročník. Organominerální hnojení vyrovnalo stanovištní difference v obsahu dusíku a fosforu, avšak vliv ročníku se eliminovat nepodařilo. I přes příznivý vliv hnojení na obsah draslíku v hlízách se stanovištní a ročníkové rozdíly nevyrovnaly. Nejvýraznější rozdíly mezi ročníky a stanovišti byly zjištěny u vápníku. Vliv NPK hnojení na koncentraci vápníku nebyl jednoznačný. Intenzivní hnojení dusíkem (+ PK) nebo jednostranné hnojení dusíkem (bez PK) vyvolalo změny obsahu živin v neprospěch fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v poměru k dusíku.

brambory; koncentrace dusíku, fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku v hlízách; stanoviště; ročník; hnojení

Při zvyšování intenzity výroby brambor, její stabilizace a zkvalitňování je kladen důraz kromě dalších opatření na vhodnou rajonizaci podle půdně-klimatických podmínek a na racionální výživu brambor. Využití hnojiv na tvorbu výnosů plodin ovlivňuje celá řada faktorů chemických, biologických, fyziologických a ekologických. Všechny tyto faktory mohou podmiňovat působení hnojiv v kladném i záporném smyslu.

Ke studiu celého komplexu souvisejícího s racionální výživou plodin na různých stanovištích přispívají výsledky dlouhodobých výživářských pokusů (Baier, 1963).

Vliv dlouhodobé diferenciaci hnojení na produkci biomasy, změny agrochemických vlastností půdy a dalších faktorů půdní úrodnosti byl vyhodnocen v řadě prací (Baier, Jelínek, 1971; Kříšťan, Skala, 1979; Strnad, Valeš, 1986; Skala, Kříšťan, 1986 a další).

Koncentrace živin v sušině rostlinné hmoty je hodnota, k níž se již více než sto let upírá pozornost prakticky všech vědeckovýzkumných pracovníků na úseku výživy rostlin (Baier et al., 1981). Během té doby přispěly hodnoty zjištěných koncentrací živin k objasnění základních vztahů minerální výživy, jakož i k vymezení hodnot odběru živin rostlinami. Přinesly však i mnohá zklamání při formulaci vztahů mezi živinami ve výživářském prostředí, hnojením, koncentrací živin v rostlinách a výnosem (Baier et al., 1981).

O hlubší poznání základních principů výživy brambor studiem příjmu a využití živin se originálním přístupem pokusili Baier et al. (1976). Pro dosažení optimálního výnosu, včetně konzumní jakosti i sadbové hodnoty, má značný význam stará půdní síla, jak prokazuje Vaňha (1970, 1973, 1975a, b aj.). Poměrně dostatečná pozornost byla věnována otázkám vlivu hnojení na kvalitu brambor (Šmálik, 1969; Míča, 1969, 1970, 1975; Vaňha, Vokál, 1973; Vokál et al., 1985; Šmíd, 1985; Kolektiv, 1986).

Vnitřní kvalita hlízy je v převážné míře dána chemickým složením hlíz a fyzikálně chemickým projevem sloučenin obsažených v bramborové hlíze (Kolektiv, 1986).

Velká pozornost je věnována obsahu dusíkatých látek a jejich složení (Vokál et al., 1985). Obsah minerálních látek je hodnocen vzhledem ke spotřebě brambor i z hlediska významu pro krytí jejich potřeby v lidské výživě — např. draslíku z 80 % (Kolektiv, 1986).

Výnosy a odběry živin hodnocených dlouhodobých pokusů vyhodnotili Křišťan, Skala (1987) a Skala, Křišťan (v tisku).

MATERIÁL A METODY

Brambory, odrůda 'Kamýk', byly zařazeny do modelových osevních sledů dlouhodobých stacionárních pokusů. Předplodinou byla pšenice ozimá, následující po jeteli.

Dlouhodobé pokusy založené na pěti ekologicky odlišných stanovištích v roce 1956 až 1957 a označené VOP (Baier, 1963) mají v současné době na každém stanovišti čtyři shodně osévané modelové hony s 12 standardními variantami hnojení, čtyřikrát opakovanými. Dávky hnojiv, způsob a termín jejich aplikace je pro jednotlivé varianty shodný na všech stanovištích.

Charakteristika variant

Varianta	Hnojení	Varianta	Hnojení
11	Hn	21	0
12	Hn+PK	22	Hn+N ₂ P _p K _{pz}
13	Hn+N ₁ PK	23	Hn+N ₁
14	Hn+N ₂ PK	24	Hn+N ₂
15	Hn+N ₃ PK	25	Hn+N ₂ P
16	Hn+N ₃ PK+Mg	26	Hn+N ₂ P

pz = předzásobné

Průměrné roční dávky živin v průmyslových hnojivech v letech 1956 až 1985:
N₁ = 35, N₂ = 66, N₃ = 99; P = 44, K = 100 kg/ha; Hn = 9 t hnoje na ha za rok.

Dávky hnojiv aplikované k bramborům:

N₁ = 60 kg dusíku na ha, z toho 30 kg v SA při předsadbové přípravě;
30 kg v LAV na list při první oborávce;
N₂ = 120 kg dusíku na ha, z toho 60 kg v SA při předsadbové přípravě;
60 kg v LAV na list při první oborávce;
N₃ = 180 kg dusíku na ha z toho, 90 kg v SA při předsadbové přípravě;
90 kg v LAV na list při první oborávce;

P = 400 kg P₂O₅ na ha v SP při orbě;

K = 400 kg K₂O na ha v DS při orbě;

Mg = 200 kg MgO na ha v kieseritu při předsadbové přípravě;

P_{oz} = 800 kg P₂O₅ na ha v SP při orbě;

K_{pz} = 800 kg K₂O na ha v DS při orbě;

H₁ = hnojeno hnojem (40 t/ha);

Ca = vápnění mletým vápencem (2 t/ha).

Anorganické rozbory byly provedeny v Zemědělské laboratoři ve Stříbře standardními analytickými metodami (Hájek, 1973).

Charakteristika stanovišť

1. Pohořelice u Brna (Po): kukuřičný výrobní typ (KVT), nadmořská výška 180 m, průměrná roční teplota 9 °C a dlouhodobý roční úhrn srážek 502 mm; půda je hlinitá, genetický půdní typ degradovaná černozem na spraši. Půdní reakce (výměnná) je neutrální, maximální sorpční kapacita vysoká a sorpční komplex plně nasycený. Výchozí obsah přístupných živin v ornici do 20 cm sledovaných čtyř honů u fosforu malý, draslíku dobrý a hořčíku vysoký.

2. Ivanovice na Hané (Iv): řepařský výrobní typ (ŘVT), nadmořská výška je 225 m, průměrná roční teplota 8,4 °C, dlouhodobý roční úhrn srážek 556 mm; půda je hlinitá, degradovaná černozem s neutrální reakcí. Maximální sorpční kapacita je vysoká a sorpční komplex plně nasycený. Výchozí obsah přístupných živin byl na sledovaných honech u fosforu malý, u draslíku a hořčíku dobrý.

3. Čáslav (Čá): řepařský výrobní typ (ŘVT), avšak ve vyšší nadmořské výšce (263 m), s nižší průměrnou roční teplotou (8,1 °C) a s vyššími srážkami (590 mm). Hlinitá půda je silně degradovaná černozem na spraši se slabě kyselou výchozí reakcí, maximální sorpční kapacita je plně nasycená. Obsah přístupných živin v půdě vykazoval malou zásobu fosforu a draslíku, zatímco zásoba hořčíku byla dobrá. Význačným rysem daného stanoviště je vysoká fixační schopnost K^+ iontů jílovitými minerály.

4. Lukavec u Pacova (Lu): bramborářský výrobní typ (BVT), nadmořská výška 620 m, průměrná roční teplota 6,8 °C a 686 mm ročních srážek. Písčitohlinitá hnědá půda se vyznačuje slabě kyselou výměnnou půdní reakcí, sorpční komplex je nasycený. Výchozí obsah přístupných živin v ornici je charakteristický malou zásobou fosforu, vysokou zásobou draslíku a hořčíku.

5. Víglaš u Zvolena (Vi): bramborářský výrobní typ (BVT), nadmořská výška 345 m, průměrná roční teplota 7,7 °C a 669 mm ročních srážek. Hnědozem illime-rizovaná oglejená je těžšího zrnitostního složení, jílovitohlinitá, slévací a silně zhutnělá. Půdní reakce je silně kyselá, sorpční komplex nasycený. Výchozí agro-chemické vlastnosti svědčily o velmi malé zásobě přístupného fosforu, malé zásobě přístupného draslíku a vysoké zásobě přístupného hořčíku. I na této půdě je fixace K^+ iontů vysoká.

VÝSLEDKY

Vliv stanoviště

V dlouhodobých pokusech jsme zjistili, že půdně-klimatické podmínky stanoviště se odrážejí i v obsahu živin v sušině sklízených hlíz, především na nehnojené variantě. Vysoký obsah dusíku byl zjištěn v průměru let ve Víglaši, v Pohořelicích a v Čáslavi, nejnižší v Ivanovicích, kde byl nejvyšší výnos. Nejméně fosforu obsahovaly hlízy v Pohořelicích, téměř dvojnásobek ve Víglaši. Nízkým obsahem draslíku se vyznačovaly hlízy v řepařské oblasti, nízkým obsahem vápníku naproti tomu ve Víglaši a také v Ivanovicích, kde byl zjištěn nejvyšší obsah hořčíku.

Plné organominerální hnojení NPK ($Hn + N_2PK$) téměř vyrovnalo stanovištní difference u dusíku kromě Pohořelic (vysoký obsah dusíku — extrémně nízký výnos), dále u fosforu a hořčíku. Hlízy ze stanoviště Čáslav se i na těchto variantách vyznačují nízkým obsahem draslíku a naopak nejvyšším obsahem vápníku. Nízký obsah vápníku je naproti tomu i při hnojení NPK charakteristický pro sušinu hlíz v bramborářské oblasti (Lukavec, Víglaš).

Diference mezi stanovišti v chemickém složení sušiny hlíz dokumentuje i přehled poměru sledovaných živin k dusíku na základní variantě (0) a hnojení $N_2PK + Hn$ (tab. VI).

I. Koncentrace dusíku (‰) v sušině hlíz brambor (pokusy VOP, odrůda 'Kamýk') — Nitrogen concentration (‰) in the dry matter of potato tubers (plant nutrition trials, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Rok	Varianta												Ø
		11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	
Pohořelice*	1981	1,46	1,30	1,65	2,11	2,21	2,41	1,33	1,94	1,64	1,90	1,89	2,06	1,82
	1983	2,03	1,83	2,25	2,33	2,35	2,52	1,89	2,18	2,15	2,14	2,19	2,30	2,18
	Ø	1,74	1,57	1,95	2,22	2,28	2,47	1,61	2,06	1,90	2,02	2,04	2,18	2,00
Ivanovice*	1982	1,31	1,49	1,48	1,67	1,74	1,67	1,29	1,60	1,48	1,55	1,63	1,51	1,54
	1983	1,55	1,49	1,55	1,78	1,78	1,86	1,54	1,74	1,78	1,80	1,84	1,96	1,72
	Ø	1,43	1,49	1,51	1,72	1,76	1,76	1,41	1,67	1,63	1,67	1,73	1,73	1,63
Čáslav	1980	1,55	1,47	1,58	1,62	1,70	1,90	1,33	1,36	1,59	1,44	1,49	1,55	1,55
	1981	1,39	1,45	1,45	1,66	1,72	1,80	1,61	1,60	1,62	1,76	1,61	1,65	1,61
	1982	1,79	1,77	1,60	1,72	1,91	1,72	1,79	1,83	1,68	1,83	1,75	1,56	1,75
	1983	1,80	1,95	1,54	1,64	1,86	1,67	1,82	1,49	1,67	1,67	1,69	1,75	1,71
	Ø	1,63	1,66	1,54	1,66	1,80	1,77	1,64	1,57	1,64	1,68	1,64	1,63	1,65
Lukavec	1980	1,08	1,02	1,12	1,29	1,29	1,37	1,05	1,12	1,25	1,28	1,20	1,18	1,19
	1981	1,32	1,21	1,41	1,69	1,58	1,63	1,31	1,29	1,57	1,79	1,65	1,64	1,51
	1982	1,52	1,40	1,48	1,76	1,74	1,68	1,85	1,44	1,71	1,67	1,60	1,74	1,63
	1983	1,69	1,54	1,98	1,99	1,97	1,94	1,77	2,06	1,86	1,94	1,84	2,03	1,88
	Ø	1,40	1,29	1,50	1,68	1,65	1,66	1,50	1,48	1,60	1,67	1,57	1,65	1,55
Víglaš	1980	1,55	1,55	1,54	1,71	1,77	1,91	1,66	1,68	1,57	1,57	1,69	1,72	1,66
	1981	1,48	1,25	1,32	1,23	1,50	1,43	1,53	1,42	1,32	1,47	1,48	1,48	1,41
	1982	1,69	1,65	1,88	1,85	1,86	1,95	1,84	1,92	1,78	1,94	1,85	1,92	1,84
	1983	1,88	1,74	2,06	2,00	2,17	2,22	1,87	1,98	1,99	1,98	2,07	2,15	2,00
	Ø	1,65	1,55	1,70	1,70	1,82	1,88	1,72	1,75	1,66	1,74	1,77	1,82	1,73

Vliv faktorů: × × průkazný při $P = 0,01$

— neprůkazný

Pohořelice
Ivanovice
Čáslav
Lukavec
Víglaš

ročník

× ×
× ×
× ×
× ×
× ×

hnojení

× ×
× ×
—
× ×
× ×

* v Pohořelicích v roce 1980 a 1982 a v Ivanovicích v roce 1980 a 1981 nebyly provedeny rozborů

II. Koncentrace fosforu (‰) v sušině hlíz brambor (pokusy VOP, odrůda 'Kamýk') — Phosphorus concentration (‰) in the dry matter of potato tubers (plant nutrition trials, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Rok	Varianta												Ø			
		11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26				
Pohořelice	1981	0,16	0,18	0,21	0,24	0,28	0,28	0,16	0,24	0,16	0,16	0,16	0,24	0,21	0,21	0,24	0,21
	1983	0,25	0,31	0,36	0,32	0,36	0,30	0,16	0,27	0,22	0,25	0,16	0,25	0,25	0,16	0,25	0,27
Ivanovice	Ø	0,20	0,25	0,29	0,28	0,32	0,29	0,16	0,26	0,19	0,21	0,19	0,25	0,21	0,19	0,25	0,24
	1982	0,20	0,28	0,28	0,30	0,28	0,30	0,22	0,24	0,22	0,22	0,22	0,20	0,22	0,28	0,20	0,25
Čáslav	1983	0,20	0,22	0,22	0,25	0,28	0,28	0,22	0,25	0,26	0,26	0,25	0,28	0,26	0,25	0,28	0,25
	Ø	0,20	0,25	0,25	0,27	0,28	0,29	0,22	0,24	0,24	0,22	0,24	0,26	0,24	0,26	0,24	0,25
Lukavec	1980	0,32	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,28	0,21	0,21	0,21	0,21	0,25	0,21	0,25	0,25	0,28
	1981	0,28	0,27	0,31	0,34	0,34	0,31	0,31	0,34	0,28	0,31	0,28	0,27	0,28	0,27	0,27	0,30
Viglaš	1982	0,17	0,22	0,20	0,17	0,14	0,20	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,14	0,12	0,12	0,14	0,17
	1983	0,31	0,31	0,20	0,25	0,27	0,25	0,22	0,22	0,25	0,22	0,22	0,22	0,22	0,27	0,22	0,25
Lukavec	Ø	0,27	0,29	0,26	0,28	0,27	0,27	0,24	0,23	0,22	0,24	0,23	0,25	0,21	0,25	0,22	0,25
	1980	0,27	0,28	0,32	0,31	0,24	0,32	0,24	0,29	0,23	0,24	0,23	0,31	0,22	0,31	0,23	0,27
Viglaš	1981	0,25	0,25	0,25	0,28	0,25	0,25	0,21	0,25	0,21	0,21	0,21	0,25	0,21	0,25	0,21	0,24
	1982	0,20	0,22	0,20	0,22	0,24	0,24	0,18	0,22	0,18	0,18	0,14	0,20	0,14	0,20	0,18	0,20
Viglaš	1983	0,22	0,31	0,31	0,33	0,25	0,25	0,25	0,31	0,22	0,25	0,20	0,25	0,20	0,25	0,20	0,26
	Ø	0,24	0,26	0,27	0,28	0,24	0,26	0,22	0,27	0,21	0,22	0,19	0,25	0,21	0,25	0,21	0,24
Viglaš	1980	0,23	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,23	0,25	0,26	0,23	0,24	0,23	0,24	0,23	0,24
	1981	0,31	0,34	0,31	0,31	0,31	0,34	0,34	0,34	0,31	0,34	0,31	0,31	0,31	0,31	0,24	0,31
Viglaš	1982	0,30	0,28	0,18	0,32	0,30	0,29	0,28	0,32	0,30	0,28	0,22	0,22	0,22	0,22	0,24	0,27
	1983	0,33	0,33	0,36	0,33	0,33	0,33	0,31	0,36	0,38	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,31	0,33
Viglaš	Ø	0,29	0,30	0,27	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,30	0,31	0,27	0,27	0,27	0,25	0,29

Vliv faktorů:

Pohořelice	ročník	hnojení
Ivanovice	× ×	× ×
Čáslav	—	—
Lukavec	× ×	× ×
Viglaš	× ×	—

III. Koncentrace draslíku (‰) v sušině hlíz brambor (pokusy VOP, odrůda 'Kamýk') — Potassium concentration (‰) in the dry matter of potato tubers (plant nutrition trials, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Rok	Varianta												Ø
		11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	
Pohořelice	1981	1,81	2,02	2,16	2,29	2,29	2,58	1,64	2,36	1,80	2,10	2,04	2,22	2,11
	1983	1,89	2,13	2,38	2,30	2,07	2,68	1,66	2,09	2,01	2,07	2,30	2,47	2,17
	Ø	1,85	2,08	2,27	2,30	2,18	2,63	1,65	2,22	1,91	2,09	2,17	2,34	2,14
Ivanovice	1982	2,02	2,42	2,28	2,34	2,34	2,34	1,47	2,02	1,94	1,73	1,94	1,86	2,06
	1983	1,71	1,72	2,10	2,12	2,37	2,44	1,54	2,15	1,98	2,05	1,87	2,04	2,01
	Ø	1,86	2,07	2,19	2,23	2,35	2,39	1,50	2,08	1,96	1,89	1,90	1,95	2,03
Čáslav	1980	1,64	2,35	1,93	1,98	1,90	2,26	1,34	1,85	1,70	1,63	1,63	1,85	1,84
	1981	1,53	1,74	1,95	2,00	2,08	2,06	1,95	2,00	1,61	1,46	1,78	2,10	1,86
	1982	1,81	1,91	1,86	1,80	1,64	1,91	1,13	1,96	1,49	1,64	1,38	1,84	1,70
	1983	1,50	1,43	1,50	1,80	1,58	1,78	1,20	1,43	1,14	1,20	1,29	1,57	1,45
	Ø	1,56	1,86	1,81	1,90	1,80	2,00	1,41	1,81	1,49	1,49	1,52	1,84	1,71
Lukavec	1980	1,98	1,85	1,99	1,92	1,92	1,85	1,79	1,85	1,79	1,65	1,77	1,90	1,86
	1981	2,18	2,44	2,18	2,24	2,20	2,26	2,01	2,05	2,05	1,90	2,07	2,24	2,15
	1982	2,33	2,33	2,22	2,31	2,31	2,42	2,18	2,18	2,13	1,94	1,90	2,13	2,20
	1983	2,43	2,56	2,57	2,57	2,41	2,18	1,84	2,18	1,98	1,96	1,96	2,35	2,25
	Ø	2,23	2,30	2,24	2,26	2,21	2,18	1,96	2,07	1,99	1,86	1,92	2,16	2,11
Víglaš	1980	2,12	2,54	2,28	2,37	2,45	2,37	1,82	2,37	2,07	1,94	1,94	2,39	2,22
	1981	1,80	2,16	2,09	2,15	2,20	2,26	1,64	2,20	1,79	1,85	1,95	2,09	2,02
	1982	2,09	2,20	2,41	2,31	2,31	2,45	1,85	2,39	2,02	1,97	2,12	2,30	2,20
	1983	2,01	2,07	2,11	2,17	2,11	2,25	2,04	2,04	1,85	1,85	2,04	2,04	2,05
	Ø	2,00	2,24	2,21	2,25	2,27	2,33	1,84	2,25	1,93	1,90	2,01	2,20	2,12

