

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

AGROEKOLOGIE

9-10

ČOČNÍK 37
PRAHA
ZÁŘÍ 1991
ŘÍJEN 1991
VOVYAM 37 (9-10)
05-864
S ISSN 0370-663X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada: Doc. ing. Josef Šimon, CSc. (předseda), doc. ing. Pavol Bajči, CSc., ing. Helena Donátová, CSc., prof. ing. Václav Fric, DrSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Alois Chalupa, CSc., prof. ing. Vladimír Krajčovič, prof. ing. Lubomír Minx, DrSc., ing. Timotej Miština, CSc., doc. RNDr. Jan Novák, DrSc., ing. Josef Pařízek, ing. Jaromír Procházka, CSc., prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc., ing. Vlastimil Rasocha, CSc., prof. ing. Jozef Repka, DrSc., doc. ing. Miron Suškevič, DrSc., RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., prof. ing. Václav Vaněk, DrSc., ing. Marie Váňová, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., doc. ing. František Vrkoč, DrSc.

Vedoucí redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH — Agroekologie

Vrkoč F.: Úvodník	705
Špaldon E., Molnárová J.: Agroekologické aspekty času sejby a výsevků různých odrůd ozimního ječmene	707
Petr J., Hradecká D.: Potenciální a reálná produktivita klasu tritikale	715
Vach M.: Působení vybraných regulovatelných faktorů na ozimou pšenici	727
Javůrek M., Strnad P.: Vliv vybraných faktorů a jejich interakcí na jarní ječmen	735
Repka J., Danko J.: Energetická efektivnost pěstování plodin při velkovýrobních technologiích	745
Stražil Z., Šimon J.: Energetické bilance u zavlažované ozimé pšenice v různých typech osevních postupů	753
Křišťan F., Skala J., Veleta V.: Výnosy plodin při biologickém a konvenčním systému hospodaření na hnědé půdě	761
Dotlačil L., Toman K.: Pokryvnost listů a výnos zrna u produktivních evropských odrůd ozimé pšenice	771
Haberle J.: Vliv hnojení dusíkem na poměr kořenové a nadzemní hmoty v průběhu růstu jarních obilnin	779
Kostrej A.: Kvantitativní charakteristiky formování vodného deficitu rostlin	791
Zemánek M.: Produktivita, adaptace a výnosová stabilita jarního ječmene v modelovém zásobování vodou	799
Nátrová Z.: Vliv genotypu a vnějších podmínek na heterogenitu počtu a délky průduchů listů ozimé pšenice	809
Zrůst J.: Skladba výnosotvorných prvků u brambor šlechtěných pro raný konzum	817
Havlíčková H., Smetánková M.: Vztah produkce jarního ječmene a napadení mšic <i>Rhopalosiphum padi</i> (L.) k podmínkám výživy	827
Bukvaj M.: Produkční schopnost dočasných travních porostů s vyšším podílem jetelovin v různých stanovištních podmínkách	837
Skala J., Křišťan F., Veleta V.: Analýza tvorby výnosů jarního ječmene v období 1970 až 1988 při různé intenzitě hnojení na hnědé půdě	845
Moravec P., Petříková V.: Vliv imisního zatížení na kontaminaci půd v sadech	857

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Zahradníček J.: Symposium o fotosyntéze v produkčním procesu rostlin	816
--	-----

JUBILEUM

Vrkoč F.: Životní jubileum ing. Josefa Slepíčky, CSc.	836
---	-----

Člověk žije po tisíce let s rostlinami v postupné adaptivní evoluci. I dnes, stejně jako v minulosti na tom závisí jeho přežití. Prostředí spolu s antropogenními faktory působí na rostlinné organismy různými vlivy, avšak i rostliny mohou působit na prostředí a měnit je, např. půdní prostředí se vlivem rostlin také významně mění. Výzkum vlivu regulovatelných a neregulovatelných faktorů prostředí na rostliny je jedním z hlavních úkolů agroekologie. V tomto směru se hromadí stále nové poznatky o působení jednotlivých faktorů a jejich interakci na produkční procesy a na tvorbu hospodářských výnosů.

Při snaze dosáhnout maximálních hospodářských výnosů se musí počítat s tím, že příslušné regulovatelné i neregulovatelné faktory se mohou různě sumarizovat a dosahují optima jen zřídka. Týká se to především vody a živin — odtud nutnost vhodného zpracování půdy, zavlažování a hnojení. Určitý faktor se může stát limitujícím, když jeho úroveň poklesne nebo naopak vzroste. Klíčovým úkolem agroekologie je nalézt optimální úroveň především u regulovatelných faktorů a toto optimum nepřekračovat, protože může vést k nežádoucím důsledkům (např. nadměrné dávky dusíku a kontaminace spodních vod). Fyziologické optimum získané v laboratorních, případně skleníkových podmínkách se však jen vzácně shoduje s optimem ekologickým, které v důsledku konkurence rostlin v populaci a dalších faktorů prostředí leží vlevo nebo vpravo od fyziologického optima. V populacích kulturních rostlin nevede konkurence ke snížení počtu rostlin, ale k celkovému snížení produkce všech rostlin. Proto je nutné volit vhodný počet a co nejlepší rozmístění rostlin na ploše.

Podkladem k doporučení optimálních kombinací regulovatelných faktorů jsou výsledky polyfaktoriálních polních pokusů. Součet účinků jednotlivých regulovatelných faktorů dává však jen výjimečně stejnou hodnotu jako jejich společný účinek. Informace o interakcích zkoušených regulovatelných faktorů tak poskytují další náměty pro hledání takových kombinací stupňů, které by v maximální míře umožnily odkrýt výnosový potenciál polních plodin a současně naznačily další směr výzkumu. V současné době jsou již k dispozici vhodné matematicko-statistické metody pro vystižení vzájemné součinnosti faktorů v produkčním systému porostů kulturních rostlin.

Je všeobecně známo, že u většiny přirozených ekosystémů je produkce biomasy v rovnováze s podmínkami prostředí. Naproti tomu agroekosystémy, které člověk sám vytvořil, vyžadují dodatkovou energii a při vzrůstající produkci jsou stále otevřenější na rozdíl od uzavřenějších agroekosystémů, typických pro primitivnější způsoby hospodaření.

V souvislosti se stále vyšší intenzitou rostlinné výroby jsou vztahy v agroekosystémech stále složitější a pro udržení jejich funkce je nutné zvyšovat vklady energie a odolnost agroekosystémů vůči antropogenním vlivům. Úkolem agroekologie je hledat možnosti, jak agroekosystémy dále zproduktivňovat. Měřítkem vuspělosti rostlinné výroby by mělo být maximální využívání všech biologických faktorů a účelné využívání optimálních, nikoliv nadměrných energetických dodatků. Maximální využití výnosového potenciálu při nízké potřebě dodatkové energie (v poslední době low-inputs) závisí na sladění a optimalizaci faktorů regulovatelných člověkem s neregulovatelnými faktory prostředí a

s vnitřními ekologickými faktory, danými druhem a odrůdou pěstované plodiny. Cílem agroekologického výzkumu je setrvalý rozvoj zemědělství (sustainable agriculture), který by umožňoval efektivní produkci potravin a krmiv při striktním ekologickém imperativu.

Tematické dvojčíslo zaměřené na agroekologii obsahuje několik příspěvků shrnujících výsledky různých polyfaktoriálních polních pokusů. V uplynulých letech byla i nadále věnována pozornost energetickým bilancím a výzkumu tvorby výnosů u tritikale, ozimé pšenice, jarních obilnin a brambor. Pokračovaly výzkumné práce zabývající se ekologickými aspekty fyziologie produktivity.

V tomto monotematickém čísle jsou tradičně zahrnuty práce, které hodnotí vývoj výnosů za delší časovou řadu při různých systémech hospodaření. Závažné jsou i práce týkající se tvorby výnosů a kontaminace půd v imisních oblastech, jakož i příspěvek zabývající se vztahem mezi škodlivými činiteli a úrovní výživy rostlin.

Vědecké práce v tematickém dvojčísle vědeckého časopisu Rostlinná výroba umožňují vytvořit si představu o tom, čím vědecká pracoviště v ČSFR přispěla v posledním období k rozvoji poznání na úseku agroekologie.

Doc. ing. František V r k o č, DrSc.

AGROEKOLOGICKÉ ASPEKTY ČASU SEJBY A VÝSEVKOV RÔZNYCH ODRÔD OZIMNÉHO JAČMEŇA

Emil Špaldon, Juliana Molnárová

Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

Pre ozimný jačmeň, považovaný za veľmi rizikovú obilninu, boli metódou poľných pokusov za päť rokov prešetrené vplyvy včasného a neskorého času sejby, nízkych a vysokých výsevkov pri troch odrodách: Borwina, Ermo, Sigra. Prvé tri roky prebiehali pokusy za nepriaznivých poveternostných podmienok, t.j. za veľkého sucha, vysokej výparnosti a ťažko pripravovateľnej pôde k sejbe. Dva posledné roky boli pre klíčenie, vzchádzanie a prípravu pôdy dobré podmienky. Zisťované boli počty rastlín začiatkom jarnej vegetácie rastové fázy, klasová pokryvnosť, ozrnenie a HTZ pri zbere. Výsledky jednoznačne preukázali, že čas sejby treba voliť podľa ekologických podmienok — čím je suchšie jesenné obdobie a vysoká výparnosť, tým neskôr sejeme pri súčasne podstatne zvýšenom výsevku až 5,5 mil. klíčivých zŕn na 1 ha. Pri priaznivých vlhkostných a pôdnych podmienkach treba siať zavčasu, a to s veľkozrnnými odrodami pri nižšom (3,5 mil.) a pri drobnozrnných odrodách so zvýšeným (5,5 mil.) výsevkom. Bol stanovený aj podiel sledovaných článkov agrotechniky a ročníkov na prírastkoch úrod pre sledované odrody v rozličných ročníkoch. Výsledky ukázali, že úrodami ozimný jačmeň nezaostáva, skôr prevyšuje ozimnú pšenicu.

Pestovanie ozimného jačmeňa v podmienkach kukuričných výrobných oblastí nadobúda opäť na význame. Kým staré odrody nevykazovali uspokojivé hektárové úrody, najmä pre svoju malú agroekologickú adaptabilitu na zimu a suchšie jaro, nové odrody sú v tomto smere podstatne lepšie. Aj tak je ich úrodová stabilita neuspokojivá a zrejme má svoje základy v základných článkoch agrotechniky, najmä veľkosti výsevkov a vhodného času sejby, teda v článkoch plne ovládateľných. Týmto otázkam sa pri ozimnom jačmeni nevenovala náležitá výskumná pozornosť a výrobná prax sa opiera o rôzne, značne protichodné literárne odporúčania. Preto bolo potrebné tieto dva články pestovateľského systému preskúmať exaktnými experimentami.

V literatúre sa nachádzajú prevažne názory na včasné termíny sejby od polovice septembra do prvej dekády októbra (Borisoník, 1959; Foltýn, 1961; Dickson, 1979; Limová, 1980; Kahnt, Kübler, 1981; Hänsel et al., 1982; Ilieva, Staneva, 1982; Kasper, 1984; Ondruch, 1984; Lekeš, 1985; Ionescu, 1986 a iní). Kritickejší pohľad na termín sejby uvádzajú Petr et al. (1986), keď konštatujú, že predčasné a neskoré výsevy majú zhoršenú vzchádzavosť a pri predčasných výsevoch za teplej a vlhkej jesene dochádza k tomu, že hlavné steblo, prípadne prvé odnože prejdú do generatívnej vývinovej fázy, čo zapríčini pokles aktuálnej mrazuvzdornosti a vegetačný vrchol zamrzne. Pre veľmi skoré výsevy vyslovuje podobný názor

aj Lekeš (1985). Molnárová (1988) odporúča voliť čas sejby podľa priebehu poveternostných podmienok koncom leta.

Podobne sú veľmi odlišné aj názory na výsevok. Pováčšine sa odporúčajú výsevky v rozpätí 2,8 až 4,0 mil. klíčivých zŕn na 1 ha (Hänsel et al., 1982; Maleševič, 1984; Lekeš, 1985 a iní). Petr et al. (1985) neodporúčajú výsevok nad 5 mil. klíčivých zŕn a väčší počet autorov odporúča výsevok 4 až 5 mil. klíčivých zŕn (Ilieva, Staneva, 1982; Ondruch, 1984; Gramatikov, 1985; Hlavíčka, 1987 a iní). Štátne odrodové skúšky ÚKSÚP sa v kukuričných a repárskych oblastiach realizujú s výsevkami 4,0 mil. klíčivých zŕn na 1 ha.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sa uskutočnili na výskumnej báze ÚBRP — areál Agrokomplex s nivnou pôdou slabo glejovou až glejovou, ťažkou až veľmi ťažkou, ílovitohlinitou až ílovitou, mierne kyslou, stredne humóznou, stredne až dobre zásobenou fosforom a dobre draslíkom.

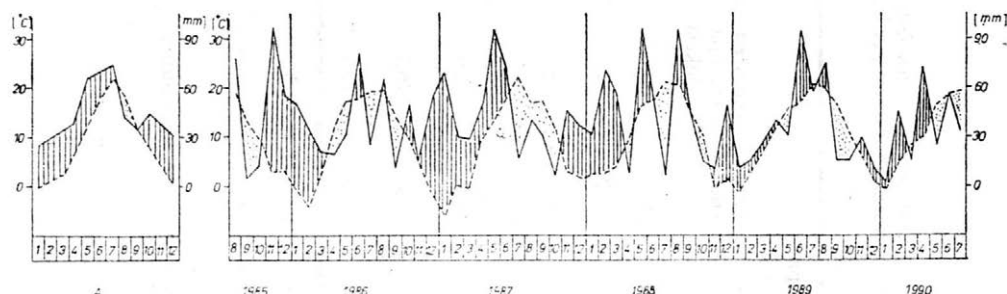
Od vegetačnej sezóny 1985/1986 do 1989/1990 boli zaradené nové odrody Borwina (päť rokov), Ermo (tri roky) a Sibra (posledné dva roky). Parcelky boli 25 m² veľké, štyrikrát opakované, predplodinou bol hrach na semeno s ohľadom na to, že súčasne bolo sledovaných päť odrôd ozimnej pšenice.

Sejba sa uskutočňovala vo včasnom termíne 23. až 26. septembra a v neskorom termíne 14. až 22. októbra. Výsevky boli 3,5 a 5,5 mil. klíčivých zŕn na 1 ha. Boli použité tri úrovne hnojenia, a to kontrola nehnojená, hnojenie na úroveň teoreticky stanoveného odberu NPK pre úrodu 8 t zrna 308 kg NPK (160 kg N, 29 kg P a 119 kg K) a napokon racionalizované hnojenie na základe zistených zásob NPK v pôde a po odpočítaní využiteľného podielu zisteného pred sejbou pri odnožovaní a pri steblovaní tak, že v prvej trojročnej časovej etape boli priemerné dávky 189,6 kg NPK . ha⁻¹ (95,0 kg N + 11,4 kg P + 83,2 kg K) a v druhej dvojročnej časovej etape 117,0 NPK . ha⁻¹ (37,3 kg N + 8,7 kg P + 71,0 kg K).

V tejto práci sa zaoberáme analýzou výsledkov z hľadiska času sejby a výsevu len pri racionalizovanom hnojení v porovnaní s výsledkami stanice ÚKSÚP v Nových Zámkoch, ktoré sú v približne rovnakých agroekologických podmienkach so skorou sejbou a výsevkom 4 mil. klíčivých zŕn na 1 ha.

V priebehu pokusných ročníkov boli zaznamenávané všetky potrebné meteorologické údaje a fenologické pozorovania. Z týchto sa zaoberáme najmä podmienkami pri sejbe, koncom zimy, podielom zrážok na evapotranspirácii v apríli až júni, úrodami, vplyvom zmien času sejby a veľkosti výsevov a štruktúrou niektorých úrodotvorných prvkov (klasová pokryvnosť, hmotnosť zŕn v klase a hmotnosť tisíce zŕn).

Priebeh počasia znázorňuje Walterov klimogram (obr. 1), z ktorého je zrejmé, že jesenné obdobie v rokoch 1985 až 1987 bolo suché, v rokoch 1988 až 1989 takmer normálne, čo sa prejavilo v náročnej príprave pôdy k sejbe, pri vzhádzaní a prezimovaní. Jarné obdobie v roku 1986 bolo veľmi suché, v ostatných rokoch zrážkovo takmer normálne.



1. Walterov klimogram — Walter climatogramme

A — 50 ročný priemer — average for 50 years

[] — sucho — drought

[] — zrážky — precipitation

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Dosiahnuté úrody sú uvedené v tab. I a II, zodpovedajú priebehu tvorby porastu v jednotlivých poveternostných podmienkach ročníkov. Poľná vzchádzavosť a počet rastlín po prezimovaní v prvej etape 1986 až 1988 dosiahla v prvom termíne sejby a v trojročnom priemere pri odrode Borwina hodnôt 132,6 (37,9 % výsevku), resp. 185,6 (33,7 %) pri zvýšenom výsevku. Pri odrode Ermo to bolo 38,2 %, resp. 35,8 %. V neskoršom termíne sejby boli tieto hodnoty podstatne vyššie: 69,6, resp. 63,1 % a 68,7, resp. 58,7 %. Tento stav zapríčinili malé a zle rozdelené zrážky, veterné počasie, vysoká výparnosť vody z pôdy, ktorá sa presušila. Až novembrové zrážky zaistili vlahu pre vyklíčenie, kým časť vyklíčených semien zo skoršieho termínu sejby zaschla a rastlinky uhynuli. Pri marcovej inventarizácii porastov boli rastliny v začiatočných rastových fázach F_1 a F_2 a začínali odnožovať.

Tvorba všetkých ďalších prvkov úrody závisela od podmienok počas jarnej vegetácie. Tie boli v roku 1986 charakterizované suchom (52 % dlhodobého priemeru zrážok), veľkou redukciou odnoží, nízkou klasovou pokryvnosťou a nízkou HTZ, takže v závere nízkou úrodou, najmä z porastov s nižšími výsevkami v obidvoch termínoch sejby a pri obidvoch výsevkoch vo včasnom termíne sejby. V rokoch 1987 a 1988 boli zrážky od apríla do konca júna 131,9, resp. 90,1 % dlhodobého normálu, a tým sa porasty dobre vyvinuli, dozreli a dosiahli sa vysoké úrody. Nások v počte rastlín začiatkom jari pri druhom termíne sejby a zvýšenom výsevku zaistil pri nich vyššie úrody. Rozhodujúci tu bol vplyv klasovej pokryvnosti, ktorá v trojročnom priemere bola pri odrode Borwina v neskoršom termíne vyššia o 17 % a pri odrode Ermo o 15 % než v prvom termíne sejby.

Klasová pokryvnosť pri zvýšenom výsevku bola o 6,3, resp. o 5,2 % vyššia než pri nižšom výsevku. Tieto rozdiely mierne znižovalo ozrnenie klasov pri obidvoch odrodách a nepatrné rozdiely v HTZ. V súhrnnom úrodovom účinku pri odrode Borwina v trojročnom priemere vplyvom zvýšeného výsevku sa zvýšila úroda o 11,3, resp. o 3,8 %, vplyvom neskoršieho termínu sejby o 16,2, resp. 8,4 %. Neskorší termín sejby a vyšší výsevok zvýšili dosiahnutú úrodu o 20,6 %, t. j. o $1,48 \text{ t. ha}^{-1}$,

I. Úrody zrna ozimného jačmeňa odrody Borwina, siateho v dvoch termínoch a s dvomi výsevkami v t.ha⁻¹ (I. etapa — ročníky so suchou jeseňou, II. etapa — ročníky s priemerne vlhkou jeseňou) — Winter barley grain yields of the Borwina variety sown in two dates and two sowing rates in t per ha (stage I — years with dry autumn, stage II — years with medium moist autumn)

Termín ¹	Výsevky ²	I. etapa ³						II. etapa				
		1986	1987	1988	$\bar{x}$	relatívne ⁴ %	skutočná naturálna produkcia ⁵	1989	1990	$\bar{x}$	relatívne %	skutočná naturálna produkcia
I	3,5	4,72	8,98	7,85	7,18	100	37,9	9,67	10,12	9,90	100	83,9
	5,5	6,46	9,48	8,03	7,99	111,3	42,2	9,04	10,16	9,60	97,0	81,4
	$\bar{x}_I$	5,59	9,23	7,94	7,59	100	41,9	9,36	10,14	9,75	100	82,7
II	3,5	6,70	9,05	9,26	8,34	116,2	44,0	8,65	9,34	9,00	90,9	76,3
	5,5	7,32	9,64	9,03	8,66	120,6	45,7	8,78	9,39	9,09	91,8	77,1
	$\bar{x}_{II}$	7,01	9,35	9,15	8,50	112,0	44,9	8,72	9,37	9,05	92,8	76,7
$\bar{x}_I + II$		6,30	9,29	8,54	8,04	105,9	42,4	9,04	9,75	9,40	96,4	79,7

Úrody v pokusoch ÚKSÚP (najbližšie pracovisko v kukuričnej výrobnjej oblasti), stanica Nové Zámky⁶ v I. etape: 3,39 — 5,40 — 7,06, $\bar{x}$ 5,28 (skutočná naturálna produkcia — 18,9); v II. etape 6,22 — 6,82, $\bar{x}$ 6,52 (skutočná naturálna produkcia — 41,5)

$D_T - 0,05 = 0,21$
 $0,01 = 0,28$

¹date, ²sowing rates, ³stage, ⁴relatively, ⁵actual natural production, ⁶yields in trials of the Central Control and Testing Institute for Agriculture — ÚKSÚP (the nearest working place in the maize-growing region), the Nové Zámky station

II. Úrody zrna ozimného jačmeňa odrôd Ermo, resp. Siga, siateho v dvoch termínoch a s dvomi výsevkami v t.ha⁻¹ (I. etapa — ročníky so suchou jeseňou — odroda Ermo, II. etapa — ročníky s priemerne vlhkou jeseňou — odroda Siga) — Winter barley grain yields of the Ermo and Siga varieties, resp., sown in two dates and two sowing rates in t per ha (stage I — years with dry autumn — the Ermo variety, stage II — years with medium moist autumn — the Siga variety)

Termín ¹	Výsevky ²	I. etapa ³						II. etapa				
		1986	1987	1988	$\bar{x}$	relatívne ⁴ %	skutočná naturálna produkcia ⁵	1989	1990	$\bar{x}$	relatívne %	skutočná naturálna produkcia
I	3,5	5,39	8,90	8,32	7,54	100	39,8	9,94	8,77	9,36	100	79,4
	5,5	6,07	9,17	8,70	7,98	105,8	42,1	10,06	9,58	9,82	104,9	83,3
	$\bar{x}_I$	5,73	9,04	8,51	7,76	100	41,0	10,0	9,18	9,59	100	81,3
II	3,5	6,80	8,64	8,78	8,07	107,0	42,6	9,06	7,08	8,07	86,2	68,4
	5,5	7,07	8,91	9,31	8,43	111,8	44,5	9,10	7,55	8,43	90,1	71,5
	$\bar{x}_{II}$	6,94	8,78	9,05	8,25	106,3	43,5	9,08	7,42	8,25	86,0	70,0
$\bar{x}_I + II$		6,33	8,91	8,78	8,01	103,2	42,3	9,54	8,30	8,92	93,0	75,6

Úrody v pokusoch ÚKSÚP (najbližšie pracovisko v kukuričnej výrobnjej oblasti), stanica Nové Zámky⁶ v I. etape: 4,12 — 6,43 — 7,55, $\bar{x}$ 6,03 (skutočná naturálna produkcia — 38,4); v II. etape 8,24 — 7,25, $\bar{x}$ 7,75 (skutočná naturálna produkcia — 49,4)

$$D_T - 0,05 = 0,21$$

$$0,01 = 0,28$$

For 1 — 6 see Tab. I

a po odpočítaní hmotnosti 2,0 mil. klíčivých zŕn na 1 ha pre zvýšenie výsevku je prírastok úrody 1,38 t.ha⁻¹, čo je efektívne a racionálne. Pri odrode Ermo sú účinky zvýšeného výsevku 5,8, resp. 4,5 % a neskoršieho termínu sejby 7,0, resp. 5,6 %. Celkové zvýšenie úrody 0,89 t.ha⁻¹, znížené o zvýšenie výsevku, je o 0,8 t.ha⁻¹. Ak porovnáme dosiahnuté výsledky v trojročnom období s výsledkami v odrodovej skúšobni ÚKSÚP v Nových Zámkoch, tie boli pri odrode Borwina vyššie o 48 % a pri odrode Siga (Ermo) o 26,8 %. Tieto rozdiely pochádzajú zo zvýšených výsevkov a neskoršieho termínu sejby. Analýza podielov článkov agrotechniky a ročníkov na prírastku úrod ukazuje na odlišné chovanie sa odrôd zaradených do pokusov:

	Borwina	Ermo
Neskorší termín sejby	18,2	12,1
Zvýšený výsevok	11,1	9,8
Poveternostný ročník	70,7	78,1

Celkom ináč prebieha tvorba prvkov úrody v druhej etape pokusov, charakterizovaných dobrými podmienkami pre prípravu pôdy, a vzchádzanie na jeseň s dobrým rozdelením a množstvom zrážok v jarnom období. Začiatkom jarnej vegetácie bolo pri odrode Borwina v dvojročnom priemere 63,4 — 71,1 — 52,7 — 62,7 % rastlín z vysiateho počtu klíčivých zŕn. Pritom rastliny zo skoršieho termínu sejby boli vo fáze F₃ až F₅, kým rastliny z neskoršieho termínu boli v F₁ až F₂. Pri odrode Siga boli v tom istom období počty rastlín 61,9 — 75,4 — 54,7 — 65,5 % v rovnakých rastových fázach ako pri odrode Borwina. Pri oboch odrodách bol takto dostačujúci počet rastlín pri vstupe do jarnej vegetácie. Absolútne a aj relatívne bolo viac rastlín pri vyššom výsevku.

Jarná vegetácia a tvorba prvkov úrody prebiehali pri dobrých vlhkových a teplotných podmienkach. V roku 1989 dosiahli zrážky za apríl až jún 103,5 % normálu a v roku 1990 107,3 %. Predstavovali 82,8, resp. 61,0 % výparnosti. Klasová pokryvnosť bola pri odrode Borwina 520 — 447 — 471,3 — 495,5 a pri odrode Siga 543,8 — 428,8 — 455,3 — 517,3. Dosiahla sa vysoká hmotnosť tisíce zŕn pri odrode Borwina a vysoké ozrnenie pri odrode Siga pri nižšej HTZ, čo všetko sa prejavilo v rozdieloch konečnej úrody. V priaznivých podmienkach druhej etapy pokusov sa dosiahli najvyššie úrody odrody Borwina pri nižšom výsevku; vo včasnom termíne sejby o 9,1 % vyššie než v neskoršom termíne a o 3,0, resp. 5,3 % vyššie než pri vyššom výsevku. Pri odrode Siga sa najvyššia úroda dosiahla pri včasnej sejbe, ale vyššom výsevku, a to o 4,9 % vyššia než pri nižšom výsevku. Úrody v neskoršom termíne a vyššom výsevku boli významne nižšie, a to o 14,2 %.

Za priaznivých rastových podmienok je aj podiel sledovaných článkov agrotechniky a ročníka na prírastkoch úrod (v %) celkom iný než v prvej etape, čo do istej miery charakterizuje odrody.

	Borwina	Siga
Skorší termín sejby	46,4	45,6
Nižší výsevok	6,6	—
Vyšší výsevok	—	13,2
Poveternostný ročník	47,0	41,2

Ak posúdime dosiahnuté výsledky pod zorným uhlom názorov citovaných autorov, tak pre podmienky kukuričných a repárskych oblastí, v ktorých často býva veľmi sucho koncom leta a začiatkom jesene, treba pri ozimnom jačmeni voliť termín sejby a výsevkov podľa ekologických, najmä poveternostných podmienok a stavu pôdy s prihliadnutím, či ide o drobno či veľkozrnnú odrodu. Tým sa naše výsledky odlišujú od väčšiny spomenutých autorov, ktorí odporúčajú výsevky do 4 mil. klíčivých zŕn na 1 ha a sejbu počas septembra.

V podmienkach suchej jesene treba posunúť sejbu ku koncu agrotechnickej lehoty, odporúčanej pre ozimnú pšenicu, a zásadne zvýšiť výsevok. To súhlasí s názormi zahraničných autorov z Maďarska, Juho-slávie, Bulharska a Rumunska, od ktorých sa odlišujú naše výsledky z druhej etapy práce.

Za podmienok priaznivej jesene aj v našich kukuričných a repárskych oblastiach treba siať zavčas, a to pri veľkozrnných odrodách s výsevkom do 4 mil. klíčivých zŕn na 1 ha a pri drobnozrnných odrodách až do 5,5 mil. Naše výsledky sa približujú podobným výsledkom s piatimi odrodami ozimnej pšenice s tým istým článkom agrotechniky. Kým pri pšenici bolo rozpätie úrod za päťročné obdobie od 1,71 do 9,71 t. ha⁻¹, pri ozimnom jačmeni bolo od 4,36 do 10,25 t. ha⁻¹, čo naznačuje väčšiu agroekologickú adaptabilitu a úrodnosť ozimného jačmeňa v porovnaní s ozimnou pšenicom.

Literatúra

- BORISONÍK, Z. B.: Osnovnyje voprosy vzdelyvanija jačmenja i ovsy v stepnyh rajonach Ukrajiny. In: Jačmeň i oves, Moskva, 1959, s. 221-251.
- DICKSON, A. D.: Barley: origin botany, culture, winterhardiness genetics, utilization, pests, Agric. Handb. US Dep. Agric., 1979, č. 338.
- FOLTÝN, J.: Agrotechnické lhůty setí ozimých obilovin. Praha, SZN 1961.
- GRAMATIKOV, B.: Faktory i uslovija kojito vlijat na formirano na dobiva pri ečemika. Selskostop. Nauka, 23, 1985, č. 5, s. 50-58.
- HÄNSEL, A. — SCHÖNLEITER, B. — BEESE, G.: Sortenspezifische Anbauhinweise für den neuen Wintergetreidesorten. Feldwirtschaft, 23, 1982, č. 6, s. 237-284.
- HLAVIČKA, A.: Odrodová skladba obilnín a niektoré aspekty agrotechniky. In: Zbor. ref. Nové poznatky v pestovateľskej technológii obilnín, Piešťany, 1987, s. 19-29.
- ILIEVA, S. — STANEVA, B.: Vlijanije na posevnata norma i vremeto na seitba verchu sortove zimn ečemik. Rasteniev Nauki, 19, 1982, č. 1, s. 39-47.
- IONESCU, N. a kol.: Influenta datei sementalni supra productiei griului si orzului do roamna. An. Inst. Cerc. Cer. Pl. Teh. Fund., 53, 1986, s. 313-324.
- KAHNT, G. — KÜBLER, E.: Einfluss von Saatzeit, Saatstärke und gestalteter N-Düngung auf den Ertrag verschiedener Getreidearten. I. Wintergerste. Landwirtschaft. Jb. Bayern, 58, 1981, č. 3, s. 333-346.
- KASPER, W.: Zur Reaktion der Wintergerstensorten auf Saatzeit und Vorfrucht in der Sortenwertprüfungen. Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtschaft), 1984, s. 199-209.
- LEKEŠ, J.: Ječmen. Praha, SZN 1985.
- MALEŠEVIĆ, M.: Prinos ozimog stočnog ječma v zavisnosti ot gustine setve i količine azota. Arch. Poljoprivr. Nauke, 44, 1984, č. 156, s. 445-453.
- MOLNÁROVÁ, J.: Biologická racionalizácia pestovania ozimného jačmeňa (odroda Erfa) v podmienkach intenzifikácie pestovania. [Kandidátska dizertácia.] Nitra, 1988, Vys. Šk. poľnohosp. Fak. agron.
- ONDRUCH, Z.: Technologie pěstování nových odrůd ječmene (ozimý ječmen Borwina). [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1984.
- PETR, J. — HRADECKÁ, D. — ANDRESOVÁ, A.: Růst a vývin ozimého ječmene do nástupu zimy. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 7, s. 689-699.

Došlo 11. 3. 1991

E. ŠPALDON, J. MOLNÁROVÁ (University of Agriculture, Nitra):
Agroecological aspects of sowing date and sowing rates of different winter barley varieties.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 707-714.