Vliv faktorů:

ročník

hnojení

Pohořelice

—

× ×

Ivanovice

—

× ×

Čáslav

× ×

× ×

Lukavec

× ×

× ×

Víglaš

× ×

× ×

IV. Koncentrace vápníku (‰) v sušině hlíz brambor (pokusy VOP, odrůda 'Kamýk') — Calcium concentration (‰) in the dry matter of potato tubers (plant nutrition trials, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Rok	Varianta												Ø
		11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	
Pohořelice	1981	0,09	0,07	0,09	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09	0,07	0,13	0,085
	1983	0,37	0,39	0,39	0,37	0,39	0,15	0,17	0,11	0,15	0,15	0,17	0,07	0,240
	Ø	0,23	0,23	0,24	0,22	0,23	0,11	0,13	0,10	0,12	0,12	0,12	0,10	0,162
Ivanovice	1982	0,07	0,09	0,04	0,09	0,07	0,07	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,07	0,055
	1983	0,15	0,16	0,09	0,07	0,07	0,09	0,09	0,04	0,04	0,04	0,11	0,04	0,082
	Ø	0,11	0,12	0,06	0,08	0,07	0,08	0,05	0,03	0,04	0,04	0,07	0,05	0,067
Čáslav	1980	0,30	0,45	0,29	0,36	0,18	0,54	0,20	0,14	0,23	0,18	0,16	0,16	0,266
	1981	0,11	0,43	0,13	0,29	0,13	0,18	0,18	0,13	0,18	0,26	0,22	0,17	0,200
	1982	0,04	0,07	0,07	0,07	0,04	0,04	0,11	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,060
	1983	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,032
	Ø	0,12	0,24	0,13	0,19	0,10	0,19	0,13	0,10	0,12	0,13	0,11	0,10	0,139
Lukavec	1980	0,16	0,13	0,13	0,09	0,09	0,11	0,13	0,07	0,09	0,09	0,18	0,11	0,115
	1981	0,07	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,04	0,07	0,04	0,056
	1982	0,24	0,09	0,09	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11	0,07	0,07	0,09	0,102
	1983	0,31	0,09	0,09	0,04	0,09	0,07	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,082
	Ø	0,19	0,09	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,09	0,07	0,089
Viglaš	1980	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,030
	1981	0,13	0,13	0,35	0,13	0,13	0,11	0,11	0,09	0,13	0,11	0,13	0,13	0,140
	1982	0,02	0,07	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,07	0,035
	1983	0,09	0,07	0,09	0,04	0,07	0,09	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,04	0,062
	Ø	0,07	0,08	0,12	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,067

Vliv faktorů:

Pohořelice	ročník	hnojení
Ivanovice	× ×	—
Čáslav	× ×	—
Lukavec	× ×	× ×
Viglaš	× ×	—

V. Koncentrace hořčíku (‰) v sušině hlíz brambor (pokusy VOP, odrůda 'Kamýk') — Magnesium concentration (‰) in the dry matter of potato tubers (plant nutrition trials, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Rok	Varianta												Ø
		11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	
Pohořelice	1981	0,13	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,12	0,11	0,12	0,13	0,13	0,11	0,130
	1983	0,12	0,08	0,11	0,15	0,08	0,08	0,06	0,13	0,07	0,08	0,09	0,14	0,099
	Ø	0,12	0,12	0,13	0,14	0,11	0,11	0,09	0,12	0,10	0,11	0,11	0,12	0,116
Ivanovice	1982	0,12	0,06	0,13	0,09	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,123
	1983	0,12	0,18	0,18	0,15	0,15	0,14	0,18	0,15	0,13	0,16	0,13	0,18	0,150
	Ø	0,12	0,12	0,15	0,12	0,14	0,14	0,16	0,14	0,14	0,15	0,14	0,16	0,138
Čáslav	1980	0,11	0,21	0,19	0,16	0,15	0,25	0,12	0,25	0,28	0,19	0,27	0,33	0,210
	1981	0,12	0,19	0,12	0,15	0,12	0,13	0,13	0,12	0,11	0,08	0,12	0,12	0,126
	1982	0,13	0,14	0,13	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,11	0,09	0,110
	1983	0,13	0,14	0,13	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,126
	Ø	0,12	0,17	0,14	0,14	0,12	0,16	0,12	0,15	0,16	0,13	0,16	0,16	0,145
Lukavec	1980	0,09	0,08	0,11	0,13	0,09	0,09	0,07	0,09	0,09	0,11	0,11	0,12	0,098
	1981	0,13	0,15	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,16	0,14	0,15	0,139
	1982	0,13	0,13	0,12	0,11	0,08	0,13	0,14	0,12	0,08	0,09	0,13	0,09	0,112
	1983	0,19	0,19	0,15	0,15	0,12	0,14	0,09	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,139
	Ø	0,14	0,14	0,13	0,13	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,12	0,123
Viglaš	1980	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,13	0,13	0,14	0,13	0,15	0,12	0,14	0,140
	1981	0,14	0,14	0,21	0,09	0,11	0,12	0,11	0,14	0,08	0,12	0,12	0,12	0,125
	1982	0,15	0,12	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,14	0,12	0,06	0,12	0,12	0,125
	1983	0,20	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,200
	Ø	0,16	0,15	0,17	0,14	0,14	0,15	0,14	0,16	0,13	0,13	0,14	0,14	0,146

Vliv faktorů:	ročník	hnojení
Pohořelice	× ×	—
Ivanovice	× ×	—
Čáslav	× ×	—
Lukavec	× ×	—
Viglaš	× ×	—

VI. Vliv stanoviště a hnojení N₂PK + Hn na poměr živin (N = 1) v sušině hlíz brambor (průměr 1980 až 1983, odrůda 'Kamýk') — The effect of the site and N₂PK + manure on the nutrient ratio (N = 1) in the dry matter of potato tubers (average for 1980 to 1983, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Hnojení	Poměr živin			
		P	K	Ca	Mg
Pohořelice	nehnojeno	0,10	1,02	0,08	0,06
	N ₂ PK + Hn	0,13	1,04	0,10	0,07
Ivanovice	nehnojeno	0,16	1,06	0,04	0,11
	N ₂ PK + Hn	0,16	1,30	0,05	0,07
Čáslav	nehnojeno	0,15	0,86	0,08	0,07
	N ₂ PK + Hn	0,17	1,14	0,11	0,08
Lukavec	nehnojeno	0,15	1,30	0,06	0,07
	N ₂ PK + Hn	0,17	1,35	0,04	0,08
Viglaš	nehnojeno	0,17	1,07	0,03	0,08
	N ₂ PK + Hn	0,18	1,32	0,04	0,08

Vliv ročníku

Zjištěné hodnoty na variantě nehnojené i v průměru všech variant pokusů ukazují na značný vliv ročníku, který mnohdy překrývá vliv stanoviště. Největší rozpětí koncentrací dusíku jsme zjistili v Lukavci, u fosforu a draslíku v Čáslavi. V bramborářské oblasti na obou stanovištích byl v hlízách poměrně stabilní obsah draslíku. Nejméně vyrovnané hodnoty vzhledem k ročníku vykazuje vápník, který např. v Čáslavi v roce 1980 byl několikanásobně vyšší než v letech 1982 a 1983.

Hnojení NPK + Hn kompenzovalo vliv ročníku jen částečně. Značně se stabilizoval obsah draslíku ve hlízách v Čáslavi.

Vliv organického hnojení

Hnojení hnojem výrazně zvyšovalo obsahy živin v hlízách na stanovišti v Pohořelicích. Kladný vliv mělo především na obsah draslíku, který se zvýšil i na dalších stanovištích. Organické hnojení zvyšovalo většinou i obsah vápníku a hořčíku, v bramborářské oblasti však došlo k mírnému poklesu obsahu dusíku.

Vliv hnojení PK

Dlouhodobé vynechání hnojení PK znamenalo v průměru let a stanovišť jen malé změny v obsahu dusíku v hlízách.

Výrazně poklesl obsah fosforu a draslíku (v průměru let a stanovišť u fosforu o 12,5 až 27 % rel., u draslíku o 14 až 19 % rel.). Diference oproti variantám hnojeným PK se prohlubovaly se stupňovanými dávkami dusíku (0 až 120 kg/ha). Podobně byl ovlivněn i obsah vápníku a hořčíku, avšak ne vždy jednoznačně na všech stanovištích a variantách.

Samotné hnojení PK a vysoké předzásobní dávky PK snižovaly obsah dusíku v hlízách, zejména na stanovištích v Lukavci a Pohořelicích.

Předzásobní hnojení PK (dávky 800 kg P_2O_5 a 800 kg K_2O) aplikované k bramborům většinou neovlivnilo výrazněji obsah dalších sledovaných živin v hlízách, resp. došlo k jejich poklesu oproti variantě hnojené každoročně.

Jednostranné hnojení NK nebo NP v průměru let nevyvolalo (kromě mírného poklesu obsahu fosforu ve Víglašiši a mírného vzestupu obsahu

VII. Vliv PK hnojení na poměr živin ($N = 1$) v sušině hlíz brambor (průměr 1980 až 1983, odrůda 'Kamýk') — The effect of PK fertilization on the nutrient ratio ($N = 1$) in the dry matter of potato tubers (average values for 1980 to 1983, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Hnojení		Poměr živin			
	N	PK	P	K	Ca	Mg
Pohořelice	0 (Hn)	0	0,12	1,06	0,13	0,07
		PK	0,16	1,32	0,15	0,08
	N ₂ (Hn)	0	0,10	1,03	0,06	0,05
		PK	0,13	1,04	0,10	0,07
		P _{pz} K _{pz}	0,13	1,08	0,05	0,06
Ivanovice	0 (Hn)	0	0,14	1,30	0,08	0,19
		PK	0,17	1,39	0,08	0,24
	N ₂ (Hn)	0	0,14	1,13	0,02	0,09
		PK	0,16	1,30	0,05	0,07
		P _{pz} K _{pz}	0,14	1,25	0,02	0,09
Čáslav	0 (Hn)	0	0,17	0,96	0,07	0,07
		PK	0,17	1,12	0,14	0,10
	N ₂ (Hn)	0	0,13	0,88	0,08	0,08
		PK	0,17	1,14	0,11	0,08
		P _{pz} K _{pz}	0,14	1,15	0,06	0,10
Lukavec	0 (Hn)	0	0,17	1,59	0,14	0,10
		PK	0,21	1,78	0,07	0,11
	N ₂ (Hn)	0	0,11	0,11	0,04	0,07
		PK	0,17	1,35	0,04	0,08
		P _{pz} K _{pz}	0,18	1,40	0,05	0,08
Víglaš	0 (Hn)	0	0,18	1,05	0,04	0,10
		PK	0,19	1,45	0,05	0,10
	N ₂ (Hn)	0	0,16	1,09	0,03	0,04
		PK	0,18	1,32	0,04	0,08
		P _{pz} K _{pz}	0,18	1,24	0,03	0,09

draslíku v Pohořelicích při NK hnojení] větší změny v obsahu těchto živin v hlízách než vynechání fosforečného i draselného nebo plného PK hnojení.

Uvedené změny chemického složení sušiny hlíz se pak výrazně promítají do poměru živin (tab. VII).

Vliv stupňovaných dávek dusíku a hnojení hořčíkem

Stupňováním dávek dusíku (do 180 kg/ha + PK) stoupal obsah dusíku v hlízách v průměru let a stanovišť oproti variantě hnojené jen PK o 9,19 a 23 % rel. Nejvýrazněji se stupňované dávky projevily v kukuřičné a bramborářské oblasti, zejména v Lukavci. Úměrně k tomu došlo k vzestupu jen v případě draslíku v Ivanovicích. Absolutní hodnoty koncentrací a zejména jejich poměry k dusíku (tab. VIII) dokumentují, že při zvyšujících se dávkách dusíku dochází ke změnám chemického

VIII. Vliv stupňovaného N hnojení na poměr živin ($N = 1$) v sušině hlíz brambor (průměr 1980 až 1983, odrůda 'Kamýk') — The effect of gradated N fertilization on the nutrient ratio ($N = 1$) in the dry matter of potato tubers (average values for 1980 to 1983, 'Kamýk' variety)

Stanoviště	Hnojení	Poměr živin			
		P	K	Ca	Mg
Pohořelice	0	0,16	1,32	0,15	0,08
	N ₁	0,15	1,16	0,12	0,07
	N ₂	0,13	1,04	0,10	0,07
	N ₃	0,14	0,96	0,10	0,05
Ivanovice	0	0,17	1,39	0,08	0,24
	N ₁	0,17	1,45	0,04	0,10
	N ₂	0,16	1,30	0,05	0,07
	N ₃	0,16	1,34	0,04	0,08
Čáslav	0	0,17	1,12	0,14	0,10
	N ₁	0,17	1,17	0,08	0,09
	N ₂	0,17	1,14	0,11	0,08
	N ₃	0,15	1,00	0,06	0,07
Lukavec	0	0,21	1,78	0,07	0,11
	N ₁	0,18	1,49	0,06	0,09
	N ₂	0,17	1,35	0,04	0,08
	N ₃	0,15	1,34	0,05	0,07
Viglaš	0	0,19	1,45	0,05	0,10
	N ₁	0,16	1,31	0,07	0,10
	N ₂	0,18	1,32	0,04	0,08
	N ₃	0,16	1,25	0,04	0,08

složení sušiny hlíz v relativní neprospěch fosforu, draslíku, vápníku i hořčíku.

Hnojení hořčíkem se projevilo jeho mírně zvýšeným obsahem v hlízách v bramborářské oblasti a v Čáslavi, kde současně došlo k nárůstu obsahu draslíku.

DISKUSE

Soubor ekologických podmínek stanovišť výrazně ovlivnil příjem a využití živin (Skala, Křišťan, 1986), které se promítly do koncentrací živin v sušině hlíz. Jako **dominující faktory byly vyhodnoceny** stanoviště a ročník. Hnojení a jeho téměř 30letá diferenciaci, která se výrazně projevuje v zásobenosti přístupných živin v půdě a v produkci sušiny fytomasy (Skala, Křišťan, 1986; Strnad, Valeš, 1986 a další), je kompenzovalo jen částečně.

Potvrdila se vysoká variabilita v obsahu dusíku vlivem ročníku, jak uvádí Míča (1986), který zdůrazňuje také výrazný podíl odrůdy a složení dusíkatého komplexu, zejména s ohledem na kvalitu brambor.

Nízký obsah draslíku na stanovišti s půdou o vysoké fixační mohutnosti v Čáslavi byl zjištěn i u dalších rostlinných produktů (Baier et al., 1981; Křišťan, 1977). Jeho méně příznivý poměr k obsahu dusíku ovlivňuje kvalitu hlíz, zejména zabarvení a chuť (Míča, 1986).

Diference v obsahu fosforu v hlízách byly intenzivním hnojením většinou kompenzovány, avšak nepodařilo se eliminovat vliv ročníku.

Velmi variabilní v ročnících i z hlediska stanovišť byl obsah vápníku, méně hořčíku. Hnojení NPKMg mělo v tomto směru méně významný vliv.

Na základě zjištěných změn koncentrace živin v sušině hlíz vlivem dlouhodobého hnojení lze do jisté míry potvrdit závěry, ke kterým dospěli Míča, Vokál (1980).

Výraznější změny v celkovém odběru živin na jednotku produkce (Skala, Křišťan, v tisku) než v jejich obsahu v hlízách dokládají také poznatky, zdůrazňující především změny v nadzemních orgánech rostlin brambor (Fotyma, 1980). Stabilnější chemické složení zásobních orgánů (hlíz) oproti nadzemní části zjistil také Baier (1975) u odrůdy 'Radka'. K výraznějším disproporcím v hlízách docházelo až při hlubších deficiencích živin.

Za významné však vzhledem k chemickému složení sušiny hlíz považujeme i poměry mezi sledovanými živinami, které byly ovlivněny stupňováním hnojením dusíkem a vynecháním PK hnojení. Naproti tomu vysoké předzásobní dávky PK, aplikované k bramborům, chemické složení hlíz téměř neovlivnily.

Jednostranné hnojení dusíkem (do 120 kg/ha) nemělo za následek výrazně nadměrný obsah dusíku v hlízách, avšak byl ovlivněn jeho poměr k dalším sledovaným živinám. Lze se domnívat, že nedostatečná zásoba fosforu a draslíku v půdě a jejich nižší příjem celkově brzdí ukládání živin v hlízách včetně dusíku. Souvisí to pravděpodobně se zjištěním (Baier, 1986), že nízké výnosy brambor jsou předurčeny špatným výživným stavem fosforu a draslíku.

Výsledky dokládají zvýšený vliv regulovatelných a neregulovatelných faktorů na utváření výnosu brambor a zejména jejich kvalitu. Potvrzují nutnost jejich vyváženosti i s ohledem na užitkový směr, jak v mnoha pracích prokázal Váňha (1973, 1975 aj.).

Poděkování

Autor děkuje pracovním kolektivům, vedeným ing. P. Strnadem, DrSc., z Čáslavi, J. Dvořákem, dipl. techn. z Pohorelic, J. Dohnalovou z Ivanovic, ing. V. Škrečkovou z Viglaše a ing. F. Křišťanem, CSc., z Lukavce, které spolupracovaly na získávání experimentálního materiálu.

Literatura

- BAIER, J.: K výzkumu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostl. Výr., 9, 1963, č. 3-4, s. 271-286.
- BAIER, J.: Výzkum soustav hnojení zemědělských kultur. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1975.
- BAIER, J.: Vztahy mezi výživným stavem porostů, využitím živin a tvorbou výnosu. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1986.
- BAIER, J. a kol.: Studium podmínek příjmu živin pro tvorbu maximálních výnosů brambor. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1976.
- BAIER, J. — JELÍNEK, K.: Studium základních podmínek využití živin na tvorbu výnosů a půdní úrodnosti. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1971.
- BAIER, J. — JELÍNEK, K. — KŘIŠŤAN, F. — SMETÁNKOVÁ, M. — STRNAD, P.: Koncentrace živin v sušině hlavních polních plodin v různých ekologických podmínkách. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 6, s. 605-614.
- FOTYMA, E.: Probieranie skladníkov mineralnych pryzek ziemniak w zeleznosti od nawożenia azotom. Ziemniak, Poznań 1979, 1980, s. 129-156.
- HÁJEK, J.: Zkušební s anorganickými rozbory rostlin v chemické laboratoři. Agrochémia, 13, 1973, č. 7, s. 190-191.
- KŘIŠŤAN, F.: Vliv stanoviště na kvalitativní znaky obilnin, okopanin a píce. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1977.
- KŘIŠŤAN, F. — SKALA, J.: Produkce sušiny biomasy a agrochemické vlastnosti hnědé půdy při různém hnojení v období 20 let. Rostl. Výr., 25, 1979, č. 2, s. 129-142.
- KŘIŠŤAN, F. — SKALA, J.: Vliv hnojení a stanoviště na výnosy a některé kvalitativní znaky brambor. Agrochémia, 27, 1987, č. 1, s. 1-10.
- KOLEKTIV: Kvalita stolních a konzumních brambor a její ovlivnění. Havlíčkův Brod, VŠÚB 1986.
- MÍČA, B.: Obsah nutričně významných látek v odrůdách brambor čs. sortimentu. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VÚB 1969.
- MÍČA, B.: Aminokyselinové složení bramborových bílkovin. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VÚB 1970.
- MÍČA, B.: Vliv manganu na růst rostliny a na kvalitu bramborových hlíz. Rostl. Výr., 21, 1975, č. 5, s. 515-524.
- MÍČA, B.: Kvalita brambor. In: Sbor. Kvalita stolních a konzumních brambor a její ovlivnění. 1986, s. 3-5.
- MÍČA, B. — VOKÁL, B.: Vliv vysoké intenzity NPK ve vztahu k výživě Ca a Mg na kvalitu a výnos brambor. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠÚB 1980.
- SKALA, J. — KŘIŠŤAN, F.: Výživa a hnojení v polním ekosystému na hnědé půdě v bramborářském výrobním typu. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1986.
- SKALA, J. — KŘIŠŤAN, F.: Vliv dlouhodobého hnojení na odběr živin sklizní brambor. Agrochémia, 1987 (v tisku).
- STRNAD, P. — VALEŠ, J.: Výživa a hnojení v polním ekosystému řepařské oblasti. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1986.
- ŠMÁLIK, M.: Niektoré poznatky z výživy zemiakov v podmienkach Slovenska. Agrochémia, 8, 1969, č. 1, s. 19-24.
- VAŇHA, B.: Vyšetření účelného poměru živin NPK pro rané, polorané a pozdní brambory. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠÚB 1970.
- VAŇHA, B.: Vliv počasí a hnojení na využívání živin staré půdní síly bramborami na Českomoravské vrchovině. Rostl. Výr., 19, 1973, č. 3, s. 299-306.
- VAŇHA, B.: Vztahy odrůdy, hnojení, vzdálenosti řádků a hloubky kultivace u brambor. Rostl. Výr., 21, 1975a, č. 2, s. 209-216.
- VAŇHA, B.: Vliv draslíku a celkového poměru živin v půdě na výnos hlíz a obsah sušiny poloraných brambor. Rostl. Výr., 21, 1975b, č. 7, s. 787-795.
- VAŇHA, B. — VOKÁL, B.: Vliv zvyšování dávky dusíkatých hnojiv na účelnost

hloubky kultivace, včetně snížení kultivačních zásahů aplikací herbicidů při srovnávaných velikostech řádků u vybraných odrůd brambor. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠUB 1973.

VOKÁL, B. — MÍČA, B. — ŠIMEK, J.: Vliv hnojení na kvalitu stolních brambor. In: Sbor. Zvyšovat kvalitu rostlinných výrobků. 1985, s. 95-102.

ŠMÍD, J.: Vliv hnojení na kvalitu průmyslových brambor. In: Sbor. Zvyšovat kvalitu rostlinných výrobků. 1985, s. 102-109.

Došlo dne 13. 5. 1987

СКАЛА, Я. (Научно-исследовательская станция растениеводства, Лукавец у Пацова): Влияние места произрастания, года и удобрения на концентрацию питательных веществ в сухом веществе клубней картофеля. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1071-1084.

В долгосрочном опыте по питанию растений (от 1956 года) с 12 различными комбинациями удобрения на пяти экологически различных местах произрастания был в 1980—1983 гг. включен картофель, сорт 'Камык'. Доминирующими факторами, которые влияют на концентрацию питательных веществ (азота, фосфора, калия, кальция и магния) в сухом веществе клубней являлись место произрастания и год. Органо-минеральное удобрение выровняло дифференции места произрастания в содержании азота и фосфора, но влияние года отстранить не получилось. Несмотря на благоприятное влияние удобрения на содержание азота в клубнях, различия мест произрастания и года не сгладились. Наиболее выразительные различия между годами и местами произрастания были определены у кальция. Влияние азотного, фосфорного и калийного удобрений на концентрацию кальция не было одинаковым. Интенсивное удобрение азотом (+ фосфор, калий) или одностороннее удобрение азотом (без фосфора и калия) вызвало изменения содержания питательных веществ не в пользу фосфора, калия, кальция и магния по отношению к азоту.