Effects of early and late sowing date, high and low sowing rates were studied in winter barley considered as very risky cereal crop, through the method of field trials performed during five years. The varieties used were as follows: the Borwina, Ermo, and Sigra varieties. The trials were carried out under unfavourable weather conditions during first three years, i.e. under intensive drought, high evaporation rate and hard-to-cultivated soil for sowing. Two last years were good for germination, emergence and soil cultivation. The following factors were determined: numbers of plants at the beginning of the spring growing season, ear area, kernel percentage and thousand-kernel weight at the harvest. The results demonstrated unambiguously that the sowing date is to be chosen on the basis of ecological conditions — the drier autumn and evaporation rate, the later sowing at the simultaneous higher sowing rate of 5.5 million of germinating grains per ha. Under favourable moisture and soil conditions, it is necessary to sow early that is large-grained varieties at lower sowing rate of 3.5 million and small-grained varieties with increased sowing rate (5.5). The proportion of components of cultural practices and years were determined on the yield increases for the varieties under study in different years. The results showed that winter barley is not left behind the yields, it has even higher yields than winter wheat.

Jiří Petr, Dana Hradecká*Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6*

V tříletém pokuse se u odrůdy tritikale Dagro, Grado, Largo, Lasko a Korm sledovala tvorba a redukce klásků a kvítků v klase ve srovnání s ozimým žitem Breno a ozimou pšenicí Regina (rok 1986/1987 Viginta a Zdar). Bylo hodnoceno pět variant s odlišným rozdělením dusíkatého hnojení a aplikací regulátorů růstu. Potenciální produktivitu klasu představuje maximální počet založených klásků a kvítků. V našich tříletých pokusech se u tritikale dosáhlo maximálně 38 klásků (průměrně 35 klásků). Maximální počet kvítků v průměru všech odrůd a variant dosahoval u tritikale 113 (u některých variant až 143 kvítků). Redukce byla různá podle podmínek pokusného roku. V roce 1987 se redukovalo 17,5 % založených kvítků, v roce 1988 64,3 % a v roce 1989 61,8 %. Menší redukce byla zjištěna u ozimého žita (20 až 58,6 %), ale podstatně vyšší u ozimé pšenice (51,2 až 73,5 %). Reálnou produktivitu klasu tvoří počet obilek, vyjádřený v procentech z maximálního počtu založených kvítků. Lze ji odvodit z procenta redukce kvítků (zbytek do 100 %). Založení většího počtu generativních orgánů podporuje spíše chladnější počasí s dostatkem srážek a též kratší den v době diferenciací základu klasu. Zvláštností tritikale je rychlejší růst po vymetání (ve srovnání s žitem), takže delší klas souvisí též s jeho vyšší produktivitou. Na založení počtu klásků a kvítků působilo vyšší hnojení dusíkem v první a druhé dávce (brzy na jaře a na konci odnožování a začátku sloupkování). Rovněž aplikace regulátorů růstu (chlórmequátu nebo směsi chlórmequátu a paclobutrazolu) v odnožování nebo ve dvou dávkách (v odnožování a sloupkování) měla pozitivní vliv na počet založených generativních orgánů.

Od roku 1982, kdy se v mezinárodních odrůdových pokusech, vedených na 52 místech, umístila na prvním místě polská odrůda tritikale Lasko, se tento nový, člověkem vytvořený druh velmi rozšiřuje. Je to po více než sto letech, kdy se podařilo německému šlechtici Rimpauovi získat prvního plodného křížence pšenice a žita. Záslouhou úspěšného šlechtění polských vědců (např. Wolski, Timeniecek, 1984 aj.) se nejen v Evropě, ale i v ostatních kontinentech tritikale uplatňuje pro mnohé cenné vlastnosti. Podobně i v ČSFR, kde plocha osevu již přesáhla v roce 1990 34 tis. ha, je zcela zřejmý hospodářský přínos i budoucnost tritikale.

Z těchto skutečností jsme vycházeli při postavení úkolu studia tvorby biologického a hospodářského výnosu. V literatuře je dosud málo údajů o dynamice tvorby sušiny, asimilační plochy a o tvorbě jednotlivých výnosových prvků. Ucelenější pohled přináší Doliňski (1986), známé jsou některé výsledky britské vědy (Anonymous, 1985). U nás se touto problematikou zabýval Belfín (1988).

MATERIÁL A METODA

V rámci studia tvorby biologického a hospodářského výnosu jsme sledovali zakládání kláskových a kvítkových hrbolků na vzrostném

vrcholu, základu budoucího klasu. Maximální počet založených kvítků považujeme za potenciální produktivitu klasu a konečný počet zrn v klasu v době sklizně za reálnou produktivitu klasu. Vyjadřujeme ji v procentech z maximálně založeného počtu kvítků.

V určitých intervalech (asi 14 dní) jsme sledovali u 10 odebraných rostlin fáze růstu, etapy organogeneze vzrostného vrcholu a přitom jsme též stanovili počet kláskových a kvítkových hrbolků a délku vrcholu. Za maximální počet jsme považovali nejvyšší zjištěnou hodnotu při jednom z odběrů. Obvykle to bylo v VI. etapě organogeneze. V pokusech byly zařazeny odrůdy tritikale Lasko, Korm, Dagro, Grado a Largo ve srovnání s odrůdou ozimého žita Breno a ozimou pšenicí odrůdou Regina a v roce 1986 s odrůdami Viginta a Zdar.

V pokuse jsme sledovali vliv různě dělených dávek dusíkatého hnojení na jaře (regenerační přihnojení) v dávce 60 kg N nebo 30+30 kg N, přičemž druhá dávka byla aplikována za tři týdny v kapalném hnojivu, dále byla u všech variant použita druhá dávka (produkční od konce dubna do poloviny května) 30 kg N a u některých variant bylo

I. Charakteristika počasí v pokusných letech 1986 až 1989 (v průměru let 1901 až 1950) — Characteristics of weather in experimental years 1986 to 1989 (on an average for the years 1901 to 1950)

Měsíc ¹	Dlouhodobý průměr ⁴ 1901–1950		Průměrná denní teplota vzduchu ⁷ (°C)				Úhrn srážek ⁸ (mm)			
	teploty ⁵ (°C)	srážky ⁶ (mm)	1986	1987	1988	1989	1986	1987	1988	1989
1.	−2,7	27,0	1,9	−6,0	−3,1	0,2	23,7	37,3	28,3	13,0
2.	−1,7	26,0	−5,6	−0,2	−2,7	2,4	18,9	38,3	21,6	17,0
3.	2,2	30,0	0,5	0,0	3,2	6,0	21,7	22,3	31,4	26,2
4.	6,6	43,0	1,0	7,1	10,1	8,0	24,3	24,2	7,6	49,3
5.	11,8	60,0	16,9	12,2	16,3	13,0	93,9	69,1	45,1	36,0
6.	14,8	68,0	16,2	16,3	17,1	15,2	22,7	66,9	95,7	47,0
7.	16,5	76,0	19,0	19,4	16,0	17,7	34,3	101,4	94,5	80,2
8.	15,7	68,0	18,5	17,0	15,2	17,2	135,9	82,4	50,9	27,4
9.	12,2	46,0	13,3	16,2	10,5	14,1	15,9	92,0	33,0	55,0
10.	7,0	39,0	10,2	10,1	5,7	9,2	20,9	12,1	15,1	20,6
11.	1,8	34,0	1,2	5,5	2,1	0,6	12,7	22,0	33,0	22,8
12.	1,5	32,0	−1,9	2,4	−0,9	1,3	30,2	35,8	18,4	29,0
Úhrn ² 1.–12. (průměr ³)	6,9	549,0	7,6	8,3	7,4	8,5	455,1	597,3	474,7	423,7
Úhrn 4.–11. (průměr)	12,9	361,0	13,6	14,0	12,9	14,2	323,6	399,7	334,4	295,1

¹month, ²sum, ³average, ⁴long-continued average, ⁵temperatures, ⁶precipitation, ⁷average daily air temperature, ⁸sum of precipitation

použito pozdní přihnojení 30 kg N ve formě ledku. Průběh počasí a období pokusů uvádí tab. I.

Bylo též použito regulátorů růstu: u první varianty na podzim Retacel (chlórmequát) v dávce 2 l na 1 ha nebo Cultar (paclobutrazol) či Parley (kombinace chlórmequátu a paclobutrazolu). Dále některé varianty (4 a 5) byly ošetřeny na jaře (v dubnu).

Schéma přihnojení dusíkem ve většině ročníků:

Varianta 1 a 2 — 60+30+0 kg N na 1 ha;

Varianta 3 a 4 — (30+30) +30+30 kg N na 1 ha;

Varianta 5 — (30+30) +30+0 kg N na 1 ha.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V roce 1986/1987 se založily vysoké počty klásků v klase. Příčiny můžeme spatřovat hlavně v průběhu počasí. V březnu byla průměrná denní teplota vzduchu okolo 0 °C, přičemž dlouhodobý průměr je 2,2 °C. V dubnu bylo též chladněji, průměrně denně jen 7,1 °C (dlouhodobý průměr je 11,8 °C) a v květnu byly průměrné denní teploty vzduchu 12,2 °C (průměr je 14,8 °C). V dubnu a květnu provázely tyto teploty i bohaté srážky. To vedlo k zpomalení diferenciaci (období od I. do III. etapy bylo 74 dní) a založení poměrně vysokého počtu kláskových hrbolků — základů klásků.

Podmínky pro diferenciaci základů kvítků již nebyly tak příznivé. Působila zde jistě vysoká hustota porostů (360 rostlin a 1800 stébel na 1 m²). V takových případech vlivem zákona kompenzace výnosových prvků se založí méně generativních orgánů na budoucím klasu. Většinou však při založení menšího či průměrného počtu klásků a kvítků nebývá velká jejich redukce, což platí i o tomto pokusném roce, ve kterém reálná produktivita klasu ve vztahu k maximálnímu počtu založených kvítků byla neobyčejně vysoká. Hodnoty počtu klásků a kvítků se u tritikale blížily v roce 1986/1987 spíše žitu (obr. 1, tab. II).

1. Tvorba a redukce klásků (A) a kvítků (B) v roce 1987 — The formation and reduction of spikelets (A) and florets (B) in 1987

Vysvětlivky k obr. 1—3 — Explanations for Figs 1—3:

osa x — měsíce

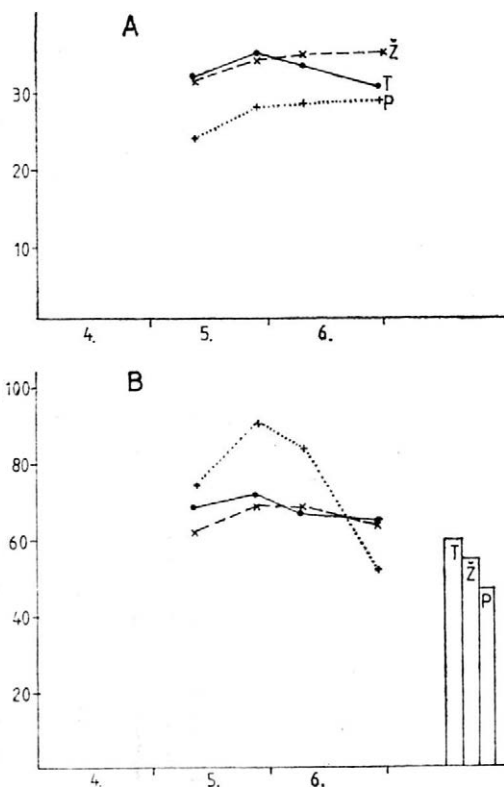
osa y — počet klásků (A), resp. počet kvítků (B)

sloupcový diagram znázorňuje počet zrn v klase (T — tritikale, Ž — žito, P — pšenice)

x axis — months

y axis — number of spikelets (A) and number of florets (B), respectively

sloupcový diagram represents the grain number in the ear (T — tritikale, Ž — rye, P — wheat)



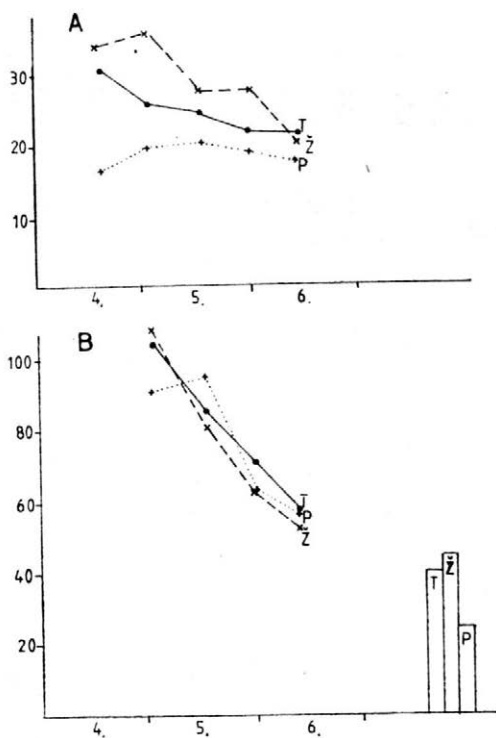
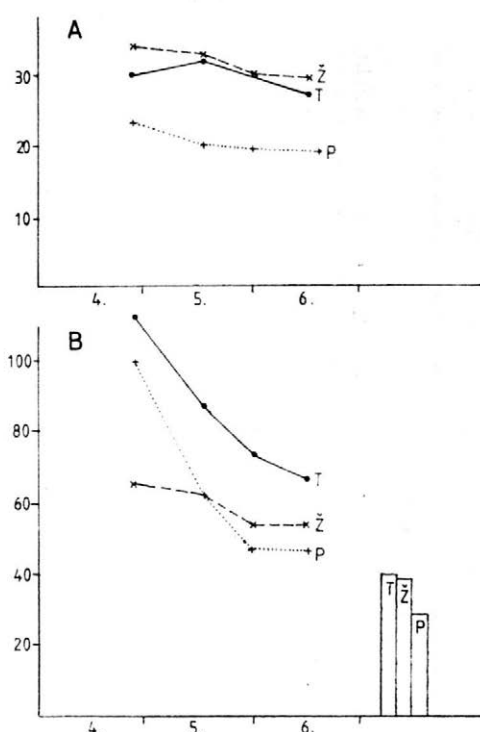
II. Počet klásků a kvítků v klase tritikale, ozimého žita a ozimé pšenice (1986/1987) — The number of spikelets and florets in the spike of triticale, winter rye and winter wheat (1986/1987)

Odrůda ¹	Varianta ²	Počet klásků ³				Počet kvítků ⁴				Počet zrn ⁵	Reálná produktivita ⁶ (%)	Procento redukce kvítku ⁷	HTS ⁸ (g)	Výnos ⁹ (t. ha ⁻¹)
		12. 5.	28. 5.	10. 6.	29. 6.	12. 5.	28. 5.	10. 6.	29. 6.					
Korm	1.	31,1	32,1	30,0	28,8	74,4	70,0	61,6	60,2	60,0	80,65	19,35	30,85	2,69
Lasko		34,6	33,2	29,5	22,8	78,0	67,4	66,6	59,0	55,7	71,41	28,59	31,13	3,65
Tritikale ¹⁰		32,8	32,6	29,7	25,8	76,2	68,7	64,1	59,6	57,8	75,85	24,15	30,99	3,17
Ozimé žito ¹¹		30,3	30,2	30,0	30,0	59,0	58,9	57,0	57,0	47,0	79,66	20,34	34,38	5,18
Ozimá pšenice ¹²		23,3	23,5	35,3	25,5	52,0	83,0	74,0	48,0	42,2	50,84	49,16	38,70	4,75
Korm	2.	38,8	38,1	37,4	37,4	73,2	75,6	74,2	70,4	62,9	83,2	16,8	30,00	2,37
Lasko		36,0	32,5	31,5	30,5	67,4	67,2	63,0	63,0	56,8	84,2	15,8	34,23	5,36
Tritikale		37,4	36,3	34,5	33,8	70,3	71,4	68,6	66,7	59,8	83,7	16,3	32,11	3,87
Ozimé žito		32,2	37,4	34,4	34,2	69,6	72,3	68,4	67,0	57,2	79,11	28,9	34,00	5,86
Ozimá pšenice		26,3	34,2	32,7	30,0	52,0	83,0	74,0	48,0	42,5	51,2	48,8	38,30	4,70
Korm	3.	33,0	38,2	35,4	34,1	66,0	67,4	70,6	70,0	63,3	89,6	10,4	30,40	2,31
Lasko		34,1	34,4	33,1	30,4	68,3	69,2	66,2	63,2	59,3	85,6	14,4	33,34	4,10

Tritikale	3.	33,6	36,3	34,3	32,2	67,2	68,3	68,4	66,6	61,3	87,6	12,4	31,87	3,21
Ozimé žito		33,4	36,2	36,2	36,0	65,2	75,6	75,6	68,2	57,4	75,9	24,1	34,15	5,48
Ozimá pšenice		26,3	30,5	24,3	24,2	58,8	86,1	55,3	54,0	47,4	55,1	44,9	38,60	4,85
Korm	4.	28,4	36,9	34,4	31,3	66,4	80,6	74,6	68,4	62,6	77,6	22,4	30,40	2,53
Lasko		24,3	34,3	34,0	30,5	69,5	81,6	65,4	63,7	58,7	71,9	28,1	34,21	5,02
Tritikale		26,4	35,6	34,2	30,9	67,9	81,2	70,0	66,05	60,7	74,6	25,4	32,31	3,78
Ozimé žito	5.	23,5	25,6	34,5	36,0	46,0	49,2	68,7	61,2	60,0	87,3	12,7	34,15	6,05
Ozimá pšenice		20,5	20,5	23,4	23,4	94,0	99,2	118,0	54,0	42,8	36,71	63,3	32,90	5,07
Korm		28,0	35,1	34,2	31,9	64,8	77,8	75,4	60,2	60,0	77,1	22,9	30,00	2,37
Lasko	5.	31,2	34,5	34,4	30,2	62,4	69,6	69,6	60,6	59,7	85,7	14,3	34,14	4,58
Tritikale		29,6	34,8	34,3	31,1	63,6	73,6	72,5	60,4	59,9	81,4	18,6	32,10	3,48
Ozimé žito		37,4	39,8	36,9	37,0	74,0	89,6	72,2	70,0	55,0	61,3	38,7	34,15	5,71
Ozimá pšenice		22,6	30,5	30,9	20,3	118,0	106,4	98,6	57,4	48,9	45,9	54,1	38,76	4,88

Tritikale představuje průměr odrůd Korm a Lasko, ozimá pšenice průměr odrůd Viginta a Zdar, ozimé žito je odrůda Breno¹³

¹variety, ²variant, ³number of spikelets, ⁴number of florets, ⁵grain number, ⁶actual productivity, ⁷percentage of floret reduction, ⁸1,000 - kernel weight, ⁹yield, ¹⁰triticales, ¹¹winter rye, ¹²winter wheat, ¹³triticales represents the average for the varieties Korm and Lasko, winter wheat — average of the varieties Zdar and Viginta, winter rye is the Breno variety



2. Tvorba a redukce klásků (A) a kvítků (B) v roce 1988 — The formation and reduction of spikelets (A) and florets (B) in 1988

3. Tvorba a redukce klásků (A) a kvítků (B) v roce 1989 — The formation and reduction of spikelets (A) and florets (B) in 1989

Pšenice založila menší počet klásků, ale vyšší počet kvítků. Byla však u ní zjištěna podstatně vyšší redukce kvítků než u žita a tritikale. Vyšší počet založených klásků se vyskytoval u varianty 2 a 3 s hnojením 60+30+30 a dvojitou aplikací Retacelu a u varianty 3 a 4 s dělenou výživou dusíkem (30+30)+30+30 a aplikací Retacelu jen 15.5 v dávce 2 l na 1 ha.

Nejvyšší potenciální produktivnost klasu nacházíme nejčastěji u varianty 4 s dělenou dávkou dusíku po 30 kg, tj. (30+30)+30+30, a dvojitou aplikací Retacelu. Výnosy ozimého žita byly v tomto roce překvapivě vysoké, což přičítáme tomu, že porosty nepolehly (vliv regulátorů) a měly optimální výživu.

V roce 1987/1988 došlo k obnovení jarní vegetace podstatně dříve než v předcházejícím roce. Denní průměrné teploty vzduchu převýšily již v březnu o 45,5 % dlouhodobý průměr a v dubnu dokonce o 53 %, navíc byl duben značně vláhově deficitní, napršelo pouze 17 % dlouhodobého normálu. Květnová průměrná denní teplota vzduchu v tomto roce přesáhla dlouhodobý průměr o 5,3 °C, tj. 46 %. Následkem toho nastala nevelká redukce počtu založených klásků, ale neobyčejně silná redukce počtu kvítků (obr. 2). Potenciální produktivita klasu byla totiž v tomto pokusném roce nejvyšší ze všech let. U odrůd Grado a Lasko se u varianty 5 založilo 143 základů kvítků. Ovšem výše uvedené podmínky počasí způsobily v průběhu května silné odumření (zaschnutí) těchto základů generativních orgánů. Srážky přišly až v poslední de-

III. Počet klásků a kvítků v klase tritikale, ozimého žita a ozimé pšenice (1987/1988) — The number of spikelets and florets in the spike of triticale, winter rye and winter wheat (1987/1988)

Odrůda ¹	Varianta ²	Počet klásků ³				Počet kvítků ⁴				Počet zrn ⁵	Reálná produkti- vita ⁶ (%)	Procento redukce kvítků ⁷	HTS ⁸ (g)	Výnos ⁹ (t·ha ⁻¹)
		27. 4.	17. 5.	1. 6.	16. 6.	27. 4.	17. 5.	1. 6.	16. 6.					
Tritikale ¹⁰	1.	33,6	30,4	30,2	29,6	79,7	80,3	75,4	71,6	38,2	47,57	52,43	39,74	5,53
Ozimé žito ¹¹		38,0	36,0	32,0	32,0	61,4	64,0	57,6	56,2	40,7	66,28	33,72	34,85	7,03
Ozimá pšenice ¹²		26,0	22,0	22,0	22,0	123,0	99,2	55,0	55,0	26,4	21,46	78,53	39,78	4,36
Tritikale	2.	29,3	32,4	30,4	28,8	120,4	91,6	83,1	73,9	43,7	36,29	63,71	37,39	5,15
Ozimé žito		30,0	33,2	32,0	31,6	63,2	60,0	60,4	60,0	31,9	50,47	49,53	32,50	5,17
Ozimá pšenice		22,4	20,4	17,2	17,2	106,4	53,6	41,0	36,0	24,4	22,93	77,07	34,68	4,75
Tritikale	3.	27,8	31,3	30,5	28,7	118,3	91,4	83,2	76,9	40,1	33,89	66,10	41,50	6,26
Ozimé žito		28,8	28,0	31,2	30,4	81,6	72,0	60,0	59,0	48,8	59,80	40,20	36,95	6,90
Ozimá pšenice		22,8	22,8	22,8	20,0	106,4	66,8	60,0	60,0	35,6	33,45	66,55	38,60	5,57
Tritikale	4.	28,5	30,8	28,9	22,1	115,0	99,0	64,9	61,2	42,9	37,30	62,69	39,39	5,44
Ozimé žito		40,8	36,0	30,0	29,2	63,2	60,0	45,8	42,6	40,2	63,60	36,40	35,98	5,79
Ozimá pšenice		22,8	18,4	17,6	17,2	76,4	55,0	48,2	48,0	29,7	38,87	61,13	38,10	5,31
Tritikale	5.	29,6	31,9	26,7	24,8	130,2	79,7	66,9	53,4	36,8	28,26	71,73	41,40	6,12
Ozimé žito		31,6	30,0	23,2	23,0	62,4	54,8	50,8	50,6	35,8	57,37	42,63	36,38	6,85
Ozimá pšenice		22,0	18,0	17,7	17,2	97,2	38,4	38,1	36,8	28,0	28,81	71,19	41,29	5,17
Tritikale	neošetře- ná kon- trole ¹³	32,0	29,2	27,7	25,7	70,4	67,15	63,9	57,3	34,4	48,96	51,14	36,47	3,94
Ozimé žito		36,1	34,7	24,5	20,2	70,3	58,5	44,7	38,5	32,4	46,29	53,71	35,10	3,93
Ozimá pšenice		28,2	16,9	16,5	16,0	92,5	62,3	40,3	40,2	28,3	30,59	69,40	37,60	3,50

Tritikale představuje průměr odrůd Dagro, Grado, Largo a Lasko, ozimá pšenice je odrůda Regina, ozimé žito Breno¹⁴

For 1—12 see Tab. II, ¹³untreated control, ¹⁴triticale represents the average for the varieties Dagro, Grado, Largo and Lasko, winter wheat is the Regina variety, winter rye is the Breno variety

Ozimé žito		35,0	38,8	36,0	32,0	20,0	104,0	98,0	72,2	55,7	56,2	54,04	45,96	24,70	4,71
Ozimá pšenice		16,4	18,4	24,0	17,6	17,6	99,2	101,0	50,4	50,0	26,8	27,02	72,98	32,60	4,21
Dagro	4.	29,2	26,0	24,0	24,0	20,6	99,2	99,2	70,8	62,0	42,1	42,42	57,58	32,90	5,07
Grado		32,8	24,4	24,4	22,0	20,6	104,0	70,0	65,0	51,3	40,36	38,81	61,19	26,40	3,80
Largo		30,8	28,4	24,0	23,3	23,4	117,2	97,0	79,4	65,0	34,14	29,13	70,87	35,11	4,83
Lasko		30,8	27,2	26,0	24,0	24,0	105,2	90,0	76,8	59,3	44,98	42,59	57,41	28,20	4,69
Průměr odrůd		30,9	26,5	25,6	23,5	22,1	106,5	89,0	73,0	59,4	40,39	38,24	61,76	30,65	4,35
Ozimé žito		35,2	38,8	30,6	29,2	21,3	119,4	79,3	63,6	58,0	45,7	38,28	61,72	24,60	4,64
Ozimá pšenice		17,2	22,8	22,7	20,8	19,3	97,0	95,0	71,4	63,0	20,75	21,39	78,61	31,80	5,24
Dagro	5.	32,2	28,6	28,0	26,0	21,3	117,3	110,8	70,8	53,0	40,3	34,22	65,78	33,33	4,68
Grado		34,4	20,4	20,0	20,0	20,0	100,0	95,0	76,8	58,3	45,48	45,48	54,52	26,40	3,82
Largo		30,0	26,8	26,0	26,0	24,0	104,0	76,0	73,0	64,6	43,92	42,24	57,76	37,00	4,85
Lasko		30,0	26,6	25,3	25,0	24,7	114,8	94,0	80,2	70,3	43,5	37,89	62,11	26,70	4,91
Průměr odrůd		31,65	25,6	24,8	24,3	22,7	109,1	93,9	75,2	61,5	43,3	39,96	60,04	30,85	4,56
Ozimé žito		35,2	36,6	31,7	20,0	20,0	109,4	82,9	69,1	53,8	37,3	34,10	65,90	24,74	4,96
Ozimá pšenice		17,0	20,0	16,0	16,0	16,0	82,0	92,0	65,2	61,0	23,57	25,62	74,38	30,70	5,46
Dagro	neošet- řená kontro- la ¹³	27,2	27,6	27,0	24,8	20,7	90,1	86,0	58,8	53,0	36,3	40,29	39,71	24,60	3,70
Grado		29,6	23,2	20,0	20,0	19,3	93,0	84,0	77,2	58,3	30,91	33,24	66,76	21,00	3,09
Largo		26,8	27,2	20,6	20,0	18,7	105,0	69,5	61,0	52,3	33,36	31,78	68,22	28,20	3,80
Lasko		26,8	29,2	29,0	26,0	23,3	90,0	90,0	59,0	48,7	34,73	38,59	61,41	24,08	4,02
Průměr odrůd		27,6	29,3	24,1	22,7	20,5	94,58	82,4	64,0	53,1	33,1	34,98	65,02	24,60	3,65
Ozimé žito		30,0	30,0	24,5	24,0	18,5	92,3	69,7	66,8	50,0	29,3	31,75	68,25	22,70	4,46
Ozimá pšenice		16,2	15,8	15,3	14,8	14,0	78,6	82,5	60,4	59,5	22,8	27,64	72,36	26,70	4,03

For 1—9, 11, 12 see Tab. II, ¹⁰average for varieties

1987	Počet klásků ¹					Počet kvítků ²				Počet zrn ³
	12. 5.	28. 5.	10. 6.	29. 6.		12. 5.	28. 5.	10. 6.	29. 6.	
Tritikale ⁴	31,9	35,1	33,4	30,7		69,0	72,6	67,6	63,8	59,9
Ozimé žito ⁵	31,4	33,8	34,4	34,6		62,7	69,1	68,4	64,7	55,3
Ozimá pšenice ⁶	23,8	27,8	28,4	28,7		74,9	91,5	83,9	52,3	44,7
1988	29. 4.	17. 5.	1. 6.	16. 6.		27. 4.	17. 5.	1. 6.	16. 6.	
Tritikale	29,7	31,4	29,3	26,8		112,7	88,5	74,7	67,7	40,3
Ozimé žito	39,8	32,6	29,7	29,2		66,4	62,2	54,9	53,7	39,5
Ozimá pšenice	23,2	20,3	19,5	18,7		101,9	62,6	48,5	47,2	28,8
1989	18. 4.	2. 5.	17. 5.	31. 5.	13. 6.	2. 5.	17. 5.	31. 5.	13. 6.	
Tritikale	30,4	25,7	24,2	21,8	21,5	104,9	86,4	71,5	58,0	40,1
Ozimé žito	34,2	35,5	27,4	27,4	20,1	109,4	82,8	62,3	53,8	45,3
Ozimá pšenice	16,0	19,4	20,6	18,7	17,4	91,9	95,6	63,7	57,1	25,4

¹number of spikelets, ²number of florets, ³number of grains, ⁴triticale, ⁵winter rye, ⁶winter wheat

kádě května. Procento redukce se u tritikale pohybovalo mezi 50 až 70 %, u žita 33 až 49 %, u pšenice 60 až 78 % (tab. III).

V počtu klásků se odrůdy tritikale mezi sebou příliš neliší a v průměru se opět blíží ozimému žitu. Poněkud vyšší počet klásků byl v tomto roce zachycen u variant 2 a 3, tj. hnojení 60+30+0 s aplikací regulátorů 18.4. Počet kvítků byl u tritikale nejvyšší u variant s hnojením 60+30+0, ale vždy s aplikací regulátorů růstu. Jen u varianty 4 je kromě postřiku Retacelem uplatněno i pozdní přihnojení. Nejvyšší výnosy souvisejí s údaji o úrovni jednotlivých prvků tvorby výnosu. Jde o hnojení 60+30+0 nebo 60+30+30 s aplikací regulátorů 18.4.

Přes silnou redukci generativních orgánů, tedy malou reálnou produktivnost klasu, byly výnosy na dobré úrovni díky teplotně i srážkově příznivému období ke konci vegetace. Porosty byly nepolehlé a zdravé, takže bylo dosaženo poměrně dobré tvorby obilek, což dokazuje vůbec nejvyšší hmotnost 1000 zrn. Podstatu tak nízkého projevu výnosového potenciálu ozimé pšenice musíme hledat i v charakteru tvorby biologického výnosu, ale zejména v tom, že použité faktory (hnojení a regulátory) nestačily uspokojit výnosové schopnosti pšenice.

V roce 1988/1989 byla velmi mírná zima, téměř bez mrazů, od ledna do dubna byly denní průměrné teploty velmi výrazně nad hodnotami dlouhodobého průměru. Diferenciace základu klasu probíhala u tritikale a žita i za těchto podmínek. Období od III. do V. etapy organogeneze bylo sice u tritikale nejkratší (110 dní), ale přesto počet založených základů klásků byl vysoký (nejvyšší ze tří pokusných let). Zde je poněkud rozpor v tom, že z našich dřívějších prací (Petr, 1975, 1983) vyplývala pozitivní korelace mezi délkou období od III. do V. etapy

a počtem založených klásků. V tomto případě je toto období nejkratší (rok 1987 — 135 dní, 1988 — 130 dní), a přesto je počet založených klásků nejvyšší. Vysvětlení lze hledat ve formativním účinku krátkého dne, který působil na diferenciaci v předjarním období, a tak se při dobrých růstových podmínkách založilo u tritikale a žita více klásků v krátkém čase. Ozimá pšenice měla vývoj opožděný a neprojevil se u ní vliv časně obnovené vegetace na zvýšeném počtu klásků.

V květnu překročily rovněž teploty dlouhodobý průměr a srážky dosáhly pouze 60 % normálu. To působilo jak na redukci klásků, tak později i na redukci počtu kvítků. Redukce klásků byla nejvyšší u žita a tritikale. U pšenice byla redukce velmi malá, ale zřejmě pro celkově malý počet založených kláskových hrbolků.