картофель; концентрация азота; фосфора, калия, кальция, магния в клубнях; место произрастания; год; удобрение

SKALA, J. (Research Station for Crop Production, Lukavec u Pacova): *The Effect of Site, Year and Fertilization on Nutrient Concentration in the Dry Matter of Potato Tubers*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1071-1084.

In 1980 to 1983, the 'Kamýk' variety of potatoes was included in a long-term plant nutrition experiment conducted since 1956 with 12 different combinations of fertilizing at five sites with different ecological conditions. The main factors which influenced the concentration of nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium) in the dry matter of the tubers were the site and the year. Organomineral fertilization removed the on-site differences in the contents of nitrogen and phosphorus but failed to eliminate the effect of the year. Even despite the favourable influence of fertilization on the content of potassium in the tubers, the differences caused by the year and site were not eliminated. The largest differences between the years and between the sites were recorded in calcium. NPK fertilization was not found to have an explicit effect on the concentration of calcium in the dry matter of the tubers. Intensive nitrogen fertilization (+PK) or one-sided nitrogen fertilization without PK caused changes in nutrient content which favoured nitrogen but suppressed the contents of phosphorus, potassium, calcium and magnesium.

potatoes; concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium in tubers; site; year; fertilization

Adresa autora:

Ing. Jan Skala, CSc., Výzkumná stanice rostlinné výroby, 394 26 Lukavec u Pacova

KAPACITA VODIVÝCH CEST V POSLEDNÍM INTERNODIU STĚBLA U ODRŮD PŠENICE OZIMÉ S RŮZNOU PRODUKTIVITOU KLASU

Z. Nátrová

NÁTROVÁ, Z. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Kapacita vodivých cest v posledním internodiu stěbla u odrůd pšenice ozimé s různou produktivitou klasu*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1085-1091.

V polním pokusu v letech 1985 a 1986 byla u pěti odrůd pšenice ozimé sledována kapacita vodivých cest v posledním internodiu pod klasem. Odrůdy s různou produktivitou klasu se lišily i anatomií posledního internodia. Největší počet svazků cévních, plochu svazků cévních i floemu vykazovaly odrůdy 'Kavkaz' a 'Maris Marksman', vyznačující se i nejvyšší produktivitou klasu. Rozdíly v produktivitě klasu těchto odrůd mezi oběma pokusnými roky byly zjištěny při téměř stejné kapacitě vodivých cest. Výnos klasu nebyl limitován kapacitou vodivých cest, ale sníženou kapacitou sinku. Mezi charakteristiky odrůd s vysokou produktivitou klasu patří tedy i vysoká kapacita vodivých cest. Její využití však závisí na podmínkách vnějšího prostředí a reakci odrůd na tyto faktory.

pšenice ozimá; výnos klasu; počet svazků cévních; plocha svazků cévních; plocha floemu

V období po kvetení je tvorba produktivity klasu pšenice podmíněna i morfologickými a anatomickými strukturami orgánů horní části stěbla, které jsou předpokladem určité intenzity fyziologických procesů, zabezpečujících tvorbu sušiny. V minulém období bylo mnoho prací zaměřeno na studium zdrojů asimilátů v souvislosti s požadavky sinku-obilek (Carr a Wardlaw, 1965; Lupton, 1972 a další). Pokusy většinou prokázaly, že listová plocha a rychlost fotosyntézy nelimitují zásobením obilek asimiláty v prvním období jejich růstu.

Mezi další faktory, které mohou limitovat akumulaci sušiny v klasu, patří hormonální regulace distribuce asimilátů v klasu, přeměna sacharózy na škrob v endospermálních buňkách a také transport látek vodivým systémem. Zatím bylo poměrně málo prací věnováno možné limitaci produktivity klasu nedostatečnou kapacitou transportních cest. Množství transportovaných asimilátů závisí na rychlosti jejich transportu a velikosti vodivých cest. Evans et al. (1970) zjistili, že v průběhu evoluce pšenice se zvýšil požadavek klasu na asimiláty a zároveň došlo i k určitému zvýšení plochy floemu v posledním internodiu pod klasem bez změny rychlosti transportu. Wardlaw a Moncur (1976) odvozují, že transport asimilátů do klasu by nemusel být limitován transportní kapacitou vodivého systému. Je pravděpodobné, že kapacita vodivých cest nebyla dosud převažujícím faktorem, limitujícím výnos obilnin. V souvislosti se zvyšující se produktivitou klasu však stoupá celkové

množství látek transportovaných do klasu, a je proto žádoucí získat o vodivém systému současných odrůd více informací. Proto cílem naší práce bylo studium kapacity vodivých cest v posledním internodiu pod klasem u odrůd pšenice s různou produktivitou klasu.

MATERIÁL A METODY

U odrůd pšenice ozimé 'Chlumecká 12' (dlouhostébelná), 'Slavia' (středně dlouhá), 'Vala' (krátkostébelná), 'Kavkaz' (dlouhostébelná) a 'Maris Marksman' (krátkostébelná) byly stanoveny charakteristiky produktivity klasu a kapacita vodivého systému v posledním internodiu pod klasem. Odrůdy byly pěstovány v letech 1984 až 1985 a 1985 až 1986 na pokusných parcelách VÚRV v Praze-Ružyni při výsevu 4,5 mil. zrn na ha.

K anatomické analýze stébla bylo v době plné zralosti odebráno u každé odrůdy 30 vyrovnaných (nejlépe vyvinutých) stébel. Z posledního internodia byly vyseknuty úseky o délce 2 cm ve vzdálenosti 1 cm pod klasem. Vzorky byly změkčovány hodinovým povařením ve vodě a týdenním uložením v glycerinu. Řezy byly zhotoveny ručně a bez barvení hodnoceny. Byl stanoven počet velkých svazků cévních v parenchymu, plocha svazků cévních a floemu. Hodnocení materiálu bylo provedeno pomocí stereomikroskopu WILD M5A (Heerbrugg, Švýcarsko) s kamerou. Na příčném řezu stébla byl stanoven počet svazků cévních na monitoru a plocha čtyř svazků cévních i floemu byla z monitoru obkreslena na folii UMAFAN a pak vyhodnocena planimetrem. U klasu odebraných stébel byl stanoven počet klásků, počet obilek, hmotnost obilky a hmotnost obilek klasu. Kromě toho bylo v době 10 dnů po kvetení odebráno 30 stébel s klasy ke stanovení počtu vyvinutých klásků a fertilních kvítků.

Získané výchozí údaje u jednotlivých odrůd byly srovnány s odrůdou dosahující nejmenší produktivity klasu a rozdíly byly statisticky vyhodnoceny *t*-testem.

I. Charakteristiky klasu odrůd ozimé pšenice v kvetení (IX. etapa organogeneze — EO) a zralosti (XII. EO) (1985, 1986) — Ear characteristics of winter wheat varieties during anthesis (stage of organogenesis IX — EO) and at ripeness (XII EO) (1985, 1986)

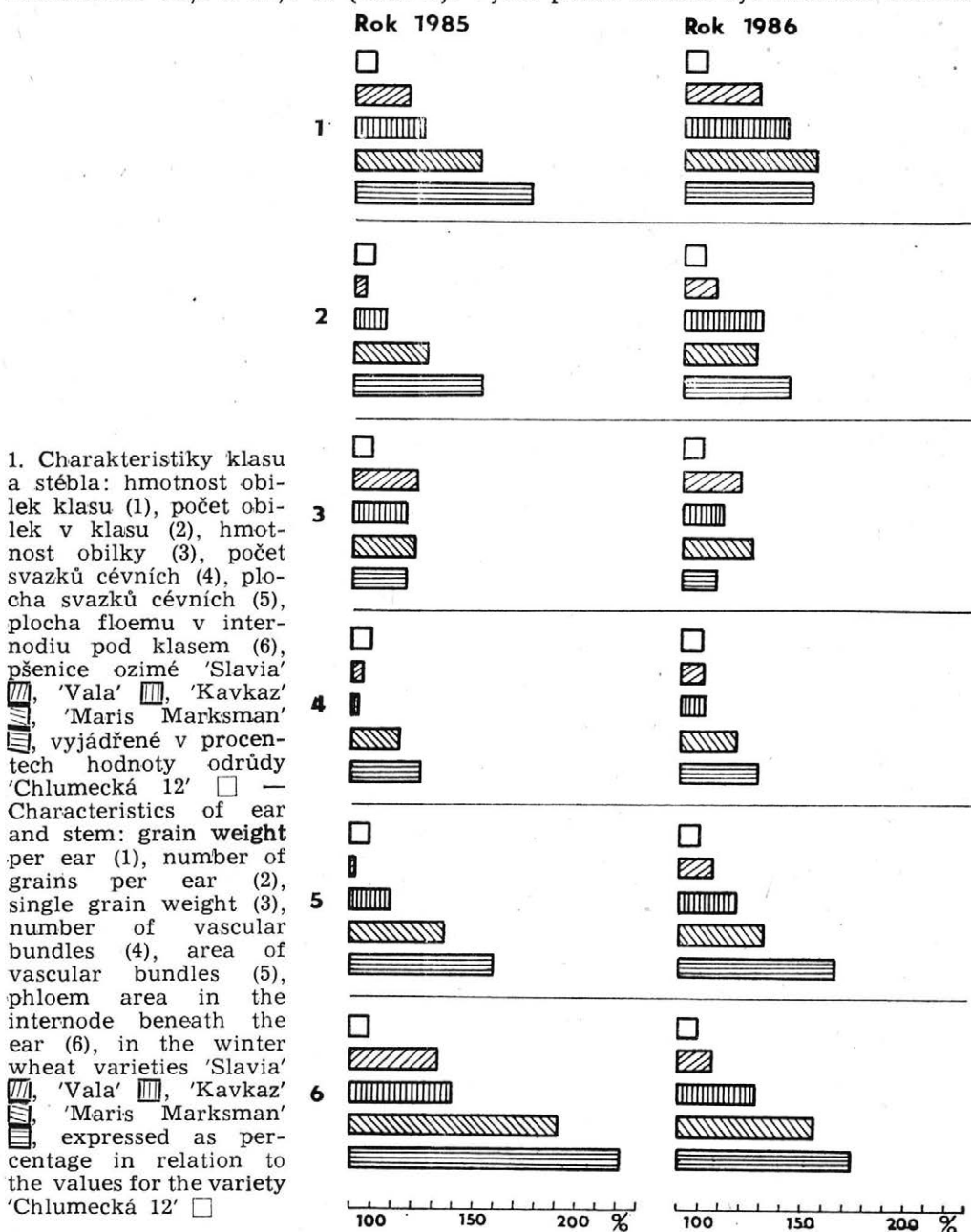
Rok	Odrůda	Fertilní kvítky (XI. EO)	Klásky (XII. EO)	Obilky (XII. EO)	Hmotnost obilky (XII. EO)	Hmotnost obilek klasu (XII. EO)
		počet			mg	g
1985	Chlumecká 12	30,2 ± 2,0	15,4 ± 0,6	29,6 ± 1,3	40,0 ± 1,2	1,19 ± 0,03
	Slavia	33,3 ± 1,9	13,8 ± 0,5	28,6 ± 2,1	48,1 ± 1,3 ⁺	1,38 ± 0,14
	Vala	34,8 ± 0,7	15,9 ± 0,1	31,6 ± 0,8	46,4 ± 0,5 ⁺⁺	1,47 ± 0,03 ⁺⁺
	Kavkaz	38,3 ± 0,6 ⁺	17,0 ± 0,2 ⁺	37,4 ± 1,3 ⁺	48,0 ± 0,8 ⁺⁺	1,80 ± 0,09 ⁺⁺
	Maris Marksman	49,1 ± 2,0 ⁺⁺	15,6 ± 0,4	44,9 ± 3,4 ⁺	46,7 ± 0,6 ⁺⁺	2,10 ± 0,19 ⁺⁺
1986	Chlumecká 12	33,9 ± 0,9	14,8 ± 0,6	29,6 ± 1,3	37,3 ± 0,6	1,11 ± 0,05
	Slavia	36,2 ± 1,4	14,7 ± 0,6	31,5 ± 2,1	44,4 ± 0,9 ⁺⁺	1,41 ± 0,08 ⁺
	Vala	40,2 ± 1,2 ⁺	17,1 ± 0,2 ⁺	37,9 ± 1,6 ⁺	41,2 ± 1,2 ⁺	1,56 ± 0,03 ⁺⁺
	Kavkaz	38,6 ± 0,8 ⁺	17,2 ± 0,4 ⁺	37,0 ± 1,7 ⁺⁺	46,3 ± 0,6 ⁺⁺	1,71 ± 0,03 ⁺⁺
	Maris Marksman	52,2 ± 1,1 ⁺⁺	15,9 ± 0,6	42,1 ± 2,8 ⁺	40,1 ± 0,9	1,69 ± 0,08 ⁺⁺

Průkaznost při 0,05 (+) a 0,01 (++)

VÝSLEDKY A DISKUSE

U sledovaného souboru byl stanoven v obou letech nejnižší výnos klasu u odrůdy 'Chlumecká 12', s níž pak byly srovnány charakteristiky ostatních odrůd (tab. I).

Nejvyšší hmotnost obilek klasu u odrůd 'Kavkaz' a 'Maris Marksman' byla podmíněna jak větší hmotností obilky, tak zejména větším počtem obilek v klasu. Zvýšení hmotnosti obilky a počtu obilek v klasu dosáhlo v průměru obou let u odrůdy 'Kavkaz' 22,2 a 25,7 %, u odrůdy 'Maris Marksman' 12,3 a 47,0 % (obr. 1). Vyšší počet obilek byl dosažen různou



kombinací prvků produktivity. Zatímco u odrůdy 'Kavkaz' bylo zvýšení podmíněno větším počtem klásků, pak u odrůdy 'Maris Marksman' vyšším počtem obilek v klásku. Odrůdy 'Slavia' a 'Vala' dosáhly středních hodnot produktivity klasu.

Výsledky v obou pokusných letech ukázaly, že odrůdy s různou produktivitou klasu se odlišují i anatomií posledního internodia pod klasem (tab. II). V porovnání s odrůdou 'Chlumecká 12' měly odrůdy s vyšší produktivitou klasu průkazně větší plochu svazků cévních i floemu. Výjimkou je pouze odrůda 'Slavia' v roce 1986.

II. Kapacita vodivých cest v posledním internodiu stébla odrůd ozimé pšenice (1985, 1986) — The capacity of conducting system in the last internode of the stem in the winter wheat varieties (1985, 1986)

Rok	Odrůda	Počet svazků cévních	Plocha svazků cévních (μm^2)	Plocha floemu (μm^2)
1985	Chlumecká 12	$19,1 \pm 0,20$	$210\,009 \pm 7\,217$	$20\,335 \pm 744$
	Slavia	$18,2 \pm 0,26^{++}$	$194\,523 \pm 4\,275$	$27\,203 \pm 811^{++}$
	Vala	$17,9 \pm 0,23^{++}$	$231\,234 \pm 5\,012^{+}$	$28\,447 \pm 590^{++}$
	Kavkaz	$21,9 \pm 0,16^{++}$	$286\,945 \pm 7\,291^{++}$	$39\,111 \pm 1281^{++}$
	Maris Marksman	$23,6 \pm 0,29^{++}$	$335\,991 \pm 10\,502^{++}$	$45\,171 \pm 1360^{++}$
1986	Chlumecká 12	$18,4 \pm 0,22$	$212\,668 \pm 4\,941$	$25\,045 \pm 734$
	Slavia	$18,6 \pm 0,33$	$227\,326 \pm 5\,220^{+}$	$26\,755 \pm 755$
	Vala	$18,7 \pm 0,28$	$248\,756 \pm 4\,647^{++}$	$32\,232 \pm 1085^{++}$
	Kavkaz	$21,9 \pm 0,24^{++}$	$279\,745 \pm 5\,857^{++}$	$38\,982 \pm 1283^{++}$
	Maris Marksman	$23,6 \pm 0,28^{++}$	$355\,421 \pm 6\,768^{++}$	$43\,546 \pm 1148^{++}$

Průkaznost při 0,05 (+) a 0,01 (++)

Největší kapacita vodivého systému byla stanovena u odrůd 'Kavkaz' a 'Maris Marksman'. V roce 1985, resp. 1986 byla plocha svazků cévních větší u odrůdy 'Kavkaz' o 37, resp. 32 % a u odrůdy 'Maris Marksman' o 60, resp. 67 % (obr. 1). K ještě výraznějšímu zvětšení došlo u plochy floemu. U odrůdy 'Kavkaz' byla v roce 1985, resp. 1986 plocha floemu větší o 92, resp. 56 %, u odrůdy 'Maris Marksman' o 122, resp. 74 %.

Puškarěnko (1984) u sedmi sovětských odrůd pšenice ozimé a Housley, Peterson (1982) u ovesa rovněž zjistili větší plochu svazků cévních i floemu v posledním internodiu pod klasem u odrůd s vyšší hmotností obilek klasu či laty. Charakteristické pro odrůdy 'Kavkaz' i 'Maris Marksman' bylo dále i průkazné zvýšení počtu svazků cévních. Obdobně Nátr (1964) na základě srovnání odrůd různé produktivity zjistil u nejvýkonnější odrůdy nejpříznivější ukazatele fyziologické aktivity a anatomické struktury, což byla rychlost fotosyntézy a počet svazků cévních. Göbö a Kubjatkó (1972) stanovili pozitivní vliv celkového počtu svazků cévních odnoží na hmotnost obilek rostlin odrůd pšenice.

Při studiu rozdílů v produktivitě klasu di-, tetra- a hexa-ploidních pšeníc zjistili Evans et al. (1970) i rozdíly v ploše floemu svazků cévních. Jak uvádí Puškarenko (1984) a prokazují i naše výsledky, je zvýšení produktivity klasu doprovázeno nebo přímo podmíněno zvýšením kapacity vodivých cest, a to nejen v průběhu evoluce pšenice, ale i jejich novodobým šlechtěním.

Při zanedbání ztrát asimilátů prodýcháním v klasu lze vypočítat hmotnost sušiny obilek připadající na jednotku floemu. Tedy lze tímto způsobem určit, jak velké množství asimilátů bylo do klasu vedeno jednotkou plochy floemu. Výpočtem bylo zjištěno, že tyto hodnoty ($\text{mg}/\mu\text{m}^2$) byly u odrůd 'Chlumecká 12', 'Slavia', 'Vala', 'Kavkaz' a 'Maris Marksman' pro rok 1985 0,06; 0,05; 0,05; 0,05; 0,05 a pro rok 1986 0,04; 0,05; 0,05; 0,04; 0,04.

Odrůdové rozdíly v jednotlivých letech jsou u těchto hodnot podstatně menší než obdobné rozdíly v ploše floemu. Jde zde o podobný závěr, jaký v případě výpočtu rychlosti transportu (množství asimilátů transportované na jednotku floemu za jednotku času) odvodili Evans et al. (1970) ze svých měření u různých vývojových forem pšenice. Takže u různých evolučních forem pšenice i u různých odrůd prokázala jednotka vodivého systému, podílející se na transportu asimilátů z vegetativních orgánů do klasu, malé rozdíly v kapacitě transportu bez ohledu na produktivitu klasu.

Je známo, že růst posledního internodia pod klasem je ukončen před začátkem intenzivního růstu obilek. V tomto období kapacita vodivého systému dosahuje svého maximálního rozměru. V době kvetení je z charakteristik klasu determinován počet fertálních kvítků a do počátku intenzivního růstu obilek probíhá redukce, která ovlivňuje množství kvítků, v nichž se vyvinou obilky. V roce 1986 v porovnání s rokem 1985 byl uchován menší podíl fertálních kvítků s vyvinutými obilkami u pozdních odrůd 'Chlumecká 12' a 'Maris Marksman'. U těchto odrůd probíhala část období kvetení při vyšších maximálních teplotách (v roce 1985 byl průměr 15,6 a 15,4 °C; v roce 1986 24,4 a 26,4 °C). V roce 1986 probíhal pak u všech odrůd růst obilek při vyšších maximálních teplotách (průměr v roce 1985 činil 20,8 °C; v roce 1986 23,2 °C) a zejména nižších srážkách (rok 1985 měl srážkový průměr 180,0 mm; 1986 78,8 mm), což podmínilo zkrácení období od kvetení do zralosti a snížení hmotnosti obilky. V roce 1986 došlo pak ke snížení výnosu klasu u odrůd 'Chlumecká 12', 'Kavkaz' a zejména u odrůdy 'Maris Marksman' (tab. I). Kapacita vodivých cest nebyla u těchto odrůd hlavním limitujícím faktorem tvorby produktivity klasu, poněvadž plocha svazků cévních i floemu byla v obou letech téměř stejná. Snížení výnosu klasu bylo podmíněno především menší kapacitou sinku v důsledku větší citlivosti odrůd k vyšším teplotám a nižším srážkám v době tvorby a růstu obilek.

Z toho lze vyvodit, že mezi nezbytné charakteristiky vysoce produktivního klasu patří i vysoká kapacita vodivých cest. Její skutečné využití však závisí na vlastní produkci asimilátů, atrakční kapacitě sinku, podmínkách vnějšího prostředí a reakci odrůd na tyto faktory.

Poděkování

Děkuji ing. V. Šípovi, CSc., a M. Škorpíkovi z oddělení šlechtění a semenářství VÚRV v Praze-Ruzyni za možnost využití jejich polních pokusů. Za technickou pomoc děkuji M. Vrkočové.