Podobně jako v minulém roce ukazuje obr. 3 prudkou redukci počtu kvítků, která je u sledovaných druhů poměrně vyrovnaná. U tritikale v průměru odrůd i variant činí redukce 61 % (57 až 66 %) u žita 58,5 % (46 až 62 %) a u pšenice ovšem 72,7 % (tab. IV). Nejvyšší počet klásků byl u varianty s rozdělenou dávkou dusíku (30+30) + 30+0 nebo (30+30) + 30+30 s aplikací regulátoru časně na jaře (7.4.).

V tříletém hodnocení (tab. V) se u tritikale založilo maximálně 38 klásků a průměrně 35 klásků (průměr všech odrůd a variant), u ozimé pšenice bylo maximálně 34 klásků, průměrně 28,4. Mogileva (1988a) uvádí u tritikale 31,7 klásků (průměr $19,6 \pm 0,55$). U žita jsme v našich tříletých pokusech zjistili maximálně 40 klásků (průměr 35,5). Maximální počty kvítků byly u tritikale v průměru odrůd u variant 113, u žita 109, u pšenice 102 kvítků. U některých variant se dosahovalo až 143 kvítků (odrůda Lasko), u žita 119 a pšenice 123. Mogileva (1988a) uvádí maximální počet kvítků u tritikale 103 a průměrný 72.

V těchto našich sledováních i výzkumech ostatních autorů se potvrdilo, že na vyšší počet založených generativních orgánů má pozitivní vliv spíše chladnější počasí s dostatkem srážek v období diferenciaci základu klasu. Při mírnější zimě a při časném obnovení jarní vegetace se prokázal formativní účinek krátkého dne, kdy i v kratším období diferenciaci byla vyšší potenciální produktivita klasu.

Další zvláštností tritikale svědčící pro vyšší produktivitu klasu je i rychlejší růst klasu po vymetání, kdy při delší vegetační době než u žita je klas tritikale většinou delší. Na založení vyššího počtu základů klásků a kvítků působilo příznivě vyšší hnojení dusíkem v rozdělených dávkách, např. regenerační + produkční + pozdní = 60+30+30 nebo (30+30) + 30+30. Prokázán byl i vliv regulátorů růstu na zvýšení počtu generativních orgánů, a to jak při aplikaci na jaře, tak i při dvojí aplikaci na jaře a ve sloupkování.

Pozitivní vliv vyššího a děleného hnojení na délku a produktivitu klasu zjistil též Dziamba (1986), který podtrhuje větší reakci odrůd tritikale na hnojení, než byla u žita a pšenice. Ze sledovaných odrůd vynikla v potenciální produktivnosti klasu odrůda Largo a také již zmíněná odrůda Lasko. Na stupni redukce generativních orgánů, uvedených na obr. 1 až 3, se nejvíce podílí počasí, hustota porostu, polehlost a výskyt škodlivých činitelů. Také fertilita kvítků v klasu hraje zejména u tritikale významnou roli a její zlepšení považují šlechtitelé za prioritu ve šlechtění tritikale (Mogileva, 1988b).

V našich pokusech se počet zrn v klasu tritikale v době sklizně pohyboval mezi 40 až 60. To jsou ovšem hodnoty podstatně vyšší, než

jakých bylo dosaženo ve státních odrůdových pokusech, ve kterých bylo v letech 1988 až 1990 sledováno osm nšl. a odrůd tritikale, přičemž průměrný počet zrn v klasu byl okolo 29 (Beneš, 1990). Pro vysvětlení je třeba uvést, že v našich pokusech byl podstatně nižší počet klasů (400 až 480 na 1 m²), zatímco ve SOP se počet klasů pohyboval okolo 580 až 590 na 1 m². Rozdíl vyplývá ze zákona kompenzace výnosových prvků — při vysokém počtu klasů, ale i klásků a kvítků je jejich redukce vyšší.

Literatura

- ANONYM: Yield triticales in relation to husbandry products Nottingham, 1985.
- BELFÍN, J.: Využití tritikale v Západočeském kraji, struktura výnosu, agrotechnika. [Závěrečná práce PGS.] Praha, VŠZ 1988.
- BENEŠ, F.: Výsledky státních odrůdových pokusů s ozimým tritikale. Svitavy, ÚKZÚZ, HOZ 1990.
- DOLIŇSKI, R.: Badania na produktywnoscia pszenżyta, pszenicy i żyta Cz. I. Podstawowe parametry analizy wzrostu roślin. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Sec. E, 12, 1986, č. 9, s. 89-103.
- DZIAMBÁ, S.: Wpływ poszczególnych składników nawozowych N, P, K stosowanych oddzielnie z Łacznie w różnych proporcjach na elementy struktury plonu, pszenżyta, żyta i pszenicy. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Sec. E, 16, 1986, s. 69-80.
- MOGILEVA, V. I.: Biology of triticales flowering. Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.), 1988a, č. 266, s. 237-245.
- MOGILEVA, V. I.: Šlechtění a semenářství tritikale v ČSR. In: Sbor. ČSVTS Perspektivy pěstování tritikale v Československu, Praha, VŠZ 1988b, s. 46-54.
- PETR, J.: Vztah vývoje k formování výnosových prvků u obilnin. Rostl. Vyr., 21, 1975, č. 4, s. 429-441.
- PETR, J. a kol.: Biologie vývoje a tvorba výnosu u obilnin. Praha VŠZ, Videopres MON 1983.
- WOLSKI, T. — TIMENIECKA, E.: Stan obecny i perspektywy ulepszenija ozimego tritikale w stacjach hodowli roślin. Post. Nauk roln., 35, 1984, č. 5, s. 2-26.
- Došlo 11. 3. 1991

J. PETR, D. HRADECKÁ (University of Agriculture, Praha):

Potential and actual triticales ear productivity.

Rostl. Vyr., 37, 1991 (9-10) : 715-726.

A three-year trial was performed to study the formation (in the triticales varieties — Dagro, Grado, Largo, Lasko and Korm) and spikelet reduction and florets per spike in comparison with the Breno winter rye and the Regina winter wheat (1986/1987, the Viginta and Zdar varieties). Five variants differed by nitrogen fertilizing and by application of the growth regulators. A potential spike productivity is represented by the maximum number of spikelets and florets established. Triticales reached maximum 38 spikelets (35 spikelets on an average) in our three-year experiments. The maximum floret number in all varieties and variants (on an average) gained in triticales was 113 (143) florets in some variants. The reduction varied by conditions of an experimental year. In 1987, the number of established florets was reduced by 17.5 %, in 1988 by 64.3 % and by 61.8 % in 1989, the number of established florets was reduced by 51.2 to 73.5 %. The real spike productivity is formed by the number of seeds expressed in percent from maximum number of established florets, this may be derived from percent reduction of florets 1989. The lower reduction was found in winter oat (20 to 58.6 %), but significantly higher in winter wheat (51.2 to 73.5 %). An establishment of higher number of generative organs is supported rather by colder weather with sufficient volume of precipitation along with shorter day in the period of spike differentiation basis. Peculiarities of triticales consist in the faster growth after heading (in comparison with rye), so longer spike is connected with its higher productivity. The spikelet and floret number of establishment was affected by higher nitrogen application rates in the first and in the second rates (early in the spring and at the end of tillering and at the onset of shooting). A positive effect on the number of established generative organs was also exerted by growth regulator application (chlormequat or mixture chlormequat and paclobutrazol) at the stage of tillering or at two rates at the stages of tillering and shooting.

Milan Vach

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

V letech 1988 až 1990 byly v polních polyfaktoriálních pokusech na hnědozemní půdě v Praze-Ruzyni sledovány u ozimé pšenice stupňované dávky dusíkatého hnojení v kombinaci s použitím některých regulátorů růstu a chemické ochrany rostlin fungicidy. Byl vyhodnocen a kvantifikován účinek jednotlivých sledovaných faktorů i jejich vzájemných interakcí na hospodářské výnosy, strukturu a tvorbu výnosů ozimé pšenice. Pro dosažení maximálních výnosů zrna ozimé pšenice byla statisticky průkazně nejúčinnější dávka dusíku $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ v kombinaci s použitím regulátoru růstu Retacelu a fungicidu Tiltu (zvýšení o 8 až 18 % vzhledem ke kontrolní variantě). Při této interakci bylo dosaženo i nejvyššího počtu zrn v klase. Příznivý efekt benzyladeninu se projevil zejména na nehnojených dílcích ozimé pšenice a při aplikaci nejnižší dávky dusíku ($60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Vysoké dávky dusíkatého hnojení nenahradily kladný účinek regulátorů růstu v interakci s použitím fungicidu, efekt aplikace Retacelu a benzyladeninu byl vyšší než zvýšená dávka dusíkatého hnojení o $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Jedním ze zásadních úkolů současné rostlinné výroby je zabezpečení stabilní vysoké a kvalitní produkce plodin při maximální ekonomické efektivnosti používaných vstupů. Agroekologický výzkum se soustřeďuje na studium regulovatelných faktorů, které v průběhu růstu a vývoje rostlin i při odlišném charakteru jednotlivých ročníků významně limitují využití výnosového potenciálu výkonných odrůd na daném stanovišti.

Vzhledem k tomu, že tvorba výnosů plodin probíhá v poměrně dlouhém období vegetace, mění se i relativní význam intenzifikačních faktorů vzhledem ke konečné produkci (Vrkoč, 1982). Výzkumem této problematiky se zabývají mnozí naši i zahraniční autoři (např. Marty, Hilaire, 1979; Spaldon, 1985; Krejčíř a kol., 1987; Petr, 1987; Jauert, Heinrich, 1990 a další).

V naší práci jsme navázali na předchozí výsledky pokusů (Strnad, Valeš, 1987; Skala, Křišťan, 1989; Vach, Vrkoč, 1989) a zaměřili se na analýzu a kvantifikaci vlivu různých pěstitelských opatření (dusíkaté hnojení, regulátory růstu, ochrana rostlin) a jejich vzájemných kombinací na strukturu a výši hospodářského výnosu ozimé pšenice. Cílem řešené problematiky je bližší vymezení parametrů pro dosažení optimálních výnosů při minimálních energetických vkladech (zejména omezení aplikace pesticidů, průmyslových hnojiv i jiných chemických přípravků) bez negativního dopadu na životní prostředí a zachování půdní úrodnosti.

MATERIÁL A METODA

Problematika byla sledována v letech 1988 až 1990 v polních polyfaktoriálních pokusech na stanovišti VÚRV Praha-Ruzyně; výrobní subtyp je řepařsko-pšeničný, půda je jílovitohlinitá hnědozem, nadmořská výška stanoviště 350 m, průměrná roční teplota činí 7,9 °C, roční úhrn srážek 517 mm. Obsah humusu je 2,3 %; pH (KCl) 5,9; obsah fosforu (Egner) 47,3 mg.kg⁻¹; draslíku (Schachtschabel) 125 mg.kg⁻¹ půdy. Sledovanou plodinou byla ozimá pšenice, odrůda Zdar, výsevek 4,5 mil. klíčivých zrn na 1 ha. Předplodinou pšenice byla luskovinná směska (peluška + bob) na zeleno a meziplodina na zelené hnojení (hořčice bílá).

Sledované faktory a jejich stupně

a) hnojení dusíkem (kg N.ha⁻¹, ve formě LAV):

	celkem	základní (před setím)	regenerační	produkční	kvalita- tivní
N ₁	0	0	0	0	0
N ₂	60	0	30	30	0
N ₃	120	0	40	40	40
N ₄	180	0	60	60	60

b) regulátory růstu:

R₁ — bez regulátorů;

R₂ — Retacel 2 l.ha⁻¹ (2. až 3. fáze Feekese) + 2 l.ha⁻¹ (5. fáze Feekese);

R₃ — benzyladenin (cytokinin s postranním benzenovým jádrem) 1 g.ha⁻¹ ve fázi 10.5.1, koncentrace 1.10⁻⁶ mol;

c) ochrana rostlin fungicidy:

O₁ — pouze ošetření herbicidem (Superbarnon);

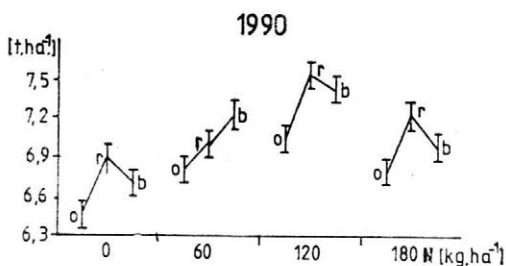
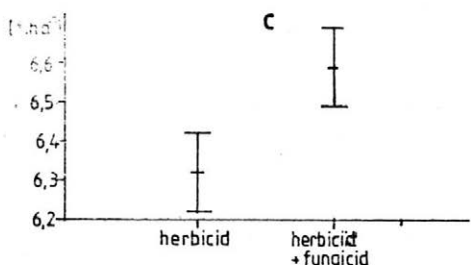
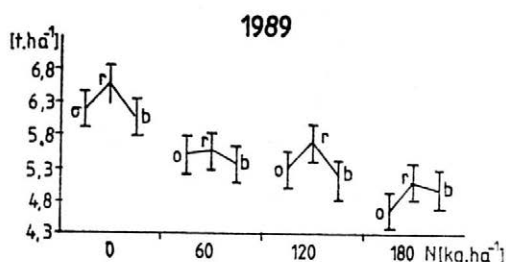
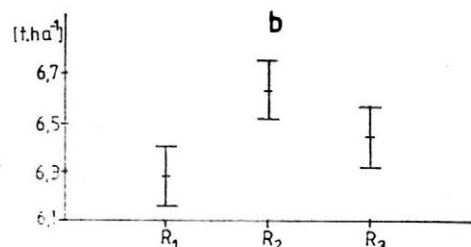
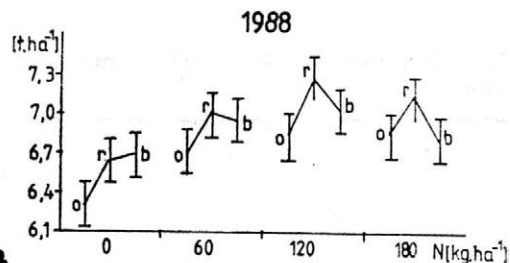
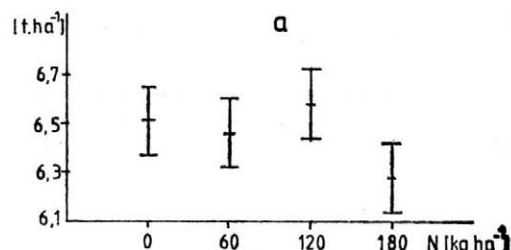
O₂ — herbicid + fungicid Tilt 0,5 l.ha⁻¹ (listové a klasové choroby).

Vzájemnou kombinací sledovaných faktorů bylo vytvořeno 24 variant čtyřikrát opakovaných, velikost sklizňové parcely byla 18 m². Hnojení PK pro všechny varianty pokusu bylo jednotné v roční dávce 44 kg fosforu a 83 kg draslíku na 1 ha.

Výsledky byly hodnoceny analýzou rozptylu při trojnásobném a čtyřnásobném třídění. Statisticky významné rozdíly při $P = 0,01$ a $P = 0,05$ jsou v tab. I označeny symboly xx, resp. x. K hodnocení rozdílů úrovní při různých stupních jednoho faktoru i jejich kombinací (obr. 1, 2) bylo využito minimální difference; délky svislých úseček udávají interval spolehlivosti na hladině významnosti 0,05.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z výsledků analýzy rozptylu je zřejmé (tab. I), že variabilita výnosů zrna ozimé pšenice byla nejvíce ovlivněna podmínkami ročníku. V jednotlivých letech jsme rovněž prokázali statisticky významný vliv



1. Průměrné výnosy zrna ozimé pšenice podle dusíkatého hnojení (a), regulátorů růstu (b) a chemické ochrany (c) — Average winter wheat grain yields according to nitrogen fertilizing (a), growth regulators (b) and chemical protection (c)

2. Vliv dusíkatého hnojení a regulátorů růstu na výnos zrna ozimé pšenice — The effect of nitrogen fertilizing and growth regulators on winter wheat grain yield

o — kontrola — control
r — Retacel
b — benzyladenin — benzyladenine

minimální difference na hladině významnosti 0,05 — minimum difference in the significance level of 0.05

R₁ — kontrola — control, R₂ — Retacel, R₃ — benzyladenin — benzyladenine

dusíkatého hnojení, aplikace regulátorů růstu i ošetření porostu fungicidy. Intenzita účinnosti sledovaných faktorů byla vzájemně podmíněna, statisticky průkazná při $P = 0,05$ byla i interakce hnojení dusíkem x x regulatory růstu a hnojení dusíkem x ošetření fungicidy.

Předplodina luskovinná směska + meziplodina (hořčice bílá) velmi příznivě ovlivnila základní výnos ozimé pšenice (varianta N₁) a také celkovou výnosovou úroveň při vynechané základní dávce dusíkatého hnojení před setím. Nejvyšší výnosy zrna byly v průměru let dosaženy u stupně N₃, tj. při 120 kg·ha⁻¹, což koresponduje s našimi předchozími poznatky (Vach, Vrkoč, 1989) i výsledky jiných autorů

Rok ¹	Faktor ²	Průměrný čtverec ³	F-hodnota ⁴	Statistická významnost ⁵
	ročník ⁶	71,51	725,53	× ×
1988	hnojení N ⁷	1,12	10,21	× ×
	regulátory růstu ⁸ (R)	0,91	8,32	× ×
	ochrana fungicidy ⁹ (O)	0,72	6,58	×
1989	hnojení N	7,67	35,28	× ×
	regulátory růstu (R)	1,19	5,49	×
	ochrana fungicidy (O)	7,41	34,08	× ×
1990	hnojení N	1,58	38,72	× ×
	regulátory růstu (R)	1,30	32,03	× ×
	ochrana fungicidy (O)	0,13	3,20	—
	N × R	0,69	6,53	×
	R × O	0,16	1,59	—
	N × O	0,58	5,41	×

¹year, ²factor, ³mean square, ⁴F-value, ⁵statistical significance, ⁶year, ⁷N-fertilizing, ⁸growth regulators, ⁹protection by fungicides

(Špaldon, 1985; Neuberger a kol., 1990 aj.). U nejvyššího použitého stupně N₄ (180 kg . ha⁻¹) však již docházelo k výraznému poklesu výnosu zrna oproti variantě N₃ o 130 až 330 kg . ha⁻¹ (obr. 1a).

Efekt stupňovaných dávek dusíku byl výrazně ovlivněn polehnutím porostu v roce 1989, které snížilo celkovou úroveň výnosů zrna na hnojených variantách o 12 až 21 % (obr. 2b). Rozdíl výnosů na variantách N₃ oproti N₂ byl v průměru tří ročníků na hranici průkaznosti, pouze v roce 1990 byl zjištěn statisticky vysoce významný rozdíl při P = 0,01 (310 kg zrna na 1 ha). Průměrné přírůstky výnosů mezi jednotlivými stupni dusíkatého hnojení byly nejvyšší na dílcích ošetřených Retacelem a fungicidem Titem, naopak nejnižší na neošetřených variantách.

V roce silné infekce houbovými chorobami a polehlosti porostů (1989) došlo k velkému poklesu hmotnosti tisíce zrn, který byl intenzivním dusíkatým hnojením ještě zvýrazněn (snížení o 5 g), jak uvádí tab. II. Z tab. II je dále zřejmé, že se stupňovanými dávkami dusíku, posunutými do období formování produktivity klasu, tj. do produkční a kvalitativní dávky, se mírně zvyšoval počet klasů na 1 m². Na počet zrn v klase měla nejpříznivější účinek dávka dusíku 120 kg . ha⁻¹.

Aplikace Retacelu měla ve všech letech na výnos zrna významný kladný efekt (5 až 6%); zejména při vysokých dávkách dusíku 120 a 180 kg . ha⁻¹ jsme v roce 1989 zaznamenali přírůstek výnosu až o 0,48 t . ha⁻¹, tj. 9,4 %. Vysoká statistická průkaznost je patrná z obr. 1b. Na variantách bez hnojení dusíkem a při dávce dusíku 60 kg . ha⁻¹ byl úči-

II. Struktura výnosu ozimé pšenice v jednotlivých letech — The structure of winter wheat yield in different years

	Rok ¹	Počet klasů ² .m ⁻²				Počet zrn v klase ³				Hmotnost tisíce zrn ⁴			
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Podle dusíkatého hnojení ⁵	1988	517	522	525	534	28,0	30,2	31,2	30,6	45,1	43,4	42,7	42,8
	1989	623	620	624	643	27,4	26,5	26,3	24,3	36,7	34,6	32,9	31,7
	1990	637	648	651	649	21,9	22,9	23,9	23,5	47,8	47,0	47,0	46,4
		R ₁	R ₂	R ₃		R ₁	R ₂	R ₃		R ₁	R ₂	R ₃	
Podle regulátorů růstu ⁶	1988	523	530	520		29,1	30,6	30,5		43,8	43,2		43,5
	1989	630	623	639		25,4	28,2	24,7		34,1	33,6		33,9
	1990	633	654	649		22,7	23,5	23,1		47,0	46,5		47,1

¹year, ²number of spikes, ³number of grains per spike, ⁴1000-kernel weight, ⁵by nitrogen fertilizing, ⁶by growth regulators

nek Retacelu v těsné vazbě s podmínkami ročníku. Po aplikaci Retacelu (varianta R₂) se téměř neprojevil jeho zahušťovací účinek zvýšeným počtem klasů na ploše (tab. II).

Zpomalená diferenciací základu klasu však umožnila založit vyšší počet klásků a kvítků, takže počet zrn v klase byl na variantách ošetřených Retacelem ve všech letech vyšší (v roce 1989 až o 11 %) v porovnání s kontrolní variantou. Tímto zvýšeným počtem zrn v klase si vysvětlujeme mírné snížení hmotnosti tisíce zrn (lehčí a drobnější zrna) na variantách ošetřených Retacelem (tab. II).

Účinek benzyladeninu (BA) nedosáhl v průměru let ve výnosech zrna ozimé pšenice úrovně účinku Retacelu (obr. 1b). Přírůstek výnosů se pohyboval od 0 (1989) do 4,5 % (1990), příznivý efekt benzyladeninu byl pozorován zejména na nehnojených dílcích a na variantách s nejnižší dávkou (60 kg . ha⁻¹) dusíkatého hnojení (obr. 2).

Po aplikaci benzyladeninu na počáteční kvetení jsme ve všech letech zaznamenali potlačení mediální dominance, která se projevila na hranici průkaznosti $P = 0,05$ lepším vývinem zrn ve spodní a horní části klasu. Nedosáhli jsme ovšem tak příznivých výsledků jako Hradecká, Petr (1989), v jejichž pokusech s benzyladeninem představuje větší počet zrn v klase a jejich vyšší hmotnost zvýšení výnosu o 5 až 25 %. V našich výsledcích jsme nepotvrdili jednoznačný růst produktivity klasu po ošetření porostu benzyladeninem, pouze neprůkazné zvýšení počtu zrn v klase v letech 1988, 1990 (tab. II). Také Trčková (1990) uvádí, že dosavadní zkušenosti s ověřováním účinku cytokininů nejsou vždy zcela jednoznačné; při vyšších koncentracích nad $1 \cdot 10^{-6}$ mol . l⁻¹ či při použití vysokých dávek dusíkatých hnojiv se aplikace cytokininů neprojeví, případně vyvolá výnosovou depresi.

Obr. 2 znázorňuje konkrétní průběh a hodnoty výnosů zrna ozimé pšenice v jednotlivých letech při stupňovaných dávkách dusíku v závislosti na vlivu uplatňovaných regulátorů růstu. I když je mezi jednotlivými ročníky ve výnosech zrna výrazná variabilita, je zřejmá tendence srovnatelných hodnot výnosů (bez ohledu na chemickou ochranu fungicidy) na variantě hnojené maximální dávkou dusíku 180 kg . ha⁻¹ a ošetřené Retacelem s výnosy dosaženými na variantě hnojené dusíkem v dávce 120 kg . ha⁻¹, u které byl aplikován benzyladenin. Z grafů na obr. 2 lze dále odvodit vyšší hodnoty výnosů zrna, získané při hnojení dávkou dusíku 60 kg . ha⁻¹ (resp. 120 kg . ha⁻¹) a ošetření Retacelem či benzyladeninem, v porovnání s variantami hnojenými dávkami dusíku 120 kg . ha⁻¹, resp. 180 kg . ha⁻¹, ale bez regulátorů růstu. Lze tedy vyvodit závěr, že efekt aplikace Retacelu nebo benzyladeninu byl vyšší než zvýšená dávka dusíku o 60 kg . ha⁻¹, resp. použité regulátory růstu nahradily dusík v dávce 60 kg . ha⁻¹.

Jednoznačně kladný efekt (statistická průkaznost při $P = 0,01$) byl zjištěn ve výnosech zrna ozimé pšenice po ošetření porostu fungicidem Tiltlem, zejména na dusíkem hnojených variantách (obr. 1c). Nejvyšší přírůstky byly zaznamenány v roce 1989 cca o 7 až 18 %, kdy odrůda Zdar byla značně napadena houbovými chorobami klasů a vysokým výskytem mšic. Ochrana fungicidy se zde ukázala být nezbytná, což je zcela ve shodě se závěry, ke kterým dospěl Benada (1986).

Přírůstky výnosů zrna ozimé pšenice po aplikaci Tiltu při jednotlivých úrovních ostatních sledovaných faktorů byly tyto:

Dávka N (kg . ha ⁻¹)	Přírůstek vý- nosu (t . ha ⁻¹)	Použití regu- látorů růstu	Přírůstek vý- nosu (t . ha ⁻¹)
0	0,35		
60	0,69	kontrola	0,34
120	0,76	Retacel	0,67
180	0,42	benzyladenin	0,52

Z přehledu je zřejmé, že chemická ochrana na variantách bez hnojení dusíkem neměla tak výrazný účinek jako na hnojených dílcích.

V letech 1988 a 1990 byl statisticky vysoce průkazný (při $P = 0,01$) vliv chemické ochrany na variantách s aplikací Retacelu v kombinaci s intenzivnějším dusíkatým hnojením (120 kg . ha⁻¹), u kterých došlo ke zvýšení výnosů zrna ozimé pšenice cca o 1,1 t . ha⁻¹, což představuje 17,1 %, resp. 17,4 %. K obdobným závěrům dospěli ve svých pokusech na hnědé půdě S k a l a a kol. [1990], kteří zjistili, že vliv aplikace fungicidů výrazněji stoupal teprve v interakci s hnojením dusíkem. V roce 1989 jsme ovšem u polehlých porostů pšenice zaznamenali (stejně jako v paralelních pokusech na degradované černozemi v Čáslavi) nejvyšší efekt přírůstků výnosů zrna na variantách nehnojených dusíkem, avšak ošetřených Tiltlem i Retacelem. Zvýšení výnosů zrna představovalo 0,91 t . ha⁻¹, tj. 18,1 % v porovnání s kontrolní variantou (obr. 1, 2).

Rovněž interakce benzyladeninu a fungicidu Tiltu (R_3xO_2) měla na výnos zrna ozimé pšenice statisticky významný vliv, avšak nedosáhla již tak vysoce průkazný efekt jako při aplikaci Retacelu. V průměru let činil přírůstek výnosů zrna bez ohledu na dusíkaté hnojení 6,5 až 10,5 %.

Z výnosových výsledků z let 1988, 1990 je dále zřejmé, že úroveň výnosů zrna ozimé pšenice byla na variantách hnojených dusíkem v dávce 60 kg . ha⁻¹ a ošetřených fungicidem i regulátory růstu přibližně o 4 až 5 % vyšší ve srovnání s výnosy, získanými na variantách intenzivně hnojených, ale bez použití chemické ochrany rostlin i regulátorů růstu. Na základě těchto poznatků je možné shrnout, že v letech s průměrnými povětrnostními podmínkami nemohou zvýšené dávky dusíkatého hnojení nahradit účinek regulátorů růstu společně s aplikací fungicidu.

Dosažené výsledky potvrzují požadavek komplexnosti uplatněných opatření, zejména jejich optimalizaci a efektivní působení na půdní prostředí s ohledem na podmínky jednotlivých ročníků.

Literatura

- BENADA, J.: Ochrana obilnin proti chorobám. In: Sbor. Výzk. šlecht. Úst. obiln. Kroměřížské obilnářské dny I, Kroměříž, 1986, s. 208-218.
- HRADECKÁ, D. — PETR, J.: Možnosti regulace výnosotvorného procesu obilnin regulátory růstu. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1989.
- JAUERT, R. — HEINRICH, M.: Wechselbeziehungen zwischen der N-Düngung und Maßnahmen des intensiven Pflanzen schutzes sowie Zusatzberechnung und ihr Einfluss auf Ertrag und Qualität des Winterweizens. Tagungs-Berichte (Dtsch Akad. Landwirtsch.), 1990, s. 157-165.
- KREJČÍŘ, J. a kol.: Osevní postup — nenahraditelné agrotechnické opatření v zemědělské soustavě. In: Sbor. Ref. Vys. Šk. zeměd. Základní agrotechnika a úrodnost půdy, Brno, 1987, s. 46-66.

- MARTY, J. R. — HILAIRE, A.: Effets de divers précédents culturels sur la conduite et la production du blé d'hiver; tentative de vue d'ensemble des effets liée à l'état du sol, aux reliquats diazote et aux résidus de récolte. *Agrochimica*, 23, 1979, č. 2, s. 152-163.
- NEUBERG, J. a kol.: Komplexní metodika výživy rostlin. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1990, č. 1, 327 s.
- PETR, J.: Regulátory růstu v intenzifikaci a racionalizaci rostlinné výroby. In: Sbor. Ref. Vys. Šk. zeměd. Praha, 1987, s. 4-6.
- SKALA, J. — KŘISTAN, F.: Analýza tvorby výnosu ozimé pšenice v různých osevních sledech na hnědé půdě. *Rostl. Výr.*, 35, 1989, č. 2, s. 135-144.
- SKALA, J. a kol.: Produktivita agroekosystémů ve vztahu k regulovatelným faktorům a stanovištím. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1990, 31 s.
- STRNAD, P. — VALEŠ, J.: Vliv některých faktorů na produkci plodin v ekosystémech řepařské oblasti. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1987, 29 s.
- ŠPALDON, E.: Racionalizácia intenzity hnojenia ozimnej pšenice. *Rostl. Výr.*, 31, 1985, č. 5, s. 469-478.
- TRČKOVÁ, M.: Vliv cytokininů na tvorbu zrna. In: Využití regulátorů růstu v rostlinné výrobě. In: Sbor. Českoslov. věd.-techn. Spol. Praha, 1990, s. 34-38.
- VACH, M. — VRKOČ, F.: Produkce plodin v osevních postupech na hnědozemní půdě ve vztahu k některým regulovatelným faktorům. *Rostl. Výr.*, 35, 1989, č. 2, s. 115-122.
- VRKOČ, F.: Agroekologické základy tvorby výnosů hlavních polních plodin. [Doktorská disertace.] Praha - Ruzyně, 1982, 192 s. Výzk. Úst. rostl. Výr.

Došlo 11. 3. 1991

M. VACH (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně):

The effects of selected controllable factors on winter wheat.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 727-734.

In 1988—1990 field multifactorial trials were carried out on Luvisol in Praha - Ruzyně to study in winter wheat the graduated nitrogen application rates in combination with application of some growth regulators and chemical plant protection through fungicides. The effects of separate investigated factors and their mutual interactions on economic yields, structure and formation of winter wheat yields were evaluated and quantified. Nitrogen application rate of 120 kg per ha was found to be significantly most effective in the combination with the Retacel growth regulator and the Tilt fungicide (increase by 8 to 18 % with respect to the control treatment) to reach the maximum winter wheat grain yields. A favourable effect of benzyladenine was demonstrated especially on the untreated plots sown with winter wheat and when the lowest nitrogen rates were applied (60 kg per ha). High nitrogen application rates did not compensate a positive effect of growth regulators in the interaction with fungicide used, the effect of the Retacel and benzyladenine applications was higher than increased nitrogen application rate by 60 kg per ha.

VLIV VYBRANÝCH FAKTORŮ A JEJICH INTERAKCÍ NA JARNÍ JEČMEN

Miloslav Javůrek, Přemysl Strnad

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Výzkumná stanice rostlinné výroby, 286 01 Čáslav

V tříletých polyfaktoriálních pokusech s odrůdou Bonus na degradované černozemi v Čáslavi byl maximální výnos zrna dosažen při interakci faktorů dusíkaté hnojení $\times$ ochrana proti houbovým chorobám. V průměru postačovalo dusíkaté hnojení v dávce $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, za příznivých povětrnostních podmínek se zvýšil výnos zrna ještě i dávkou $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Samotným použitím fungicidů se bez ohledu na další faktory zvýšil výnos zrna v průměru o $0,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při intervalu v jednotlivých letech $0,42$ až $1,44 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Samotným dusíkatým hnojením se v průměru při dávce $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zvýšil výnos o $0,43 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, v jednotlivých letech dosahoval přírůstek výnosu v intervalu dávek 40 až $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ hodnot 0 až $1,87 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Aplikace kyseliny jantarové na osivo před setím ani použití benzyladeninu ke konci kvetení nemělo na výnosy zrna pozitivní vliv.

Jarní ječmen patří mezi polní plodiny, které jsou schopny velmi účinně využívat faktorů pěstebního prostředí. Zařazujeme-li ho mezi intenzivní obilniny, pak ve srovnání s ozimou pšenicí je příjem živin dodaných v průmyslových hnojivech u ječmene efektivnější (Černý, 1980).

Převážná většina prací zabývajících se výživou jarního ječmene byla věnována dusíku, který hraje podstatnou roli při formování produktivnosti již v raných fázích růstu a vývoje (Metivier, 1979; Smetánková, 1980 a další).

Dalším významným faktorem je ochrana porostů proti škodlivým činitelům. Vedle geneticky fixované odolnosti odrůd, která je ekologicky i ekonomicky nejpříjemnější ochranou, má velký význam správně prováděná chemická ochrana (Lekeš a kol., 1985). V rámci ní je velmi významný vliv systémových fungicidů, které mohou za určitých okolností zachránit až jednu pětinu produkce zrna (Benada, Spitzer, 1990).

Spolu s výživou a ochranou rostlin jsme v našich polyfaktoriálních pokusech dále sledovali ovlivnění tvorby výnosu aplikací regulátorů růstu a tříletým opakováním pokusu se automaticky přiřadil vliv ročníku.

Při studiu zmíněných faktorů jsme sledovali kromě individuálního vlivu na výnos zejména jejich působení na tvorbu výnosu zrna v jejich vzájemné interakci.

MATERIÁL A METODA

V průběhu let 1988 až 1990 byl sledován vliv dusíkatého hnojení, růstových regulátorů, různé úrovně ochrany a vliv interakcí těchto faktorů na produkci jarního ječmene. Polyfaktoriální pokus probíhal ve VS v Čáslavi. Jde o stanoviště ve výrobním subtypu řepařsko-ječném s degradovanou černozemí, 260 m n. m., průměrná roční teplota vzduchu je 8,7 °C, průměrný roční úhrn srážek je 600 mm. Agrochemické hodnoty před založením pokusu byly: pH (KCl) 6,60; fosfor (Egner) 59,1 mg . kg⁻¹; draslík (Schachtschabel) 153 mg . kg⁻¹; hořčík (Schachtschabel) 46,4 mg . kg⁻¹.

Pokus byl založen ve formě čtyřhonného osevního postupu: luskovinná směska (bob + peluška) — ozimá pšenice — cukrovka — jarní ječmen (použitá odrůda Bonus).

Živiny P a K se v osevním postupu na všech variantách aplikují předzásobně na dva roky, vždy na podzim, konkrétně k luskovinné směsce a k cukrovce ve formě superfosfátu a 60% draselné soli v dávce 88 kg P a 166 kg K na 1 ha. Kromě toho se k cukrovce provádí vápnění na strništi po pšenici v dávce 3 t vápence na 1 ha. Organicky se hnojí hnojem k cukrovce v dávce 30 t . ha⁻¹.

Sledované faktory a jejich stupně:

- N₁ — celkem 0 : bez dusíku;
- N₂ — celkem 40 : 40 kg N . ha⁻¹ v síranu amonném před setím;
- N₃ — celkem 80 : 40 kg N . ha⁻¹ v síranu amonném před setím, 40 kg N . ha⁻¹ v ledku amonném s vápencem ve fázi 1.3 dle Feekese;
- N₄ — celkem 120 : 40 kg N . ha⁻¹ v síranu amonném před setím, 40 kg N . ha⁻¹ v ledku amonném s vápencem ve fázi 1.3 dle Feekese, 40 kg N . ha⁻¹ na počátku 6. fáze dle Feekese;
- R₁ — bez regulátoru růstu;
- R₂ — moření osiva roztokem kyseliny jantarové v dávce 10 g na 100 kg osiva;
- R₃ — benzyladenin ke konci kvetení v dávce 45 g . ha⁻¹;
- O₁ — postemergentní aplikace herbicidu Gebifan (dávka podle metodik);
- O₂ — herbicid jako v O₁ + Tilt (dávka podle metodik) v období počátku výskytu chorob.

Pokus měl celkem 24 variant, čtyřikrát opakovaných, velikost pokusných parcel byla 3×5 m. Před sklizní byly provedeny rozborů struktury porostu a po sklizni rozborů ke stanovení struktury výnosu. Statistická průkaznost výsledků byla posuzována metodou analýzy rozptylu.

VÝSLEDKY

Výnosy zrna jarního ječmene uvedené v tab. II byly ovlivněny nejen jednotlivými faktory, ale výrazně kolísaly i v závislosti na průběhu povětrnostních podmínek (tab. I). Nejvyšší výnos zrna byl dosažen v roce 1990, ve kterém byl velmi suchý průběh poslední čtvrtiny

I. Povětrnostní podmínky — Weather conditions

	Měsíc ¹	1988	1989	1990
Průměrná teplota vzduchu ² (°)	1.	2,5	1,0	1,5
	2.	2,1	3,9	5,5
	3.	2,6	7,1	7,9
	4.	9,5	9,7	8,0
	5.	16,1	14,0	15,1
	6.	16,7	16,0	17,2
	7.	18,9	18,5	18,7
	8.	18,4	18,3	20,0
	9.	14,3	15,2	12,7
	10.	10,2	10,7	10,0
	11.	1,0	1,9	4,6
	12.	2,1	1,3	0,2
	průměr ⁴ 4. — 7.	15,3	14,5	14,7
Suma srážek ³ (mm)	rozdíl oproti normálu ⁵	+1,1	+0,3	+0,5
	1.	25,9	9,5	7,3
	2.	22,4	25,1	36,1
	3.	36,1	33,1	20,3
	4.	7,4	81,8	84,6
	5.	5,8	50,2	57,0
	6.	83,0	91,8	54,5
	7.	124,5	58,7	6,6
	8.	91,4	61,9	27,5
	9.	49,7	94,4	51,8
	10.	12,7	20,0	23,2
	11.	29,4	16,7	44,7
	12.	39,0	21,3	23,1
	celkem ⁶ 4. — 7.	220,7	282,5	202,7
	rozdíl oproti normálu	-40,8	+21,0	-58,8

¹month, ²average air temperature, ³sum of precipitation, ⁴average, ⁵difference opposed to normal, ⁶total

vegetačního období jarního ječmene. Nepříznivě působil nedostatek srážek v první polovině vegetačního období (ročník 1988) a nadnormální srážky ve druhé polovině vegetační doby (ročník 1989), které vedly k polehnutí variant hnojených dusíkem v závislosti na dávce.

Výnosová ročníková diference odpovídala i osevnímu sledu. V letech 1989 a 1990 byl jarní ječmen vyséván po cukrovce, v roce 1988

II. Výnosy zrna jarního ječmene (t.ha⁻¹) — Spring barley grain yields (t per ha)

Trojnásobná interakce ¹	1988	1989	1990	Průměr ²
R ₁	3,88	4,36	4,56	4,26
N ₁ O ₁ R ₂	3,78	4,39	4,84	4,34
R ₃	3,76	4,20	5,08	4,35
R ₃	4,28	5,42	5,49	5,06
N ₁ O ₂ R ₂	4,03	5,42	5,72	5,06
R ₁	4,33	5,18	5,26	4,92
R ₁	3,74	4,26	6,39	4,80
N ₂ O ₁ R ₂	3,79	4,18	6,00	4,66
R ₃	3,95	3,92	6,16	4,68
R ₃	4,26	5,03	6,84	4,89
N ₂ O ₂ R ₂	4,16	5,50	6,46	5,37
R ₁	4,43	5,59	6,82	5,61
R ₁	3,74	3,08	6,43	4,42
N ₃ O ₁ R ₂	3,69	3,08	6,75	4,51
V ₃	3,62	3,22	6,65	4,50
R ₃	4,05	4,74	7,48	5,42
N ₃ O ₂ R ₂	3,89	4,50	7,36	5,25
R ₁	4,23	4,56	7,51	5,43
R ₁	3,48	2,03	6,51	4,01
N ₄ O ₁ R ₂	3,52	2,23	5,94	3,90
R ₃	3,47	2,45	6,43	4,12
R ₃	4,04	4,13	6,33	4,83
N ₄ O ₂ R ₂	3,83	4,01	6,90	4,91
R ₁ t	3,93	4,18	7,04	5,05
Stupně jednotlivých faktorů ³ N ₁	4,01	4,83	5,16	4,66
N ₂	4,06	4,75	6,45	5,09
N ₃	3,87	3,86	7,03	4,92
N ₄	3,71	3,17	6,53	4,47
R ₁	3,97	4,16	6,25	4,79
R ₂	3,84	4,16	6,25	4,75
R ₃	3,93	4,15	6,37	4,82
O ₁	3,70	3,45	5,98	4,38
O ₂	4,12	4,89	6,60	5,20
Průkaznost rozdílů při ⁴ P 0,05	0,37	0,59	0,88	
P 0,01	0,49	0,79	1,17	

¹three-fold interaction, ²average, ³degrees of separate factors, ⁴significance of differences at

III. Počet klasů na 1 m² — Spike number per m²

Trojnásobná interakce ¹	1988	1989	1990	Průměr ²
R ₁	811	640	568	673
N ₁ O ₁ R ₂	693	653	622	656
R ₃	773	672	617	687
R ₃	803	677	628	703
N ₁ O ₂ R ₂	747	651	606	668
R ₁	801	646	598	682
R ₁	768	656	654	693
N ₂ O ₁ R ₂	712	672	667	684
R ₃	736	904	632	757
R ₃	726	909	637	757
N ₂ O ₂ R ₂	784	677	703	721
R ₁	784	659	648	697
R ₁	691	852	694	746
N ₃ O ₁ R ₂	787	760	694	747
R ₃	686	901	720	769
R ₃	662	908	781	784
N ₃ O ₂ R ₂	858	757	762	792
R ₁	714	859	765	779
R ₁	744	923	793	820
N ₄ O ₁ R ₂	765	731	715	737
R ₃	699	966	736	800
R ₃	709	960	712	794
N ₄ O ₂ R ₂	690	737	792	740
R ₁	666	928	844	813
Stupně jednotlivých faktorů ³ N ₁	771	657	613	680
N ₂	752	746	657	718
N ₃	733	840	736	770
N ₄	712	874	765	784
R ₁	747	770	696	738
R ₂	755	705	695	718
R ₃	724	862	683	756
O ₁	739	778	676	731
O ₂	745	781	706	744

For 1—3 see Tab. II

IV. Počet zrn v klasu — Grain number per spike

Trojnásobná interakce ¹	1988	1989	1990	Průměr ²
R ₁	13,4	19,2	18,9	17,2
N ₁ O ₁ R ₂	15,3	18,6	18,3	17,4
R ₃	13,8	18,3	19,1	17,1
R ₃	14,8	19,6	19,2	17,9
N ₁ O ₂ R ₂	14,6	20,1	20,7	18,5
R ₁	14,9	19,6	19,4	18,0
R ₁	14,5	19,8	23,4	19,2
N ₂ O ₁ R ₂	15,7	20,0	21,0	18,9
R ₃	15,8	13,6	23,3	17,6
R ₃	17,0	14,8	24,1	18,6
N ₂ O ₂ R ₂	14,9	20,2	20,2	18,4
R ₁	16,1	22,0	23,2	20,4
R ₁	16,6	14,4	23,7	18,2
N ₃ O ₁ R ₂	14,2	15,6	24,4	18,1
R ₃	16,4	13,8	23,1	17,8
R ₃	18,2	15,8	22,5	18,8
N ₃ O ₂ R ₂	13,2	17,7	22,6	17,8
R ₁	17,8	16,2	23,0	19,0
R ₁	14,6	10,1	22,8	15,8
N ₄ O ₁ R ₂	14,2	13,7	23,5	17,1
R ₃	15,6	11,4	23,0	16,7
R ₃	17,8	14,1	21,7	17,9
N ₄ O ₁ R ₂	16,6	18,5	22,0	19,0
R ₁	17,9	14,8	24,7	19,1
Stupně jednotlivých faktorů ³ N ₁	14,5	19,2	19,3	17,7
N ₂	15,7	18,4	22,5	18,9
N ₃	16,1	15,6	23,2	18,3
N ₄	16,1	13,8	23,0	17,6
R ₁	15,7	17,0	22,4	18,4
R ₂	14,8	18,1	21,6	18,2
R ₃	16,2	15,2	22,0	17,8
O ₁	15,0	15,7	22,0	17,6
O ₂	16,2	17,8	21,9	18,6

For 1—3 see Tab. II

V. Hmotnost tisíce zrn — Thousand-kernel weight

Trojnásobná interakce ¹	1988	1989	1990	Průměr ²
R ₁	35,8	35,5	42,4	37,9
N ₁ O ₁ R ₂	35,6	36,2	47,6	38,1
R ₃	35,2	34,2	43,0	37,5
R ₃	36,1	41,2	45,6	41,0
N ₁ O ₂ R ₂	36,9	41,3	45,6	41,3
R ₁	36,4	41,2	45,4	41,0
R ₁	33,5	32,7	41,8	36,0
N ₂ O ₁ R ₂	34,0	30,9	42,8	35,9
R ₃	33,9	31,7	41,9	35,8
R ₃	34,6	37,5	44,6	38,9
N ₂ O ₂ R ₂	35,7	40,1	45,5	40,4
R ₁	35,1	38,8	45,3	39,7
R ₁	32,6	24,9	39,0	32,2
N ₃ O ₁ R ₂	33,1	26,0	39,8	33,0
R ₃	32,3	25,9	40,0	32,7
R ₃	33,5	33,4	42,5	36,5
N ₃ O ₂ R ₂	34,3	33,5	42,8	36,9
R ₁	33,1	32,8	42,6	36,2
R ₁	32,0	21,7	36,0	29,9
N ₄ O ₁ R ₂	32,3	22,2	35,4	30,0
R ₃	31,9	22,4	37,9	30,7
R ₃	32,1	30,5	41,0	34,5
N ₄ O ₂ R ₂	33,5	29,6	39,6	34,2
R ₁	33,0	30,5	33,8	32,4
Stupně jednotlivých faktorů ³ N ₁	36,0	38,2	44,1	39,4
N ₂	34,5	35,3	43,6	37,8
N ₃	33,2	29,4	40,6	34,4
N ₄	32,5	26,2	37,3	32,0
R ₁	33,9	32,3	40,8	35,7
R ₂	34,4	32,5	41,8	36,2
R ₃	33,7	32,1	42,1	36,0
O ₁	33,5	28,7	40,2	34,1
O ₂	34,5	35,9	42,9	37,8

For 1—3 see Tab. II

při zakládání pokusu, kdy jarní ječmen následoval po ozimé pšenici, byl průměrný výnos nejnižší. V tomto roce se vlivem silného poškození mrazem na počátku odnožování snížil počet rostlin a docházelo i k pozdnímu odnožování.

Z jednotlivých faktorů byl nejvyšší přírůstek výnosu zrna zaznamenán při aplikaci fungicidů. V tříletém průměru dosáhl přírůstek 0,82 t. ha⁻¹ a v jednotlivých letech se pohyboval v intervalu 0,42 až 1,44 t. ha⁻¹. Maximální účinek fungicidů proti houbovým chorobám byl dosažen v roce 1989, nejnižší v roce 1990.

Dalším sledovaným faktorem bylo dusíkaté hnojení, kde ve tříletém průměru byl maximální výnos zrna dosažen při dávce 40 kg N. ha⁻¹ a přírůstek výnosu činil 0,39 t. ha⁻¹. Další stupňování dávky dusíku na 80 až 120 kg N. ha⁻¹ již působilo na výnos zrna depresivně. V jednotlivých letech byl však účinek stupňovaných dávek dusíku velmi rozdílný. Relativně velmi nízký byl účinek dusíku v roce 1988 a dokonce depresivní vliv byl zaznamenán v roce 1989 i při nejnižší dávce dusíku. Naproti tomu v roce 1990 byl maximální výnos zrna dosažen dávkou 80 kg N. ha⁻¹, přírůstek výnosu oproti variantě bez dusíku činil 1,87 t. ha⁻¹ a na 1 kg dusíku průmyslových hnojiv se vyprodukovalo 23,3 kg zrna. Rozdíly dosažené vlivem působení fungicidů a dusíkatým hnojením jsou statisticky vysoce průkazné.

Aplikace kyseliny jantarové ani benzyladeninu výnos zrna jarního ječmene v průměru neovlivnila. U benzyladeninu byl zaznamenán pozitivní vliv pouze v roce 1990, ve kterém přírůstek výnosu v průměru dosáhl 0,12 t. ha⁻¹. Ve víceletém průměru byla v rámci sledovaných faktorů pro výnos zrna jarního ječmene optimální interakce dusíkatého hnojení v dávce 40 kg. ha⁻¹ s aplikací fungicidů.

Jednotlivé faktory ovlivňovaly i výnosové složky (tab. III až V). Vlivem stupňovaného dusíkatého hnojení se v tříletém průměru zvyšoval v důsledku zvýšeného odnožování počet klasů na jednotce plochy. Současně se však snižoval počet zrn v klasu a hmotnost 1000 zrn. Aplikace fungicidů v průměru a většinou i v jednotlivých letech působila pozitivně na počet zrn v klasu a výrazně zvýšila i hmotnost 1000 zrn.

DISKUSE

Vliv povětrnostních podmínek na výživu rostlin je všeobecně znám a v literatuře je mu věnována značná pozornost (Hoffmann, Bahrn, 1965; Neuberger, 1966; Baier, 1973 aj.).

V našich pokusech jsme mohli prokázat, že průběh povětrnostních podmínek během vegetační doby jarního ječmene byl rozhodujícím faktorem, který se podílel na využití dusíkatých průmyslových hnojiv a výnosu jarního ječmene.

Při nevhodném rozdělení srážek, kdy v průběhu měsíce června docházelo při nadbytku vláhy v důsledku zahuštění porostu k polehnutí, dusík z průmyslových hnojiv se již nemohl uplatnit na tvorbě výnosu zrna.

Obdobně dodaný dusík neovlivnil výnos zrna při nedostatku srážek v první polovině vegetační doby jarního ječmene, kdy při nízkém počtu rostlin v důsledku výpadku vzešlých rostlin vymrznutím (teplota klesla

až na -8°C) došlo k pozdnímu odnožování a klasy již nedospěly do plné zralosti.

Jak uvádějí Strnad, Valeš (1985), jarní ječmen odčerpává z půdní zásoby při produkci 5,0 t zrna 100 kg dusíku, takže na stanovišti v Čáslavi se uplatnil dusík z průmyslových hnojiv až při vyšším výnosu, což bylo pouze v roce 1990.

Aplikace fungicidů proti houbovým chorobám působila pozitivně a přírůstek výnosu byl zcela jednoznačný ve všech letech. V průměru bylo bez ohledu na ostatní faktory zvýšení výnosu zrna vlivem působení fungicidů vyšší než dusíkatým hnojením. Příznivý vliv fungicidů především proti výskytu padlí travního odpovídá i výsledkům, které uvádějí Benada, Spitzer (1990) aj.

Ošetření osiva kyselinou jantarovou nemělo na výnos zrna jarního ječmene příznivý vliv, což pravděpodobně souvisí s dobou výsevu a stanovištními podmínkami. To koresponduje s pokusy, které uskutečnil např. Zemánek (1975), který dosáhl při aplikaci kyseliny jantarové na osivo dobrých výsledků při opožděném výsevu, a dále Příbyl (1988), který získal pozitivní výsledky na horších půdách.

Aplikace benzyladeninu u jarního ječmene v období na počátku květu nepřinesla pozitivní výsledky, což prokazuje neefektivnost použití tohoto cytokyninu v uvedené růstové fázi.

Literatura

- BAIER, J.: Stud. Inform. ÚVTIZ, Půdoznal. Melior. Výž. Rostl., 1973, č. 4.
BENADA, J. — SPITZER, T.: Účinnost fungicidů proti padlí na obilninách. Úroda, 1990, č. 11, s. 496-498.
ČERNÝ, V.: Syntéza biologických a ekologických základů šlechtění rostlin. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1980.
HOFFMANN, E. — BAHN, E.: Die Auswertung langjähriger Reihen von Feldversuchserträgen in Verbindung mit agrarmeteorologischen Daten. 4 Mitt. Albrecht Thaer-Arch., 1965, č. 9, s. 677-701.
LEKEŠ a kol.: Ječmen. Praha, SZN 1985.
METIVIER, J. R.: The effect of time nitrate application upon the growth of barley cultivars of differing endogenous nitrogen levels: longer term experiments. Ann. Bot., 43, 1979, č. 6, s. 753-764.
NEUBERG, J.: Stud. Inform. ÚVTIZ, 1966, č. 9-10.
PŘIBYL, J.: In: KUTINA, J.: Regulátory růstu. Praha, SZN 1988.
SMETÁNKOVÁ, M.: Studium odrazu stavu výživy v průběhu ontogeneze na strukturu výnosu ječmene jarního. [Výzkumná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1980.
STRNAD, P. — VALEŠ, J.: Výživa a hnojení jarního ječmene v různých agroekosystémech na degradované černozemi. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1985.
ZEMÁNEK, M.: Hormonální regulace tvorby výnosu obilnin. Stud. Inform. ÚVTIZ, Zák. Vědy Zeměd., 1975, č. 1.

Došlo 11. 3. 1991

M. JAVŮREK, P. STRNAD (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně; Research Station of Crop Production, Čáslav):

The effect of some factors and their interactions on spring barley.
Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 735-744.

Three-year multifactorial trials were performed with the Bonus variety on the degraded chernozem in Čáslav. It was found that the maximum grain yield has

been obtained in the interaction of nitrogen fertilizing factors $\times$ protection against fungus diseases. Nitrogen fertilizing at a rate of 40 kg per on an average ha was found to be sufficient, the grain yield was even higher at a rate of 80 kg per ha under favourable weather conditions. The fungicides used alone with no respect to other factors caused an increase in the grain yield on an average by 0.82 t per ha at the interval of different years 0.42 to 1.44 t per ha. Nitrogen fertilizing alone increased the yield by 0.43 t per ha at an average rate of 40 kg per ha, when application rates ranged from 40 to 80 kg the yield increased even by 1.87 t per ha in different years. Neither butanediolic acid applied on the seed before sowing, nor benzyladenine used at the end of anthesis had a positive effect on the grain yields.

ENERGETICKÁ EFEKTÍVNOSŤ PESTOVANIA PLODÍN PRI VEĽKOVÝROBNÝCH TECHNOLOGIÁCH

Jozef Repka, Juraj Danko

Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

Energetická bilancia rastlinnej výroby potvrdzuje, že vo veľkovýrobných podmienkach je produkčný systém jednotlivých plodín značne zatažený rôznymi formami dodatkovkej energie (priemyselné hnojivá 18,22 až 48,52 %, osivá 0,25 až 25,76 %, pesticídy 1,52 až 3,92 %, pohonné hmoty 16,59 až 57,26 %, réžia 2,88 až 16,33 %). Bolo stanovené, že dodatková energia pre ozimnú pšenicu predstavuje 29,052 GJ.ha⁻¹ a koeficient efektívnosti 6,24; pre jarný jačmeň 19,147 GJ.ha⁻¹ a 7,09; kukurici na zrno 34,135 GJ.ha⁻¹ a 4,53; hrach 19,508 GJ.ha⁻¹ a 4,97; cukrovú repu 35,214 GJ.ha⁻¹ a 5,56; kukuricu na siláž 32,059 GJ.ha⁻¹ a 4,16; lucernu 15,008 GJ.ha⁻¹ a 8,46 a zeleninu 28,671 GJ.ha⁻¹ a 1,41.

Energetická kríza v 70. rokoch obrátila pozornosť k analýzám energetickej efektívnosti celej poľnohospodárskej sústavy a v rámci nej zvlášť rastlinnej výroby. Aj keď energetická podstata rastlinnej výroby je založená na využívaní energetických zdrojov žiarivej energie, požadované zvýšenie produktivity si vyžaduje značný vstup rôznych foriem dodatkovkej energie, zvlášť vo forme pohonných hmôt, strojov, priemyselných hnojív a pesticídov (Adamovicz, 1980; Kosek, 1980; Nová, 1981; White, 1981; Segetová, 1982; Repka, Kostrej, 1987 a i.).

Uvedené aspekty boli pohnútkou k hodnoteniu energetickej efektívnosti rastlinnej výroby v reálnych výrobných podmienkach.

MATERIÁL A METÓDA

Energetická analýza bola uskutočnená na vybranom hospodárstve v agroekologickej oblasti Nitry s touto štruktúrou plodín: ozimná pšenica, jarný jačmeň, kukurica na zrno a siláž, cukrová repa, lucerna a zelenina. Pre každú plodinu sme do analýzy zahrnuli: výmeru v ha, použité priemyselné hnojivá v kg.ha⁻¹, maštalný hnoj v t.ha⁻¹, pesticídy v kg.ha⁻¹, pohonné hmoty v l.ha⁻¹, elektrickú energiu v kWh.ha⁻¹. Energetické ekvivalenty uvádzaných vstupov sme prepočítali podľa údajov, ako ich uviedol Čislák (1990).

Analyzované územie patrí do klimatického okrsku A₃. Priemerná ročná teplota je 9,7 °C, vo vegetačnom období 16,6 °C. Ročný úhrn zrážok predstavuje 580 mm, z toho vo vegetačnom období 324 mm. Priemerná hodnota globálnej radiácie dosahuje 1314 kWh.m⁻².r⁻¹ a v mesiacoch jún až august 535 kWh.m⁻². Uvedený príkon žiarivej energie

zaraďuje túto oblasť z hľadiska možnosti využívania žiarenia rastlinami k oblastiam s vysokým produkčným potenciálom.

V sledovanom území sa vyskytujú v prevažnej miere pôdy stredne ťažké až ťažké, vyvinuté na vápňitých sprašiach (hnedozem), resp. vápňitých alebo slabo vápňitých nívnych uloženinách.

VÝSLEDKY

Štruktúra plodín v analyzovanom období a energetická náročnosť jednotlivých plodín na dodatkovú energiu je uvedená v tab. I. Na najväčšej výmere bola pestovaná pšenica (28,77 %) a krmoviny — lucerna (18,46 %) a kukurica na siláž (19,32 %). V menšom rozsahu bol pestovaný hrach (8,81 %), kukurica na zrno a cukrová repa (6,03 %), resp. zelenina (5,57 %).

Porovnanie priamych a nepriamych materiálových vstupov (tab. II) a ich energetických ekvivalentov (tab. III) ukazuje, že najnáročnejší na energiu je pestovateľský systém cukrovej repy s celkovým vstupom 35,214 GJ . ha⁻¹. Energeticky náročné je aj pestovanie kukurice na zrno a siláž (34,135, resp. 32,059 GJ . ha⁻¹). Najnižšie energetické vstupy vyžaduje lucerna (15,008 GJ . ha⁻¹).

Z uvedeného porovnania vyplýva, že každá plodina v sústave rastlinnej výroby predstavuje špecifický biologicko-pestovateľský systém, ktorý sa prenáša do energomateriálovej náročnosti produkčného procesu.

I. Štruktúra plodín a ich energetická náročnosť v GJ . ha⁻¹ (priemer rokov 1986 až 1989) — The structure of crops and their energy demandingness in GJ per ha (average for the years 1986 to 1989)

Plodina ¹	Štruktúra osevu ¹¹		Vstup dodatekovej energie ¹² (GJ . ha ⁻¹)	Podiel plodín na celkových vstupoch do rastlinnej výroby ¹³	
	ha	%		energia ¹⁴ (GJ)	podiel ¹⁵ (%)
Ozimná pšenica ²	732,75	28,77	29,052	21 287	32,58
Jarný jačmeň ³	304,75	11,87	19,147	5 835	8,93
Kukurica na zrno ⁴	153,50	6,03	34,135	5 239	8,02
Hrach ⁵	224,25	8,81	19,508	4 374	6,70
Cukrová repa ⁶	141,75	5,57	35,214	4 991	7,63
Kukurica na siláž ⁷	492,00	19,32	32,059	15 773	24,14
Lucerna ⁸	470,00	18,46	15,008	7 053	10,80
Zelenina ⁹	27,25	1,07	28,671	781	1,20
Spolu ¹⁰	2546,25	100,00		65 333	100,00

¹crop, ²winter wheat, ³spring barley, ⁴grain maize, ⁵pea, ⁶sugar beet, ⁷silage maize, ⁸lucerne, ⁹vegetable, ¹⁰total, ¹¹structure of sowing, ¹²input of supplemental energy, ¹³proportion of crops in total inputs into crop production, ¹⁴energy, ¹⁵proportion

II. Vstupy hmoty do pestovateľských systémov jednotlivých plodín na 1 ha (priemer rokov 1986 až 1989) — Inputs of mass into cultivation systems of different crops per ha (average for the years 1986—1989)

Ukazovateľ ¹	Merná jednotka ²⁰	Ozimá pšenica ²	Jarný jačmeň ³	Kukurica zrno ⁴	Hrach ⁵	Cukrová repa ⁶	Kukurica siláž ⁷	Lucerna ⁸	Zelenina ⁹
Odpisy ¹⁰	Kčs	58,75	45,5	54,5	64	212	124	23,25	941,75
Opravy ¹¹	Kčs	69	62,75	99	20	466	348,5	36	1246
Réžia ¹²	Kčs	3562,5	3126	3926,75	2966,75	1289,5	924,5	2200,5	1279,5
Priemyselné hnojivá ¹³									
N	kg	122,0	53,9	159,0	46,1	120,75	164,5	6,87	70,0
P	kg	60,05	46,18	76,25	44,9	35,75	45,32	38,4	35
K	kg	97,02	102,1	116,25	99,15	115,37	107,37	81,22	96,5
Maštalný hnoj ¹⁴	t	2,25	—	26,93	—	33,75	24,93	—	10
Osivá ¹⁵	kg	291,25	221,25	29,88	302,75	19	48,75	20	4,37
Pesticidy ¹⁶	kg	4,95	4,75	6,51	6,84	13,62	4,82	2,43	7,32
Pohonné hmoty ¹⁷	l	127,92	102,7	135,45	98,25	248,9	186,45	208,12	185,97
Elektrická energia ¹⁸	kWh	15,75	15,74	272	8,75	—	—	136,5	31,25
Ľudská práca ¹⁹	Kčs	702,25	525,5	827,7	409,75	2802,25	511	474,5	1008,5

For 2—9 see Tab. I, ¹parameters, ¹⁰amortization, ¹¹modifications, ¹²overhead costs, ¹³fertilizers, ¹⁴manure, ¹⁵seeds, ¹⁶pesticides, ¹⁷fuels, ¹⁸electric energy, ¹⁹human labour, ²⁰measuring unit

Energetické ekvivalenty uvedených vstupov potvrdzujú, že najväčšie energetické zaťaženie výrobného procesu je spojené s aplikáciou priemyselných hnojív. Z nich prevláda predovšetkým dusík, pretože jeho podiel vo fyzických jednotkách je pomerne vysoký, ale hlavne v dôsledku vysokej energetickej náročnosti výroby 1 kg dusíka. Vysoký podiel vstupov z dusíka je predovšetkým pri kukurici na siláž (41,15 %), kukurici na zrno (37,38 %), pšenici (33,68 %) a cukrovej repe (27,50). Pri jačmeni, u ktorého sa z technologických príčin minimalizuje až vynecháva dusík, je jeho podiel nižší (22,59 %). Podobná situácia je aj u bôbových rastlín.

Podiel draslíka a fosforu na energetických vstupoch je nižší a vzhľadom k ich vysokej zásobe v pôde (hlavne draslíka) bude možné v budúcnosti energetické vklady cez fosforečné a draselné hnojivá obmedzovať.

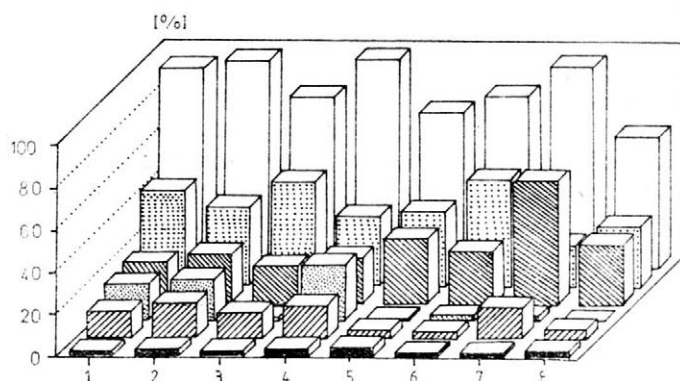
V nadväznosti na mechanizačné prostriedky využívané pri pestovaní jednotlivých plodín narastá energetické zaťaženie výroby pohonnými hmotami. Pri sledovaných plodinách na pohonné hmoty pripadá 16,59 % (kukurica na zrno) až 57,36 % (lucerna) z celkových foriem dodatkovej energie.