Literatura

- CARR, D. J. — WARDLAW, I. F.: The supply of photosynthetic assimilates to the grain from the flag leaf and ear of wheat. *Austral. J. biol. Sci.*, 18, 1965, s. 711-719.
- EVANS, L. T. — DUNSTONE, R. L. — RAWSON, H. M. — WILLIAMS, R. F.: The phloem of the wheat stem in relation to requirements for assimilate by the ear. *Austral. J. biol. Sci.*, 23, 1970, s. 743-752.
- EVANS, L. T. — RAWSON, H. M.: Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. *Austral. J. biol. Sci.*, 23, 1970, s. 245-254.
- GÖBÖ, A. — KUBJATKO, F.: Morfologická charakteristika stébela niektorých liníí ozimnej pšenice a ich anatomicke znaky vo vzťahu k úrode. *Poľnohospodárstvo*, 18, 1972, č. 7, s. 564-574.
- HOUSLEY, T. L. — PETERSON, D. M.: Oat stem vascular size in relation to kernel number and weight. I. Controlled environment. *Crop Sci.*, 22, 1982, s. 259-263.
- LUPTON, F. G. H.: Further experiments on photosynthesis and translocation in wheat. *Ann. appl. Biol.*, 71, 1972, s. 69-79.
- NÁTR, L.: Studium tvorby výnosu zrna u obilnin. I. odrůdové rozdíly ve fotosyntéze ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 10, 1964, č. 1, s. 5-10.
- PUŠKARENKO, A. Ja.: Osobennosti strojenija provodjaščej sistemy kolosonesuščego meždouzlija u različnyh sortov ozimoj pšenicy. In: *Sbor. nauč. Tr. (Vses. gos. Inst.)*, 1984, s. 45-50.
- WARDLAW, I. F. — MONCUR, L.: Source, sink and hormonal control of translocation in wheat. *Planta*, 128, 1976, s. 93-100.

Došlo dne 13. 5. 1987

НАТРОВА, З. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Вместимость проводящих сосудистых пучков в последнем междоузлии стебля у сортов озимой пшеницы с различной продуктивностью колоса. *Rostl. Výr.*, 33, 1987 (10) : 1085-1091.

В полевом опыте в 1985—1986 гг. у пяти сортов озимой пшеницы наблюдалась вместимость проводящих сосудистых пучков в последнем междоузлии под колосом. Сорта с различной продуктивностью колоса отличались и анатомией последнего междоузлия. Наибольшее количество сосудистых пучков, площади сосудистых пучков и флоэмы показывали сорта 'Кавказ' и 'Марис Марксман', отличающиеся и наибольшей продуктивностью колоса. Разница в продуктивности колоса этих сортов между двумя экспериментируемыми годами была найдена при почти одинаковой вместимости проводящих сосудистых пучков. Урожайность колоса не была ограничена вместимостью сосудистых пучков, а сниженной вместимостью «синка». К характеристике сортов с высокой продуктивностью колоса относится и высокая вместимость проводящих пучков. Но ее использование зависит от условий внешней среды и реакции сортов на эти факторы.

озимая пшеница; урожайность колоса; количество сосудистых пучков; площадь сосудистых пучков; площадь флоэмы

NÁTROVÁ, Z. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): The Capacity of Conducting System in the Last Internode of the Stem in Winter Wheat Varieties of Different Ear Productivity. *Rostl. Výr.*, 33, 1987 (10) : 1085-1091.

A field trial was conducted in 1985 and 1986 with five varieties of winter wheat to study the capacity of conducting system in the last internode beneath the ear. The varieties with different productivity had also different anatomic structures of the last internode. The highest number of vascular bundles, the largest area of vascular bundles and phloem were observed in the varieties 'Kavkaz' and 'Maris Marksman', which also had the highest ear productivity. These varieties exhibited different values of ear productivity in 1985 and in 1986 although the capacity of their conducting system remained about the same. The yield of the ear was limited by a decreased sink capacity rather than the capacity of conducting system. Hence

the high capacity of conducting system belongs to the characteristic features of varieties with high ear productivity. However, its utilization depends on environmental conditions and on varieties' response to these factors.

winter wheat; ear yield; number of vascular bundles; vascular bundle area; phloem area

NÁTROVÁ, Z. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Kapazität der Leitwege im letzten Internodium des Halmes bei Winterweizensorten mit unterschiedlicher Ährenproduktivität*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1085-1091.

In den Jahren 1985 und 1986 wurde in einem Feldversuch bei fünf Winterweizensorten die Kapazität der leitfähigen Wege im letzten Internodium unterhalb der Ähre untersucht. Sorten mit verschiedener Produktivität der Ähre unterschieden sich auch in der Anatomie des letzten Internodiums. Die höchste Zahl der Leitgewebebündel und die größte Fläche der Leitgewebebündel sowie des Phloems wiesen die Sorten 'Kavkaz' und 'Maris Marksman' auf, die auch durch die höchste Ährenproduktivität gekennzeichnet waren. Es wurden Unterschiede der Ährenproduktivität dieser Sorten in bezug auf die beiden Versuchsjahre bei nahezu gleicher Kapazität der leitfähigen Wege festgestellt. Der Ertrag der Ähre war nicht durch die Kapazität der leitfähigen Wege, sondern durch eine verminderte Kapazität des Akkumulationsapparats limitiert. Zu den Charakteristika der Sorten mit einer hohen Ährenproduktivität gehört also auch eine hohe Kapazität der Leitwege. Ihre Ausnützung hängt jedoch auch von den Umweltbedingungen und von der Reaktion der Sorten auf diese Faktoren ab.

Winterweizen; Ährenertrag; Zahl der Leitgewebebündel; Fläche der Leitgewebebündel; Phloemfläche

Adresa autorky:

RNDr. Zdeňka Nátrová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Vybrané nejnovější tituly z oboru rostlinná výroba ve fondu ÚZLK

KOWALCZYK, W.: **Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfungsmittel.**
Leipzig 1987. D 79.180

LEKEVIČIUS, E.: **Elementy obščij teorii adaptacii.**
Vilnius 1986. D 79.116

LOBANOV, D. A. — TANZYBAJEV: **Erozija počv i mery bořby s nej.**
Tomsk 1986. E 45.817

LOECHNER, H.: **Elektronenmikroskopische Untersuchungen des Phloems bei Prunus-Arten und bei Prunus-Pfropfkombinationen in Abhängigkeit von der Verträglichkeit.** Diss.
München 1986. E 26.988/297

MAKRIDIS, H.: **Wirkung des Thallium in Zementofenstäuben auf Wachstum und Thallium-Aufnahme mehrerer Kulturpflanzen zur Ermittlung von Thallium-Grenzwerten in Pflanzen und Böden**
München 1986. E 26.988/309

Metody opredelenija boleznij i vreditelej sel'skochozjajstvennych rastenij. (Znem. orig.)
Moskva 1987. D 79.208

Metody testování rezistence zelenin vůči rostlinným patogenům.
Olomouc 1986. D 79.109

OOSTENDORP, M.: **Untersuchungen zur Biologischen Bekämpfung des Rübenzystennematoden Heterodera schachtii (Schmidt) durch Saatgutbehandlung mit Bakterien.** Diss.
Bonn 1986. E 37.898/555

Quality of Canadian grain exports. Amber Durum Wheat.
Winnipeg 1987. D 26.120/237

Plant gene research. A genetic approach to plant biochemistry.
Wien 1986. D 79.197

The Plant Viruses. Vol. 1: Polyhydraal virions with tripartite genomes.
New York 1985. Vol. 2. The Rod-shaped plant viruses.
New York 1986. D 79.135/1,2

Problemy izbiraatel'nosti dejstva insekticidov i akaricidov i jejj značenie v zaščite rastenij.
Leningrad 1986. C 30.106

Racionalnoje ispol'zovanie Pribaltijskich fosforitov.
Talin 1986. E 45.820

Radovi poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu.
Godina XXXIV, broj 38. D 64.606/34/38

RUPPRECHT, H.: **Zierpflanzenbau. Zierpflanzen von A bis Z.**
Berlin 1985. D 79.142

VZTAH ASYNCHRONIE A ALLOMETRIE ROSTLIN K SYMETRII POROSTU PŠENICE

J. Foltýn

FOLTÝN, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Vztah asynchronie a allometrie rostlin k symetrii porostu pšenice*. Rostl. Vyr., 33, 1987 (10) : 1093-1104.

Z časného a pozdního podzimního výsevu dvou československých odrůd pšenice ozimé byly na jaře odebrány rostliny a přesazeny do přesného sponu: velké rostliny (se třemi až čtyřmi odnožemi) a malé rostliny (se dvěma až třemi listy) v čistém porostu hustém ($10 \times 8 \text{ cm} = 125$ rostlin na m^2) — varianty (a) a (b); v čistém porostu řídkém ($20 \times 8 \text{ cm} = 63$ rostlin na m^2)

— varianty $\left(\frac{a}{2}\right)$ a $\left(\frac{b}{2}\right)$; ve smíšeném porostu (se střídavými řádky) hustém

— varianty (a : b) a řídkém — varianta $\left(\frac{a:b}{2}\right)$. Pořadí čistých variant ve výnosu zrna: (a) > $\left(\frac{a}{2}\right)$ > (b) > $\left(\frac{b}{2}\right)$; plus výnosu zrna je dáno hlavně vyš-

ším počtem klasů na ploše. Výnosy (a) variant a průměru (a : b) variant jsou shodné, při podílu (a : b) = 2 : 1; mohutnější rostliny stačily využitím větší plochy v porostu vykompenzovat úbytek výnosu zrna rostlin slabších. Výnosy $\left(\frac{a}{2}\right)$ variant jsou vyšší než výnosy průměru $\left(\frac{a:b}{2}\right)$, při podílu $\left(\frac{a:b}{2}\right) = 3:2$,

protože produktivní hustota smíšeného porostu zaostala. Analogický pokus byl založen se dvěma odrůdami pšenice jarní, vysévanými do pokusu časně a opožděně, tj. ve fázi třetího listu rostlin z časného výsevu, s tím rozdílem, že výsevky byly dvojnásobné: hustý porost ($10 \times 4 \text{ cm} = 250$ rostlin na m^2) a řídký porost ($10 \times 8 \text{ cm} = 125$ rostlin na m^2). Pořadí čistých variant ve výnosu zrna

bylo analogické ozimům, avšak rozdíly mezi (A) a $\left(\frac{A}{2}\right)$ byly nevýznamné v důsledku dosažení prahového optima výsevu. Naproti tomu výnosy variant (A : B) a $\left(\frac{A:B}{2}\right)$ byly ve srovnání s variantami (A) nebo $\left(\frac{A}{2}\right)$ téměř jen po-

loviční, neboť rostliny v řádcích z pozdního výsevu vesměs uhynuly před vytvořením klasu. Po dosažení prahu optima počtu rostlin na ploše, při menším opoždění ve vývoji některých rostlin, rostliny pokročilejší vykompenzují výnos zrna větším produktivním odnožením. Avšak při velkém zpoždění rostliny zaostale hynou před metáním, zatímco rostliny vývojově pokročilejší již přesáhly časový limit k nahrazení výpadku v porostu zvýšeným produktivním odnožením, což vede k velkým ztrátám ve výnosu zrna.

pšenice; asynchronie a allometrie rostlin; symetrie porostu

Prostorová organizace porostu obilovin je středem pozornosti vědecké agronomie již dlouhou dobu. Liebig (1859) zjistil, že určitého výnosu zrna z plochy lze docílit různou kombinací počtu rostlin a stupně produktivního odnožení. Wollny (1885) doporučil ponechat každé rostlině takový prostor, který by jí umožnil největší možné produktivní odnožení bez potlačení rostlinami sousedními. Rimpau (1903) na odrůdách pšenice požadoval dobrou odnoživost, s pokud možno rovnoměrně vyvinutými stébly a klasy na rostlině.

I. Výsledky pokusů s odrůdami ozimé pšenice 'Mara' a 'Selektá' v Praze-Ruzyni
wheat varieties performed at Prague-Ruzyně in 1984 to 1985

Znak	Mara (1984—1985)									
	a	$\frac{a}{2}$	b	$\frac{b}{2}$	a : b			$\frac{a : b}{2}$		
					a	$\emptyset$	b	$\frac{a}{2}$	$\emptyset$	$\frac{b}{2}$
↑ 10	7,7	13,4	5,7	10,5	10,7	7,8	4,9	14,1	11,5	9,0
↓ 1 ↑	125	63	125	63	125	125	125	63	63	63
2 ↓	6,1	9,9	4,6	7,8	7,8	5,8	3,8	10,5	8,6	6,6
↑ 4	14,7	14,9	15,2	15,1	14,3	14,3	14,3	14,5	14,4	14,2
↓ 5	1,88	1,99	1,82	1,96	2,08	2,03	1,98	2,04	2,08	2,13
↑ 0	1,26	1,36	1,24	1,35	1,37	1,33	1,29	1,34	1,35	1,36
↓ 3 ↑	763	624	575	491	975	725	475	662	539	416
↑ 6 ↓	27,7	29,6	27,6	29,6	29,7	29,0	28,3	29,6	30,0	30,3
↓ 8 ↑	45,6	45,8	44,8	45,5	46,0	45,9	45,7	45,2	45,1	44,9
7 ↓	21,1	18,5	15,9	14,5	29,0	21,2	13,4	19,6	16,1	12,6
9	964	846	711	661	1332	973	614	886	726	566

Význam symbolů: a, b — velké nebo malé rostliny, odebrané z časného nebo pozdního termínu setí a zjara vysazené do sponu 10×8 cm (125 rostlin na m^2); $\frac{a}{2}, \frac{b}{2}$ — velké nebo malé rostliny se sponem 20×8 cm (63 rostlin na m^2); $\frac{a : b}{2}$ — střídavé řádky velkých a malých rostlin se sponem 10×8 cm (125 rostlin na m^2); a : b — střídavé řádky velkých a malých rostlin se sponem 20×8 cm (63 rostlin na m^2); $\emptyset$ — průměrná hodnota z velkých a malých rostlin v porostu se střídavými řádky. 1 — počet rostlin na m^2 ; 2 — koeficient produktivního odnožení; 3 — počet klásků na m^2 ; 4 — počet klásků v klasu; 5 — počet zrn v klásku; 6 — počet zrn v klasu; 7 — počet zrn na m^2 (tisíce); 8 — hmotnost 1000 zrn (g); 9 — hmotnost zrna na m^2 (g); 0 — hmotnost zrna na klas (g); 10 — hmotnost zrna na rostlinu (g). Šipky ukazují výnosové prvky spjaté kompenzačním momentem.

V poslední ze série prací týkajících se této problematiky (Folný, 1987), jsme ukázali, že v porostech pšenice jarní s výsevkem a termínem setí v rámci oblastní normy, jakýmkoli způsobem ztížené podmínky rostlin vedou k jejich zaostávání za rostlinami s rychlejším startem. Avšak výnos zrna může být plošně vykompenzován vyšším výkonem rostlin s časovým náskokem, které vytvoří více produktivních odnoží, což se odrazí v normální produktivní hustotě porostu. Ovšem při suboptimální produktivní hustotě porostu (v důsledku příliš nízkého výsevu, resp. opožděného termínu setí) ani zvýšené hodnoty prvků skládajících výnos zrna na klas. nestačily k dohnání výnosu zrna z plochy.

Protože všechny námi dosud použité metody ke ztížení podmínek růstu rostlin (dvě zrna v hnízdě, hluboké setí, drobná semena) vyústily v jejich zpoždění za rostlinami zvýhodněnými, založili jsme ještě pokusy s různou dobou setí v rámci porostu; v těchto pokusech se rozdílně staré rostliny střetávají se stejnými povětrnostními podmínkami.

Selekta (1984—1985)										
a	$\frac{a}{2}$	b	$\frac{b}{2}$	a : b			$\frac{a : b}{2}$			
				a	$\emptyset$	b	$\frac{a}{2}$	$\emptyset$	$\frac{b}{2}$	
7,9	13,8	6,3	10,7	10,5	8,0	5,5	14,9	12,3	9,8	
125	63	125	63	125	125	125	63	63	63	
5,9	9,5	4,4	7,3	7,9	6,1	4,2	10,2	8,6	6,9	
18,7	19,0	19,0	19,1	18,6	18,7	18,8	18,9	19,0	19,0	
1,77	1,86	1,85	1,89	1,77	1,77	1,76	1,88	1,85	1,83	
1,34	1,45	1,44	1,47	1,33	1,32	1,32	1,46	1,44	1,42	
738	599	550	459	990	758	525	643	539	435	
33,1	35,4	35,2	36,1	33,7	33,1	33,1	35,3	35,1	34,8	
40,6	41,0	40,8	40,8	40,2	40,0	39,8	41,3	41,1	40,8	
24,4	21,2	19,4	16,6	32,7	25,1	17,4	22,7	18,9	15,1	
992	869	790	676	1313	1003	692	937	778	618	

MATERIÁL A METODY

V letech 1984 až 1985 byly v zahradě VÚRV v Praze-Ruzyni vzaty do pokusu dvě poměrně krátkostébelné odrůdy pšenice ozimé z československého sortimentu 'Mara' a 'Selekta'. V roce 1986 byl pokus založen s novošlechtěním pšenice jarní (IBOSC) M-1 (krátké stéblo) a UH-69 (stéblo střední délky). Odrůdy (novošlechtění) byly voleny s ohledem na komplexní odolnost vůči chorobám, aby byla usnadněna chemická ochrana pokusných dílců, vystavených náletu spór z nedalekých infekčních školek (rez plevová a travní).

Ozimé odrůdy byly vysety na vedlejším pozemku v termínu zářijovém a v pozdním říjnovém řádkovým secím strojem. Začátkem zimy měly rostliny z prvního výsevu v průměru tři odnože, kdežto ze druhého výsevu teprve začínaly vzcházet. Na jaře počátkem vegetace, kdy byla půda mírně vlhká a rostliny z druhého výsevu měly dva až tři lístky, byly předpěstované rostliny podryty na 20 cm, uloženy i se zemí do bedniček a takto přeneseny na pokusný pozemek, kde byly vysázeny do stanoveného sponu a zality. Jarky byly na pokusný pozemek ručně vysévány kalibrovaným osivem přímo ve dvou termínech — včasném (1. 4.) a opožděném (29. 4.); druhý termín setí se kryl s tvorbou třetího lístku rostlin z výsevu prvního. Také zde byly pokusné dílce podle potřeby zalévány a chráněny sítí před ptactvem.

U ozimů i jarek bylo základní pokusné schéma obdobné: pokročilé rostliny v řídkém sponu ($\frac{a}{2}$) a v hustém sponu (a); opožděné rostliny v řídkém sponu ($\frac{b}{2}$) a v hustém sponu (b); střídání řádků rostlin pokročilých a opožděných v hustém sponu (a : b); totéž v řídkém sponu ($\frac{a : b}{2}$). U ozimů byl zvolen hustý spon 10 cm (meziřádky) $\times$ 8 cm (v řádku) a řídký spon 20 cm (meziřádky) $\times$ 8 cm (v řádku), tedy 125 a 63 rostlin na m². U jařin analogicky 10 $\times$ 4 cm a 10 $\times$ 8 cm, tedy 250 a 125 rostlin na m² (dvojnásobek rostlin ozimů).

Pokusné dílce o ploše 1 m² měly jedno opakování. Z každé pokusné varianty se sklízelo 40 rostlin. Před výmlatem se spočítaly klasy a počet klásků v každém klasu. Po výmlatu se spočítala a zvažila zrna. Údaje o výnosových prvcích porostu na 1 m² byly vypočítány a seřazeny do tabulek známou metodou komplexního rozboru porostu (Foltýn, 1975).

II. Výsledky pokusů s novošlechtěním jarní pšenice (IBOSC) M-1 a UH-69 v Praze-
varieties of spring wheat at Prague-Ruzyně in 1986

Znak	(IBOSC) M-1 (1986)									
	A	$\frac{A}{2}$	B	$\frac{B}{2}$	A : B			$\frac{A : B}{2}$		
					A	$\emptyset$	B	$\frac{A}{2}$	$\emptyset$	$\frac{B}{2}$
↑ 10	3,8	7,3	3,2	5,6	7,5	—	0,9	11,8	—	0,8
↓ 1 ↑	250	125	250	125	250	133	16	125	77	28
2 ↓	3,0	5,1	2,4	3,6	5,3	—	0,0	6,8	—	0,0
↑ 4	17,0	17,3	16,4	16,8	16,6	—	12,8	18,1	—	13,4
↓ 5	2,05	2,21	1,99	2,30	2,27	—	1,94	2,26	—	2,04
↑ 0	1,25	1,44	1,37	1,54	1,43	—	0,84	1,73	—	0,96
↓ 3 ↑	750	632	588	450	659	—	16	428	—	28
↑ 6 ↓	34,7	38,3	32,5	38,7	37,6	—	24,8	40,9	—	27,4
↓ 8 ↑	38,8	37,6	42,2	40,0	38,0	—	34,0	42,3	—	34,9
7 ↓	26,0	24,2	19,1	17,4	24,8	—	0,4	17,5	—	0,8
9	938	909	806	694	941	477	14	742	380	22

Význam symbolů: A, B — velké nebo malé rostliny, odebrané z časného nebo pozdního termínu setí (B — varianta seta ve fázi třetího listku A — varianty), ze sponu 10×4 cm (250 rostlin na m^2); $\frac{A}{2}$, $\frac{B}{2}$ — velké nebo malé rostliny se sponem 10×8 cm (125 rostlin na m^2); A : B — střídavé řádky velkých a malých rostlin se sponem 10×4 cm (250 rostlin na m^2); $\frac{A : B}{2}$ — střídavé řádky velkých a malých rostlin se sponem 10×8 cm (125 rostlin na m^2); $\emptyset$ — průměrná hodnota z velkých a malých rostlin v porostu se střídavými řádky. Symboly výnosových prvků jako v tab. I.