Pomerne vysoké zaťaženie pestovateľských systémov je spojené s réžiou. Relatívne vyjadrenie podielu jednotlivých vstupov na celkovom energetickom zaťažení pestovateľských systémov (obr. 1) doku-

III. Vstupy energie do pestovateľských systémov jednotlivých plodín v GJ.ha⁻¹ (priemer rokov 1986 až 1989) — Energy inputs into cultivation systems of different crops in GJ per ha (average for the years 1986 — 1989)

Ukazovateľ ¹	Ozimná pšenica ²	Jarný jačmeň ³	Kukurica zrno ⁴	Hrach ⁵	Cukrová repa ⁶	Kukurica siláž ⁷	Lucerna ⁸	Zelenina ⁹
Odpisy ¹⁰	0,237	0,183	0,219	0,257	0,499	0,499	0,093	3,795
Opravy ¹¹	0,270	0,252	0,399	0,080	1,878	1,404	0,145	5,021
Réžia ¹²	3,562	3,126	3,926	2,966	1,289	0,924	2,200	1,279
Priemyselné hnojivá ¹³	N	9,786	4,326	12,757	3,697	9,684	13,192	0,550
	P	1,928	1,477	2,440	1,436	1,144	1,450	1,228
	K	1,125	1,184	1,362	1,150	1,338	1,261	0,956
Maštalný hnoj ¹⁴	1,297	—	5,107	—	6,399	4,159	—	1,896
Osivá ¹⁵	4,834	3,672	0,496	5,025	0,315	0,809	0,415	0,072
Pesticidy ¹⁶	0,502	0,481	0,660	0,694	1,380	0,489	0,247	0,748
Pohonné hmoty ¹⁷	5,347	4,293	5,662	4,108	10,504	7,794	8,610	7,774
Elektrická energia ¹⁸	0,057	0,072	0,980	0,032	—	—	0,491	0,113
Ludská práca ¹⁹	0,107	0,082	0,127	0,063	0,429	0,078	0,073	0,120
Celkom ²⁰	29,052	19,147	34,135	19,508	35,214	32,059	15,008	28,671
Globálna radiácia ²¹	25 285	20 254	27 239	18 231	35 953	23 561	37 766	29 604

For 1 — 19 see Tab. II, ²⁰total, ²¹global irradiation



1. Štruktúra vstupov dodatkového energie podľa plodín — The structure of inputs of supplemental energy according to the crops

osa x:

1. ozimá pšenice
2. jarný jačmeň
3. kukurica na zrno
4. hrach
5. cukrová repa
6. kukurica na siláž
7. lucerna
8. zelenina

x axis:

1. winter wheat
2. spring barley
3. grain maize
4. pea
5. sugar beet
6. silage maize
7. lucerne
8. vegetable

- pesticidy — pesticides
- ▨ pohonné hmoty — fuels
- ▤ réžia — overhead costs
- ▧ priemyselné hnojivá — commercial fertilizers
- ▩ osivá — seeds
- spolu — total

mentuje, že réžia pri jačmeni predstavuje 16,33 %, hrachu 15,20 % a lucerne 14,66 % z celkovej dodatkovej energie. Len pri cukrovej repe (3,66 %) a kukurici na siláž (2,88 %) bol energetický vstup réžie nižší.

V porovnaní s ostatnými položkami je nízky podiel energetických vstupov pripadajúci na pesticídy, ktoré tvoria 1,52 % (lucerna) až 3,92 % (cukrová repa). Podiel týchto vstupov je značne variabilný s ohľadom na infekčný tlak jednotlivých rokov, ale aj s celkovým trendom znižovania chemických ochranných látok a zmenou v štruktúre pestovaných plodín. Pri súčasnej vysokej technológii sa všeobecne pri všetkých plodinách znižuje podiel ľudskej práce, ktorá tvorí 0,24 až 1,21 % z celkovej dodatkovej energie v závislosti od druhu plodiny.

Vedľa energetických vstupov dodatkovej energie je základným energetickým zdrojom rastlinnej výroby energia slnečného žiarenia. Jej množstvo dopadajúce na porast od vzídenia po zber je závislé od dĺžky vegetačnej doby danej plodiny a od celkového príkonu energie v jednotlivých úsekoch a za celé vegetačné obdobie.

Z údajov tab. III vyplýva, že porasty sledovaných plodín v priemere za štyri roky mali k dispozícii energiu globálnej radiácie v rozsahu od 18 231 GJ . ha⁻¹ pri hrachu do 37 766 GJ . ha⁻¹ pri lucerne. Pri súčte energie žiarenia a fosílnnej energie bol najväčší energetický vstup pri lucerne. Porovnanie medzi množstvom fosílnnej energie a energie žiarenia potvrdzuje, že produkčný systém poľných plodín je prakticky závislý na príkone slnečnej radiácie, ktorá presahuje viac ako 99 %, zatiaľ čo na fosílnne zdroje pripadá 0,04 až 0,12 %. V tomto vzťahu je vyjadrený základný princíp energetickej závislosti produkčného procesu poľných plodín, ktorý indikuje, že rozhodujúcim faktorom produktivity rastlín je využívanie energie slnečného žiarenia. Dodatočné zdroje však podmieňujú efektívnosť využívania žiarivej energie a vystupujú ako nezbytná zložka intenzívnej rastlinnej výroby.

Najefektívnejším kritériom energetickej efektívnosti produkčného systému každej plodiny je hodnota, s akou príslušný porast využíva dopadajúcu energiu žiarenia. Na základe uvedeného metodického postupu sme zhodnotili príkon globálnej radiácie za vegetačné obdobie jednotlivých plodín a na základe výstupu energie hlavného a vedľajšieho produktu a celkovej biomasy sme vypočítali príslušné koeficienty využitia globálneho žiarenia.

Z údajov tab. IV vyplýva, že pre produkciu sušiny hlavného a vedľajšieho produktu sa koeficienty využívania globálnej radiácie (KVŽ) pohybovali v rozmedzí 0,14 až 0,71 %. Veľmi nízke koeficienty využitia žiarenia sme zaznamenali u zeleniny. Najvyššie koeficienty využitia žiarenia boli zaznamenané pri obilninách (pšenica 0,71 %, jačmeň 0,67 %). Koeficienty využitia žiarenia prepočítané na celkovú biomasu sa pohybovali od 0,20 do 1,11 %. Najvyššia hodnota bola zistená pri kukurici na zrno (1,11 %) a jarnom jačmeni (0,98 %).

Pre výslednú energetickú efektívnosť produkčného procesu každej plodiny je rozhodujúce množstvo energie získanej v produkcii v pomere k množstvu dodatkovej energie (tab. IV). Uvedený fakt dokumentuje ukazovateľ energetickej efektívnosti, t. j. množstvo vyprodukovanej energie v hospodárskom produkte či biomase v pomere k dodatkovým formám energie. Údaje potvrdzujú, že najväčšia energetická efektívnosť (8,46 GJ . ha⁻¹) na 1 GJ dodatkovej energie bola pri lucerne, kde

IV. Ukazovatele energetickej efektívnosti dodatkovej energie a koeficienty využitia globálneho žiarenia (priemer rokov 1986 až 1989) — Parameters of energy efficiency of supplemental energy and coefficients of using the global irradiation (average for the years 1986—1989)

Plodina ¹	Vstup dodatkovej energie ¹⁰ (GJ . ha ⁻¹)	Výstup energie v nadzemnej biomase ¹¹	Koeficient efektívnosti (výstup : : vstup) ¹²	Zisk čistej energie (výstup — — vstup) ¹³	Koeficient využitia globálneho žiarenia ¹⁴		
					hlavný pro- dukt ¹⁵	nad- zemná bio- masa ¹⁶	celková bio- masa ¹⁷
Ozimná pšenica ²	29,052	181,47	6,24	152,418	0,33	0,71	0,90
Jarný jačmeň ³	19,147	135,79	7,09	116,643	0,38	0,67	0,98
Kukurica na zrno ⁴	34,135	154,61	4,53	120,475	0,31	0,57	1,11
Hrach ⁵	19,508	96,98	4,97	77,472	0,22	0,53	0,87
Cukrová repa ⁶	35,214	195,85	5,56	160,636	0,35	0,54	0,71
Kukurica na siláž ⁷	32,059	133,54	4,16	101,481	0,56	0,56	0,95
Lucerna ⁸	15,008	127,05	8,46	112,042	0,33	0,33	0,75
Zelenina ⁹	28,671	40,35	1,41	11,679	0,14	0,14	0,20

For 1—9 see Tab. I, ¹⁰input of supplemental energy, ¹¹output of energy in above-ground biomass, ¹²coefficient of efficiency (output : input), ¹³gain of pure energy (output : input), ¹⁴coefficient of using the global irradiation, ¹⁵main product, ¹⁶above-ground biomass, ¹⁷total biomass

bol najnižší vstup dodatkovej energie. Vysokú efektívnosť sme zaznamenali aj pri jačmeni (7,09 GJ . ha⁻¹). Nasleduje pšenica a cukrová repa s energetickou efektívnosťou 6,24, resp. 5,56 GJ . ha⁻¹. Najmenej efektívnou bola v sústave rastlinnej výroby zelenina.

Dôležitým ukazovateľom pre vyjadrenie energetickej efektívnosti je tzv. čistý zisk energie, t. j. rozdiel medzi získanou a dodanou energiou. Podľa tohto ukazovateľa je najefektívnejšou plodinou cukrová repa (160,636 GJ . ha⁻¹), pšenica (152,418 GJ . ha⁻¹) a kukurica na zrno (120,475 GJ . ha⁻¹).

DISKUSIA

Pri súhrnnom hodnotení predložených výsledkov vystupujú niektoré problémy obecného a praktického charakteru. Energetické kritériá pri hodnotení toku hmoty v rastlinnej výrobe ukazujú, že celá poľnohospodárska sústava je v energetickom zmysle otvorenou biologickou sústavou s evidovateľnými vstupmi a výstupmi energie. Zároveň sa potvrdzuje, že z tohto aspektu je fungovanie rastlinnej výroby závislé na príkone energie z vonkajšieho prostredia s rozdielnymi kvantitatívnymi hodnotami pre jednotlivé plodiny. Získané údaje poukazujú na potrebu efektívnejšieho využívania energie, zvlášť fosílnych zdrojov. Vystupujú tu aj problémy ochrany životného prostredia ako dôsledok neracionálneho používania mechanizačných prostriedkov a agrochemikálií.

Z tohto prístupu vyplývajú aj niektoré metodické problémy. Sú spojené s tým, že nie vždy je možné presne vypočítať podiel jednotlivých energetických vkladov do produkčného procesu. Ťažko určiť, koľko energie vo forme priemyselných hnojív sa bezprostredne podieľa na produkcii v porovnaní so vstupom slnečnej energie. Rovnako nie je možné presne určiť rezíduá priemyselných hnojív použitých v minulých rokoch.

Problematická je kalkulácia pesticídov, ktorá môže pozitívne, alebo negatívne ovplyvniť produkčný proces. Nie je celkom jasná otázka energetického hodnotenia vstupov maštalného hnoja. Pri jeho plnom energetickom zhodnotení ($0,5688 \text{ GJ} \cdot \text{t}^{-1}$) predstavuje výrazné energetické zaťaženie tej plodiny, ku ktorej je aplikovaný. Preto sme do energetickej bilancie započítali pri tej ktorej plodine len jednu tretinu a pri následných plodinách sme jeho účinok nepočítali.

Zvlášť problematické sú aj energetické vstupy tých zdrojov energie, ktoré sa vzťahujú na stroje, ich odpisy, budovy apod. Ich hodnota v biologickom systéme nie je bezprostredná a biologický proces zasahujú nepriamo.

Špecifickým problémom je aj energetické zhodnocovanie získanej produkcie. Jednotný prepočet jednotky produkcie na energetickú hodnotu biomasy znižuje energetický a biologický význam produktov, ktoré majú vyšší obsah bielkovinových komponentov.

Pre podstatu rastlinnej produkcie je však rozhodujúce využitie energie slnečnej radiácie. Naše analýzy poukazujú na veľmi nízke koeficienty využitia slnečného žiarenia. Pohybujú sa v rozmedzí 0,14 až 0,56 pre hospodársky produkt o 0,20 až 1,11 pre celkovú biomasu. Hruška a kol. (1975) udávajú, že v podmienkach južnej Moravy sa hodnoty koeficientov využitia žiarenia pohybujú pri pšenici od 0,30 až 1,68, pri kukurici od 0,37 do 1,92 a pri cukrovej repe od 0,17 do 1,31. Květ (1980) potvrdzuje, že v dobre vyvinutých porastoch a za pomoci dodatkovej energie sa využije viac ako 2 % globálnej radiácie a 4 % fotosynteticky aktívnej radiácie. Austin (1980) a Gales (1983) udávajú, že súčasné porasty sú schopné využiť FAR so 4,5% účinnosťou a dosiahnuť potenciálne úrody zrna 10 až 12 t $\cdot \text{ha}^{-1}$.

Uvedené ukazuje, že sú značné rezervy v racionálnom využívaní ako zdrojov globálneho žiarenia, tak aj foriem dodatkovej energie, kde je zvlášť potrebné optimalizovať technologické postupy znižujúce energetický podiel pripadajúci na nepriamu energiu.

Literatura

- ADAMOVICZ, M.: Energetika zemědělské výroby v evropských socialistických zemích. Zeměd. Ekon., 26, 1980, č. 6, s. 521-531.
- AUSTIN, R. B.: Physiological limitations to cereal yields and ways of reducing them by breeding. Opportunities for increasing crop yields, 1980, s. 3-19.
- ČISLÁK, V.: Energetická efektivnost poľnohospodárskych sústav. Bratislava, Veda 1990, s. 146.
- GALES, K.: Yield variation of wheat and barley in Britain in relation to crop growth and soil conditions. A. Rev. I. Sci. Fd Agric., 1983, s. 1085-1104.
- HRUŠKA, L. — JANÍČEK, J. — BEDNÁŘOVÁ, E.: Productivity of main yield crops in Southern Moravia. Rostl. Výr., 8, 1975, č. 10, s. 1010-1018.
- KOSEK, J.: Energetická účinnosť zemědělské výroby. Zeměd. Techn., 26, 1980, č. 10, s. 579-591.

- KVĚT, J.: Tok energie v ekosystémech. In. Sbor. III. ekol. Semin. Hradec Králové, 1980.
- NOVÁ, D.: Možnosti energetického využití biomasy. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1981, s. 71.
- REPKA, J. — KOSTREJ, A.: Energetická efektívnosť minerálnej výživy v produkčnom procese pšenice ozimnej. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 10, s. 1049-1056.
- SEGETOVÁ, V.: Energetická bilance v rostlinné výrobě. Stud. Inform. ÚVTIZ, Rostl. Výr., 1982, s. 96.
- WHITE, D. J.: Energy in agriculture. Proc. Fertil. Soc., 203, 1981, s. 5-30.

Došlo 11. 3. 1991

J. REPKA, J. DANKO (University of Agriculture, Nitra):

Energy efficiency cultivation using large-scale production technologies.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 745-752.

Energy balance of crop production confirms that a production system of different crops is largely over-loaded by different forms of supplemental energy (fertilizers 18.22 to 48.52 %, seeds 0.25 to 25.76 %, pesticides 1.52 to 3.92 %, fuels 16.59 to 57.26 %, overhead costs 2.88 to 16.33 %). It was determined that supplemental energy for winter wheat represents 29.052 GJ per ha, and efficiency coefficient is 6.24; these values are 19.147 GJ per ha and 7.09 for spring barley; for grain maize 34.135 GJ per ha and 4.53; pea 19.508 GJ per ha and 4.97; for sugar beet 35.214 GJ per ha and 5.56; silage maize 32.059 GJ per ha and 4.16; lucerne 15.008 GJ per ha and 8.46; and vegetables 28.671 GJ per ha and 1.41.

ENERGETICKÉ BILANCE U ZAVLAŽOVANÉ OZIMÉ PŠENICE V RŮZNÝCH TYPECH OSEVNÍCH POSTUPŮ

Zdeněk Stražil, Josef Šimon

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Energetické bilance byly hodnoceny u zavlažované ozimé pšenice zařazené do odlišných osevních postupů na lehkých půdách v letech 1979 až 1988. Sledovala se efektivnost využití globálního slunečního záření a efektivnost dílčích dodatkových vstupů energie dodaných závlahou a hnojením dusíkem v průmyslových hnojivech a jejich interakce. Hodnoty efektivnosti využití slunečního záření se pohybovaly v závislosti na zařazení ozimé pšenice do osevních postupů a velikosti vkladů dodatkové energie v rozmezí od 0,19 do 0,60 % pro hospodářský produkt a od 0,46 do 1,34 % pro celkem sklizený produkt. Použité dávky dusíku v průmyslových hnojivech vykazaly v průměru vyšší koeficienty využití slunečního záření než samotná závlaha. Interakce závlahy a dusíkatého hnojení zvyšovala využití slunečního záření porostem ozimé pšenice. Z pohledu čisté produkce energie reagovala ozimá pšenice zařazená do obilnářských osevních postupů na závlahu nebo hnojení dusíkem relativně lépe než v píceinářských osevních postupech. Energetická efektivnost dodatkových vkladů (výstup : vstup) kolísala podle osevních postupů a variant v rozmezí od 2,36 do 5,11 u hospodářského produktu a od 5,36 do 10,37 u celkem sklizeného produktu, přičemž absolutní hodnoty efektivnosti byly v průměru vyšší u píceinářských osevních postupů. Ozimá pšenice reagovala v dané oblasti lépe na hnojení dusíkem než na samotnou závlahu. Z energetického hlediska pouhé zařazení ozimé pšenice do ekologicky vyváženějších píceinářských osevních postupů zcela nahradilo dodatkovou energii vloženou závlahou nebo hnojením dusíkem k ozimé pšenici zařazené do obilnářských osevních postupů.

Při vyšší intenzitě rostlinné výroby jsou všeobecně vztahy mezi jednotlivými složkami agroekosystémů a koloběhů energií podstatně složitější. Jakýkoliv nesprávně volený pěstitelský postup může značně ovlivnit stabilitu celého agroekosystému a vyvolat neúměrnou potřebu dodatkové energie. Přitom se obvykle naruší i funkce navazujících ekosystémů i životního prostředí. V extrémních případech může vklad energie dokonce převyšovat i energetický obsah finálního produktu.

S ohledem na nedostatek energie a její rostoucí ceny je přirozené, že dochází ke snahám omezovat vysoké vklady energie do výroby zaváděním racionálních postupů ve všech sférách zemědělství.

Jednou z oblastí úspor je snižování podílu dodatkové energie do výrobního procesu v rostlinné výrobě, kde obvykle připadá z celkového energetického vkladu 25 až 35 % na průmyslová hnojiva a od 6,6 do 21,8 % na závlahu (Jeníček, 1977; Altbrod, 1979; Hruška, Janíček, 1982; Číslák, Heldi, 1984). V této práci hodnotíme energetické bilance u zavlažované ozimé pšenice s ohledem na její různé zařazení v osevním postupu.

Bilance energie u zavlažované ozimé pšenice, která byla zařazena v odlišných osevních postupech, byla hodnocena v letech 1979 až 1988 ve VÚRV Praha-Ruzyně na pracovišti v Tišicích (řepařsko-žitný subtýp) na hlinitopísčitých půdách.

Sled plodin v jednotlivých osevních postupech, roční dávky v průmyslových hnojivech, velikost závlahových dávek vypočtených na optimální VVK k jednotlivým plodinám uvádí tab. I. Všechny varianty byly každoročně hnojeny těmito dávkami fosforu a draslíku v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$: 1976—1979: 32, resp. 83; 1981—1988: 44, resp. 83.

Globální záření (GR) bylo měřeno přímo na stanovišti bimetalickým pyranometrem v období od vzejití přes zimní období při teplotě nad 5°C až do sklizně.

Konkrétní hodnoty energetických ekvivalentů započítávaných do jednotlivých dílčích energetických vstupů uvádějí Stražil et al. (1987). Do energetických vstupů bylo zahrnuto zpracování půdy, hnojení, setí (včetně osiva), chemická ochrana, závlaha a sklizeň, která pro všechny varianty představovala pro zrna předčištění, čištění, dosoušení až po naskladnění zrna do síla. U slámy představovala sklizeň sběr a odvoz s uložením do stohu.

Výstupy energie byly vypočteny na základě vlastního měření spalného tepla vypočteného z absolutní sušiny, měřeného na kalorimetru KL-5.

Pro zhodnocení energetických bilancí jsme zvolili dva ukazatele: čistou produkci energie (výstup — vstup) a energetickou efektivnost (výstup : vstup), a to pro hospodářský (HP) a celkem sklizený (CP) produkt. Kromě toho se sledovala u ozimé pšenice efektivnost využití globálního záření a efektivnost dílčích dodatkových vstupů energie (závlaha, hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech a jejich interakce).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Využití globálního záření (GR) na tzv. základní variantě označené v_0h_0 , tj. bez použití dusíkatého hnojení v průmyslových hnojivech a bez závlahy, kolísalo v závislosti na osevních postupech v rozmezí od 0,19 do 0,60 % u hospodářského produktu (HP) a od 0,46 do 1,34 % u celkem sklizeného (CP) produktu. Uvedené hodnoty naznačují, jak je z hlediska využití slunečního záření důležité řazení ozimé pšenice do osevního postupu. Ozimá pšenice zařazená v tzv. obilnářských osevních postupech (více než 66 % obilnin) vykazovala na základních variantách oproti ostatním osevním postupům vždy nižší koeficienty využití slunečního záření (tab. II).

Použití dusíkatého hnojení zvyšovalo koeficienty využití slunečního záření v závislosti na zařazení ozimé pšenice do osevních postupů. Z výsledků vyplývá, že pro HP činilo kolísání koeficientu GR vlivem hnojení dusíkem v závislosti na osevních postupech 10 až 100 %, pro CP 12 až 87 % oproti variantě bez použití průmyslových hnojiv, přičemž relativně vyšší hodnoty byly zjištěny u obilnářských osevních postupů.

Vstupy energie v samotné závlaze umožňovaly, podobně jako hnojení dusíkem, lepší využití slunečního záření porosty pšenice. Závlaha

I. Zařazení ozimé pšenice do jednotlivých osevních postupů, roční dávky dusíku v průmyslových hnojivech a velikost závlahových dávek v průměru za sledované období — Classification of winter wheat into separate crop rotations, yearly nitrogen application rates in commercial fertilizers and the size of irrigation rates on an average for the period under study

Roky ¹	Osevní postup ²	Plodina ³	Dávka závlahové vody ⁴ (mm)	Dávka N ⁵ h ₁ (kg · ha ⁻¹)
1976—1979		1. cukrovka ^{6**}	203	100
		2. ozimá pšenice ⁷	171	40
		3. jarní pšenice ⁸	170	50
		průměr za sled	181	63
1981—1984	B	1. bob obecný na zeleno ^{9*}	56	30
		jetel 1. rok ¹⁰	140	—
		2. jetel 2. rok ¹¹	231	—
		3. ozimá pšenice*	129	40
		4. jarní pšenice	143	50
		průměr za sled	175	30
1985—1988	A	1. kukuřice na zrno ^{12**}	29	100
		2. ozimá pšenice	112	100
		3. jarní pšenice	96	100
		průměr za sled	83	100
1981—1984	A	1. kukuřice na zrno ^{**}	166	100
		2. ozimá pšenice	161	40
		3. jarní pšenice	151	50
		průměr za sled	159	63
1981—1984	C	1. jetel luční ¹³	210	—
		2. ozimá pšenice	132	80
		3. cukrovka ^{**}	207	120
		4. jarní ječmen ¹⁴	152	30
		průměr za sled	175	57
1985—1988	B	1. směska ^{15*}	74	20
		2. jetel luční	108	—
		3. ozimá pšenice*	101	60
		4. jarní pšenice	35	60
		průměr za sled ¹⁶	79	35

* aplikace chlévského hnoje k plodině v dávce¹⁷ 20 t · ha⁻¹

** aplikace chlévského hnoje k plodině v dávce 40 t · ha⁻¹

¹years, ²crop rotations, ³crop, ⁴rate of irrigation water, ⁵N-rate, ⁶sugar beet, ⁷winter wheat, ⁸spring wheat, ⁹green common faba bean, ¹⁰clover in the 1st year, ¹¹clover in the 2nd year, ¹²grain maize, ¹³red clover, ¹⁴spring barley, ¹⁵feed mixture, ¹⁶average for crop rotation, ¹⁷manuring to the crop at a rate of

zvyšovala koeficienty využití GR o 2 až 68 % u HP a 9 až 87 % u CP oproti základní variantě, přičemž obdobně jako u hnojení dusíkem relativně vyšší hodnoty byly zjištěny u ozimé pšenice zařazené do obilnářských osevních postupů. V průměru však byly koeficienty využití slunečního záření při závlaze o poznání nižší v porovnání se samotným dusíkatým hnojením.

Interakce závlahy a hnojení dusíkem (v_1h_1) dále zvyšovala využití slunečního záření porostem ozimé pšenice. Oproti základním variantám bylo využití GR ozimou pšenicí podle jednotlivých osevních postupů vyšší u HP o 8 až 132 % a u CP o 27 až 123 %.

Hodnoty efektivity využití slunečního záření dosahovaly při interakci závlahy a hnojení dusíkem v závislosti na zařazení ozimé pšenice do osevních postupů pro HP hodnot od 0,40 do 0,60 % a pro CP od 0,88 do 1,34 %. Na Hané (Nátr, 1975) činilo využití globálního záření ozimou pšenicí u celkové produkce fyto-masy 1,20 %. Na jižní Moravě (Hruška et al., 1975) dosáhlo 1,25 % a na jihozápadním Slovensku (Repka, Kostrej, 1987) 1,04 až 1,41 %. Hodnoty využití globálního záření ozimou pšenicí v podmínkách Polabí jsou na sledovaných variantách v podstatě srovnatelné především při vyšších dodatkových vkladech (závlaha x optimální dávky dusíku) v porovnání s hodnotami dosaženými ve výše uvedených oblastech.

V celkových vstupech dodatkové energie jsou zahrnuty jak nepřímá, tak přímá složka energie. Přímou složkou je míněna energie vložená ve formě paliv, elektrické energie, živé práce apod. Nepřímá složka je tvořena energií vloženou do výrobního

II. Vstupy, výstupy energie, energetické bilance a využití slunečního záření u ozimé pšenice na sledovaných variantách pro hospodářský (HP) a celkem sklizený (CP) produkt - Inputs, energy outputs, energy balance and solar radiation utilization in winter wheat on the studied variants for main (HP) and total harvested (CP) product

Roky ¹	Osevní postup ²	Období ³ Varianta ⁴	Energetické výstupy ⁵		Celkové vstupy energie ⁶ (GJ· .ha ⁻¹)	Čistá produkce energie ⁷		Energetická efektivnost ⁸		Vstup energie slunečního záření ⁹ (GJ·ha ⁻¹)	Využití slunečního záření ¹⁰	
			HP	CP		HP	CP	HP	CP		HP	CP
1976—1979		v _{h0}	69,44	152,85	18,72	50,72	134,13	3,71	8,17	23 885,7	0,29	0,64
		v _{h1}	78,76	174,88	22,35	56,41	152,53	3,52	7,82	23 885,7	0,33	0,73
		v _{l_{h0}}	92,94	209,29	27,58	65,36	181,71	3,37	7,59	23 885,7	0,39	0,88
		v _{l_{h1}}	109,76	253,32	31,80	77,96	221,52	3,45	7,97	23 885,7	0,46	1,06

1981 — 1984	A	v ₀ h ₀	43,17	97,96	18,28	24,89	79,68	2,36	5,36	19 367,9	0,22	0,51
		v ₀ h ₁	70,85	145,70	23,10	47,75	122,60	3,07	6,31	19 367,9	0,37	0,75
		v ₁ h ₀	70,49	143,01	26,49	44,00	116,52	2,66	5,40	19 367,9	0,36	0,74
		v ₁ h ₁	93,80	189,60	30,85	62,95	158,75	3,04	6,15	19 367,9	0,48	0,98
1981 — 1984	B	v ₀ h ₀	95,02	186,13	21,62	73,40	164,51	4,40	8,61	19 604,2	0,48	0,95
		v ₀ h ₁	103,06	211,35	25,46	77,60	185,89	4,05	8,30	19 604,2	0,53	1,08
		v ₁ h ₀	95,47	226,50	27,97	67,50	198,53	3,41	8,10	19 604,2	0,49	1,16
		v ₁ h ₁	101,98	262,01	31,81	70,17	230,20	3,21	8,24	19 604,2	0,52	1,34
1981 — 1984	C	v ₀ h ₀	99,41	201,62	19,45	79,96	182,17	5,11	10,37	19 450,3	0,51	1,04
		v ₀ h ₁	109,46	227,60	26,42	83,04	201,18	4,14	8,61	19 450,3	0,56	1,17
		v ₁ h ₀	102,16	220,66	25,54	76,62	195,12	4,00	8,64	19 450,3	0,53	1,13
		v ₁ h ₁	117,53	256,43	32,83	84,70	223,60	3,58	7,81	19 450,3	0,60	1,32
1985 — 1988	A	v ₀ h ₀	45,41	107,58	18,48	26,93	89,10	2,46	5,82	23 468,3	0,19	0,46
		v ₀ h ₁	88,54	202,26	28,52	60,02	173,74	3,10	7,09	23 468,3	0,38	0,86
		v ₁ h ₀	66,72	132,29	19,24	47,48	113,05	3,47	6,88	23 468,3	0,28	0,56
		v ₁ h ₁	103,30	242,44	34,25	69,05	208,19	3,02	7,08	23 468,3	0,44	1,03
1985 — 1988	B	v ₀ h ₀	71,62	150,92	19,45	52,17	131,47	3,68	7,76	23 466,4	0,31	0,64
		v ₀ h ₁	89,71	191,92	25,14	64,57	166,78	3,57	7,63	23 468,4	0,38	0,82
		v ₁ h ₀	77,61	170,06	23,71	53,90	146,35	3,27	7,17	23 466,4	0,33	0,72
		v ₁ h ₁	93,79	205,80	29,36	64,43	176,44	3,19	7,01	23 466,4	0,40	0,88

¹years, ²crop rotation, ³period, ⁴variant, ⁵energy outputs, ⁶total energy inputs, ⁷pure energy output, ⁸energy efficiency, ⁹energy input into solar radiation, ¹⁰use of solar radiation

procesu zemědělství prostřednictvím jiných odvětví národního hospodářství, což představuje energii spotřebovanou na výrobu zemědělské techniky, produktů chemického průmyslu, na zemědělskou výstavbu atd.

Celkové vstupy dodatkové energie u ozimé pšenice kolísaly od 18,28 na základní variantě do 32,83 GJ · ha⁻¹ na variantě se závlahou a hnojením dusíkem (tab. II). To znamená, že použitá závlaha a hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech představovaly v průměru kolem 50 % z celkových dodatkových energetických vkladů.

Z hlediska čisté produkce energie reagovaly obilnářské osevní postupy při podobných vstupech relativně lépe na závlahu nebo dusíkaté hnojení než píceňářské osevní postupy. Např. přírůstky čisté produkce energie závlahou činily u HP 28 až 47 % oproti nezavlažované variantě (tab. II). Přesto však při hodnocení celkové energetické výstupy obilnářských osevních postupů nedosahovaly v průměru při samotné závlaze nebo hnojení dusíkem takových hodnot jako v případě postupů píceňářských bez závlahy a dusíkatého hnojení. To znamená, že samotná lepší struktura plodin v píceňářských osevních postupech nahradila dodatkovou energii vloženou závlahou nebo dusíkatým hnojením v obilnářských osevních postupech.

Z hlediska působení závlahy v látkově energetických bilancích jde hlavně o to, abychom přesněji energeticky vymezili nejen vlastní vstup závlahy do biologické soustavy, ale zhodnotili její spolupůsobení s dalšími vstupy (hlavně hnojivy) a kvantifikovali její vliv na produkci energie v agroekosystémech a efektivnost dodatkových vkladů v závlahových soustavách.

Energetická efektivnost dodatkových vkladů kolísala podle osevních postupů a variant v rozmezí od 2,36 do 5,11 u HP a od 5,36 do 10,37 u CP, přičemž vyšší hodnoty efektivnosti jsme v průměru zjistili u píceňářských osevních postupů. Hnojení dusíkem zvyšovalo energetickou efektivnost u HP pouze u ozimé pšenice zařazované do obilnářského osevního postupu (tab. II).