VÝSLEDKY

Komplexní rozbor výnosu zrna ozimů uvádí tab. I, z níž lze po vyhodnocení Lordovým G-testem vyčíst, že v daném ročníku se odrůda 'Selekta' ukázala výnosnější než 'Mara', což je v souladu s výsledky státních odrůdových zkušeben.

Počet 125 rostlin od podzimu odnožených a pravidelně rozmístěných umožnil využití výnosové kapacity odrůd více než při počtu 63 rostlin na $1 m^2$. Výnosy zrna variant (a) jsou vyšší než variant (b), právě tak výnosy $\left(\frac{a}{2}\right)$ než $\left(\frac{b}{2}\right)$. Pozitivní výnosy zrna variant (a)

oproti (b), a rovněž variant $\left(\frac{a}{2}\right)$ vůči $\left(\frac{b}{2}\right)$, spočívají hlavně ve vyšším počtu klasů na ploše. Výnosy variant (a) a průměru variant (a : b) jsou shodné; mohutnější rostliny stačily využitím větší plochy v porostu vykompenzovat úbytek výnosu zrna rostlin slabších. Výnosy variant $\left(\frac{a}{2}\right)$ jsou vyšší než výnosy průměru variant $\left(\frac{a : b}{2}\right)$; smíšený porost jako celek již nestačil plně využít plochu půdy.

UH-69 (1986)										
A	$\frac{A}{2}$	B	$\frac{B}{2}$	A : B			$\frac{A : B}{2}$			
				A	$\emptyset$	B	$\frac{A}{2}$	$\emptyset$	$\frac{B}{2}$	
3,4	6,8	3,0	5,8	6,7	—	+	12,0	—	+	
250	125	250	125	250	125	+	125	63	+	
2,7	4,2	2,1	3,3	4,3	—	+	6,7	—	+	
17,3	18,1	16,4	18,3	18,1	—	+	18,0	—	+	
1,65	1,90	1,90	2,06	1,86	—	+	2,03	—	+	
1,29	1,63	1,46	1,76	1,54	—	+	1,77	—	+	
663	519	513	409	541	—	+	427	—	+	
28,5	34,3	31,2	37,7	33,6	—	+	35,6	—	+	
45,4	47,6	46,8	46,6	46,0	—	+	48,6	—	+	
18,9	17,8	16,9	15,4	18,2	—	+	15,6	—	+	
856	847	750	719	835	418	+	758	379	+	

Komplexní rozbor výnosu zrna jařin (tab. II) ukazuje (v daném ročníku) přednost nšl. (IBOSC) M-1 před UH-69. Na obr. 1 až 6 jsou zachyceny porostové poměry všech pokusných variant nšl. UH-69 z konce května, dva měsíce po prvním a měsíc po druhém výsevu; obr. 7 až 9 zobrazují klasy ze základních pokusných variant téhož nšl.

Počty 250 a 125 rostlin na 1 m² zajišťovaly v čistých porostech při časném výsevu prakticky stejný výnos zrna, kdežto při výsevu pozdním byl nižší výsevek pro porost již nevýhodný. Pořadí variant s čistými porosty je analogické zjištěním učiněným u ozimů. Avšak výnosy variant (A : B) a $\left(\frac{A : B}{2}\right)$ byly ve srovnání s variantami (A), případně $\left(\frac{A}{2}\right)$ téměř jen poloviční, neboť rostliny v řádcích z pozdního výsevu vesměs uhynuly před vytvořením klasu.

DISKUSE

Metodickou otázkou je, zda v přesném pokusu 125 rostlin na m² u pšenice ozimé (z podzimu odnožené, pravidelně rozmístěné rostliny) představuje u nás již optimální hustotu porostu (její dolní mez). Odrůdy povolené v poslední době ('Vala', 'Hela', 'Odra', 'Juna', 'Regina', 'Amika' a 'Košítká') mají vyšší schopnost autoregulace porostu, a proto v optimálních podmínkách postačuje pro ně výsevek 4 mil. zrn na ha (Pešík, Krofta, 1984); podobně v kukuřičné oblasti se pro tamní odrůdy osvědčil výsevek 4 mil. zrn na ha (Špaldon, Procházková, 1984). Při odpovídající agrotechnice bude možno odbourat vysokou pojišťovací část výsevu a snížit jej na 2,5 mil. zrn (Hůska, 1981). Výnos zrna rozmanitých odrůd pšenice ozimé byl velmi málo ovlivněn





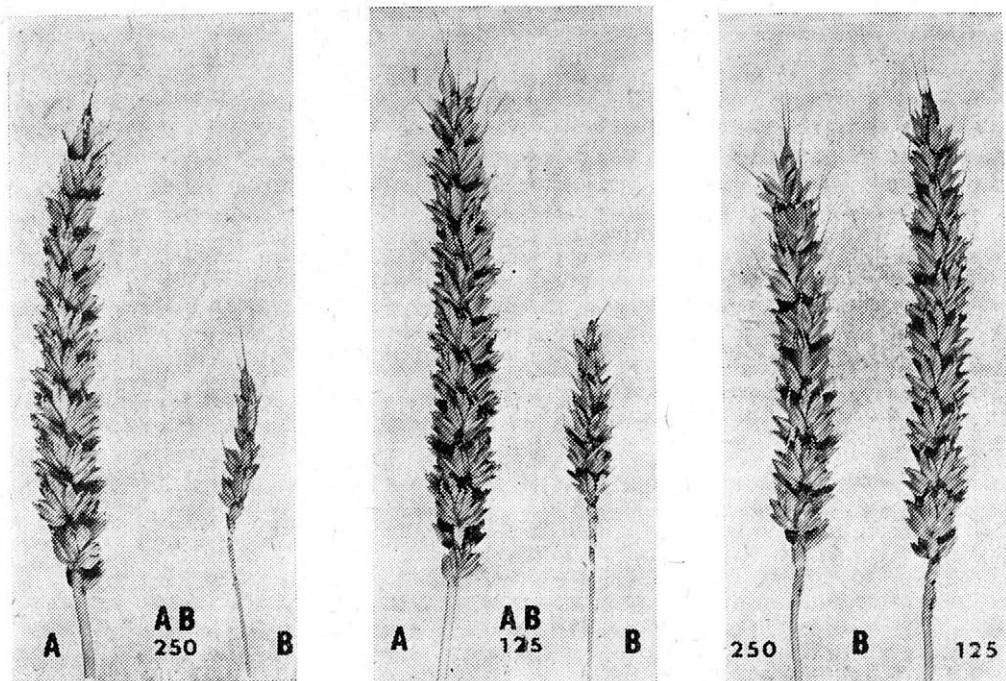
1. až 6. Detailní snímky tří řádků rostlin (z boku) novošlechtění UH-69 z konce května — Detailed photos (side views) of three rows of the UH-69 new variety; late May

číslky 250 a 125 označeny počty rostlin na m^2 ; 1. a 2. — časný výsev (A), 3. a 4. — pozdní výsev (B), 5. a 6. — smíšený výsev (AB), v němž prostřední řádek patří výsevu pozdnímu

výsevkem v rozmezí 2,25 až 6,75 mil. zrn na ha; pokud se při nízkém výsevku počet klasů snížil, byl vykompenzován větší hmotností zrna v klasu (Dotlačil, Toman, 1984). V Holandsku se už od 150 vysetých zrn na m^2 docílí normální počet klasů na ploše (Darwinkel, 1980). V Anglii se stejného výnosu zrna 8 t/ha dosáhlo při hustotě porostu od necelých 100 až po konečných 250 rostlin na m^2 (Cannel, 1983). Ovšem průběh povětrnostních podmínek v Holandsku a Anglii navozuje méně stresových situací na organizaci porostu ve srovnání s podmínkami u nás. Nepřestává se varovat před nadměrnými výsevky, neboť příliš husté porosty se již nedají na jaře řídit (Rudolf, 1984).

Odrůdy pšenice ozimé i jarní, které v porostech provozní hustoty byly označovány za méně odnoživé, se vysety v řidším sponu přestaly v odnožování lišit od ostatních (Dewey, Albrechtsen, 1985). Příčinu tohoto rozdílu ukázaly pokusy s vybranými odrůdami pšenice s rozdílnou velikostí listů: malolisté odrůdy (při stejném počtu rostlin) vykrývají plochu půdy aktivní zelenou plochou prostřednictvím zvýšeného produktivního odnožení (Foltýn, Škorpík, 1986).

Nízkým výsevkům odpovídají i širší meziřádkové rozteče (Heyland, Scheer, 1984). Při odstupňovaném výsevku od 40 do 400 rostlin pšenice jarní na m^2 nebyly v rámci výsevku zjištěny výnosové rozdíly



7. až 9. Snímky klasů hlavních stébel rostlin novošlechtění UH-69 — Photos of the ears on the main stalks of the plants of the UH-69 new variety

ze smíšeného porostu AB (resp. z časného A) 250; z AB (resp. A) 125; z pozdního B 250 a 125; na snímcích AB umístěny též klasy z výsevu B, a to z přeživších rostlin na okraji řádku

při užití rozmanitého sponu: tradiční 18cm řádky, čtverec, kosočtverec, obdélník; avšak při velmi nízkých hustotách zvýšená pravidelnost setí snižovala výnos zrna, neboť se projevila snížená schopnost rostlin využít dostupný prostor (Auld et al., 1983). Tento paradox je při výsevu 1 mil. zrn na ha řešitelný strojem pro čtvercové setí hnízdové, tj. 20 × 20 cm, v hníždě čtyři zrna, při dodržení vzdálenosti mezi zrny 1,5 cm (Foltýn et al., 1977). Seťová operace (Saatvorgang) je hlavní příčinou stanovištní prostorové variace (Frankel, 1932).

Zajímavé propočty a výzkumy prostorových poměrů pšenice v případě stejně velkých rostlin a stejných vzdáleností mezi nimi uskutečnil Malienko (1984). Hranice vzájemného působení dvou rostlin L [cm] = $2 \sqrt{r^2 - x^2}$, kde r = poloměr zóny působení, x = poloviční vzdálenost mezi rostlinami. Malienko (1984) v pokusech s ozimou odrůdou 'Bezostá' (plocha na rostlinu, výnos zrna na rostlinu a z plochy) dosáhl nejvyššího výnosu z plochy v rozmezí 150 až 200 rostlin na m^2 (6 t/ha) s úbytkem výnosu o 15 % při méně než 90 a více než 350 rostlinách. Soetono-Puckridge (1982) definuje sumu vlivů každého ze sousedů jako kompetiční tlak, který je přímo úměrný hmotnosti sousedních rostlin a nepřímo úměrný vzdálenostem sousedů od hodnocené rostliny. V pokusech s řádkovým i přesným setím pšenice však dospěl k názoru, že rozdíly v době vzcházení a rozdíly půdní mohou překrýt výhodu větší úživné plochy připadající na rostlinu. Spitters (1983)

zastává názor, že kompetiční schopnost genotypu může být z velké části vysvětlena jeho startovní pozicí, Malet (1980) udává, že časová diference ve startu většinou mění zákon růstové křivky jedinců a Kemp et al. (1983) zdůrazňují, že průběh využití prostoru je v determinaci výnosů významnější než jiné vztahy mezi rostlinami. Vztahy jedinců nejsou dány jen úživnou plochou, ale i jejich momentální výškou — bříza (Lepš, Kindlmann, 1984), menší rostliny jsou dříve zastíňovány a jejich růst je dále pomalejší — ředkvička (White, Harper, 1970), případně dojde i k úhynu, když rostlina směřuje k negativnímu přírůstku — model (Aikman, Watkinson, 1980).

Dynamické pojetí vztahů rostlin v porostu vede k vysvětlení, proč opožděné rostliny, byť by i měly zpočátku dostatečný prostor, jsou sousedními rostlinami stísněny: hranice vzájemného působení rostlin se rychleji posouvají blíže středu rostlin malých. Okrajové řádky dílců obilnin skýtají v důsledku nabídnutého prostoru výnosový plus-efekt, o němž Saville (1984) zjistil, že s výsevem vzrůstá.

Rozměry orgánů na rostlině jsou proporcionální, jde o projev vývojového zřetězení (Rasmussen, 1984). Při biologicky podmíněné allometrii odnoží dochází na víceklasé rostlině pšenice k vyrovnání produktivnosti klasů v rámci rostliny i v rámci porostu (Foltýn, Škorpík, 1986). Asynchronie a allometrie rostlin spěje k symetrii porostu pšenice, jejímž prostřednictvím se realizuje homeostáza výnosu z plochy.

Při počtu rostlin na ploše, převyšujícím práh optima, má na výsledný výnos zrna porostu rozhodující vliv stupeň synchronizace vývoje rostlin. Při menším opoždění v počátečním vývoji některých rostlin stačí rostliny pokročilejší vykompenzovat výnos zrna z plochy větším produktivním odnožením. Naproti tomu při velkém zpoždění dojde pod krytem sousedních rostlin pokročilých k úhynu rostlin zpožděných, nacházejících se již ve fázi sloupkování. K této ztrátě v porostu dochází v době, kdy rostlinám pokročilým již chybí podmínky k nahrazení výpadku zvýšeným produktivním odnožením (nově vznikající odnože jsou zastíňeny).

V případě mírné asynchronie rostlin dojde v porostu normální hustoty vlivem allometrie odnoží k symetrii porostu, vyjádřené optimem počtu klasů a výnosu zrna z plochy. Naopak v případě značné asynchronie rostlin je po úhynu vývojově zaostalých, ale již urostlých rostlin další kompenzace produktivním odnožením rostlin pokročilejších nemožná, což výrazně negativně ovlivní výnos zrna porostu pšenice.

Literatura

- AIKMAN, D. P. — WATKISON, A. R.: A model for growth and self-thinning in even-aged monocultures of plants. *Ann. Bot.*, 45, 1980, č. 4, s. 419-427.
- AULD, B. A. — KEMP, D. R. — MEDD, R. W.: The influence of spatial arrangement on grain yield of wheat. *Austral. J. agric. Res.*, 34, 1983, č. 2, s. 99-108.
- CANNELL, R. Q.: Crop establishment in relation to soil conditions and cultivations. In: *The yield of cereals*. R. agric. Soc. of England, London, 1983, s. 33-48.
- DARWINKEL, A.: Ear development and formation of grain yield in winter wheat. *Netherl. J. agric. Sci.*, 28, 1980, č. 3, s. 156-163.
- DEWEY, W. G. — ALBRECHTSEN, R. S.: Tillering relationships between spaced and densely sown populations of spring and winter wheat. *Crop Sci.*, 25, 1985, č. 2, s. 245-249.
- DOTLAČIL, L. — TOMAN, K.: Variabilita znaků a výnosová stabilita pšenice. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1984.
- FOLTÝN, J.: Complete analysis of hybrid effect in cereals. In: *Věd. Práce Výzk. Úst. rostl. Vyr.*, Praha-Ruzyně, 20, 1975, s. 29-31.

- FOLTÝN, J.: Vliv agrotechniky na časový posun rostlin v porostu jarní pšenice. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 4, s. 397-406.
- FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M.: Allometrie a symetrie produktivních stébel více-klasých rostlin ozimé pšenice. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 22, 1986, č. 1, s. 11-18.
- FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M.: Vliv podmínek prostředí a typu odrůdy na auto-regulaci produktivního odnožení jarní pšenice při odstupňované úživné ploše rostlin. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 1, s. 89-96.
- FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M. — BOBEK, J.: Praxe a teorie sponu (úživné plochy) obilovin — seti hnízdovým způsobem. Rostl. Výr., 23, 1977, č. 12, s. 1251-1258.
- FRANKEL, O. H.: Analytische Ertragsstudien an Getreide. Züchter, 4, 1932, č. 4, s. 98-109.
- HEYLAND, K.-U. — SCHEER, M.: Die Saat als Mittel zur Optimierung inner- und zwischenpflanzlicher Konkurrenzverhältnisse bei Winterweizen. Bodenkultur, 35, 1984, č. 1, s. 41-56.
- HÚSKA, J.: Vývoj organizácie porastu ozimnej pšenice. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 4, s. 387-394.
- 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.
- LEPS, J. — KINDLMANN, P.: Spatial aspects of self-thinning of even-aged populations. In: Simulace systémů v biologii a medicíně. Praha, ČSVTS 1984, s. 415.
- LIEBIG, J.: Naturwissenschaftliche Briefe über die moderne Landwirtschaft. Winter V., Leipzig — Heidelberg, 1859.
- MALET, P.: Modelling in Mediterranean area: adjustment problems of crop models. In: Physiological aspects of crop productivity. Bern, IPI 1980, s. 227-261.
- MALIENKO, N. V.: Programirovanije urožajev sel'skochozjajstvennyh kultur s učetom arhitektoniki posevov. Dokl. VASCHNIL, 1984, č. 9, s. 41-43.
- PEŠÍK, J. — KROFTA, S.: Rozhodující intenzifikační činitelé v pěstební technologii ozimé pšenice. In: Biologické faktory intenzifikace výroby zrnin. Sbor. Českoslov. Akad. zeměd. 1984, č. 83, s. 29-33.
- RASMUSSEN, D. C.: Ideotype research and plant breeding. In: Gene manipulation in plant improvement. Plenum Press, N. Y. — London, 1984, s. 95-119.
- RIMPAU, W.: Untersuchungen über die Bestockung des Getreides. Landwirtschaft. Jhrb., 32, 1903, č. 2, s. 317-336.
- RUDOLF, E.: Ein Denkanstoß zum Thema 10 Tonnen Weizen pro Hektar. Blickfeld, 65, 1984, s. 19-21.
- SAVILLE, D. J.: Outside row effects in cereal seeding rate trials. N. Z. J. exp. Agr., 12, 1984, č. 3, s. 197-202.
- SOETONO-PUCKRIDGE, D. W.: The effect of density and plant arrangement on the performance of individual plants in barley and wheat crop. Austral. J. agric. Res., 33, 1982, č. 2, s. 171-177.
- SPITTERS, C. J. T.: Effects of inergenotypic competition on selection. In: Efficiency in plant breeding. Proc. 10th Cong. Eucarpia, Wageningen, 1983. Pudoc, Wageningen, 1984, s. 13-27.
- SPALDON, E. — PROCHÁZKOVÁ, M.: Tvorba a redukcia faktorov úrodnosti ozimnej pšenice v rozličných agroekologických podmienkach. — Tvorba a redukcia odnoží a klasová pokryvnosť. Rostl. Výr., 30, 1984, č. 7, s. 767-776.
- WHITE, J. — HARPER, J. L.: Correlated changes in plant size and number in plant populations. J. Ecol., 58, 1970, č. 2, s. 467-485.
- WOLLNY, E.: Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin, P. Parey 1885.

Došlo dne 13. 5. 1987

ФОЛТЫН, Й. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне):
Отношение асинхронности и аллометрии растений к симметрии посева пшеницы.
Rostl. Výr., 33, 1987 (10): 1093-1104.

Из раннего и позднего посева двух чехословацких сортов озимой пшеницы весной были отобраны растения и пересажены в точном размещении: большие растения (с тремя—четырьмя побегами) и маленькие растения (с двумя—тремя листьями) в чистом густом посеве (10×8 см = 125 растений на m^2) — варианты (а) и б); в чистом посеве редком (20×8 см = 63 растений на m^2) — варианты $\left(\frac{a}{2}\right)$ и $\left(\frac{b}{2}\right)$; в смешанном посеве (с чередующимися рядами) густом — варианты (а:б) и редком — варианты $\left(\frac{a:b}{2}\right)$. Последовательность чистых вариантов в урожайности зер-

на: $(a) > \left(\frac{a}{2}\right) > (b) > \left(\frac{b}{2}\right)$; плюс урожай зерна с большим количеством колосьев на площади. Урожай (a) вариантов и среднего $(a:b)$ вариантов являются подобными, при соотношениях $(a:b) = 2:1$; более крупные растения успели благодаря использованию большей площади посева скомпенсировать убыль урожайности зерна растений более слабых. Урожай $\left(\frac{a}{2}\right)$ вариантов являются более высокими, чем урожай среднего $\left(\frac{a:b}{2}\right)$, при соотношении $\left(\frac{a:b}{2}\right) = 3:2$, потому, что продуктивная густота смешанного посева является меньшей. Подобный опыт был проведен с двумя сортами яровой пшеницы, высеваемыми в опыте рано и с опозданием, т. е. в фазе третьего листа растений из раннего высева с той разницей, что высевы были вдвое больше: густой посев (10×4 см = 250 растений на m^2) и редкий посев (10×8 см = 125 растений на m^2). Порядок чистых вариантов в урожае зерна был аналогичен озимым, но разница между (A) и $\left(\frac{A}{2}\right)$ была незначительной в результате достижения порога оптимума нормы сева. Наоборот, урожаи вариантов $(A:B)$ и $\left(\frac{A:B}{2}\right)$ были в сравнении с вариантами (A) или $\left(\frac{A}{2}\right)$ почти половинными, т. к. растения в рядах из позднего сева почти все погибли перед образованием колоса. После достижения порога оптимума количества растений на площади при меньшем запоздании в развитии некоторых растений, растения более старые скомпенсируют урожай зерна большей продуктивностью кущения. Но при большом опоздании растения недоразвитые погибают перед колошением, в то время, как растения более развитые вышли за пределы времени к замещению погибших растений в посевах повышенной продуктивностью кущения, что приводит к большим потерям урожая зерна.

пшеница; асинхронность и аллометрия растений; симметрия посева

FOLTÝN, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *A Relation of the Asynchronism and Allometry of Plants to the Symmetry of Wheat Stand*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10): 1093-1104.