Produkce energie na 1 GJ energie vložené dusíkatým hnojením je uvedena v tab. III. Z vypočtených hodnot je patrné, že ozimá pšenice využila dávky dusíku lépe než závlahu. Ozimá pšenice pěstovaná v obilnářských osevních postupech využívala relativně lépe dílčích dodatkových vkladů v dusíkatém hnojení než při jejím zařazení do ostatních osevních sledů. Přitom však nebylo dosaženo vyšší produkce energie z plochy v porovnání s píceňářskými osevními postupy.

Energetická efektivnost samotné závlahy byla u ozimé pšenice ve většině případů nižší než u samotného hnojení dusíkem. Na 1 GJ energie dodané závlahou se vyprodukovalo v průměru 1,69 GJ v HP nebo 4,72 GJ v CP. Velice nízké využití energie dodané závlahou vykazovala ozimá pšenice při zařazení do píceňářských osevních postupů (tab. III). Nízké nebo záporné hodnoty se dají vysvětlit tím, že energetické výstupy na základní variantě byly ovlivněny dávkou 20 t · ha⁻¹ hnoje aplikovaného přímo k ozimé pšenici, což vedlo k vytvoření relativně vysoké produkce i na základní variantě, k níž ostatní výsledky byly následně vztahovány.

Z dosažených výsledků vyplývá, že zařazením ozimé pšenice do různých osevních postupů se značně mění produkce čisté energie z plochy. Z výsledků je patrné, že i když koeficienty energetické efektivnosti s rostoucími vklady většinou klesaly, hodnoty čisté produkce energie

III. Produkce energie na 1 GJ dodatkové energie vložené hnojením dusíkem a závlahou pro hospodářský a celkem sklizený produkt ozimé pšenice — Energy production per 1 GJ of supplemental energy supplied through nitrogen fertilizing for main and total harvested product of winter wheat

Období (osevní sled) ¹	Hospodářský produkt ²			Celkem sklizený produkt ³		
	hnojení N ⁴ h ₁	závlaha ⁵ v ₁	interakce ⁶ h ₁ v ₁	hnojení N h ₁	závlaha v ₁	interakce h ₁ v ₁
1976—1979	2,89	3,13	3,76	6,84	7,52	9,36
1981—1984 (A)—o	8,61	3,80	4,84	14,85	6,30	8,82
1981—1984 (B)—p	2,50	0,08	0,78	7,83	7,13	8,54
1981—1984 (C)—p	1,56	0,47	1,48	4,03	3,29	4,48
1985—1988 (A)—o	5,35	4,33	4,46	11,79	5,02	10,39
1985—1988 (B)—p	2,00	-1,67	0,67	4,57	-0,91	2,57
Průměr celkem	3,82	1,69	2,66	8,32	4,72	7,36
Průměr pro —o	6,98	4,06	4,65	13,32	5,66	9,60
Průměr pro —p	2,02	-0,37	0,98	5,48	3,70	5,20

o = přírůstek energie u ozimé pšenice zařazené do obilnářských osevních postupů⁷

p = přírůstek energie u ozimé pšenice zařazené do píceňářských osevních postupů⁸

¹period (crop rotation), ²main product, ³total harvested product, ⁴N-fertilizing, ⁵irrigation, ⁶interaction, ⁷energy increase in winter wheat classified into cereal rotations of crops, ⁸energy increase in winter wheat classified into rotations of fodder crops

dále rostly. To znamená, že čistá produkce energie je vhodným, ne-li vhodnějším, ukazatelem pro hodnocení energetických bilancí, což je důležité při posuzování pěstování ozimé pšenice z energetického i ekonomického hlediska.

Potvrdilo se, že osevní postupy s vyšším zastoupením pícnin jsou velmi vhodné i z energetického hlediska pro danou oblast. Zanechávají značné množství posklizňových zbytků (Ř í m o v s k ý, 1983), které jsou, jak je patrné, potřebné pro lehké půdy. Jejich kladný vliv se promítl i do energetických bilancí ozimé pšenice. Příznivý vliv zařazení pícnin na tvorbu výnosů v dané oblasti potvrzuje také Š i m o n (1990).

Ozimá pšenice reagovala v dané oblasti lépe na hnojení dusíkem než na samostatnou závlahu. Interakce závlahy a aplikovaných dávek dusíku se obecně projevila zvýšením čisté produkce energie i vyšší produkcí energie na 1 GJ energie vložené oproti samotné závlaze. Přesto produkce energie na 1 GJ vložené energie při interakci konkrétně u HP většinou nedosahovala takových hodnot, jakých bylo dosaženo při samotném hnojení dusíkem (tab. III).

Menší reakce ozimé pšenice na závlahu než na přiměřené dusíkaté hnojení nemusí být překvapující. Ozimá pšenice svojí podstatou není plodina, u které bychom v našich podmínkách očekávali vysokou reakci na závlahu. Produkce pšenice zařazené do osevních postupů s větším druhovým spektrem plodin je však z ekologického hlediska stabilnější.

Při hodnocení energetických bilancí u jednotlivých plodin by se mělo více přihlížet k bilancování celého osevního postupu, neboť výstupy energie jsou podobně jako tvorba organické hmoty závislé nejen na předplodině, ale i na předpředplodině apod. Také uvolňování živin ze zaoraných organických látek neprobíhá pouze v jednom roce, ale má tzv. následné působení. S tímto vším se při energetických bilancích musí počítat a také zde bylo při hodnocení k těmto skutečnostem přihlíženo.

Literatura

- ALTBROD, J.: Energie und Landwirtschaft. *Gartenbau*, 100, 1979, č. 30, s. 1287-1288.
- ČISLÁK, V. — HELDI, A.: Bilancia vstupov energie v závlahách. *Meliorace*, 20, 1984, č. 1, s. 37-43.
- HRUŠKA, L. — JANÍČEK, L.: Energetická účinnost některých plodin v kukuřičném výrobním typu. *Rostl. Výr.*, 28, 1982, č. 11, s. 1217-1224.
- HRUŠKA, L. — JANÍČEK, J. — BEDNÁŘOVÁ, E.: Jak naše hlavní plodiny využívají sluneční energii. *Úroda*, 1975, s. 145.
- JENÍČEK, V.: Energie v zemědělství. *Stud. Inform. ÚVTIZ, Všeob. Otáz. Zeměd.*, 1977, č. 1, 92 s.
- NÁTR, L.: Maximální výnosy obilnin z hlediska tvorby, distribuce a akumulace asimilátů. In: *Sbor. věd. Prací Symp. fytotechn. Ob. agron. Fak. Vys. Šk. zeměd. Brno*, 1975.
- REPKA, J. — KOSTREJ, A.: Energetická efektivnost minerální výživy v produkčním procese pšenice ozimnej. *Rostl. Výr.*, 33, 1987, č. 10, s. 1049-1056.
- ŘÍMOVSKÝ, K.: Bilance potřeby a úhrady organických látek v osevním postupu. *Rostl. Výr.*, 29, 1983, č. 4, s. 353-358.
- STRAŠIL, Z. a kol.: Bilance energie a efektivnost vkladů v zavlažovaných a nezavlažovaných ekosystémech orných půd. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně. *VÚRV* 1987, 29 s.
- ŠIMON, J.: Energetická bilance v agroekosystémech s regulovaným vodním režimem půdy ve středním Polabí. [Docentská habilitace.] Praha, 1990, 142 s., Vys. Šk. zeměd.

Došlo 11. 3. 1991

Z. STRAŠIL, J. ŠIMON (Research Institute of Crop Production, Praha):
Energy balances in irrigated winter wheat in different types of crop rotations.
Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 753-760.

Energy balances were evaluated in irrigated winter wheat grouped into different crop rotations on light-textured soils in 1979-1988. An efficiency of global solar radiation utilization was studied along with efficiency of partial supplemental energy inputs supplied through irrigation and nitrogen fertilizing contained in commercial fertilizers and their interactions. Efficiency values of solar irradiation utilization ranged from 0.19 to 0.60 % for main product and from 0.46 to 1.34 % for the total harvested product in dependence on the classification of winter wheat into crop rotations and the size of inputs of supplemental energy. Nitrogen application rates used in the commercial fertilizers demonstrated higher coefficients of utilization of solar radiation on an average than irrigation alone. An interaction of irrigation and nitrogen fertilizing further increased the solar radiation utilization by the winter wheat stand. From the viewpoint of the pure production of energy winter wheat classed into cereal crop rotations responded to irrigation or fertilizing by nitrogen better than in fodder crops rotations. Energy efficiency of supplemental inputs (output : input) varied from 2.36 to 5.11 in main product and from 5.36 to 10.37 in total harvested product according to the crop rotations and variants, whereas absolute efficiency values were higher on an average than in fodder crops rotations. Winter wheat responded to nitrogen fertilizing better in the given area than to the irrigation alone. From energy viewpoint, the winter wheat inclusion into ecologically more balanced fodder crops rotations completely compensated supplemental energy supplied through irrigation or fertilizing by nitrogen to winter wheat classified into cereal crop rotations.

VÝNOSY PLODIN PŘI BIOLOGICKÉM A KONVENČNÍM SYSTÉMU HOSPODARENÍ NA HNĚDÉ PŮDĚ

František Křišťan, Jan Skala, Václav Veleta

Výzkumná stanice rostlinné výroby, 394 26 Lukavec u Pacova

V dlouhodobých stacionárních polních pokusech členěných na šest dílčích osevních sledů byly sledovány tři varianty — systémy rostlinné výroby: tzv. kontrolní (vápnění), biologický (vápnění + organické hnojení), konvenční (vápnění + organické hnojení + hnojení průmyslovými hnojivy). Produkce systémů i osevních sledů byla výrazně ovlivněna strukturou plodin. Celková produkce nadzemní sušiny fytomasy v průměru všech osevních sledů byla ve srovnání s biologickým systémem (100 %) v systému konvenčním postupem let stále vyšší (o 31 až 65 %) a v systému kontrolním nižší (o 5 až 23 %). Na snížení rozdílů mezi systémem biologickým a konvenčním se podílelo v celkové produkci sušiny fytomasy vyšší zastoupení víceletých píceňin a v produkci sušiny zrna obilnin i zastoupení bobovitých. Průměrná bilance živin (dodané živiny v organominerálních hnojivech — odebrané rostlinami v kg čistých živin na 1 ha) vykazovala aktiva pouze u fosforu v konvenčním systému a ve všech sledovaných systémech pouze u vápníku, přesto však v konvenčním systému došlo ke snížení jeho obsahu v produktech. Systémy hospodaření ovlivnily obsah živin v rostlinných produktech, zejména vyšším obsahem dusíku a draslíku a nižším obsahem vápníku a hořčíku v konvenčním systému. Rozdíly byly vyšší ve vedlejších produktech a v celkové sušině fytomasy.

Diskutovanou problematiku o různých systémech hospodaření na půdě [Sborník, 1990] doplňujeme hodnocením výsledků dlouhodobých stacionárních polních pokusů založených k účelu studia tvorby sušiny fytomasy při různém stupni intenzifikace rostlinné výroby pomocí průmyslových hnojiv.

Výsledky těchto výživářských polních pokusů za víceleté období byly zhodnoceny z různých hledisek v předcházejících příspěvcích [Křišťan, 1978, 1987].

V předložené práci je uvažována varianta sledu plodin za použití pouze organického hnojení jako systém biologický a varianta s optimálním organominerálním hnojením jako systém konvenční.

MATERIÁL A METODA

Stacionární pokus byl založen ve VSRV VÚRV Praha-Ruzyně v Lukavci u Pacova 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 profi-

I. Struktura plodin v osevních postupech (%) — Structure of crops in crop rotations (%)

Osevní sled ¹	Obilniny ²	Okopaniny ³	Písny ⁴	Luskoviny ⁵	Technické plodiny ⁶
A	50	25	25	—	—
B	40	20	40	—	—
C	40	20	20	20	—
D	57	14,3	14,3	—	14,3
E	50	25	25	—	—
F	50	25	25	—	—

¹cropping sequence, ²cereals, ³root crops, ⁴forage crops, ⁵legumes, ⁶technical crops

lem 15 až 20 cm, klimatická oblast B₃, okresek mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný.

Průměrné agrochemické hodnoty před založením pokusu v roce 1956: pH (KCl) 6,2, fosfor (Egner) 26,0 mg P.kg⁻¹, draslík (Schachtschabel) 240 mg K.kg⁻¹, hořčík (Schachtschabel) 151 mg Mg.kg⁻¹ půdy.

Pokus se 12 variantami hnojení byl založen blokovou metodou ve čtyřech opakováních. Velikost parcel byla 8×8 m, sklizňových 5×5 m. V práci jsou hodnoceny tři varianty — systémy:

1. kontrolní — tzv. dynamický (Dy) — nehnojeno, pouze vápnění;
2. biologický (Bi) — hnojeno organicky + vápnění;
3. konvenční (Ko) — hnojeno organicky + vápnění + NPK v průmyslových hnojivech.

Každá plodina byla sledována v rámci čtyř honů, tj. čtyři roky. Osevní postup byl členěn na šest dílčích osevních sledů (Kříšťan, 1987). Struktura plodin v jednotlivých sledech je uvedena 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⁻¹.

II. Průměrné dávky živin (kg.ha⁻¹.rok⁻¹) aplikované v konvenčním systému — Average nutrient rates (kg per ha and year) applied in the conventional system

Osevní sled ¹	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

¹cropping sequence

III. Průměrné výnosy plodin ve sledovaných systémech (t.ha⁻¹) — Average crop yields in the systems under study (t per ha)

Osevní sled ¹	Plodina ²	Roky ³	Hlavní produkt ⁴			Celková sušina ⁵		
			dyna- mický ²⁵	biolo- gický ²⁶	kon- venční ²⁷	dyna- mický	biolo- gický	kon- venční
A	brambory ⁶	1957—1958	19,60	21,75	30,20	4,65	5,15	7,16
	oves ⁷	1957—1959	2,44	2,51	3,53	6,03	6,63	9,10
	slunečnice ⁸	1957—1960	37,75	44,30	55,97	5,89	6,91	8,73
	žito ⁹	1958—1961	2,64	2,97	3,77	6,57	7,13	9,79
	Ø obilnin (zrno)		2,57	2,74	3,65	—	—	—
	Ø sušiny fytomasy relat. %		— 93	— 100	— 134	5,79 90	6,46 100	8,70 135
B	brambory	1959—1962	20,46	22,60	30,12	4,85	5,36	7,14
	oves	1960—1963	2,24	2,83	2,93	7,43	7,78	8,53
	jetelotráva ¹⁰ I	1961—1964	13,88	14,38	14,87	11,80	12,22	12,64
	jetelotráva II	1962—1965	3,99	4,20	5,19	7,68	8,31	10,15
	směska ¹¹	1962—1965	23,30	25,74	31,19			
	ozimá pšenice ¹²	1963—1966	3,51	3,78	4,50	7,68	8,06	10,46
	Ø obilnin (zrno)		2,88	3,31	3,72	—	—	—
	Ø sušiny fytomasy relat. %		— 87	— 100	— 113	7,89 95	8,35 100	10,89 131
C	cukrovka ¹³	1964—1967	27,82	38,70	50,65	7,74	10,97	16,60
	jarní ječmen ¹⁴	1965—1968	1,54	2,27	2,72	3,05	4,45	5,16
	žito na zeleno ¹⁵	1966—1969	7,95	14,60	29,10	1,29	2,37	4,71
	kukuřice siláž ¹⁶	1966—1969	16,04	19,27	32,65	2,44	2,93	4,96
	bob na zrno ¹⁷	1967—1970	2,33	2,63	2,88	5,24	6,26	6,30
	oves	1968—1971	2,50	3,01	4,02	7,11	8,18	11,77
	Ø obilnin (zrno)		2,02	2,64	3,37	—	—	—
	Ø sušiny fytomasy relat. %		— 77	— 100	— 128	5,38 77	7,03 100	9,92 142
D	ozimá řepka ¹⁸	1969—1972	0,67	1,24	2,42	2,58	4,42	8,45
	jarní ječmen	1970—1973	2,00	3,20	4,87	3,94	5,58	8,25
	jetel luční ¹⁹	1971—1974	61,13	68,63	72,33	8,57	9,94	9,50
	brambory	1972—1975	18,61	20,94	27,28	4,41	4,96	6,47
	ozimá pšenice	1973—1976	3,33	3,67	4,10	6,87	8,08	9,36
	ozimá pšenice	1974—1977	2,81	3,88	4,21	5,68	7,62	9,26
	jarní ječmen	1975—1978	1,83	2,39	4,97	2,90	3,70	8,70
	Ø obilnin (zrno)		2,50	3,29	4,54	—	—	—
	Ø sušiny fytomasy relat. %		— 76	— 100	— 138	5,00 79	6,33 100	8,57 136

Osevní sled ¹	Plodina ²	Roky ³	Hlavní produkt ⁴			Celková sušina ⁵		
			dyna- mický ²⁵	biolo- gický ²⁶	kon- venční ²⁷	dyna- mický	biolo- gický	kon- venční
E	cukrovka	1976—1979	24,44	38,19	51,52	7,18	11,04	17,29
	jarní ječmen	1977—1980	1,42	2,25	5,90	2,99	3,75	9,92
	jetel luční	1978—1981	52,30	52,60	50,00	7,60	7,60	7,26
	ozimá pšenice	1979—1982	3,06	3,46	4,86	5,54	6,32	9,96
	Ø obilnin (zrno)		2,24	2,86	5,38	—	—	—
	Ø sušiny fytomasy relat. %		— 79	— 100	— 189	5,83 81	7,18 100	11,11 155
F	brambory	1980—1983	15,33	21,44	32,83	3,78	5,09	7,28
	jarní ječmen	1981—1984	1,93	2,64	4,57	2,87	4,24	7,80
	bob na zeleno ²⁰	1982—1985	26,07	31,81	47,84	3,43	4,17	6,20
	ozimý ječmen ²¹	1983—1986	3,10	3,98	6,58	5,49	6,48	11,53
	Ø obilnin (zrno) ²²		2,52	3,31	5,58	—	—	—
	Ø sušiny fytomasy ²³ relat. % ²⁴		— 77	— 100	— 169	3,90 78	5,00 100	8,21 165

¹cropping sequence, ²crop, ³years, ⁴main product, ⁵total dry matter, ⁶potatoes, ⁷oats, ⁸sunflower, ⁹rye, ¹⁰clover-grass, ¹¹feed mixture, ¹²winter wheat, ¹³sugar beet, ¹⁴spring barley, ¹⁵green rye, ¹⁶silage maize, ¹⁷grain faba bean, ¹⁸winter rape, ¹⁹red clover, ²⁰green faba bean, ²¹winter barley, ²²cereals (grain), ²³phytomass dry matter, ²⁴relat. %, ²⁵dynamic, ²⁶biological, ²⁷conventional

Mimo to byla v letech 1973 až 1976 ke druhé obilnině zaorána sláma v dávce 5 t. ha⁻¹ s vyrovnávací dávkou dusíku 50 kg. ha⁻¹. Vápenec byl aplikován za 30 let celkem šestkrát, a to buď k okopaninám na podzim, nebo k jarnímu ječmeni s podsevem vždy v dávce 2 t. ha⁻¹. Dávky průmyslových hnojiv jsou uvedeny v průměru osevních sledů v tab. II.

Chemické analýzy rostlin na stanovení obsahu živin proběhly v laboratoři OP Státních statků Tachov ve Stříbře standardními postupy [Hájek, 1973].

VÝSLEDKY

Výnosy hlavních produktů sledovaných plodin a jejich celková produkce sušiny fytomasy v průběhu sledovaných 30 let jsou uvedeny v tab. III. Průměrná produkce hodnocených dílčích osevních sledů a systémů byla ovlivněna procentuálním zastoupením jednotlivých druhů plodin. Relativně nejméně byl ovlivněn skladbou plodin kontrolní, tzv. dynamický systém na nejnižší výnosové hladině. V produkci sušiny zrna obilnin poskytl výnosově dominující konvenční systém nejvyšší výkon-

IV. Bilance živin v osevních sledech (dodáno — odčerpáno v kg čistých živin) — Nutrient balance in cropping sequences (supplied — taken in kg of pure nutrients)

Osevní sled ¹	Systém ²	N	P	K	Ca	Mg
A	dynamický ³	-75,9	+5,3	-210,4	+792,4	-5,0
	biologický ⁴	-78,6	+18,3	-61,5	+723,7	-8,9
	konvenční ⁵	+52,9	+130,3	+328,0	+657,9	-22,0
B	dynamický	-690,6	-83,2	-455,9	+177,5	-92,3
	biologický	-653,2	-69,3	-425,0	+334,7	-91,0
	konvenční	-607,9	+44,6	-166,2	+267,8	-105,7
C	dynamický	-332,7	-60,5	-416,7	+582,7	-41,6
	biologický	-169,8	-0,9	-253,3	+819,4	-25,2
	konvenční	-69,5	+120,6	-309,9	+769,3	-54,5
D	dynamický	-651,7	-81,4	-630,6	+1050,6	-73,4
	biologický	-451,4	-56,2	-491,5	+1213,5	-58,6
	konvenční	-153,0	+169,9	-201,9	+1160,0	-75,8
E	dynamický	-426,9	-53,9	-464,5	+623,3	-59,8
	biologický	-310,2	-36,2	-385,4	+755,8	-43,6
	konvenční	-279,5	+147,9	-330,8	+753,7	-66,7
F	dynamický	-312,9	-41,9	-260,3	+546,4	-32,9
	biologický	-166,9	+17,1	-140,0	+663,0	+12,0
	konvenční	-107,8	+325,9	+158,5	+598,1	-7,2
Průměr ⁶ (kg·ha ⁻¹)	dynamický	-85,9	-10,9	-84,1	+125,2	-10,5
	biologický	-63,1	-4,4	-60,6	+148,7	-7,4
	konvenční	-40,2	+32,4	-18,0	+136,7	-11,4

¹cropping sequence, ²system, ³dynamic, ⁴biological, ⁵conventional, ⁶average

nost ve sledech E a F s 50% zastoupením obilnin (25 % ozimů a 25 % jařin).

Nejmenší rozdíl ve výkonnosti alternativních systémů od systému konvenčního jsme zjistili při vyšším zastoupení víceletých píceňin (sled B), a to jak v produkci zrna obilnin, tak v produkci celkové sušiny fytomasy. Výrazný vliv na absolutní výnos celkové sušiny fytomasy měly jetel luční a cukrovka na krmení (sled E) ve všech sledovaných systémech. V biologickém systému při jeho srovnání v osevních sledech E a F jsou patrné vlivem skladby plodin rozdíly mezi produkcí zrnin a produkcí celkové sušiny fytomasy.

Výnosové difference mezi sledovanými systémy se prohlubovaly s délkou trvání pokusů. Ve srovnávané průměrné produkci za posledních osm let byl konvenční systém v produkci zrna obilnin cca o 79 % a v produkci celkové sušiny fytomasy cca o 60 % výkonnější než systém

Plodina ¹	Roky ²	Produkt ³	Systém ⁴		
			dyna- mický ⁵	biolo- gický ⁶	kon- venční ⁷
Ozimá pšenice ¹⁴	1973—1976	zrno ⁸	2,08	2,03	2,36
		sláma ⁹	0,82	0,73	0,95
	1974—1977	zrno	1,91	1,98	2,12
		sláma	0,64	0,62	0,77
Jarní ječmen ¹⁵	1970—1973	zrno	1,51	1,52	1,57
		sláma	0,93	0,86	0,93
	1977—1980	zrno	1,58	1,64	1,68
		sláma	0,64	0,64	0,71
Cukrovka ¹⁶	1964—1967	kořen ¹⁰	0,63	0,62	0,74
		chrást ¹¹	1,85	1,94	2,35
	1976—1979	kořen	0,90	0,76	0,98
		chrást	2,16	2,35	2,81
Brambory ¹⁷	1972—1975	hlízy ¹²	1,68	1,68	1,71
		nať ¹³	1,93	2,07	2,19
	1980—1983	hlízy	1,50	1,40	1,68
		nať	2,34	2,24	2,33

¹crop, ²years, ³product, ⁴system, ⁵dynamic, ⁶biological, ⁷conventional, ⁸grain, ⁹straw, ¹⁰root, ¹¹trash, ¹²tubers, ¹³tops, ¹⁴winter wheat, ¹⁵spring barley, ¹⁶sugar beet, ¹⁷potatoes

biologický. V dynamickém systému byla průměrná produkce cca o 22 % nižší oproti produkci v biologickém systému.

Z hodnocení výkonnosti jednotlivých plodin v různých systémech vyplynulo, že nejméně vhodnou obilninou v alternativních systémech je v daných podmínkách jarní ječmen (sled E). Naproti tomu ozimá pšenice vykazuje podstatně nižší rozdíly mezi sledovanými systémy. Nejméně na intenzitu hnojení reagovaly víceleté pícniny (např. sledy B a E). Jetel luční v alternativních systémech byl dokonce výkonnější po dvacetiletém nehnojení NPK než v systému konvenčním (sled E), ve kterém též výrazně ovlivnil celkovou produkci sušiny fytomasy z 1 ha.

Ze záporných bilancí (tab. IV) lze usuzovat na výši čerpání živin z jiných zdrojů než z dodaných hnojiv. Kladné působení na bilanci dusíku v biologickém systému vykazuje přítomnost bobu obecného v osevních sledech C a F. V rámci biologického systému se zdá nejpriznivější bilance především vápníku a hořčíku v osevním sledu F. Ve všech systémech jsou vykazována aktiva u vápníku a pasíva u hořčíku. Vyšší bilanční přebytek vápníku je v biologickém systému a nejvýraznější

Plodina ¹	Roky ²	Produkt ³	Systém ⁴		
			dyna- mický ⁵	biolo- gický ⁶	kon- venční ⁷
Ozimá pšenice ¹⁴	1973—1976	zrno ⁸	0,46	0,49	0,51
		sláma ⁹	1,31	1,28	1,50
	1979—1982	zrno	0,42	0,46	0,47
		sláma	1,02	1,16	1,30
Jarní ječmen ¹⁵	1970—1973	zrno	0,69	0,69	0,72
		sláma	1,54	1,54	1,91
	1981—1984	zrno	0,30	0,38	0,46
		sláma	1,24	1,48	1,65
Cukrovka ¹⁶	1964—1967	kořen ¹⁰	0,78	0,82	0,86
		chrást ¹¹	6,05	5,84	6,23
	1976—1979	kořen	1,10	1,08	1,22
		chrást	5,84	5,86	6,14
Brambory ¹⁷	1972—1975	hlízy ¹²	2,32	2,01	2,20
		nať ¹³	2,22	2,97	3,81
	1980—1983	hlízy	1,96	2,23	2,26
		nať	3,10	3,76	5,09

For 1—17 see Tab. V

bilanční nedostatek hořčíku v konvenčním systému. Nejvyšší a v systémech nejvyrovnanější pasíva u dusíku ukazuje osevní sled B s vysokým zastoupením víceletých pícnin.

Sledované systémy hospodaření ovlivnily různě obsah živin ve sklizených rostlinných produktech. Obsahy dusíku (tab. V) a draslíku (tab. VI) byly nejvyšší v produktech (především ve vedlejších i v celkové sklizené sušině) u konvenčního systému. Biologický systém zachovával, popř. i snižoval obsah dusíku v produkci oproti systému dynamickému. Naproti tomu obsah vápníku (tab. VII) a hořčíku (tab. VIII) byl nejnižší v produktech z konvenčního systému.

DISKUSE

Výsledky dlouhodobých polních pokusů prokazují, že na méně úrodných hnědých půdách v bramborářské oblasti lze docílit vysokou výkonnost zemědělských soustav jen při konvenčním systému hospodaření podmíněném intenzivní chemizací rostlinné výroby (Křišťan, Skála, 1985). Tento systém je stále více kritizován z hlediska jeho dopadu na životní prostředí i na zdraví lidí.

VII. Obsah vápníku (%) v sušině produktu — Calcium content (%) in product dry matter

Plodina ¹	Roky ²	Produkt ³	Systém ⁴		
			dynamický ⁵	biologický ⁶	konvenční ⁷
Cukrovka ¹⁶	1976—1979	kořen ¹⁰	0,14	0,14	0,13
		chrást ¹¹	1,09	1,52	1,16
Brambory ¹⁷	1972—1975	hlízy ¹²	0,07	0,08	0,09
		nat ¹³	2,69	2,76	2,56
Jetel luční ¹⁸	1978—1981	1. seč ¹⁹	1,33	1,37	1,31
		2. seč	1,72	1,67	1,61

For 1—17 see Tab. V, ¹⁸red clover, ¹⁹cut

Současně je diskutována problematika objemu produkce a ekonomické aspekty alternativního systému hospodaření. Např. Petr (1991) uvádí [podle zahraničních pramenů] pokles produkce cca o 30 %, který je uhrazen zvýšenou cenou produktů (biopotravin). V našich 30letých pokusech jsme zjistili rozdíly (v průměru osevních sledů s běžně pěstovanými druhy a odrůdami) ve prospěch systému s organominerálním hnojením oproti systému biologickému u celkové produkce sušiny fytomasy 31 až 65 %, u zrna obilnin 13 až 89 %. V systému kontrolním došlo k poklesu u sušiny fytomasy o 5 až 23 % a u zrna obilnin o 7 až 24 % oproti systému s organickým hnojením.

Předložené výsledky pokusů s různými systémy hospodaření na hnědé půdě potvrzují značný význam výběru vhodných druhů plodin (dobře vzdorujících faktorům stanoviště) k ozdravení výrobního pro-

VIII. Obsah hořčíku (%) v sušině produktu — Magnesium content (%) in product dry matter

Plodina ¹	Roky ²	Produkt ³	Systém ⁴		
			dynamický ⁵	biologický ⁶	konvenční ⁷
Ozimá pšenice ¹⁴	1972—1975	zrno ⁸	0,16	0,16	0,12
		sláma ⁹	0,12	0,10	0,08
Jarní ječmen ¹⁵	1977—1980	zrno	0,14	0,15	0,12
		sláma	0,10	0,10	0,09
Brambory ¹⁷	1972—1975	hlízy ¹²	0,16	0,16	0,17
		nat ¹³	0,12	0,10	0,08
Jetel luční ¹⁸	1978—1981	1. seč ¹⁹	0,33	0,31	0,28
		2. seč	0,37	0,35	0,33

For 1—19 see Tab. VII

cesu (Šimon — cit. Sborník, 1990). V biologickém systému vedle dominantního postavení víceletých píceň, doplněného bobovitými rostlinami, se lépe uplatnila ozimá pšenice oproti jarnímu ječmeni.

Jako významné kritérium pro výběr plodin do alternativních systémů hospodaření ve výše položených oblastech se ukazuje celková produkce sušiny fyto-masy z 1 ha, která přes objemovou píci předpokládá v těchto podmínkách i dostatečný objem živočišné výroby (Málek a kol., 1984).

Přes celkové záporné bilance dusíku a draslíku (dodaných v organominerálních hnojivech a odebranými rostlinami) docházelo v konvenčním systému ke zvýšení obsahu těchto živin v produktech. Aktivní bilance vápníku v konvenčním systému nekoresponduje s obsahem vápníku v rostlinných produktech, ani s hodnotami pH v půdě, kde docházelo k jejich poklesu (Křišťan, 1987). Aplikované vápnění ($167 \text{ kg Ca} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) stabilizovalo hodnoty pH na výchozí úrovni (6,2) jen v případě biologického systému. Potvrzují se dřívější zjištění o kladném vlivu dostatku kvalitní organické hmoty v půdě jak na hodnotu pH, tak na obsah vápníku v produktech alternativních systémů (Křišťan, Skala, 1979).

Závažný je i nižší obsah vápníku a zejména hořčíku v produktech z konvenčního systému oproti systémům alternativním. Nedostatek hořčíku a nadbytek draslíku zejména v poměru k sodíku je přičítán výskytu některých onemocnění u živočichů (Průša, 1970). Obsah fosforu v produktech nebyl podstatně ovlivňován různými systémy hospodaření a je považován za nejstabilnější živinu v rostlinách (Baier, 1985).

Literatura

- BAIER, J.: K výzkumu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostl. Výr., 9, 1963, č. 3-4, s. 271-286.
- BAIER, J.: Optimalizace hnojení — současná i perspektivní nezbytnost. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd. Optimalizace výživy polních plodin, Praha, 1985, s. 4-10.
- HÁJEK, J.: Zkušenosti s anorganickými rozboru rostlin v chemické laboratoři. Agrochémia, (Bratislava), 13, 1973, č. 7, s. 190-191.
- KŘIŠŤAN, F.: Produkce dusíkatých látek a minerálií u hlavních plodin v různých ekologických podmínkách. Rostl. Výr., 24, 1978, č. 12, s. 1257-1265.
- KŘIŠŤAN, F.: Vývoj úrodnosti hnědé půdy a produkce v období 30 let (1956 až 1986). Rostl. Výr., 33, 1987, č. 10, s. 1057-1070.
- KŘIŠŤAN, F. — SKALA, J.: Produkce sušiny biomasy a agrochemické vlastnosti hnědé půdy při různém hnojení v období 20 let (1957 až 1977). Rostl. Výr., 25, 1979, č. 2, s. 129-142.
- KŘIŠŤAN, F. — SKALA, J.: Produkce hlavních plodin v chemizovaných a biologizovaných osevních postupech na různých stanovištích. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 10, s. 1111-1119.
- MÁLEK, Z. a kol.: Soustava hospodaření JZD Želiv v pásnu hygienické ochrany vodního díla na Želivce. Pelhřimov, ÚVSH 1984.
- PETR, J.: Alternativní zemědělství a ochrana životního prostředí. In: Sbor. Českoslov. věd.-techn. Spol. Pardubice, 1991, s. 50-59.
- PRŮŠA, V.: Evoluce onemocnění zemědělských rostlin — deficiencie Mg ve výživě v ČR. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. agron. České Budějovice, 8, 1970, s. 187-192.
- Sborník: Alternativní zemědělství — rostlinná produkce. Praha, VŠZ; Praha - Ruzyně, VÚRV 1990.

Došlo 11. 3. 1991

F. KŘIŠTAN, J. SKALA, V. VELETA (Research Station of Crop Production, Lukavec u Pacova):

Crop yields in biological and conventional management system on Cambisol.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 761-770.

Long-continued stationary field trials separated into six partial cropping sequences were performed to study three variants — systems of crop production: so-called control (sweetening), biological (sweetening + manuring), conventional (sweetening + manuring + fertilizing). The production of systems as well as cropping sequences was significantly affected by the structure of crops. The total above-ground dry-matter output of phytomas was higher and higher (by 31 to 65 %) in the system using the conventional practices of the years in comparison with the biological system (100 %) and lower in the control system (by 5 to 23 %). Higher proportion of perennial forage crops shared in decreasing the differences between biological and conventional system, and the proportion of fabaceous in the cereal grain dry-matter output. Average nutrient balance (nutrients supplied in organo-mineral fertilizers — taken by plants in kg of pure nutrients per ha) was positive only in phosphorus in the conventional system and in calcium in all studied systems, in spite of that its content in the products decreased in the conventional system. Systems of management influenced the nutrient content in plant products especially by higher nitrogen and potassium contents and calcium and magnesium contents in the conventional system. Differences were higher in by-products and in the total phytomass dry matter.

POKRYVNOST LISTOVÍ A VÝNOS ZRNA U PRODUKTIVNÍCH EVROPSKÝCH ODRŮD OZIMÉ PŠENICE

Ladislav Dotlačil, Karel Toman

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Na dvou stanovištích (Praha - Ruzyně, Klatovy) bylo ve dvou následujících ročnících v průběhu let 1984 až 1990 hodnoceno 107 vybraných výkonných odrůd ozimé pšenice. Pro porovnání výnosového potenciálu odrůd z různých pokusných sérií bylo použito přepočtu ke třem kontrolním odrůdám. Jako nejvýkonnější se projevily odrůdy Apollo, Ares, Ikarus a Citadel, z nich Apollo a Citadel prokázaly i nízkou variabilitu výnosů. Z čs. odrůd patřily k nejproduktivnějším Vlada, Regina a Zdar, dále nšl. ST-424 a MS-4. Pozitivní genotypovou závislost výnosu zrna na LAI bylo možné prokázat pouze ve třech prostředích z celkového počtu 14 ($r = 0,43^+$ až $0,46^+$, $b = 1,45$ až $2,72$). V průměru všech prostředí a při výpočtu z transformovaných hodnot ($k \bar{x}$ kontrol) byla závislost velmi nízká ($r = 0,13$, resp. $0,15$). Nejvýnosnější odrůdy (čtvrtina souboru) měly ve srovnání se stejně velkou kontrastní skupinou pouze o 5 % vyšší LAI, vzhledem k výnosovému rozdílu však lze předpokládat asi o 20 % efektivnější využití listové plochy pro tvorbu výnosu.

Široká znalost genofondu pšenice napomáhá jeho efektivnímu využití ve šlechtění, popř. i přímému uplatnění zahraničních odrůd v domácích podmínkách. Problémem však je srovnání údajů z různých pokusů. Obecně se zde využívá klasifikátorů (Bareš et al., 1985), podle nichž se zjištěné údaje převádějí do bodové stupnice. Tento postup má ovšem i vážné nevýhody. Je proto účelné využít i jiných metod, které umožní pracovat s metrickými údaji, byť i v transformované podobě. Jednou z možností je zařazování kontrol v celé pokusné sérii a transformace údajů na průměrné hodnoty kontrol. Tento postup je při zařazování širší sítě vhodně volených kontrol použitelný i pro komplexní znaky s vysokou interakcí s prostředím, jako je výnos zrna a pokrývnost listoví.

Pro posouzení tvorby výnosu zrna a jeho stability může být cenná informace o fotosyntetickém aparátu. Z fotosynteticky aktivních částí rostliny jsou pro výnos zrna rozhodující zejména dva poslední listy na stéble (Thorne, 1966; Voldeng, Simpson, 1967; Lupton, 1969; Focke, 1972; Makunga et al., 1978; Foltýn, Vlasák, 1984).

Fotosyntetická aktivita listů je určována hodnotou čisté asimilace na jednotku plochy, listovou plochou a dobou, po kterou asimilace probíhá (Planchon, 1976). Ve všech těchto ukazatelích byly u pšenice prokázány genotypové rozdíly (Nátr, 1964; Kozłowska-Ptaczynska, Glazewski, 1975; Foltýn, Škorpík, 1976; Birjukov, Komarov, 1987).

Optimální velikost listové plochy porostu (pokryvnost listoví, charakterizovaná nejčastěji indexem listové plochy LAI v $m^2 \cdot m^{-2}$) je důležitou charakteristikou ovlivňující tvorbu výnosu (Koh et al., 1978), která se vyznačuje horním ekologickým limitem (Foltýn, 1983).

Hodnota LAI tedy v zásadě odpovídá klimatickým podmínkám (Asaturov, 1975). V konkrétním prostředí je hodnota LAI ovlivňována vedle povětrnostních faktorů i výživou (Koc, Nösberger, 1985) uspořádáním porostu a odrůdou (Foltýn et al., 1989).

MATERIÁL A METODA

V letech 1984 až 1990 probíhaly na dvou stanovištích (Praha-Ružyně, Klatovy) pokusy s vybranými produktivními odrůdami a novošlechtěními ozimé pšenice. Za toto období bylo ve dvouletých cyklech hodnoceno celkem 107 genotypů z 11 evropských států (včetně ČSFR). Každoročně bylo do pokusů zařazováno 15 genotypů tak, že při dvouletém hodnocení se polovina pokusné série vždy překrývala. Mimo to byly pravidelně zařazovány tři standardní odrůdy (Regina, Zdar, Viginta). Pokusy byly zakládány v pěti znárodněných blocích při velikosti sklizňové parcelky $5 m^2$, výsevek činil 4,5 mil. klíčivých zrn na 1 ha. Byla používána běžná agrotechnika a hnojení.

Po odkvětu byla u 30 stébel každé parcelky zjišťována plocha čepelí posledních dvou listů (odběrová část parcel) a počet klasů na $1 m^2$ (odpočteno $4 \times 0,25 m^2$). Ze součinu obou údajů byla odhadována pokryvnost listoví (LAI v $m^2 \cdot m^{-2}$). Výnos zrna byl přepočítáván na 86 % sušiny.

Pro porovnání genotypů z různých pokusných sérií bylo použito odhadu pomocí transformace na $\bar{x}$ kontrol podle vzorce:

$$\bar{x}_{ti} = \frac{\frac{x_{i1}}{\bar{x}_{k1}} + \frac{x_{i2}}{\bar{x}_{k2}} + \frac{x_{in}}{\bar{x}_{kn}}}{n} \cdot \bar{x} \cdot k$$

kde: $x_{i1} \dots x_{in}$ — hodnoty znaku i -tého genotypu v 1 ... n -tém prostředí ($n = 4$, u malé části souboru $n = 2$)

n — počet prostředí (ročník $\times$ stanoviště)

$\bar{x}_{k1} \dots \bar{x}_{kn}$ — průměrné hodnoty znaku u kontrol v 1 ... n -tém prostředí

$\bar{x} \cdot k$ — celkový průměr kontrol ze všech prostředí

$\bar{x}_{ti}$ — transformovaná hodnota průměrného výnosu zrna i -tého genotypu

Pro vyhodnocení vztahu mezi výnosem zrna a LAI bylo použito výpočtu jednoduchých korelací a lineární regrese.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V pokusech bylo v letech 1984 až 1990 zkoušeno 107 vybraných odrůd a novošlechtění, které poskytly dobré výsledky v předchozím hodnocení genofondu či zkouškách výkonu ÚKZÚZ. Na základě transformace k průměrné hodnotě kontrol jsou srovnávány výsledky celé pokusné série. Jako kontrolní odrůdy byly ve všech prostředcích zařazeny Regina, Zdar a Viginta. Po celou dobu trvání pokusné série představují tyto odrůdy přední domácí genotypy, vhodné pro různé

podmínky pěstování v ČSFR. Zařazení tří takto volených kontrol mělo zmenšit chybu způsobenou specifickou interakcí s prostředím u jednotlivých genotypů. Průměr kontrol potom lépe vyjadřuje obecnou produkční úroveň prostředí.

Jako nejvýnosnější z celého souboru (tab. I) lze označit německou odrůdu Apollo (8,67 t. ha⁻¹, tj. 112,9 % k průměru kontrol), která prokázala rovněž nízkou variabilitu výnosů ($s^2 = 0,58$). K nejvýnosnějším odrůdám patřily rovněž francouzská odrůda Ares (8,43 t. ha⁻¹, tj. 109,8 %), rakouská odrůda Ikarus a holandská odrůda Citadel (obě shodně 8,35 t. ha⁻¹, tj. 108,8 %). Citadel mimo to vykázala velmi nízkou variabilitu výnosů ($s^2 = 0,25$). Za velmi výkonné lze dále označit odrůdy Kosack (Švédsko), Kniprs, Henrich, Markant, Kristall (Německo), Vlada, ST-424 (ČSFR), Jawa a Weneda (Polsko). Velmi dobrý průměrný výnos poskytly i Martonvásár 16 (Maďarsko) a Florida (Německo). Výnosy obou těchto odrůd však byly značně variabilní. Pořadí dalších patnácti odrůd je uvedeno v tab. I. Z domácích odrůd se umístila Regina na 22. místě, Zdar na 25. místě, Selekt a ST-1393 na 29. až 30. místě.

Výnosy odrůd v jednotlivých prostředích samozřejmě vedle půdních vlivů ovlivnily podmínky vegetace, zejména množství a rozdělení srážek a průběh teplot. Nejvyšších průměrných výnosů bylo dosaženo v Praze-Ruzyni v roce 1985 (vysoké srážky, zejména v červnu a červenci, vyšší průměrné teploty) a v roce 1990 (suchý rok, zejména červen, vyšší průměrné teploty). Značně nízká výnosová úroveň byla naopak v Praze-Ruzyni v roce 1989 (suchý červen s vysokými teplotami) a v Klatovech v roce 1986 (vysoké srážky, vysoké květnové teploty), jak udává tab. II. Podle průběhu povětrnostních podmínek se ovšem v různých prostředích lépe uplatňovaly odrůdy určitého typu. V Klatovech to byly zejména odrůdy ze SRN, Polska a států západní a severní Evropy. V Praze-Ruzyni se vedle západoevropských v některých letech dobře uplatnily i odrůdy východoevropské a odrůdy z jižněji položených evropských států. Podobně reagovaly i typově odlišné domácí odrůdy. Výrazněji než stanoviště však ovlivnily úroveň výnosů a odrůdovou reakci povětrnostní podmínky jednotlivých let.

Standardizace výnosů na $\bar{x}$ kontrol, i když jsou tyto voleny jako typově odlišné, nemůže ovšem plně postihnout interakce jednotlivých genotypů s prostředím. Uvedené transformované hodnoty výnosů zrna je proto potřebné považovat za odhad, zatížený určitou chybou.

Vedle výnosu zrna byla sledována pokryvnost listoví (LAI). Pro jednotlivá prostředí byl u zkoušeného souboru odrůd hledán vztah mezi hodnotou LAI a výnosem zrna (tab. II). Vyšší pozitivní závislost ($r = 0,43^+$ až $0,60^+$) bylo možné předpokládat pouze ve třech prostředích (Praha-Ruzyně 1985 a 1986, Klatovy 1985). Za společný znak těchto prostředí je možné považovat spíše vlhčí květen. Vyšší květnové srážky však byly i v jiných prostředích, aniž by se to projevilo ve vztahu obou znaků. Nelze rovněž jednoznačně uvažovat o extrémních hodnotách obou znaků v těchto prostředích (s výjimkou stanoviště v Praze-Ruzyni v roce 1985, kde byly mimořádně vysoké výnosy zrna). Spíše zde lze usuzovat o vlivu zastoupení odrůd určitého charakteru v pokusné sérii. Pro tato tři prostředí byl zjištěn koeficient lineární regrese $b = 1,45$ až $2,72$. V ostatních prostředích nelze považovat genotypovou závislost tvorby výnosu zrna na dosažené pokryvnosti listoví za pro-

I. Odhad výnosů genotypů zkoušených v různých prostředích (dvě stanoviště, pokusné ročníky); transformace na $\bar{x}$ kontrol — Estimation of genotype yields studied in different environments (two sites, experimental years); transformation to $\bar{x}$ controls

Pořadí ¹	Odrůda ²	Relativní výnos k $\bar{x}$ 3 kontrol ³			Počet prostředí hodnocení ⁶
		$\bar{x}$ všech prostředí ⁴	přepočet na $\bar{x}$ kontrol ⁵ (t. ha ⁻¹)	s ²	
1	Apollo	112,9	8,67	0,58	4
2	Ares	109,8	8,43	2,36	4
3—4	Ikarus	108,8	8,35	5,14	4
3—4	Citadel	108,8	8,35	0,25	4
5	Martonvásár 16	107,6	8,26	6,52	4
6	Kosack	106,5	8,18	1,18	4
7	Florida	106,1	8,15	7,71	4
8	Kniprs	105,3	8,08	1,45	4
9	Henrich	104,8	8,05	3,62	4
10	Vlada	104,6	8,03	4,63	4
11	Jawa	104,5	8,02	1,55	4
12	Markant	104,4	8,01	1,23	4
13	ST-424	104,1	7,99	2,26	4
14	Kristall	103,8	7,97	0,63	4
15	Weneda	103,6	7,95	3,80	4
16	Brock	103,5	7,95	0,51	4
17	Lanca	103,4	7,94	2,40	4
18	Mission	103,1	7,91	0,65	4
19	MS-4	102,8	7,89	7,22	2
20	Turda 81	102,7	7,88	0,90	4
21	Herzog	102,6	7,88	3,98	4
22	Regina	102,5	7,87	1,63	14
23—24	Stetson	101,9	7,82	1,24	4
23—24	Jaguar	101,9	7,82	2,48	4
25	Zdar	101,3	7,78	4,59	14
26	Mironovská 61	101,1	7,76	1,88	4
27	Albota	101,0	7,75	5,10	4
28	Albatros	100,6	7,72	6,23	4
29—30	Selekta	100,5	7,72	0,86	4
29—30	ST-1393	100,5	7,72	0,20	2

¹sequence, ²variety, ³relative yield to $\bar{x}$ controls, ⁴ $\bar{x}$ of all environments, ⁵calculation for $\bar{x}$ controls, ⁶number of evaluated surroundings

II. Závislost tvorby výnosu zrna na pokryvnosti listů LAI , zjišťovaného z plochy posledních dvou listů (genotypové korelace a regrese výnosu zrna na LAI) – Dependence of grain yield formation on LAI value determined from an area of upper two leaves (genotype correlation and regression of the grain yield on LAI)

Parametr ¹		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		$\bar{x}$ všech prostředí
		R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	
Korelace mezi znaky ² (r)		0,14	0,16	0,46×	0,43×	0,60×	−0,12	−0,24	0,07	0,11	0,10	0,03	0,17	−0,06	−0,03	0,13
Lineární regrese výnosu zrna na LAI ³	b	0,36	0,53	1,75	1,45	2,72	−0,51	−0,40	0,12	0,41	0,28	0,07	0,38	−0,16	−0,26	0,48
	a	6,75	6,08	6,64	4,36	3,36	6,83	10,03	6,75	6,12	5,67	4,91	5,84	9,16	7,02	6,39
$\bar{x}$ zkoušeného souboru ⁴	výnos ⁵ (t. ha ^{−1})	7,63	7,45	10,00	7,39	7,12	5,85	8,60	7,06	6,71	5,19	5,09	6,95	8,85	6,85	7,20
	LAI ⁶ (m ² · m ^{−2})	2,50	2,62	1,76	2,09	1,37	1,93	3,58	2,61	1,75	1,48	1,99	2,85	2,00	0,62	2,08
Počet zkoušených genotypů ⁷ (n)		18	18	32	32	32	32	32	33	34	33	32	33	33	33	33

R stanoviště⁸ Praha-Ruzyně

K stanoviště Klatovy

× $P = 0,05$

Výpočet z transformovaných hodnot pro výnos zrna a LAI ¹⁰ ($n = 107$)

$r = 0,15$; $b = 0,39$; $a = 6,43$

¹parameter, ²correlation between traits, ³linear regression of the grain yield on LAI , ⁴ $\bar{x}$ of tested set, ⁵yield, ⁶ LAI , ⁷number of genotypes tested, ⁸ $\bar{x}$ of all environments, ⁹site, ¹⁰calculation from transformed values for the grain yield and LAI

III. Charakteristika výnosu zrna, *LAI* a *NPR* u kontrastních skupin odrůd (srovnání 25 odrůd s nejnižší a nejvyšší hodnotou znaku použitého jako kritérium) — Grain yield characteristics, *LAI* and *NPR* in contrast groups of varieties (comparison of 25 varieties of lowest and highest trait value used as a criterion)

Kritérium ¹		Výnos zrna ²		<i>LAI</i> (m ² ·m ⁻²)	<i>NPR</i> (g·m ⁻²)
		t·ha ⁻¹	s ²		
Výnos zrna ²	$\bar{x}$ 25 nejlepších odrůd ⁴	8,05	2,74	2,12	384
	$\bar{x}$ 25 nejslabších odrůd ⁵	6,40	4,29	2,02	320
Variabilita výnosu zrna ³	$\bar{x}$ 25 nejlepších odrůd	7,41	0,60	2,08	358
	$\bar{x}$ 25 nejslabších odrůd	7,13	8,60	2,13	339
<i>LAI</i>	$\bar{x}$ 25 odrůd s nejvyšším <i>LAI</i> ⁶	7,44	4,11	2,44	306
	$\bar{x}$ 25 odrůd s nejnižším <i>LAI</i> ⁷	7,12	3,24	1,21	391

Výpočet z hodnot transformovaných k $\bar{x}$ kontrol⁸

¹criterion, ²grain yield, ³variability of grain yield, ⁴ $\bar{x}$ of 25 best varieties, ⁵ $\bar{x}$ of 25 poorest varieties, ⁶ $\bar{x}$ of 25 varieties with the highest *LAI* value, ⁷ $\bar{x}$ of 25 varieties with the lowest *LAI* value, ⁸calculation from transformed values to $\bar{x}$ controls

kázanou. Velmi nízký průměr korelačního koeficientu ($r = 0,13$) a koeficientu lineární regrese ($b = 0,48$) naznačuje slabou pozitivní závislost výnosu zrna na *LAI*. Výpočet z transformovaných hodnot celého souboru 107 odrůd poskytuje velmi podobné údaje ($r = 0,15$, $b = 0,39$).

V jiných pracích byla závislost výnosu zrna na *LAI* jednoznačně prokázána (Voldeng, Simpson, 1967; Focke, 1972; Koh et al., 1978 a další). Rozdíl oproti našim výsledkům je možné vysvětlit výběrem pokusného souboru podle kritéria vysoké produktivity. Tento vztah se zřejmě projeví až při společném vyhodnocení odrůd s různou úrovní produktivity, jak naznačují výsledky naší předchozí práce (Dottlačil, Toman, 1991). U odrůd s vysokým výnosovým potenciálem se pravděpodobně vztah mezi pokryvností listoví a výnosem zrna výrazněji manifestuje pouze za určitých (specifických) podmínek prostředí (ukazuje se např. tendence k negativní závislosti výnosu na *LAI* v sušších a teplejších podmínkách např. v roce 1990).

Vedle vlivu odrůdových rozdílů v *LAI* na tvorbu výnosů lze uvažovat o závislosti tvorby výnosu jednotlivých odrůd či souboru odrůd na fluktuaci *LAI* v různém prostředí. Takto vypočtené fenotypové korelace a regrese (přes 14 prostředí, reprezentovaných ročníky a stanovišti) pro kontrolní odrůdy byly velmi nízké a neprůkazné: $r = 0,06$, $b = 0,03$ u odrůd Regina a Viginta; $r = 0,15$, $b = 0,07$ u odrůdy Zdar. Nízká fenotypová závislost výnosu zrna na *LAI* je v souladu s velmi dobrou adaptací a výnosovou stabilitou kontrolních odrůd. Nižší závislost tvorby výnosu na *LAI* u adaptovaných odrůd (např. Vala, $r = 0,33$) oproti

stejně výkonným neadaptovaným zahraničním odrůdám (např. Maris Marksman, $r = 0,53$) prokázala i naše předchozí práce (Dotlačil, Toman, 1991).

Vzhledem k tomu, že nebylo možné prokázat jednoznačné vztahy mezi LAI a výnosem zrna u celého souboru, přistoupili jsme k porovnání hodnot sledovaných znaků u vybraných podsouborů odrůd s kontrastními hodnotami znaků. U všech znaků bylo pro tento účel využito hodnot transformovaných k $\bar{x}$ kontrol (tab. III). Použitý index výnosu a listové plochy NPR (Foltýn, Škorpík, 1976) zde může charakterizovat efektivnost využití listové plochy pro tvorbu výnosu.

Skupina nejvýnosnějších odrůd (přibližně čtvrtina souboru) měla oproti kontrastní, nejméně výnosné skupině pouze o 5 % vyšší LAI a o 20 % vyšší hodnotu NPR (rozdíl ve výnosu zrna činil 26 %). Tento trend potvrzuje i porovnání skupin utříděných podle LAI, u kterých více než 100 % rozdílu v tomto znaku se projevilo rozdílem 4,5 % ve výnosu zrna a 22 % v hodnotě NPR.

Určitý trend naznačuje i porovnání skupin odrůd kontrastních ve variabilitě výnosů. Výnosově stabilnější odrůdy byly spíše výnosnější, s poněkud menší listovou plochou, a tím i vyšší hodnotou NPR.

Literatura

- ASATUROV, M. L.: Količestvennyje metody rasčeta agroklimatičeskich resursov. In: Prognoz. Urož. sel.-choz. Kultur. Moskva, Kolos 1975, s. 128-132.
- BAREŠ, I. — SEHNALOVÁ, J. — VLASÁK, M.: Klasifikátor, genus *Triticum* L. Genové zdroje, Praha, 1985, č. 21, 78 s.
- BIRJUKOV, S. V. — KOMAROV, V. P.: Genetičeskaja svjaz parametrov listovogo apparata ozimoj pšenicy s produktivnostju. In: 5. Sj. vsesoj. obšč. Genet. i Selekt., Moskva, 4, 1987, č. 1, s. 46-47.
- DOTLAČIL, L. — TOMAN, K.: Active leaf area in wheat varieties of different types and leaf relation to grain yield. Scientia Agric. bohemoslov., 23, 1991, č. 1, s. 1-7.
- FOCKE, R.: Die Kornbildung der Blattfläche von Getreide (mit Empfehlungen für die Züchtung). Aktuelle Probleme der Getreideforschung, Tagungsberichte (Akad. Landwirtschaft. Wiss.), 119, 1972, s. 33-40.
- FOLTÝN, J.: Architectonics of wheat stand — the system of yield. Proc. 7th Wld Cereal and Bread Congr. Praha, Elsevier, Amsterdam, 1983, s. 273-276.
- FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M.: Čistá produkce zrna (NPR) jako kritérium pro šlechtění obilovin. In: Sbor. ÚVTIZ — Genet. a Šlecht., 12, 1976, č. 3, s. 171-176.
- FOLTÝN, J. — VLASÁK, M.: Čistá produkce zrna (NPR) u rostlin pšenice s různým počtem klasů. Srovnání hodnot vypočítaných z různého podílu aktivní zelené plochy. Rostl. Výr., 30, 1984, č. 4, s. 333-344.
- FOLTÝN, J. — DOTLAČIL, L. — ROGALEWICZ, V.: Optimum aktivní listové plochy porostu pšenice a jeho využití k odhadu produktivity. Rostl. Výr., 35, 1979, č. 9, s. 929-938.
- KOC, M. — NÖSBERGER, J.: Ertragsstruktur und Einlagerung von nicht strukturbildenden Kohlenhydraten und Stickstoff in die Körner von zwei Sommerweizensorten. Schweiz. landwirtsch. Forsch., 24, 1985, č. 1-2, s. 49-55.
- KOH, S. — KUMURA, A. — MURATA, Y.: Studies on matter production in wheat plant. III. Changes with growth in photosynthetic capacity and respiratory capacity of wheat stand. Jap. J. Crop Sci., 47, 1978, č. 1, s. 63-68.
- KOZŁOWSKA-PTASZYŃSKA, Z. — GLAZEWSKI, S.: Wpływ wielkości powierzchni asymilacyjnej i intensywności fotosyntezy na proces gromadzenia suchej masy w zarnie pszenicy ozimej. Pamięt. pulaw., 64, 1975, s. 149-165.
- LUPTON, F.: Estimation of yield in wheat from measurements of photosynthesis and translocation in the field. Ann. appl. Biol., 64, 1969, s. 363-364.
- MAKUNGA, O. H. D. — PERMAN, I. — THOMAS, S. M. — THORNE, G. N.:

Distribution of photosynthate produced before and after anthesis in tall and semi-dwarf winter wheat as affected by nitrogen fertilizer. *Ann. appl. Biol.*, 88, 1978, s. 429-437.

NÁTR, L.: Studium tvorby výnosu zrna u obilovin. I. Odrůdové rozdíly ve fotosyntéze ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 10, 1964, č. 1, s. 5-10.

PLANCHON, C.: Essai de détermination de critères physiologiques au vue de l'amélioration du blé tendre: les factures de la photosynthèse de la dernière feuille. *Ann. Amélior. Pl.*, 26, 1976, č. 4, s. 714-744.

THORNE, G. N.: Physiological aspects of grain yield in cereals. In: *The growth of cereals and grasses*, London, Butterworth, 1966, s. 88-105.

VOLDENG, H. D. — SIMPSON, G. M.: The relationship between photosynthetic area and grain yield per plant in wheat. *Can. J. Pl. Sci.*, 47, 1967, č. 7, s. 359-365.

Došlo 11. 3. 1991

L. DOTLAČIL, K. TOMAN (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně):

Leaf area and grain yield in productive European winter wheat varieties.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 771-778.

In 1984—1990 107 selected productive winter wheat varieties have been evaluated at two sites (Praha - Ruzyně, Klatovy) in two subsequent years. To compare the yield potential of varieties from different experimental series, the calculation to three control varieties was used. The varieties Apollo, Ares, Ikarus and Citadel were found to be the best and demonstrated also a low variability of yields. Of the Czechoslovak varieties, the most productive were the varieties Vlada, Regina and Zdar, followed by new breeds ST-424 and MS-4. A positive genotype dependence of the grain yield on LAI was demonstrable only in three environments of the total number 14 ($r = 0.43^+$ to 0.46^+ , $b = 1.45$ to 2.72). The dependence was very low ($r = 0.13$ or 0.15 , respectively) on an average of all environments and in the calculation from transformed values (to $\bar{x}$ controls). The most yielding varieties (1/4 of a set) had only by 5 % higher LAI in comparison with the contrast group of the same size. With respect to the yield difference, however, more effective leaf area utilization by about 20 % may be expected.

VLIV HNOJENÍ DUSÍKEM NA POMĚR KOŘENOVÉ A NADZEMNÍ HMOTY V PRŮBĚHU RŮSTU JARNÍCH OBILNIN

Jan Haberle

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

U jarní pšenice a jarního ječmene byla v letech 1983 až 1985 v období od konce odnožování do plné zralosti sledována produkce nadzemní a kořenové hmoty v orniční vrstvě. Hnojení dusíkem snižovalo poměr sušiny kořenové a nadzemní hmoty (R/S) ve fázi odnožování až metání u jarního ječmene ve všech letech, u jarní pšenice v roce 1985 a do metání v roce 1983. Rozdíly v R/S hnojených a nehnojených rostlin byly výraznější ve vegetativní fázi růstu, v době kvetení se rozdíly zmenšovaly. Vliv hnojení dusíkem na zmenšování podílu kořenů vyrovnával nedostatek půdní vody, který zvyšoval hodnoty R/S hnojených rostlin na úroveň rostlin nehnojených, zejména u jarní pšenice. Hodnoty R/S se pohybovaly na počátku sloupkování od 0,1 do 0,3 g.g⁻¹ v závislosti na ročníku a hnojení dusíkem, v průběhu vývoje se snižovaly až pod hodnoty 0,05 g.g⁻¹. Hnojení dusíkem se projevilo zvýšením růstu, velikostí listové plochy a dalších parametrů nadzemních částí obou obilnin ve všech letech. Tomu odpovídalo zvýšení koncentrace celkového dusíku v sušině nadzemních částí. V generativní fázi vývoje se rozdíly mezi porostem hnojeným a nehnojeným dusíkem zmenšovaly, zejména při nízké vlhkosti půdy.

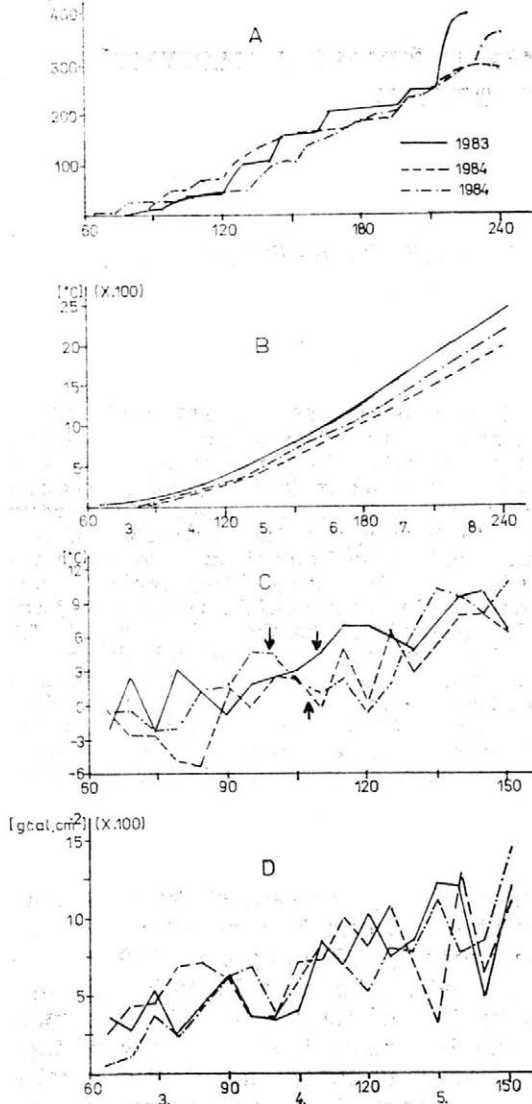
Poměr kořenové a nadzemní hmoty (R/S) je ukazatel, který v sobě spojuje působení jednotlivých vegetačních faktorů a genotypu (např. Hunt, Nicholls, 1986; Noordwijk, Willigen, 1987; Haberle, 1988; Bláha, Haberle, 1990). Obecně s klesající přístupností vody a živin se R/S zvyšuje; podíl kořenů na celkové biomase rostlin se zvětšuje. Obdobně působí v určitém rozmezí např. snižování teploty. Naopak při menší sumě záření nebo zmenšení asimilační plochy klesá podíl asimilátů přesouvaných do kořenů, hodnota R/S se snižuje.