Plants were sampled in spring from the early- and late-sown (in autumn) stands of two Czechoslovak winter wheat varieties to be transplanted at exact spacings: large plants (with three to four tillers) and small plants (with two to three leaves) in a pure dense stand (10×8 cm = 125 plants per m^2) — variants (a) and (b) ; in a pure thin stand (20×8 cm = 63 plants per m^2) — variants $\left(\frac{a}{2}\right)$ and $\left(\frac{b}{2}\right)$; in a mixed stand (with alternated rows), either dense stand — variants $(a:b)$ or thin stand — variant $\left(\frac{a:b}{2}\right)$. The order of the pure variants in grain yield was as follows: $(a) > \left(\frac{a}{2}\right) > (b) > \left(\frac{b}{2}\right)$; the plus grain yield is mainly due to the higher number of ears per unit area. The yields of the (a) variants and the mean for $(a:b)$ variants are the same, the $(a:b)$ ratio being 2:1; the larger plants, able to utilize a larger area in the stand, could compensate for the loss of grain yield in the smaller plants. The yields of the $\left(\frac{a}{2}\right)$ variants are higher than the yields of the mean for $\left(\frac{a:b}{2}\right)$, the $\left(\frac{a:b}{2}\right)$ ratio being 3:2, because the productive density of the mixed stand was lower. An analogical trial was performed with two varieties of spring wheat, sown in the trial either early or late (the late sowing term was when the early-sown plants had three leaves). Compared with the first trial, the sowing rates were doubled: 250 plants per m^2 in the dense stand (10×4 cm) and 125 plants per m^2 in the thin stand (10×8 cm). The order of the pure variants in the grain yield was analogical to that in the stands of winter wheat but the differences between (A) and $\left(\frac{A}{2}\right)$ were insignificant because the threshold optimum of sowing rate had been reached. On the other hand, the yields in variants $(A:B)$ and $\left(\frac{A:B}{2}\right)$ were lower by almost a half, compared with variants (A) or $\left(\frac{A}{2}\right)$, because the plants in the late-sown rows had almost all died before they

were able to produce the first ear. Having reached the threshold of the optimum number of plants per unit area and with a smaller delay in the development of some plants, the more advanced plants are able to compensate for the lower grain yield by higher productive tillering. However, when the delay is too great the plants that lagged behind die before they can ear while the advanced plants miss the term within which they could increase their productive tillering to compensate for the delayed plants' failure; thus great losses in grain yield are suffered.

wheat; asynchronism and allometry of plants; stand symmetry

FOLTÝN, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Beziehung der Asynchronie und Allometrie der Pflanzen zur Symmetrie des Weizenbestands*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10): 1093-1104.

Aus einer frühen und späten Herbstsaat zweier tschechoslowakischer Winterweizensorten wurden im Frühjahr einzelne Pflanzen entnommen und in einen genauen Verband umgepflanzt: große Pflanzen (mit drei bis vier Bestockungstrieben) und kleine Pflanzen (mit zwei bis drei Blättern) in einem reinen dichten Bestand ($10 \times 8 \text{ cm} = 125 \text{ Pflanzen pro m}^2$) — Varianten (a) und (b); in einen

reinen schütterten Bestand ($20 \times 8 \text{ cm} = 63 \text{ Pflanzen pro m}^2$) — Varianten $\left(\frac{a}{2}\right)$ und $\left(\frac{b}{2}\right)$; in einem Mischbestand (mit abwechselnden Reihen) u. zw. einem dichten — Varianten (a : b) und einem schütterten — Variante $\left(\frac{a : b}{2}\right)$. Die Reihenfolge der

reinen Varianten in bezug auf den Kornertrag: (a) > $\left(\frac{a}{2}\right)$ > (b) > $\left(\frac{b}{2}\right)$; das Plus

des Kornertrags ist hauptsächlich auf die höhere Ährenzahl auf der Fläche zurückzuführen. Erträge der (a)-Varianten und des Durchschnitts der (a : b)-Varianten sind gleich, bei einer Quote (a : b) = 2 : 1; die kräftigeren Pflanzen vermochten durch Ausnützung einer größeren Fläche im Bestand den verminderten Kornertrag

der schwächeren Pflanzen auszugleichen. Erträge der $\left(\frac{a}{2}\right)$ -Varianten sind höher als die Erträge des Durchschnitts $\left(\frac{a : b}{2}\right)$, bei einer Quote $\left(\frac{a : b}{2}\right) = 3 : 2$, da die

produktive Dichte des Mischbestands rückgängig wurde. Ein analoger Versuch wurde mit zwei Sommerweizensorten angelegt, die in den Versuch früh und spät ausgesät wurden, d. h. in der Phase des dritten Blatts bei Pflanzen aus der frühen Aussaat, allerdings mit dem Unterschied, daß die Saatsmengen verdoppelt wurden: ein dichter Bestand ($10 \times 4 \text{ cm} = 250 \text{ Pflanzen pro m}^2$) und ein schütterter Bestand ($10 \times 8 \text{ cm} = 125 \text{ Pflanzen pro m}^2$). Die Reihenfolge der reinen Varianten war in bezug auf den Kornertrag analog wie beim Winterweizen, die Unterschiede zwi-

schen (A) und $\left(\frac{A}{2}\right)$ waren jedoch infolge des Erreichens des Aussaatschwellenoptimums unbedeutend. Demgegenüber waren Erträge der Varianten (A : B) und

$\left(\frac{A : B}{2}\right)$ im Vergleich mit den Varianten (A) oder $\left(\frac{A}{2}\right)$ nur so groß da die Pflan-

zen in den Reihen aus der späten Aussaat noch vor der Ährenbildung durchweg eingingen. Nach dem Erreichen der Optimumschwelle der Pflanzenzahl auf der Fläche, kompensieren, bei mäßiger Verspätung der Entwicklung einiger Pflanzen, die vorgeschrittenen Pflanzen den Kornertrag durch höhere produktive Bestockung. Bei einer beträchtlicheren Verspätung gehen die rückständigen Pflanzen jedoch noch vor dem Ährenschieben ein, während die in der Entwicklung vorgeschrittenen Pflanzen das zum Ersetzen des Ausfalls im Bestand durch erhöhte produktive Bestockung geeignete Zeitlimit bereits überschritten haben, wodurch weitere Verluste im Kornertrag verursacht werden.

Weizen; Asynchronie und Allometrie der Pflanzen; Bestandssymmetrie

Adresa autora:

Doc. ing. Jiří Foltýn, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV RŮZNÉ INTENZITY ZPRACOVÁNÍ PŮDY V OSEVNÍCH POSTUPECH NA CHEMICKÉ VLASTNOSTI ČERNOZEMĚ

R. Rozsypal, M. Suškevič

ROZSYPAL, R. — SUŠKEVIČ, M. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, odbor základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Vliv různé intenzity zpracování půdy v osevních postupech na chemické vlastnosti černoze*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1105-1113.

V kukuřičném výrobním typu na středně těžké černoze půdě bylo ve třech osevních postupech s různým zastoupením obilnin zkoušeno minimální zpracování půdy včetně setí do nezpracované půdy a běžná orba a porovnán jejich vliv na pH půdy a obsah fosforu a draslíku v půdě. Při dlouhodobém používání jednotlivých technologií po sobě došlo u minimálního zpracování půdy do 0,15 m a především u setí do nezpracované půdy k zvýšení koncentrace fosforu a draslíku ve svrchní části ornice a snížení hodnot pH. Přitom celkově byl u nových technologií pozorován nárůst obsahu draslíku v ornici. Při periodickém zařazení orby nebyly u minimalizačních technologií pozorovány průkazné rozdíly v obsahu a rozmístění sledovaných živin.

osevní postupy; orba; minimální zpracování půdy; setí do nezpracované půdy; pH; fosfor; draslík

Otázky vlivu dlouhodobého používání různých technologií zpracování půdy na prvky půdní úrodnosti jsou předmětem sledování u nás i ve světě. V Hrušovanech u Brna byly v letech 1969 a 1971 založeny polní pokusy, ve kterých byl sledován vliv minimalizačních technologií a běžné agrotechniky na růst, vývoj a výnos plodin a půdní úrodnost (Suškevič, 1982; Vaněk, 1979; Suškevič et al., 1983; Jurenčák, 1983; Rozsypal et al., 1983, atd.).

V této práci se zaměřujeme na hodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na pH půdy a obsah fosforu a draslíku v půdě.

MATERIÁL A METODY

Výzkum změn některých chemických vlastností půdy vlivem dlouhodobého působení různých systémů zpracování půdy byl prováděn v rámci tří stacionárních pokusů, založených v roce 1969 a 1971 na pozemcích VÚRV, Praha-Ruzyně, odboru základní agrotechniky v Hrušovanech u Brna.

Hrušovany u Brna se nacházejí v kukuřičném výrobním typu, v klimatickém okrsku A3, který je charakterizován jako teplý, mírně suchý, s mírnou zimou. Podle průměrných srážkových úhrnů jde o semihumidní oblast. Průměrné roční srážkové úhrny činí 532,8 mm, průměrná teplota 8,8 °C.

Pokusy byly založeny na černoze půdě, vzniklé na pleistocénní spraši, která v 0,7 až 1,0 m nasedá na pleistocénní terasu z převážně kyselého materiálu. Tato terasa byla sekundárně zahliněna a obohacena CaCO₃.

Půdní profil je vlivem vodní i větrné eroze v různém stupni smytosti, takže pod ornici o mocnosti 0,3 m se zpravidla nachází jen krátký přechodný horizont, který okolo 0,4 m zřetelně přechází v plavou, vápnitou spraš. Zrntostní složení ornice a spodiny je hlinité, ornice je středně humózní (2,06 % humusu), přechodný horizont mírně humózní (0,96 % humusu). Při založení pokusu bylo pH_{KCl} v ornici 7,2 až 7,4, obsah fosforu okolo 55 ppm a draslíku okolo 130 ppm.

Změny chemismu byly sledovány v šestihonném osevním postupu (cukrovka, ječmen jarní, vojtěška, vojtěška, pšenice ozimá, pšenice ozimá), ve čtyřhonném osevním postupu (kukuřice na zrno, kukuřice na zrno, pšenice ozimá, pšenice ozimá) a v monokultuře obilnin. U šestihonného a čtyřhonného osevního postupu byly zkoušené technologie zařazeny do tří systémů, kdy v prvním systému byla prováděna běžná agrotechnika s orbou na 0,22 až 0,24 m, ve druhém systému bylo k obilninám voleno minimální zpracování půdy do hloubky 0,15 m a ve třetím systému byly obilniny sety do nezpracované půdy. U monokultury obilnin byly orba, minimální zpracování půdy a setí do nezpracované půdy prováděny kontinuálně po dobu trvání pokusu.

Hnojeno bylo u jednotlivých osevních postupů použitých technologií zpracování půdy jednotně a výše dávek odpovídala metodikám hnojení. U monokultury obilnin bylo zkoušeno různé využití slámy (sláma odklizená, sláma spálená, sláma ponechaná), kejdy a hnojení průmyslovými hnojivy ve srovnání s nehnojenou kontrolou.

Vzorky zeminy v šestihonném a čtyřhonném osevním postupu byly odebrány v roce 1983 po sklizni obilnin, v monokultuře obilnin byly odběry uskutečněny v roce 1976, 1981 a 1986.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Bilance živin byla provedena pouze u monokultury obilnin (tab. I) jako rozdíl mezi celkovým přívodem živin v hnojivech, slámě a posklizňových zbytcích a odběrem živin plodinami (včetně ztrát živin emisí při pálení slámy). Zpracování půdy mělo relativně nejmenší vliv na bilanci fosforu a draslíku. Více se projevilo hnojení průmyslovými hnojivy a kejdou. Nejvýznamnější rozdíly byly pozorovány u varianty s pálenou slámou a aplikovanou slámou, kde oproti variantě s odklizenou slámou došlo k výraznému zlepšení bilance obou živin, zvláště pak draslíku.

I. Bilance živin monokultury obilnin (input-output; kg/ha) — Nutrient balance in the continuous cereal growing (input-output; kg/ha)

Zpracování půdy	Hnojení	Sláma sklizená		Sláma aplikovaná				Sláma spálená	
		P	K	P	K	P	K	P	K
						kejda			
Orba	0	−201	−838	− 70	+ 625	− 70	+ 625	−101	+ 563
	NPK	+143	−140	+322	+1627	+336	+1681	+303	+1618
Minimální	0	−220	−762	− 80	+ 571	− 80	+ 581	− 89	+ 546
	NPK	+145	− 77	+327	+1640	+355	+1566	+321	+1622
Bez zpracování	0	−170	−620	− 49	+ 526	− 49	+ 526	− 69	+ 491
	NPK	+161	− 26	+296	+1628	+381	+1571	+342	+1495

II. Koncentrace fosforu v mg/kg (monokultura obilnin) — Phosphorus concentration in mg per kg (continuous growing of cereals)

Zpracování půdy		Orba			Minimální			Bez zpracování		
Hnojení		cm	1976	1981	cm	1976	1981	cm	1976	1981
Sláma sklizená	0				0–15	21	65	0–5	45	75
					5–15			5–15	15	65
		0–22	19	66	15–22	15	70	15–22	13	59
	NPK				0–15			0–5	76	106
					5–15	33	64	5–15	15	89
		0–22	36	78	15–22	29	65	15–22	13	64
Sláma aplikovaná	0				0–15	26	42	0–5	35	62
					5–15			5–15	15	69
		0–22	25	66	15–22	20	56	15–22	9	65
	NPK				0–15	31	74	0–5	101	87
					5–15			5–15	15	66
		0–22	32	77	15–22	30	60	15–22	12	77
	keřda + NPK				0–15			0–5	110	107
					5–15	41	64	5–15	34	101
		0–22	36	73	15–22	36	69	15–22	19	55
Sláma spálená	0				0–15	19	55	0–5	33	64
					5–15			5–15	12	63
		0–22	19	65	15–22	19	55	15–22	11	65
	NPK				0–15			0–5	107	100
					5–15	36	58	5–15	19	94
		0–22	38	84	15–22	25	75	15–22	15	44

V tab. II, III, V a VIII jsou uvedeny hodnoty obsahu fosforu a draslíku zjištěné v půdě pod monokulturou obilnin. U nezpracované půdy byla největší koncentrace (obsah) obou živin ve svrchní vrstvě ornice, s postupující hloubkou tento obsah klesal, u fosforu pod úroveň zjištěnou u orané varianty. Tento jev pozorovali i další autoři, např. Baeumer, Bakermans (1973), Blewins et al. (1983) aj. Příčinou je malá pohyblivost fosforu v půdě a retence posklizňových zbytků, slámy a hnojiv na povrchu půdy.

Celkový obsah fosforu v ornici (tab. V) nebyl průkazně a jednoznačně ovlivněn zpracováním půdy, u draslíku došlo při seti do nezpracované půdy k průkaznému zvýšení obsahu v ornici. Příčinou může být větší nahromadění hmoty kořenů v nezpracované ornici, jak např. pozorovali Suškevič (1973), Drew, Saker (1975, 1980), Ellis, Barnes (1980), Ehlers et al. (1980) aj. v interakci s retranslokací draslíku z nadzemních částí obilnin do kořenového systému v době zrání.

III. Koncentrace draslíku v mg/kg (monokultura obilnin) — Potassium concentration in mg per kg (continuous growing of cereals)

Zpracování půdy		Orba			Minimální			Bez zpracování		
Hnojení		cm	1976	1981	cm	1976	1981	cm	1976	1981
Sláma sklizená	0				0–15	175	259	0–5	248	327
					5–15			5–15	135	255
		0–22	139	178	15–22	120	193	15–22	123	178
	NPK				0–5	270	291	0–5	393	543
					5–15			5–15	193	481
		0–22	189	236	15–22	158	203	15–22	126	291
Sláma aplikovaná	0				0–15	211	241	0–5	295	286
					5–15			5–15	116	222
		0–22	139	190	15–22	139	193	15–22	113	181
	NPK				0–5	257	367	0–5	344	637
					5–15			5–15	216	332
		0–22	253	259	15–22	190	247	15–22	129	299
	keřda + NPK				0–5	243	372	0–5	398	467
					5–15			5–15	193	411
		0–22	220	245	15–22	177	245	15–22	132	299
Sláma spálená	0				0–15	173	227	0–5	288	312
					5–15			5–15	132	269
		0–22	167	197	15–22	126	193	15–22	123	190
	NPK				0–5	236	397	0–5	353	608
					5–15			5–15	245	515
		0–22	197	222	15–22	160	280	15–22	125	303

Možnost vyšší produkce kořenové hmoty v ornici nezpracované půdy si zaslouží pozornost zvláště proto, že by současně odpovídala zjištěné vyšší akumulaci uhlíku a dusíku u této varianty (Rozsypal et al., 1983).

V šestihonném a čtyřhonném osevním postupu byly minimalizační technologie periodicky střídány orbou k prvému článku osevního postupu, kde bylo organicky hnojeno. Tato skutečnost se projevila v neprůkazných změnách v distribuci a koncentraci fosforu a draslíku (tab. VI až VIII). To koresponduje s neprůkaznými rozdíly, které byly stanoveny při hodnocení výnosů plodin a výrobností osevních postupů, odběru a využití živin pro tvorbu výnosů (Suškevič, 1983; Rozsypal et al., 1986).

Zvýraznění okyselujícího účinku průmyslových hnojiv u nezpracované půdy je rovněž pravidelně zjišťováno (Baeumer, Bakermans, 1973 a další). U monokultury byly rozdíly průkazné, u dalších

IV. Stav pH_{KCl} (monokultura obilnin) — The pH_{KCl} (continuous growing of cereals)

Zpracování půdy		Orba			Minimální			Bez zpracování		
Hnojení		cm	1976	1981	cm	1976	1981	cm	1976	1981
Sláma sklizená	0				0–15	6,6	4,9	0–5	7,4	6,0
					5–15			5–15	7,6	6,0
		0–22	6,5	6,4	15–22	6,8	5,7	15–22	7,8	6,5
	NPK							0–5	4,5	4,7
					0–15	5,4	5,0	5–15	5,6	4,6
		0–22	5,7	5,8	15–22	6,0	5,3	15–22	6,3	5,1
Sláma aplikovaná	0				0–15	5,9	5,6	0–5	6,8	5,9
					5–15			5–15	6,5	6,3
		0–22	6,1	5,8	15–22	6,4	6,0	15–22	6,5	6,4
	NPK							0–5	4,8	4,3
					0–15	5,4	4,7	5–15	5,4	4,9
		0–22	5,5	5,7	15–22	5,4	5,1	15–22	6,4	5,2
	kejda + NPK							0–5	6,6	6,2
					0–15	6,0	5,5	5–15	6,6	6,4
		0–22	6,1	5,9	15–22	6,0	5,7	15–22	6,7	6,3
Sláma spálená	0				0–15	6,0	5,6	0–5	6,5	6,2
					5–15			5–15	6,8	6,4
		0–22	6,2	5,8	15–22	6,3	5,7	15–22	6,9	5,9
	NPK							0–5	4,7	4,0
					0–15	5,6	4,8	5–15	5,9	4,1
		0–22	5,9	5,8	15–22	6,1	4,8	15–22	6,1	5,0

osevních postupů byly rozdíly neprůkazné (tab. IV až VIII). Pozoruhodný byl výrazný rozdíl mezi šestihonným a čtyřhonným osevním postupem, kde u čtyřhonného osevního postupu byly vyšší hodnoty pH ovlivněny poměrně vysokými dávkami organické hmoty a kejdy.

Literatura

- BAEUMER, K. — BAKERMANS, W. A. P.: Zero-tillage. Adv. Agron., 25, 1973, s. 77–123.
- BLEWINS, R. L. — THOMAS, G. W. — SMITH, M. S. — FRYE, W. W. — CORNELIUS, P. L.: Changes in soil properties after 10-year continuous non-tilled and conventionally tilled corn. Soil and Till. Res., 3, 1983, č. 2, s. 135–146.
- DREW, M. C. — SAKER, R. L.: Effects of different cultivation treatments on root distribution, and on the concentrations of extractable phosphorus and potassium, at different depths in a clay loam. Ann. Rep. Letcombe lab., 1975, s. 24–28.
- DREW, M. C. — SAKER, R. L.: Direct drilling and ploughing: their effects on the distribution of extractable phosphorus and potassium, and of roots, in the upper

V. Koncentrace fosforu a draslíku v mg/kg a stav pH_{KCl} v ornici do 0,22 m (monokultura obilnin) — Phosphorus and potassium concentrations in mg per kg and the pH_{KCl} in the topsoil to the depth of 0.22 m (continuous growing of cereals)

Zpracování půdy			Orba			Minimální			Bez zpracování		
Hnojení			1976	1981	1986	1976	1981	1986	1976	1981	1986
Fosfor	sláma sklizená	0	19	66	23	18	67	25	21	64	22
		NPK	36	78	36	31	64	41	28	81	25
	sláma aplikovaná	0	25	66	18	23	48	26	17	66	29
		NPK	32	77	21	31	68	31	32	76	53
		kejda + NPK	36	73	47	39	66	52	41	81	54
	sláma spálená	0	19	65	12	19	55	11	16	64	35
		NPK	38	84	43	31	66	31	37	73	41
	průměr	0	21	66	18	20	57	21	18	65	29
		NPK	35	78	37	33	66	39	34	78	43
	celkový průměr		29	73	30	27	62	31	27	72	37
Draslík	sláma sklizená	0	139	178	162	150	229	181	155	236	178
		NPK	189	236	185	219	251	190	208	409	201
	sláma aplikovaná	0	139	190	171	178	219	181	155	217	188
		NPK	253	259	188	226	312	227	206	386	197
		kejda + NPK	220	245	201	213	314	218	212	373	224
	sláma spálená	0	167	197	185	152	212	178	163	243	176
		NPK	197	222	190	201	344	185	215	440	185
	průměr	0	148	188	173	160	220	180	158	232	181
		NPK	215	240	191	215	305	205	210	402	202
	celkový průměr		186	218	183	191	254	194	188	329	193
pH_{KCl}	sláma sklizená	0	6,5	6,4	6,6	6,7	5,3	7,1	7,6	6,2	7,0
		NPK	5,7	5,8	6,0	5,7	5,1	6,0	5,8	4,8	6,1
	sláma aplikovaná	0	6,1	5,8	5,8	6,1	5,7	6,0	6,6	6,3	6,1
		NPK	5,5	5,7	5,6	5,4	4,8	5,1	5,7	4,9	5,7
		kejda + NPK	6,1	5,9	6,0	6,0	5,6	6,3	6,6	6,3	6,6
	sláma spálená	0	6,2	5,8	6,0	6,1	5,6	5,8	6,8	6,1	6,1
		NPK	5,9	5,8	6,7	5,8	4,8	6,4	5,7	4,5	6,7
	průměr	0	6,3	6,0	6,1	6,3	5,6	6,3	7,0	6,3	6,4
		NPK	5,8	5,8	6,1	5,7	5,1	5,9	5,9	5,1	6,3
	celkový průměr		6,0	5,9	6,1	6,0	5,3	6,1	6,4	5,6	6,3

VI. Koncentrace fosforu a draslíku v mg/kg a stav pH_{KCl} v ornici do 0,2 m (šestihonný osevní postup) — Phosphorus and potassium concentrations in mg per kg and the pH_{KCl} in the topsoil to the depth of 0.2 m (six-field crop rotation)

	Technologie zpracování půdy	Cukrová řepa	Ječmen podsev	Vojtěška 1. rok	Vojtěška 2. rok	Pšenice po vojtěšce	Pšenice po pšenici	Průměr
Fosfor	tradiční	78	72	44	48	34	60	56
	minimální	75	77	61	40	42	52	58
	bez zpracování	71	72	72	42	35	44	56
	průměr	75	74	59	43	37	52	
Draslík	tradiční	243	233	236	220	210	200	224
	minimální	222	269	275	229	205	227	238
	bez zpracování	220	260	263	195	196	211	224
	průměr	228	254	258	215	204	213	
pH_{KCl}	tradiční	4,9	4,7	4,9	5,6	4,8	6,0	5,1
	minimální	4,8	4,7	5,2	5,6	4,6	5,7	5,1
	bez zpracování	4,8	4,7	5,2	5,5	4,6	5,7	5,1
	průměr	4,8	4,7	5,1	5,6	4,7	5,8	

VII. Koncentrace fosforu a draslíku v mg/kg a stav pH_{KCl} v ornici do 0,2 m (čtyřhoný osevní postup) — Phosphorus and potassium concentrations in mg per kg and the pH_{KCl} in the topsoil to the depth of 0.2 m (four-field crop rotation)

	Technologie zpracování půdy	Kukuřice	Kukuřice po kukuřici	Pšenice po kukuřici	Pšenice po pšenici	Průměr
Fosfor	tradiční	136	145	110	72	116
	minimální	151	133	139	80	126
	bez zpracování	127	100	150	65	110
	průměr	138	126	133	72	
Draslík	tradiční	258	241	237	164	225
	minimální	258	213	229	184	221
	bez zpracování	254	246	242	160	225
	průměr	257	233	236	169	
pH_{KCl}	tradiční	7,0	7,0	6,5	7,0	6,9
	minimální	6,8	7,2	6,9	7,0	7,0
	bez zpracování	6,9	7,1	6,8	7,0	7,0
	průměr	6,9	7,1	6,7	7,0	

VIII. Minimální průkazná difference ($P = 0,5$) — The minimum significant difference ($P = 0.5$)

Monokultura obilnin (tab. V)	Zpracování půdy		Hnojení		Zpracování půdy × × hnojení	
Fosfor	6		10		20	
Draslík	13		26		55	
pH _{KCl}	0,2		0,3		0,7	
Šestihonný osevní postup (tab. VI)	cukrová řepa	ječmen podsev	vojtěška 1. rok	vojtěška 2. rok	pšenice po vojtěšce	pšenice po pšenici
Fosfor	29	15	13	15	8	16
Draslík	56	55	53	34	46	34
pH _{KCl}	0,7	0,7	0,5	0,6	0,2	0,4
Čtyřhonný osevní postup (tab. VII)	kukuřice		kukuřice po kukuřici	pšenice po kukuřici		pšenice po pšenici
Fosfor	85		29	38		16
Draslík	40		39	37		27
pH _{KCl}	0,3		0,2	0,2		0,1

horizons of two clay soils under winter wheat and spring barley. J. agric. Sci., 94, 1980, s. 411-423.

EHLERS, W. — KHOSKA, B. K. — KÖPKE, U. — STÜLPNOGEL, R. — BÖHM, W. — BAEUMER, K.: Tillage effect on root development, water uptake and growth of oats. Soil and Till. Res., 1, 1980, č. 1, s. 19-34.

ELLIS, F. B. — BARNES, B. T.: Growth and development of root systems of winter cereals after different methods including direct drilling. Pl. and Soil, 55, 1980, s. 283-295.

JURENČÁK, J.: Humus a struktura černozemě při jejím rozdílném zpracování, aplikaci a pálení slámy. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 1, s. 7-15.

ROZSYPAL, R. — SUŠKEVIČ, M. — DOVRTĚL, J.: Účinnost hnojení při minimalizaci. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 10, s. 1063-1071.

ROZSYPAL, R. — ROZSYPALOVÁ, Z. — JURENČÁK, J. — HERMAN, M. — NOVOTNÝ, J.: Vliv dlouhodobě uplatňované minimalizace zpracování půdy na její úrodnost. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 4, s. 387-400.

SUŠKEVIČ, M.: Studium půdního prostředí z hlediska fyzikálních vlastností půdy a jejich vlivu na biologické a chemické procesy v půdě ve vztahu k reakci zemědělských plodin. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1983.

SUŠKEVIČ, M.: Vliv minimalizace zpracování půdy k obilninám na výrobnost osevního postupu. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 4, s. 339-406.

SUŠKEVIČ, M.: Vliv minimalizace zpracování půdy na výnos zrna a výrobnost osevního sledu se 100% zastoupením obilnin. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 1, s. 17-26.

SUŠKEVIČ, M. — ODLOŽILÍK, S. — PRYZKOVÁ, L.: Vliv dlouhodobé minimalizace zpracování půdy na změny humusu a dusíku černozemě. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 9, s. 943-950.

VANĚK, J.: Hospodaření s organickou hmotou při minimální agrotechnice. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1979.

Došlo dne 13. 5. 1987

РОЗСЫПАЛ, Р. — СУШКЕВИЧ, М. (Научно-исследовательский институт растениеводства Прага-Ружыне, отделение основной агротехники, Грушованы у Брна): Влияние различной интенсивности обработки почвы в посевных методах на химические свойства чернозема. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1105-1113.

В кукурузном производственном типе на среднетяжелой черноземной почве в трех посевных методах с различными представителями зерновых была исследована минимальная обработка почвы, включая посев в необработанную почву, и нормальная вспашка и сравнивалось их влияние на pH почвы и наличие фосфора и калия в почве. После длительного использования отдельных технологий одной за другой у минимально обработанной почвы дошло до 0,15 м и прежде всего во время посева в необработанную почву к повышению концентрации фосфора и калия в верхнем пахотном слое и снижению pH. При этом у новых технологий в общем наблюдалось увеличение содержания калия в пахотном слое. При периодическом включении вспашки у минимизационных технологий не наблюдались достоверные различия содержания и размещения наблюдаемых питательных веществ.

посевные методы; вспашка; минимальная обработка почвы; посев в необработанную почву; pH; фосфор; калий

ROZSYPAL, R. — SUŠKEVIČ, M. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Department of Agriculture, Hrušovany u Brna): *The Effect of Different Intensity of Soil Cultivation in Crop Rotations on the Chemical Properties of Chernozem Soil*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1105-1113.

Trials were conducted on the medium heavy-textured chernozem soil in a maize-growing region with three crop rotations with different proportions of cereals to test minimum soil cultivation, including direct drilling and normal tillage. The different treatments were compared as to their effect on the pH of the soil and on the soil contents of phosphorus and potassium. When the tested technologies were used for a long time, the concentrations of phosphorus and potassium in the surface part of topsoil increased and the pH values decreased after minimum soil cultivation to the depth of 0.15 m and particularly after direct drilling. Generally, the new technologies led to increased concentrations of potassium in the topsoil. When traditional tillage was included from time to time, no significant differences in the contents and distribution of the studied elements were recorded in the minimum cultivation technologies.

crop rotations; tillage; minimum soil cultivation; direct drilling; pH; phosphorus; potassium

ROZSYPAL, R. — SUŠKEVIČ, M. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion Praha-Ruzyně, Sektion Grundagrotechnik, Hrušovany u Brna): *Auswirkung verschiedener Bodenbearbeitungsintensität in der Fruchtfolge auf chemische Eigenschaften von Schwarzerde*. Rostl. Výr., 33, 1987 (10) : 1105-1113.

Auf mittelschwerer Schwarzerde eines Maisproduktionsgebiets wurde in drei Fruchtfolgen mit unterschiedlicher Vertretung von Getreide eine minimierte Bodenbearbeitung, einschl. Aussaat in unbearbeiteten Boden, gegenüber der üblichen Pflugbearbeitung geprüft und die Auswirkung der verschiedenen Methoden auf den pH-Wert des Bodens und auf den Phosphor- und Kaliumgehalt im Boden verglichen. Bei langandauernder Anwendung der einzelnen Technologie nacheinander kam es bei der minimierten Bodenbearbeitung bis 0,15 cm Tiefe und insbesondere bei der Aussaat in unbearbeiteten Boden zu einer Erhöhung der Phosphor- und Kaliumkonzentration im oberen Teil der Ackerkrume und zum Rückgang des pH-Werts. Dabei wurde bei den neuen Technologien allgemein ein Anwachsen des Kaliumgehalts in der Ackerkrume verzeichnet. Bei periodischer Anwendung der Pflugbearbeitung wurden bei den Minimierungstechnologien keine signifikanten Unterschiede in bezug auf den Gehalt und die Verteilung der einzelnen Nährstoffe beobachtet.

Fruchtfolge; Pflugbearbeitung; minimierte Bodenbearbeitung; Aussaat in unbearbeiteten Boden; pH; Phosphor; Kalium

Adresa autorů:

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

CENY ČSAZ ZA NEJLEPŠÍ VÝZKUMNÉ PRÁCE V ROSTLINNÉ VÝROBĚ

Československá akademie zemědělská udělila čtyři ceny a jedno čestné uznání za nejlepší výzkumné práce z oblasti zemědělství, potravinářského průmyslu a lesního hospodářství, ukončené v roce 1986.

Ocenění ČSAZ získaly dvě práce z oblasti rostlinné výroby:

— Cenu ČSAZ za soubor prací Genetické, fyziologické a ekologické základy šlechtění a semenářství rostlin převzal kolektiv řešitelů z Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni pod vedením ing. Jana Valkouna, CSc., spoluřešitelé byli: ing. Dagmar Kučerová, ing. Pavel Bartoš, DrSc., ing. Josef Dostál, ing. Jindřich Košner, CSc.

Práce podstatně přispívá k obohacení vědního úseku vzdálené hybridizace u pšenice, neboť přenosy odolnosti ke rzi pšeničné a padlí travnímu z *T. monococcum* do pšenice seté *T. aestivum* byly uskutečněny zatím jako první na světě. Odolnost nově vytvořených materiálů ke rzi travní je podmíněna jednak genem *Sr 35*, který byl poprvé popsán pod označením *Sr Tm* (Valkoun, Bartoš, 1981) a nezávisle současně přenesen s australsko-kanadským transferem (Mc Intosh et al., 1984), a genem *Sr Rm₂*, rovněž nově objeveným VÚRV, Praha-Ruzyně. Přenesená odolnost ke rzi pšeničné má široké spektrum účinnosti. Monosomatickou analýzou bylo ve VÚRV, Praha-Ruzyně zjištěno, že dominantní gen rezistence ke rzi pšeničné, označený předběžně jako *Lr Tm*, je lokalizován na chromozómu 3 A. Odolnost k padlí travnímu byla prověřována po několik let v polních podmínkách i ve skleníkových testech. Lze předpokládat účinnost této rezistence pro široké spektrum genotypů patogena. Soubor nově vytvořených ozimých a jarních hexaploidních linií s přenesenými geny odolnosti ke rzi travní, rzi pšeničné a padlí travnímu byl zahrnut do programu křížení ve šlechtitelských stanicích. Tím se zajistila jednak realizace výsledků výzkumu v praxi a současně vytvořil předpoklad pro vyšlechtění většího počtu československých odrůd pšenice s odolností k uvedeným chorobám.

— Cenu ČSAZ za práci Tvorba nepoléhavých genetických zdrojů ječmene jarního nového morfotypu získala ing. Ludmila Zeniščeva, DrSc., se spoluřešiteli ing. Marií Špunarovou a Adolfem Dohnalem z OSEVY — Výzkumného a šlechtitelského ústavu obilnářského v Kroměříži.

Práce je výsledkem dlouhodobého řešení směřujícího k zásadní strukturální přestavbě původního genetického typu sladovnického jarního ječmene. Teoretický přínos spočívá ve zpracování originálního modelu a postupu šlechtění na nepoléhavost, krátkostébelnost a vysokou produktivnost. Cílevědomá tvorba vysoce výkonných odrůd nového genetického typu probíhala na základě vypracovaného ideotypu dvěma hlavními směry: s délkou stébla do 85 cm a do 60 cm. Pro perspektivní programy šlechtění do roku 2000 byly připraveny a předány k využití cenné donory s požadovanými ukazateli. U zakrslého genotypu KM 341 byla poprvé v historii světového šlechtění překonána nežádoucí genetická vazba (pleiotrop) mezi zakrslostí a vývojem kořenového systému a produktivitou klasu, zejména hmotností 1000 zrn. Vyznačuje se vysokým produkčním potenciálem 10 až 11 t/ha, který je podmíněn lepší genetickou vyvážeností výnosových složek a vyšší schopností jejich kompenzace v různých agroekologických podmínkách. Praktický přínos je v trvalém a širokém využívání vytvořených genotypů na všech specializovaných šlechtitelských stanicích v ČSSR a v zahraničí. Národohospodářský přínos řešení úkolu je v povolání a rajonizaci odrůdy 'Zenit' (KM 123), která se vyznačuje vysokým výnosovým potenciálem, stabilitou výnosu i efektivním využitím minerálních živin, hlavně dusíku, na tvorbu zrna. Dalším realizačním výstupem úkolu jsou novošlechtění, která úspěšně procházejí mezistaničními předzkouškami a státními odrůdovými pokusy.

ing. Ladislav Skala

K MODELOVÁNÍ VLIVU NĚKTERÝCH EKOLOGICKÝCH FAKTORŮ NA TVORBU BIOMASY POLNÍCH PLODIN

M. Aichinger

Klasické metody v agroekologii (především různé polyfaktoriální pokusy) přinášejí mnoho poznatků o výnosotvorném procesu a hlavních faktorech, které ho ovlivňují. Vedle nich dnes máme k dispozici i kvalitativně nový nástroj poznání a praxe — matematické modely. Matematizace přírodních věd je objektivní nutností; metoda systémové analýzy a modelování spolu s moderními statistickými metodami mohou přinést podstatný pokrok. Protože matematické modely v agroekologickém (a vůbec zemědělském) výzkumu a praxi jsou dosud málo běžné a někdy i odmítané, chce tento článek vysvětlit některé obecné pojmy a obvyklé koncepty modelování vlivu ekologických faktorů na rostlinnou produkci.

Obecně o modelech a jejich struktuře

Existuje řada souborných publikací o modelování produkce rostlin (např. Thornley, 1976; Penning de Vries, van Laar, 1982; Hesketh, Jones, 1980; France, Thornley, 1984), kde je možno doplnit následující stručný výklad pojmů.

Model lze považovat za formalizovanou hypotézu o tom, jak pracuje nějaký systém. Jsou-li představitelná tvrzení vyjádřena matematicky pomocí funkcí a podmínek, lze modelem vyhodnotit stav systému kvantitativně.

Modely regresní a mechanismové

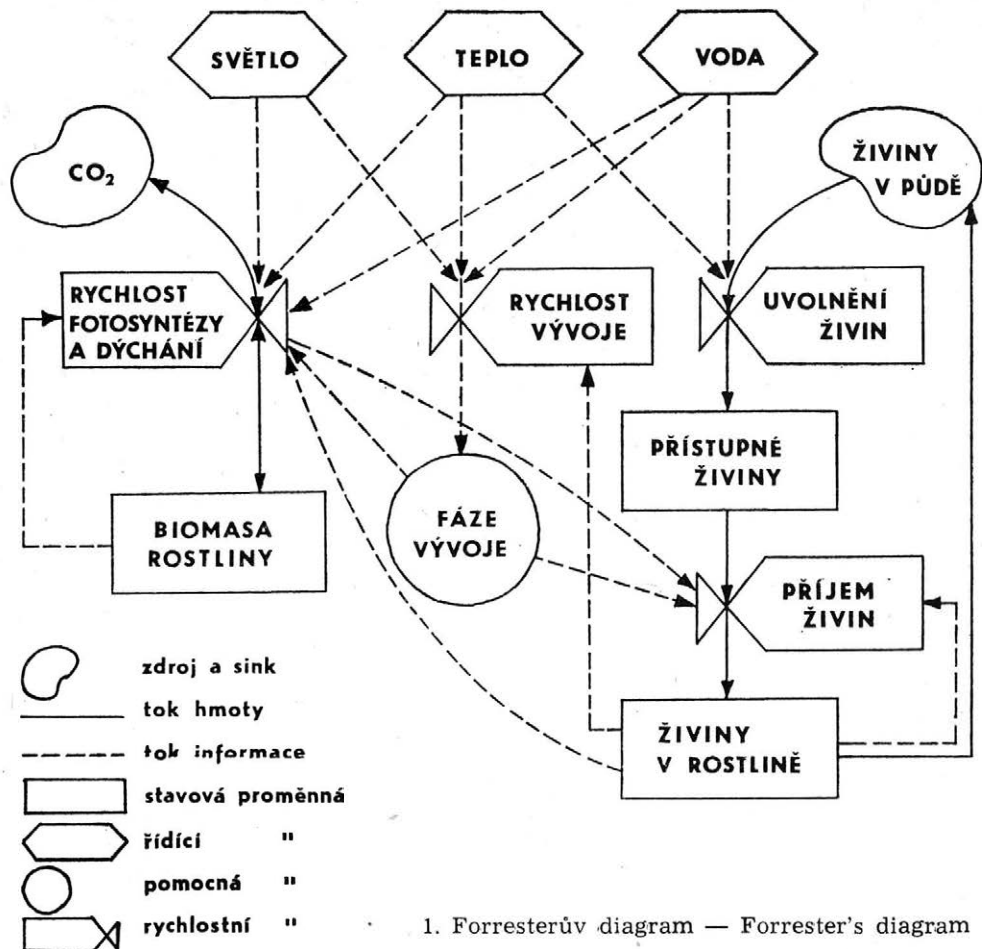
Nejdůležitější klasifikace dělí modely produkčních procesů rostlin na regresní (empirické, popisné) a mechanismové (funkční, strukturované). Tvorba empirických modelů spočívá v hledání korelačních vztahů mezi výchozími parametry vnějšího prostředí a konečným výnosem, přitom nepostihuje podstatu důležitějších výnosotvorných procesů a jejich dynamiku. Matematickým základem jsou statistické metody, především korelační a regresní analýza. Platnost těchto modelů je většinou omezena na podmínky, z nichž byly odvozeny, extrapolace výsledků mimo rozsah naměřených dat není spolehlivá. Mechanismové modely popisují v systému nejdůležitější procesy, které kvantifikují a logicky uspořádávají podle kauzální a časové následnosti pomocí soustav diferenčních (popř. diferenciálních) rovnic a nerovnic, často empirických (vycházejících z experimentálních dat); někdy lze použít rovnice založené na podstatě procesu nižší hierarchické úrovně.

Jiné členění dělí modely na deterministické (předpokládají, že v systému nedochází k náhodným fluktuacím) a stochastické (popisují systém s náhodnými jevy). Modely se hodnotí obvykle kritérii věrnosti, přesnosti a obecnosti.

Možno namítnout, že v praxi stačí pokusem zjistit např. jednoduchou závislost výnosu na vegetačním faktoru. Přes obrovské množství vykonaných polních pokusů však neznáme mnoho o působení faktorů v nejrůznějších podmínkách, právě pro jejich variabilitu a množství kombinací. Jediným společným znakem např. pro různá stanoviště je podstata biologických, chemických a fyzikálních procesů v půdě, rostlině a atmosféře. A jestliže z popisu těchto procesů je složen komplexní mechanismový model, lze ho aplikovat na nejrůznější podmínky. Pro nesporné přednosti budeme dále uvažovat jen tento typ modelů.

Struktura modelů

Algoritmus růstových modelů, tj. kauzální návaznost výpočtů, tvar používaných funkcí apod., se v podstatě ustálil do jednotné podoby, liší se jen detailností



popisu jednotlivých procesů. Forresterovým diagramem na obr. 1 si lze vysvětlit možnou strukturu modelu:

Hlavní příčiny systému jsou popisovány stavovými proměnnými, rychlost toků hmoty či energie mezi nimi je řízena tzv. hradly — rychlostními proměnnými. Model používá dále pomocné proměnné, charakterizující systém, a toky informace, které ovlivňují nastavení hradel. Hodnoty řídicích proměnných dodáváme při simulaci jako průběžné vstupy (obvykle meteorologické údaje). V tzv. zdroji a sinku vně modelovaného systému začínají a končí toky hmoty (energie). Simulace probíhá opakovaním postupu: K hodnotám stavových proměnných na počátku časového intervalu přičítáme jejich změnu, danou rychlostní proměnnou a délkou intervalu. Vzhledem k rychlostem a nastolování rovnováh produkčních procesů je nejčastěji denní interval. Kratší časový krok (hodina) se někdy užívá při modelování silně variabilních procesů (např. rychlosti fotosyntézy v závislosti na světle).

Ekologické faktory a jejich interakce

Námi vymezený (tzn. relativně uzavřený) ekosystém je spojen s okolím toky energie a hmoty, růst rostlin je tedy určen bilancí záření (světlo, teplo) a živin, pochopitelně vedle biologických vlastností rostliny. Z tohoto čistě mechanistického pohledu lze všechny ekologické aspekty produkce rostlin (geografické, půdní a klimatické podmínky stanoviště, konkurenční vztahy ve společenstvech, dynamiku a stabilitu ekosystému atd.), analyzujeme-li jejich podstatu, považovat za složené z elementárních ekologických faktorů, tj. dostupného světla, tepla, vody a živin.

Faktory působí na rostlinu v komplexu, ale protože vazby mezi nimi neumíme většinou kvantifikovat, zjednodušeně uvažujeme v modelech aditivní působení jednotlivých faktorů. Obvykle se vypočítává rychlost růstu (či jiného procesu) z hypotetické potenciální (neovlivněné) rychlosti, korigované mírou vlivu ekologického fak-

toru. Tuto míru jsme schopni odhadovat pouze z empirických závislostí. Většina modelů navíc vybírá z komplexu faktorů jediný, který v daném okamžiku limituje růst, tzn. využívá Liebigův zákon minima, přestože v důsledku omezené zastupitelnosti faktorů (Lundegårdhův zákon substituce faktorů) je intenzita působení limitujícího faktoru závislá na intenzitě ostatních faktorů. Málokdy je používán kombinovaný faktor — násobek efektů jednotlivých faktorů (Torrrell, Kornher, 1983).

Světlo

Světlo je faktorem určujícím rychlost fotosyntézy, a tím produkci biomasy. V počátcích modelování byla jeho bilance a distribuce v porostu plodin věnována velká pozornost. V podrobných modelech japonských, amerických a sovětských autorů (přehled uvádí Bichele et al., 1980) je obvykle porost členěn do několika vrstev, každá se svými charakteristikami — velikostí listové plochy (LAI), optickými vlastnostmi, úhlem postavení listů apod. Tyto teoretické modely umožnily definovat optimální strukturu porostu pro maximální využití dopadajícího záření, nejsou však účelné pro komplexní růstové modely. V nich postačuje předpokládat exponenciální pokles množství světla s hloubkou porostu, nebo uvažovat porost jako homogenní vrstvu (Sinclair et al., 1976) a kvantifikovat závislost rychlosti fotosyntézy (či přímo růstu) na množství zachyceného světla. Nejčastěji je používána exponenciální (Hodges, Kanemasu, 1977; Fishman et al., 1985) nebo hyperbolická funkce (Johnson, Thornley, 1985). Zachycení světla je přímo úměrné dopadajícímu záření a LAI. Určení velikosti asimilující plochy je problém, neboť se vyvíjí v čase a mění i podíl fotosynteticky aktivní plochy z plochy celkové. Pokud tedy model nevypočítává listovou plochu synteticky po jednotlivých listech (Landsberg, Porter, 1981), používá se zjednodušené empirické závislosti na hmotnosti sušiny rostliny nebo je růst LAI odvozen z teplot vzduchu (Ülehla, 1981; MacKerron, Waister, 1985).

Modely s nižší detailností mohou aktuální růst počítat z potenciálního pomocí faktoru odvozeného z průměrného denního záření (Torrrell, Kornher, 1983) nebo jen délky dne (Brown et al., 1986). Délka fotoperiody též v některých modelech ovlivňuje rychlost vývoje rostlin (Porter, 1985). Modely nepoužívající světlo jako vstupní proměnnou si jeho intenzitu mohou vypočítávat z data a zeměpisných charakteristik (Innis, 1978).

Teplota

Většina biologických a chemických procesů je teplotně závislá v rozmezí hodnot vyskytujících se v přírodě. Proto velké růstové modely obsahují submodel pro výpočet denního průběhu teplot vzduchu, půdy a porostu, jiné modely používají jako charakteristiku faktoru tepla průměrnou denní, maximální a minimální teplotu vzduchu. Teplotní závislost rychlosti fotosyntézy (růstu) má tvar konkávní křivky s teplotním minimem, optimem a maximem. Jsou-li uvažovány odděleně dýchání růstové a udržovací, pak udržovací koeficient má exponenciální teplotní závislost. Obdobné funkce jsou používány pro výpočet rychlostí půdních procesů — teplotní kvocient $Q_{10} = 2$ (Barnes et al., 1976).

Podstatný vliv na vývoj rostlin má teplota. Pomocí teplotních úhrnů je zaváděn tzv. biologický čas; rostlina přechází do další vývojové fáze až po obdržení určité sumy teplot. Tento přístup používají všechny vývojové modely (např. Porter, 1985), pouze výjimečně je vývojová fáze odvozena empiricky z hmotnosti rostliny. U jednoduchých modelů, které odhadují růst z empirické křivky dynamiky biomasy, je vhodné volit za nezávisle proměnnou místo obvyklého času právě úhrn teplot nebo kumulativní evapotranspiraci. Ta je vlastně hydrotermickou charakteristikou, vyjadřující komplexně vliv faktorů světla, tepla a vody.

Voda

Na popisu vody, která je složkou biomasy a vytváří podmínky prostředí nezbytné pro růst, značně závisí přesnost růstového modelu. Modely vody v systému půda — rostlina — atmosféra, spočívající v řešení Darcyho rovnice, vyžadují znát obtížně měřitelné hydraulické vlastnosti půdy a rostliny (Molz, 1981); proto jsou někdy účelné empirické modely, založené na jednoduché bilanční rovnici (Burns, 1974). Modely vypočítávají ze vstupních meteorologických dat vsakování

vody do jednotlivých vrstev půdy, odběr vody evaporací z holé půdy a transpirací plodiny. Aktuální evapotranspirace se odhaduje z potenciální (počítané Penmanovou rovnici) s přihlédnutím k zapojení porostu (LAI), k vlhkosti půdy, popř. k rychlosti růstu rostliny (Hadas et al., 1979). Většina modelů nepředpokládá povrchový odtok ani dosycování půdy spodní vodou, zřídka je uvažována intercepce srážek porostem a tvorba rosy (O'Leary et al., 1985; Innis, 1978). Předpokládá se, že odběr vody i živin z jednotlivých hloubek je úměrný jejich prokořenění, submodel kořenového systému je tedy důležitou částí růstových modelů.

Cílem submodelu vody je zpravidla určení faktoru vodního stresu. Z fyziologického hlediska je vhodné ho odvozovat z charakteristik rostliny (vodního potenciálu, sytostního deficitu), ale pro jejich obtížný výpočet se zjednodušeně vztahuje vodní stres k vlhkosti půdy či vodnímu potenciálu půdy ψ (odhadován z hydrotenzních křivek). Výjimečně je zahrnuta i osmotická složka potenciálu (Barnes et al., 1976). Obvykle se předpokládá lineární růst vodního stresu až k vlhkosti bodu vadnutí (odpovídá konvenčně $\psi = -1,5$ MPa).

Vliv vlhkosti půdy na transformace a příjem živin je vyjadřován různými empirickými funkcemi, někdy je uvažován i vliv na vývoj i distribuci sušiny rostlin (Innis, 1978). V jednoduchých modelech lze využít pro výpočet denní fotosyntézy (přírůstu sušiny) lineární korelace s denní evapotranspirací (O'Leary et al., 1985).

Živiny

Za rostlinné živiny možno považovat minerální látky dodávané z půdy i atmosférický uhlík a kyslík. Koncentrace v atmosféře je relativně konstantní. Limitujícím faktorem růstu v polních podmínkách se stává za velmi příznivých podmínek pro asimilaci, kdy přísun CO_2 dovnitř porostu je omezen. Přes tyto krátkodobé fluktuace koncentrace není CO_2 jako ekologický faktor tvorby biomasy uvažován (Reynolds, Acock, 1985). Podobně atmosférický kyslík není limitujícím faktorem, jeho nedostatek v půdním prostředí však ovlivňuje jak biochemické pochody spojené s transformacemi živin, tak aktivitu kořenů. V modelech růstu se samostatně vliv kyslíku neuvažuje, neboť jeho obsah v půdě je většinou komplementární s obsahem vody, jejíž vliv bývá v modelech zahrnut.

Z minerálních živin je středem zájmu modelů dusík, méně často fosfor a draslík. Pro dynamiku dusíku v půdě existuje řada komplexních modelů (Frissel, van Veen, 1981), většinou však příliš složitých pro praktické využití. Nejjednodušší růstové modely proto vypočítávají faktor vlivu živin na produkci biomasy z dávky hnojiva (Brown et al., 1986), složitější uvažují konstantní rychlost uvolňování vlivu živin v půdě (Greenwood et al., 1974), závislou nanejvýš na teplotě. Podrobnější modely popisují vliv ostatních ekologických faktorů na transformace živin do formy přístupné rostlinám, jejich dodávku k povrchu kořenů, příjem rostlinou a ovlivnění růstu. U dusíku jsou obvykle uvažovány procesy mineralizace a nitrifikace jako funkce teploty a vlhkosti půdy (Barnes et al., 1976; Hadas et al., 1979), symbiotická fixace dusíku je modelována zřídka (Pendleton et al., 1983). Množství přijatelného draslíku (v půdním roztoku) se vypočítává z adsorpčních izoterm, podobně jako přijatelný fosfor, u něhož je zdůrazněna nutnost modelovat tok fosforu přes půdní mikroorganismy (Innis, 1978).

Pro transport iontů živin k povrchu kořenů hromadným tokem se využívá submodel pohybu vody (Burns, 1974), někdy je uvažován současně i difúzní pohyb (Baldwin et al., 1973), zvláště v případech fosforu a draslíku jejichž koncentrační gradienty jsou velké. Nezajímají-li nás mechanismy pohybu živin v půdě, lze k jeho modelování využít tzv. přenosové funkce, zjištěné pokusem (Jury, 1982). Mechanismus příjmu živiny rostlinou je částečně vystižen závislostí příjmu na koncentraci živiny v půdě (obvykle hyperbolická funkce analogická rovnici Michaelis-Mentenové) a ještě lépe současnou závislostí na koncentraci živiny v rostlině (Barnes et al., 1976; Innis, 1978). Realitě se blíží přístup Johnsona, Thornlye (1985), kteří rozlišují formu dusíku v rostlině. Pro nedostatečné znalosti změn příjmové schopnosti kořene v čase a vlivem ostatních faktorů je některý odběr živin vypočítáván jen z empirické křivky dynamiky příjmu (Greenwood et al., 1974).

Mechanismy působení přijatelných živin na tvorbu biomasy nejsou kvantifikovány, pro všechny modely růstu vycházejí z Lundegardhovy teorie o vztahu růstu a obsahu živiny v dané fázi vývoje, přičemž je důležitý i vzájemný poměr živin, druhově specifický a měnící se s vývojem (Baier, 1970). Z fyziologického hle-

diska jde však o zjednodušení, neboť důležité je především, kde a v jaké formě se živina v rostlině nachází (což zatím modelovat neumíme). Výsledný faktor působení živin na růst se tedy vypočítává z rozdílu mezi stávající a empiricky zjištěnou optimální koncentrací živiny v rostlině.

Význam modelů v agroekologii

Matematické modely mají pro teorii a praxi význam:

- pedagogický — učí formulovat a řešit problémy komplexně, zdůrazňují kauzalitu;
- pro teoretické poznání — umožňují ověřovat hypotézy a provádět číselné experimenty, často s reálným systémem neřešitelné, odhalují oblasti neznalostí;
- predikční — předpovídají chování systému za jiných okolností (v budoucnu, vlivem agrotechnických zásahů apod.);
- pro regulaci a řízení systémů — podle stavu systému a rozhodovacích algoritmů se provádí zásahy směřující k optimalizaci výnosových procesů, model je předpokladem automatizace rostlinné výroby.

Použití modelů je obtížnější než tradiční přístup k interpretaci výnosové odezvy na ekologické faktory, ale uvedené přednosti a fakt, že v domácí literatuře nebyl dosud publikován komplexní mechanismový model produkce polních plodin, jsou důvodem pro to, abychom věnovali matematickému modelování patřičnou pozornost.

Literatura

- BAIER, J.: Soustava hnojení. Praha, VŠZ 1970.
- BALDWIN, J. P. — NYE, P. H. — TINKER, P. B.: Uptake of solutes by multiple root systems from soil. *Pl. Soil*, 38, 1973, s. 621-635.
- BARNES, A. — GREENWOOD, D. J. — CLEAVER, T. J.: A dynamic model for the effects of potassium and nitrogen fertilizers on growth and nutrient uptake of crops. *J. agric. Sci. (Camb.)*, 86, 1976, s. 225-244.
- BICHELE, Z. N. — MOLDAU, Ch. A. — ROSS, J. K.: Matematičeskoje modelirovanie transpiracii i fotosinteza rastenij pri nedostatke počvennoj vlagi. Leningrad, Gidrometeoizdat 1980.
- BROWN, W. F. — MOSER, L. E. — KLOPFENSTEIN, T. J.: Development and validation of a dynamic model of growth and quality for cool season grasses. *Agric. Syst.*, 20, 1986, s. 37-52.
- BURNS, I. G.: A model for predicting the redistribution of salts applied to fallow soils after excess rainfall or evaporation. *J. Soil Sci.*, 25, 1974, s. 165-178.
- FISHMAN, S. — TALPAZ, H. — WINOGRAD, R. — DINAR, M. — ARAZI, Y. — ROSEMAN, Y. — VARSHAVSKI, S.: A model for simulation of potato growth on the plant community level. *Agric. Syst.*, 18, 1985, s. 115-128.
- FRANCE, J. — THORNLEY, J. H. M.: Mathematical models in agriculture. London, Butterworths 1984.
- FRISSEL, M. J. — VEEN, J. A. van (eds.): Simulation of nitrogen behaviour of soil-plant systems. Wageningen, PUDOC, 1981.
- GREENWOOD, D. J. — WOOD, J. T. — CLEAVER, T. J.: A dynamic model for the effects of soil and weather conditions on nitrogen response. *J. agric. Sci. (Camb.)*, 82, 1974, s. 455-467.
- HADAS, A. — BAR-YOSEF, B. — KAFKAFI, U. — YANIV, J.: A model to determine N, P, K fertilization recommendation under field conditions. Pamphlet (*Agric. Res. Orgn. Bet Dagan*), 217, 1979.
- HESKETH, J. D. — JONES, J. W. (eds.): Predicting photosynthesis for ecosystem models. Boca Raton, CRC Press 1980.
- HODGES, T. — KANEMASU, E. T.: Modelling daily dry matter production of winter wheat. *Agron. J.*, 69, 1977, s. 974-978.
- INNIS, G. S. (ed.): Grassland simulation model. Heidelberg - New York - Berlin, Springer Verlag 1978.

- JOHNSON, I. R. — THORNLEY, J. H. M.: Dynamic model of the response of a vegetative grass crop to light, temperature and nitrogen. *Pl. Cell Envir.*, 8, 1985, s. 485-499.
- JURY, W. A.: Simulation of solute transport using a transfer function model. *Wat. Resour. Res.*, 18, 1982, s. 363-368.
- LANDSBERG, J. J. — PORTER, J. R.: The ARC wheat model. In: *Proc. Aspects of crop growth agronomy conference*. Bournemouth, 1981, s. 104-115.
- MAC KERRON, D. K. L. — WAISTER, P. D.: A simple model of potato growth and yield. I. Model development and sensitivity analysis. *Agric. For. Meteorol.*, 34, 1985, s. 241-252.
- MOLZ, F. J.: Models of water transport in the soil-plant system — a review. *Wat. Resour. Res.*, 17, 1981, s. 1245-1260.
- O'LEARY, G. J. — CONNOR, D. J. — WHITE, D. H.: A simulation model of the development, growth and yield of the wheat crop. *Agric. Syst.*, 17, 1985, s. 1-26.
- PENDLETON, D. F. — MENKE, J. W. — WILLIAMS, W. A. — WOODMANSEE, R. G.: Annual grassland ecosystem model. *Hilgardia*, 51, 1983, s. 1-44.
- PENNING de VRIES, F. W. T. — LAAR, H. H. van (eds.): *Simulation of plant growth and crop production*. Wageningen, PUDOC 1982.
- PORTER, J. R.: Models and mechanisms in the growth and development of wheat. *Outl. Agric.*, 14, 1985, s. 190-197.
- REYNOLD, J. F. — ACOCK, B.: Predicting the response of plants to increasing carbon dioxide: a critique of plant growth models. *Ecol. Model.*, 29, 1985, s. 107-129.
- SINCLAIR, T. R. — MURPHY, C. E. — KNOERR, K. R.: Development and evaluation of simplified models for simulating canopy photosynthesis and transpiration. *J. app. Ecol.*, 13, 1976, s. 813-829.
- THORNLEY, J. H. M.: *Mathematical models in plant physiology*. London, Academic Press 1976.
- TORSSELL, B. W. R. — KORNHER, A.: Validation of a yield prediction model for temporary grasslands. *Swed. J. agric. Res.*, 13, 1983, s. 125-135.
- ÚLEHLA, J.: Vliv teploty na růst listové plochy u jarního ječmene. *Rostl. Výr.*, 27, 1981, č. 6, s. 567-574.

Došlo dne 13. 5. 1987

К моделированию некоторых экологических факторов на создание биомассы полевых культур

Обоснована необходимость применения математических моделей роста растений в агроэкологическом научном исследовании и практике и оценено ее значение. Объяснены понятия механизма и регрессных моделей, структура моделей и приведены обычно применяемые концепции моделей механизмов влияния экологических факторов на продукцию полевых культур.

математическое моделирование; модели механизмов; рост растений; экологические факторы

Simulation of the Influence of Some Environmental Factors on Biomass Formation in Field Crops

Reasons are given why mathematical models of plant growth have to be used in agroecological research and practice. The importance of such models is evaluated. The notions mechanism models, regression models and model structure are explained and the currently used conceptions of the mechanism models of the effect of environmental factors on the output of field crops are indicated.

mathematical modelling; mechanism models; plant growth; environmental factors

Adresa autora:

Ing. Milan Aichinger, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Фолтын Й.: Отношение асинхронности и аллометрии растений к симметрии посева пшеницы	1102
Розсыпал Р., Сушкевич М.: Влияние различной интенсивности обработки почвы в посевных методах на химические свойства чернозема	1112
Айхингер М.: К моделированию некоторых экологических факторов на создание биомассы полевых культур	1120

CONTENTS — Agroecology

Vach M.: The Influence of Some Controllable Factors on the Production of the Dry Biomass of Crops in Various Agroecosystems	1018
Šimon J.: The Effect of Irrigation and Nitrogenous Fertilization on the Basic Growth Characteristics of Winter Wheat in Two Different Crop Rotations	1027
Dotlačil L., Toman K.: The Effect of Sowing Rate on Yield Stability and Structure in Wheat Cultivars of Various Types	1037
Stražil Z.: Energy Balance in Various Crop Rotations with Irrigation	1047
Repka J., Kostrej A.: The Energy Effectiveness of Mineral Nutrition during the Production Process of Winter Wheat	1056
Křišťan F.: The Development of Brown Forest Soil Productivity and Crop Output over the Period of Thirty Years (1956 to 1986)	1069
Skala J.: The Effect of Site, Year and Fertilization on Nutrient Concentration in the Dry Matter of Potato Tubers	1084
Nátrová Z.: The Capacity of Conducting System in the Last Internode of the Stem in Winter Wheat Varieties of Different Ear Productivity	1090
Foltýn J.: A Relation of the Asynchronism and Allometry of the Symmetry of Wheat Stand	1103
Rozsypal R., Suškevič M.: The Effect of Different Intensity of Soil Cultivation in Crop Rotations on the Chemical Properties of Chernozem Soil	1113
Aichinger M.: Simulation of the Influence of Some Environmental Factors on Biomass Formation in Field Crops	1120

INHALT — Agroökologie

Vach M.: Auswirkung einiger regulierbarer Faktoren auf die Trockensubstanzproduktion der Biomasse von Kulturen in verschiedenen Agroökosystemen	1018
Šimon J.: Auswirkung von Bewässerung und Stickstoffdüngung auf die Grundwuchstumscharakteristika von Winterweizen in verschiedenen Fruchtfolgen	1027
Dotlačil L., Toman K.: Auswirkung der Saatmenge auf die Ertragsstabilität und -struktur bei typenunterschiedlichen Weizensorten	1037
Stražil Z.: Energetische Bilanzen in unterschiedlichen Fruchtfolgen mit Bewässerung	1047
Repka J., Kostrej A.: Energetische Effektivität der Mineralernährung in Produktionsprozeß von Winterweizen	1056
Křišťan F.: Entwicklung der Fruchtbarkeit von Braunerde und die Produktion im Zeitraum von dreißig Jahren (1956 bis 1986)	1070
Skala J.: Auswirkung von Standort, Jahrgang und Düngung auf die Nährstoffkonzentration in der Trockensubstanz der Kartoffelknolle (E)	1084
Nátrová Z.: Kapazität der Leitwege im letzten Internodium des Halmes bei Winterweizensorten mit unterschiedlicher Ährenproduktivität	1091
Foltýn J.: Beziehung der Asynchronie und Allometrie der Pflanzen zur Symmetrie des Weizenbestands	1104
Rozsypal R., Suškevič M.: Auswirkung verschiedener Bodenbearbeitungsintensität in der Fruchtfolge auf chemische Eigenschaften von Schwarzerde	1113
Aichinger M.: Zur Modellierung der Auswirkung einiger ökologischer Faktoren auf die Bildung der Biomasse von Feldfrüchten (E)	1120

Rukopisy odevzdány k tisku 18. 6. 1987, podepsáno k tisku 15. 9. 1987

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 1987
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, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.