Cílem práce bylo zjistit v polních podmínkách vliv hnojení dusíkem a povětrnostních podmínek v jednotlivých letech pokusu na poměr R/S u jarních obilnin. Zkoumal se vztah mezi změnami R/S v průběhu růstu a změnami v příjmu dusíku, parametrech nadzemních částí a výnosových prvků rostlin.

MATERIÁL A METODA

V letech 1983 až 1985 se v polních pokusech oddělení agroekologie VÚRV Praha-Ruzyně sledovala produkce kořenové a nadzemní biomasy jarních obilnin. Základní údaje o povětrnostních podmínkách pokusných let 1983 až 1985 v Praze-Ruzyni jsou uvedeny na obr. 1. Byla vy počtena suma efektivních teplot nad 1 °C a suma srážek od 1.3.

Pokusné pozemky v Praze-Ruzyni (350 m n. m.) se nacházejí v ře-pařsko-pšeničné výrobní oblasti a náleží k půdnímu typu hnědozem.



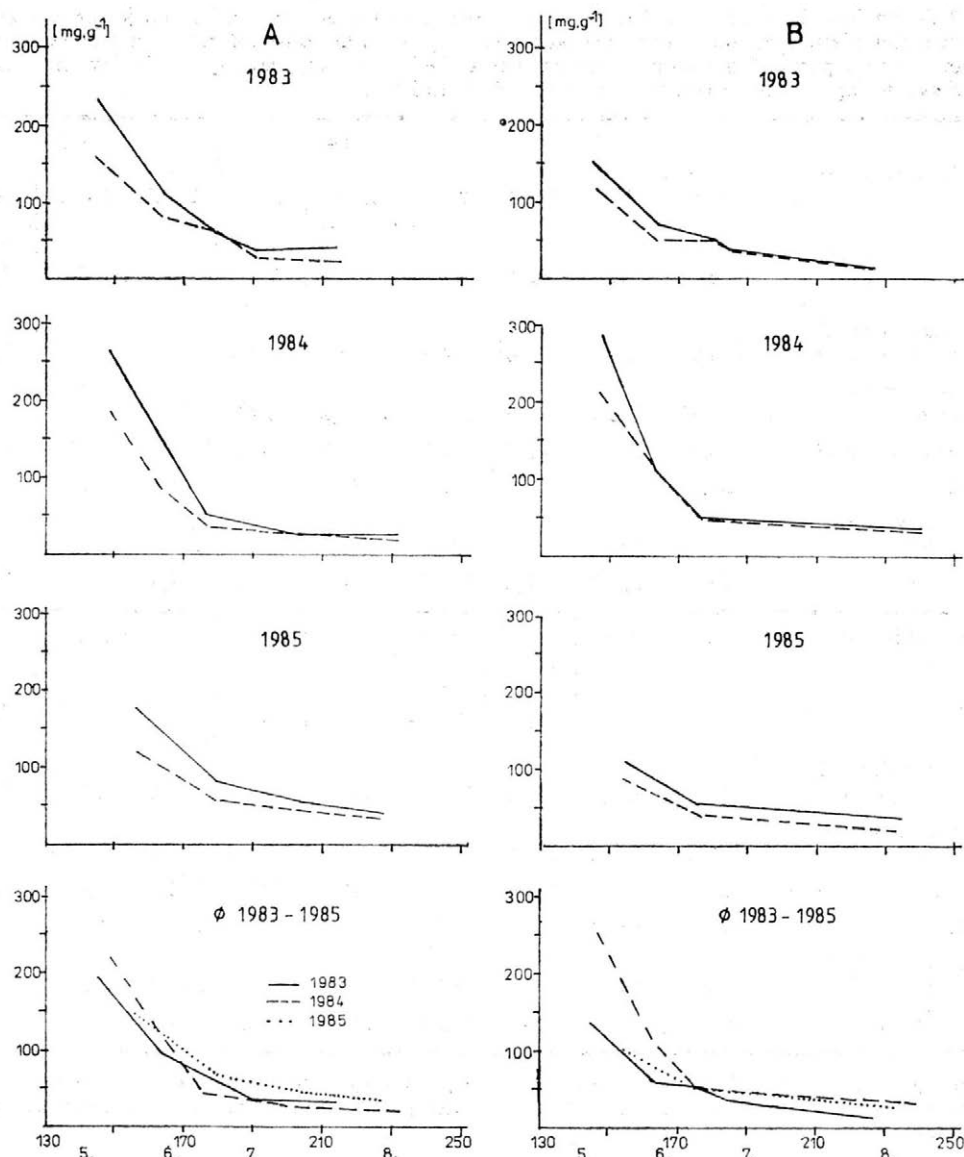
1. Suma srážek (A) a suma průměrných denních teplot nad 1°C (B) od 1. března, průběh minimálních teplot — průměry za pentády (C) a globální záření — průměr za pentády (D); graf C a D zachycuje pouze jarní období, šipky (C) označují termín setí jařiny (Praha - Ruzyně, 1983 až 1985); osa x : den roku, resp. měsíc — Sum of precipitation (A) and average daily temperatures above 1°C (B) from March 1, pattern of minimum temperatures — average for pentade (C) and global radiation — average for pentade (D); C and D graph covers only spring period, arrows (C) designate the sowing date of spring crop (Praha - Ruzyně, 1983 to 1985); x axis : day in a year or month

Ornice je jílovitohlinitá, o mocnosti 24 až 28 cm, s těmito agrochemickými vlastnostmi: obsah humusu 2,3 %, pH(KCl) 5,9, P (Egner) 59 mg, K (Schachtschabel) 136 mg a Mg 90 mg na 1000 g půdy. V podorníci přechází do jílovitohlinité až jílovité zeminy s příměsí skeletu.

Sledované plodiny byly jarní pšenice, odrůda Jara a jarní ječmen, odrůda Karát. Předplodinou pšenice byly brambory, ječmen následoval po ozimé pšenici.

Varianty dávek dusíku v kg N . ha ⁻¹	N0	N1	N2
Jarní pšenice Jara	0	80	120
Jarní ječmen Karát	0	60	90

Dávka dusíku byla rozdělena: jedna polovina se aplikovala před setím v síranu amonném, druhá polovina v ledku amonném s vápencem ve fázi třetího lístku.



2. Vliv hnojení dusíkem na poměr sušiny kořenové a nadzemní hmoty jarní pšenice (B) a jarního ječmene (A); ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$); osa x : den roku, resp. měsíc; — nehnojeno; — — hnojeno — The effect of nitrogen fertilizing on the ratio of root and above-ground mass dry matter of spring wheat (B) and spring barley (A); (mg per g); x axis : day in the year or month; — nonfertilized; — — fertilized

Prokořeněná zemina byla odebírána ocelovým válcem o průměru 10 cm a výšce 7 cm po vrstvách 7 cm do hloubky 28 cm v 10 opakováních, každé tvořené vzorky ze dvou míst. Kořeny byly vyplaveny na sadě sít, ručně dočištěny a vysušeny při teplotě 75 °C.

Současně byly zjišťovány parametry nadzemních částí rostlin odebraných ze stejných míst jako kořeny (tj. 12 opakování): výška rostlin,

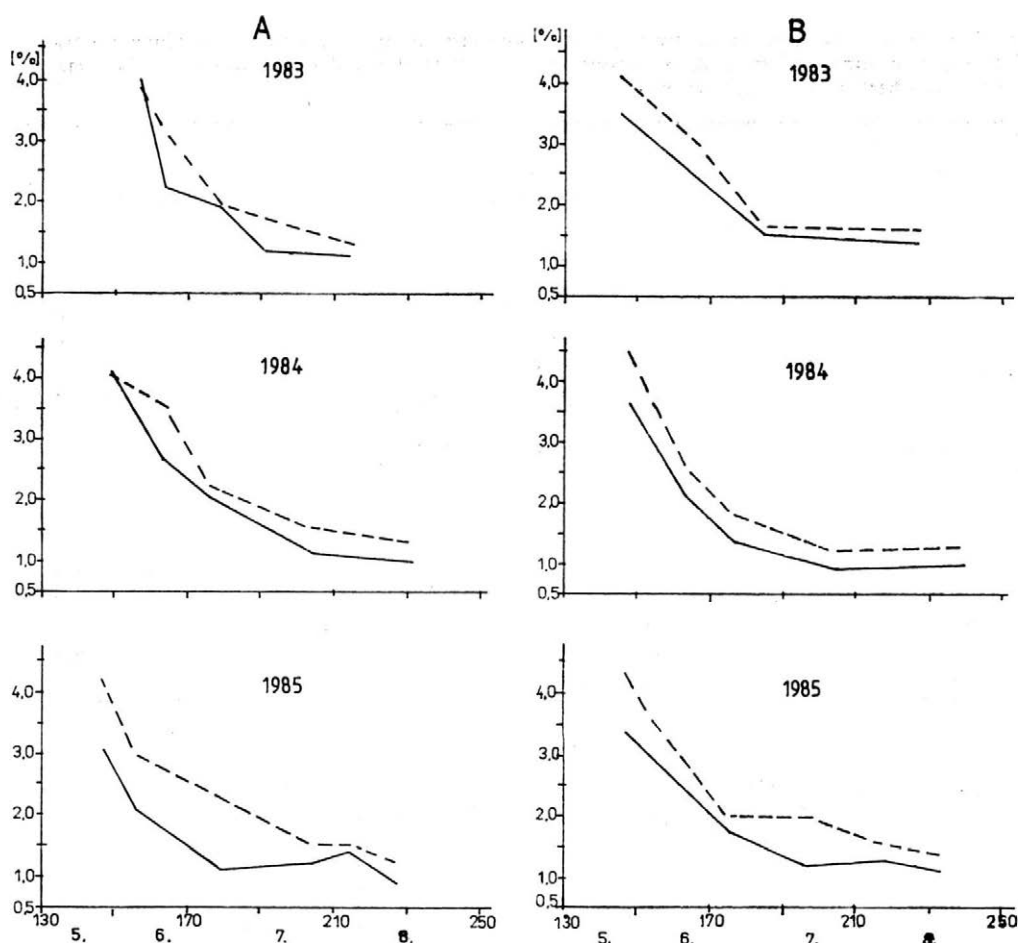
I. Vliv hnojení dusíkem na nadzemní části rostlin jarní pšenice Jara a jarního ječmene Karát v průběhu růstu (procento nehnojené kontroly N0) — The effect of nitrogen fertilizing on above-ground parts of the crops — spring wheat (the Jara variety) and spring barley (the Karát variety) during growth (percentage of untreated control N0)

Jarní pšenice ¹	1983			1984			1985		
	25. 5.	13. 6.	15. 8.	28. 5.	12. 6.	29. 8.	27. 5.	24. 6.	22. 8.
Fáze Feekese ³	4.	7.	11.4	5.	8.	11.4	6.	10.2	11.4
Sušina nadzemní biomasy (ADM) ⁴	136,6	132,5	90,46	124,8	122,3	120,0	154,4	111,4	119,8
ADM na rostlinu* a stéblo ⁵	166,9*	122,9	98,5	127,6*	119,2	122,7	128,6*	103,4	106,2
Počet odnoží a stébel ⁶	112,0	121,4	83,7	118,5	106,2	97,8	126,9	110,4	110,4
LAI ⁷	124,7	130,9	—	122,4	132,9	—	131,3	115,1	—
LAI na rostlinu* a stéblo ⁸	151,5*	107,8	—	125,3*	125,2	—	111,4*	115,1	—
Výška rostlin ⁹	113,3	104,9	100,2	112,5	114,4	107,2	117,4	104,9	103,8
Jarní ječmen ²	25. 5.	13. 6.	2. 8.	29. 5.	12. 6.	20. 8.	5. 6.	28. 6.	15. 8.
Fáze Feekese	4.	7.	11.4	3.—4.	6.—7.	11.4	6.—7.	10.3	11.4
Sušina nadzemní biomasy (ADM)	120,9	122,7	155,3	134,7	144,7	117,9	130,2	127,9	124,0
ADM na rostlinu* a stéblo	137,9*	103,3	102,9	128,5*	116,1	93,6	183,9*	103,9	95,2
Počet odnoží a stébel	123,1	119,0	150,6	124,3	129,1	125,1	132,6	123,6	113,0
LAI	114,4	158,4	—	115,4	167,5	—	158,5	264,8	—
LAI na rostlinu* a stéblo	130,6*	133,6	—	115,3*	129,0	—	224,3*	214,7	—
Výška rostlin	102,5	—	116,6	116,3	122,5	104,8	154,0	153,0	147,3

¹spring wheat, ²spring barley, ³phase after Feekes, ⁴above-ground biomass dry matter (ADM), ⁵ADM per plant and stem, ⁶number of tillers and stems, ⁷LAI, ⁸LAI per plant and stem, ⁹height of plants

celková sušina nadzemních částí (včetně báze rostlin pod povrchem půdy), plocha a sušina zelených listů, počet rostlin a odnoží. U sklizňových vzorků byl určen počet klasů, hmotnost a počet zrn, HTZ a SI. Výpočtem byly určeny parametry nadzemních částí a výnosové prvky na jednu rostlinu a stéblo pro jednotlivá opakování. Nadzemní hmota byla analyzována na obsah živin v sušině. Při sklizni a v některých termínech byly odebrány další rostliny, u kterých se nezjišťovala odpovídající kořenová hmota. V průběhu pokusu byla zjišťována vázkově vlhkost půdy a redukována objemová hmotnost půdy.

Termíny odběrů byly konec odnožování až začátek sloupkování, metání, konec kvetení a plná zralost. U nadzemních částí byly podle možností provedeny odběry i v dalších termínech. Podrobnější údaje



3. Průběh změn obsahu dusíku v sušině nadzemní hmoty jarní pšenice (B) Jara a jarního ječmene (A) Karát; osa x : den roku, resp. měsíc; — nehnojeno; - - - hnojeno — The pattern of changes in nitrogen content in above-ground mass dry matter of Jara spring wheat (B) and Karát spring barley (A); x axis : day or month of a year; — nonfertilized; - - - fertilized

o stanovišti, metodách, materiálu a vlhkosti půdy uvádí Haberle (1986a).

Vzhledem k velkému množství údajů jsou v této práci porovnány průměrné hodnoty z variant N1 a N2 (označené NN) s údaji z varianty kontrolní, nehnojené dusíkem (označené N0). Některé chybějící hodnoty kořenové hmoty ve vrstvě 21 až 28 cm byly dopočteny z exponenciální rovnice závislosti hmoty kořenů na hloubce. Celková hmotnost sušiny kořenů ve vrstvě 0 až 28 cm byla přepočtena na plochu.

VÝSLEDKY

Poměr sušiny kořenové hmoty v orniční vrstvě k sušině hmoty nadzemních částí (R/S) se v průběhu sledovaného období, tj. od konce

II. Vliv hnojení dusíkem na sklizňové prvky rostlin jarní pšenice Jara a jarního ječmene Karát — The effect of nitrogen fertilizing on harvest components of plants of spring wheat (the Jara variety) and spring barley (the Karát variety)

	Plodina ¹					
	jarní pšenice ²			jarní ječmen ³		
	rok ⁴					
	1983	1984	1985	1983	1984	1985
Počet klasů na m ² ⁵	640	534	436	898	926	694
v % N ⁰ ¹³	85,7	97,5	112,6	153,2	126,1	113,0
Výška stébla v cm ⁶	102,3	96,1	104,9	80,6	63,4	72,7
v % N ⁰	100,2	107,2	103,8	116,6	104,8	147,3
Počet zrn na m ² (× 1000) ⁷	22,552	14,986	17,086	18,688	18,680	12,796
v % N ⁰	82,2	119,1	121,4	164,7	124,2	135,4
Počet zrn na klas ⁸	36,5	27,9	39,4	20,9	20,7	18,1
v % N ⁰	97,6	121,0	108,1	108,4	100,8	115,3
Hmotnost zrn na m ² ⁹	548,8	536,0	588,8	556,8	568,0	295,2
v % N ⁰	85,5	126,3	120,2	147,1	117,5	100,0
Hmotnost zrna na klas ¹⁰	,87	1,00	1,35	,63	,62	,42
v % N ⁰	100,7	128,8	106,9	98,5	92,5	88,2
Hmotnost tisíce zrn v g ¹¹	24,5	35,9	34,5	29,7	30,5	23,4
v % N ⁰	104,6	106,0	99,2	89,0	94,6	76,3
Sklizňový index v g. g ⁻¹ ¹²	,341	,445	,439	,434	,476	,425
v % N ⁰	95,4	106,0	100,4	101,2	104,3	92,4

¹crop, ²spring wheat, ³spring barley, ⁴year, ⁵number of spikes per m², ⁶height of stems in cm, ⁷grain number per m² (× 1000), ⁸grain number per spike, ⁹grain weight per m², ¹⁰grain weight per spike, ¹¹1000-kernel weight in g, ¹²harvest index in g per g, ¹³in % of N⁰

odnožování do plné zralosti, snižoval (obr. 2). Průběhu změn R/S odpovídala rovnice $1/(R/S) = a + b \cdot \text{den v roce}$ ($R > 0,9$).

Vyšší hodnoty R/S byly zaznamenány u obou jařin na dusíkem nehnějené kontrolní variantě, s výjimkou jarní pšenice v roce 1984 a období po kvetení v roce 1983, kdy byl podíl kořenů u obou variant téměř shodný. V tomto roce byl R/S u jarní pšenice i jarního ječmene ve fázi konce odnožování vyšší než v letech 1983 a 1985. Rozdíly v hodnotě R/S mezi rostlinami hnojenými a nehnojenou kontrolou se většinou v generativní fázi vývoje snižovaly.

Vliv dodání minerálního dusíku v hnojivu se projevil zvýšením celkové produkce sušiny nadzemních částí, jednotlivých parametrů (tab. I) a zvýšením koncentrace celkového dusíku v nadzemní hmotě obou obilnin (obr. 3). Hodnoty výnosových prvků se s výjimkou suchého ročníku 1983 u jarní pšenice dusíkatým hnojením zvýšily (tab. II).

U jarního ječmene se vliv dusíku projevil vyšším počtem klasů při sklizni, zvýšením počtu a hmotnosti zrn a výšky stébel, některé výnosové prvky přepočtené na jedno stéblo se však snížily.

DISKUSE

Výsledky tříletého polního pokusu ukázaly, že hnojení dusíkem většinou snižovalo poměr hmoty kořenů k celkové hmotě nadzemních částí (R/S). Toto zjištění souhlasí s výsledky řady pokusů, při kterých se poměr R/S obilnin, obecně *Poaceae* (ale i většiny dalších plodin) snižoval s rostoucí dávkou dusíkatých hnojiv (Barracough, 1984 a další). Důvodem snížení R/S je rychlejší zvyšování biomasy nadzemních částí ve srovnání s kořeny při stupňování úrovně dusíkaté výživy. V polních podmínkách je však vliv stupňovaného dusíkatého hnojení na růst kořenů obilnin často rozporný (Wellbank et al., 1974 aj.).

V řadě prací z posledních let byly odvozeny a ověřeny zásadní vztahy mezi vnějším a vnitřním obsahem dusíku v rostlině a rychlostí růstu (Angus, Moncur, 1985; Levin et al., 1989; Zheng, Leigh, 1990). Z těchto obecně platných vztahů vyplývá jednoznačně, že poměr kořenů k nadzemní části R/S se s rostoucím interním obsahem dusíku snižuje v širokém rozsahu koncentrace dusíku.

Projev tohoto mechanismu je v polních podmínkách ovlivněn schopností rostlin přijímat a užívat dusík v interakci s řadou dalších faktorů. Kromě iontové formy dusíkatého hnojiva (Geisler, 1986; Heberer, Below, 1989) je to přístupnost vody a ostatních živin, teplota půdy, obsah O_2 a CO_2 , případně i obsah toxických kovů, hodnota pH (Bláha, 1991), biotické vlivy apod.

Hnojení dusíkem v tomto pokusu zvýšilo u obou obilnin ve všech letech koncentraci celkového dusíku v sušině nadzemních částí. Současně došlo ke zvýšení růstu a hodnot parametrů nadzemních částí. Tyto údaje prokazují, že dusík dodaný minerálním hnojivem byl rostlinami jarní pšenice a jarního ječmene ve všech letech přijat a využit. Vzhledem k rozdílné reakci jednotlivých parametrů rostlin a výnosových prvků na dodání dusíku však nelze jednoznačně určit, v kterém roce se vliv hnojení projevil výrazněji. Rozdíly v dynamice změn obsahu dusíku v nadzemních částech v jednotlivých pokusných letech byly u jarní pšenice malé a lze je částečně vysvětlit odlišnými teplotními podmínkami (na počátku růstu v roce 1984) a zkráceným dozráváním v teplém a suchém počasí (vyšší koncentrace dusíku v plné zralosti v roce 1983).

Výrazněji než u jarní pšenice se rozdíly v obsahu dusíku a v reakci nadzemních částí na hnojení dusíkem (a kolísání v jednotlivých letech) projeví u jarního ječmene, zřejmě jako důsledek nižšího obsahu půdního dusíku po obilní předplodině a obecně větší reakce jarního ječmene na dodání dusíku. Rozdíly v obsahu dusíku v půdě prohloubilo uspořádání pokusu, ve kterém jarní pšenice následovala po celoplošně hnojem a minerálním dusíkem vyhnojených bramborách, zatímco jednotlivé varianty (tj. parcelky) s různou dávkou dusíku u jarního ječmene kopírovaly stejné varianty dusíku u předplodiny — ozimé pšenice. Nízká koncentrace dusíku v nadzemní biomase rostlin

ječmene dusíkem nehnojených v roce 1985 ukazuje na nedostatek minerálního dusíku z půdní zásoby. Jarní ječmen také většinou reagoval pozitivně ještě na stupňování dusíkaté dávky z 60 kg na 90 kg $\cdot$ ha⁻¹, zatímco zvýšení dávky dusíku z 80 na 120 kg $\cdot$ ha⁻¹ se u jarní pšenice projevilo v menší míře a většinou jen ve vegetativní fázi vývoje (Haberle, 1986a, b). Nejasná je příčina stejné koncentrace u varianty hnojené i nehnojené na začátku sloupkování v letech 1983 a 1984, vysvětlením by mohl být zřetelovací efekt v období rychlého nárůstu nadzemní biomasy.

Vyšší obsah dusíku v sušině nadzemních částí obou obilnin hnojených dusíkem ve vegetativní fázi vývoje odpovídal nižším hodnotám R/S. V období po kvetení a dozrávání již tato závislost nebyla tak jednoznačná, zřejmě v důsledku působení nedostatku půdní vláhy, odčerpání přístupných živin, fyziologických změn v rostlině v období ukládání a přesunu látek mezi orgány, působení chorob a škůdců a odlišné dynamiky změn (poklesu) kořenové biomasy (Haberle, 1986a).

Rozdíly v R/S hnojených a nehnojených rostlin jarní pšenice od metání (1984), resp. kvetení (1983) byly nevýznamné, přestože hnojené rostliny přijaly více dusíku a růst nadzemních částí byl stimulován. Příčinou v roce 1984 byla větší hmotnost kořenů rostlin hnojených dusíkem ve srovnání s nehnojenou kontrolou (kromě odběru na začátku sloupkování), zatímco v ostatních letech dodání dusíku větší nou produkci kořenů zmenšovalo (Haberle, 1986a). Také v roce 1983 se hodnoty R/S hnojených i nehnojených rostlin jarní pšenice po kvetení přiblížily na podobnou úroveň. Příčinou byl pokles nadzemní hmoty u hnojených rostlin ve srovnání s nehnojenou kontrolou po kvetení. V první polovině vegetace tohoto roku dodání dusíku zvýšilo růst, avšak vysoké teploty a pokles půdní vlhkosti na nejnižší hodnoty v celé tříleté sérii redukovalo více růst hnojených než nehnojených rostlin.

Relativní zvýšení podílu kořenů u varianty hnojené dusíkem ve srovnání s nehnojenou kontrolou a vyrovnání hodnot R/S dobře odpovídalo nižším srážkám a změnám vlhkosti půdy. K poklesu vlhkosti došlo v roce 1984 dříve (rychlý pokles na začátku června) než v roce 1983 (střídavý pokles a doplňování půdní vláhy s rychlým vyčerpáním půdní vláhy v druhé polovině června), jak odpovídá i změnám R/S. Rovněž bylo pozorováno poněkud rychlejší a hlubší snížení zásoby vláhy u hnojených porostů (Haberle, 1986a), což spolu s vyšší biomasou a LAI mohlo prohloubit nedostatek vody u hnojených rostlin. Naproti tomu v roce 1985 s nejnižšími hodnotami R/S se vlhkost ornice pod porostem pšenice i ječmene udržovala v průběhu růstu na vyšší úrovni i přes obdobnou sumu srážek jako v ostatních letech. Menší odběr vody porostem obilnin v tomto roce odpovídal nižší produkci biomasy na plochu.

Vůbec nejvyšší hodnoty R/S (nad 0,5 g $\cdot$ g⁻¹ na počátku sloupkování) jsme zaznamenali u jarní pšenice v extrémně suchém ročníku 1982, kdy suma srážek od setí do metání činila pouze třetinu až čtvrtinu srážek let 1983 až 1985 (Haberle, 1989). Zvyšování R/S rostlin při vodním stresu je dobře prostudováno, ale málo údajů je v literatuře o interakci s různou úrovní dusíkatého hnojení v polních podmínkách.

Rovněž u jarního ječmene došlo v letech 1983 a 1984 ke snížení rozdílu hodnot R/S mezi hnojenými a nehnojenými rostlinami po me-

tání, ale v menší míře než u jarní pšenice. Dynamika změn odběru vody porostem z orníční vrstvy v průběhu vegetace byla téměř totožná jako u jarní pšenice, ale vlhkost půdy nedosáhla tak nízkých hodnot jako u jarní pšenice (Haberle, 1986a). Nedostatek vláhy v druhé polovině vegetace roku 1983 a 1984 na rozdíl od jarní pšenice zřejmě nedokázal zcela překrýt vliv dusíkatého hnojení na R/S, jak naznačuje výraznější rozdíl v obsahu dusíku mezi hnojenými a nehnojenými rostlinami ječmene ve srovnání s pšenicí. Na vodní provoz rostlin mohlo mít vliv i zlepšení růstu kořenů jarního ječmene při dodání dusíku, zatímco u jarní pšenice docházelo ke stagnaci či poklesu produkce kořenů v ornici, a odlišný vliv dusíku na růst kořenů v podornici (Welbank et al., 1974; Taylor, Welbank, 1975).

Průběh změn R/S byl u obou jařin obdobný. Rozdíly v hodnotách R/S mezi jednotlivými ročníky, především ve vegetativní fázi růstu však byly značné. Toto zjištění ukazuje na výrazný vliv povětrnostních podmínek ročníku, především ve fázi vzcházení a odnožování. Barraclough (1984) přičítá velké rozdíly v R/S v jarním období kombinaci úrovně dusíku v půdě a termínu hnojení, běžné rozdíly v termínu setí nejsou většinou významné. Uvedený autor také uvádí, že nižší podíl kořenů ozimé pšenice v roce 1981 odpovídal nižší úrovni slunečního záření (o 18,5 %) v důsledku větší oblačnosti, kdy asimiláty byly přednostně spotřebovávány v nadzemních částech rostlin (Welbank et al., 1974). Globální záření v době odnožování a počátku sloupkování bylo v pokusných letech 1983 až 1985 (měřeno na stanici Praha-Libuš) na podobné úrovni, s většími rozdíly v době vzcházení.

Při hledání příčin vysokých hodnot R/S v roce 1984 jsou nápadné zejména nižší teploty, ať již vyjádřené sumou efektivních teplot, nebo minimálními teplotami, především ve srovnání s rokem 1983. Rozdíly v teplotě půdy odpovídají v průměru teplotám vzduchu (Langholz, 1989) a vliv nízkých teplot zvyšuje skutečnost, že přisedlé rostliny (vegetační vrchol) ve fázi vzcházení a odnožování jsou ve větší míře vystaveny kolísání teplot v přízemní vrstvě. Vysoké hodnoty R/S obilnin byly pozorovány v případech, ve kterých průměrné teploty půdy byly vyšší než teploty vzduchu (Welbank et al., 1984).

Vlhkost půdy, která také podstatně ovlivňuje hodnoty R/S, se v jarním období pokusných let s výjimkou povrchové vrstvy 0 až 7 cm výrazněji nelišila (Haberle, 1986a). Porost jarní pšenice v roce 1984 se odlišoval (nepubl.) rovněž vyšším počtem rostlin na plochu, malým počtem odnoží, poněkud vyšším podílem sušiny listů na celkové nadzemní biomase a nízkou průměrnou hmotností jedné rostliny (ve fázi počátku sloupkování nižší o 39 až 47 % u varianty N0 a NN oproti roku 1983 a o 51 a 66 % oproti roku 1985). Změny v produkci kořenů obilnin na plochu se však projevují až při násobcích počtu rostlin (Kasimov, 1976; Taylor, Welbank, 1975), zatímco v tomto pokusu šlo o rozdíly nejvýše 25 %. Také poněkud nižší objemová hmotnost půdy v povrchové vrstvě ornice v roce 1984 by neměla tvorbu kořenové biomasy významněji ovlivnit, protože hodnoty ležely ve všech letech hluboko pod prahem kritického utužení (Lhotský et al., 1984).

Působení dalších makroživin na změny R/S v jednotlivých letech na dobře zásobené ruzyňské půdě není pravděpodobné, jak ukazuje i jejich vyrovnaný obsah v nadzemních částech a poměr k dusíku (nepubl.). Poněkud vyšší obsah dusíku, který má značný vliv na vodní provoz

rostlin (Smetánková, Haberle, 1989), odpovídal obdobím nedostatku vláhy v roce 1984 a 1983.

Hyperbolický průběh změn R/S obou jařin dobře modelovala rovnice $1/(R/S) = a + b \cdot \text{den v roce } (R > 0,9)$. Stagnace hodnoty R/S odpovídá ukončení lineární fáze rychlého nárůstu nadzemní biomasy a počátku poklesu kořenové hmoty v ornici. Z uvedené závislosti vyplývá lineární zvyšování poměru nadzemní biomasy ke kořenům. Je zřejmé, že daná rovnice odpovídá pouze období od počátku sloupkování do sklizně, protože obecně má průběh R/S od počátku růstu tvar inverzní logistické křivky (Barracough, 1984).

Pokud bychom uvažovali veškerou biomasu kořenů v prokořeněném profilu, lze předpokládat, že pokles R/S v průběhu růstu by byl méně strmý, neboť podíl kořenů sledovaných obilnin v hlubších orničních vrstvách poněkud stoupal do metání, případně až do kvetení (Haberle, 1986a). Z paralelního sledování kořenů v podornici v letech 1984 a 1985 bylo období kvetení zaznamenáno u jarní pšenice 22,1 až 37,0 % hmoty kořenů ve vrstvě 30 až 75 cm (0 až 75 cm = 100 %) u jarního ječmene to bylo 24,5 až 37,0 % (u nehojené varianty v roce 1984 až 51,7 %), jak uvádí Haberle (1989).

Výsledky sledování produkce kořenů a nadzemních částí jarních obilnin ukázaly, že poměr kořenové k nadzemní biomase (R/S) byl výsledkem společného působení dusíku přijatého z půdní zásoby a hnojiva a povětrnostních podmínek v době růstu. Výraznější odchylky vlhkosti půdy a teploty od normálu překrývaly vliv dusíkatého hnojení na poměr R/S .

Literatura

- ANGUS, J. F. — MONCUR, M. W.: Models of growth and development of wheat in relation to plant nitrogen. *Austral. J. agric. Res.*, 36, 1985, č. 4, s. 537-544.
- BARRACLOUGH, P. B.: The growth and activity of winter wheat roots in the field: root growth of high-yielding crops in relation to shoot growth. *J. agric. Sci. (Camb.)*, 103, 1984, č. 2, s. 439-442.
- BLÁHA, L. — HABERLE, J.: Význam zvětšování kořenové soustavy pro výnos a ostatní vlastnosti u obilovin. *Genet. a Šlecht. (Příl. postgrad. Stud.)*, 26, 1990, č. 1, 12 s.
- BLÁHA, L. — PETŘÍKOVÁ, V.: Možnosti výběru odrůd pšenice pro imisní oblasti. *Rostl. Výr.*, 37, 1991, č. 4, s. 323-332.
- GEISLER, G.: Morphogenetic effects of different mineral N-compounds on roots of maize (*Zea mays* L.), spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and broad bean (*Vicia faba* L.). *J. agron. Crop Sci.*, 157, 1986, s. 67-71.
- HABERLE, J.: Vliv některých agroekologických faktorů na produkci biomasy kořenů obilovin. [Kandidátská disertace.] 1986a, 113 s. Výzk. Úst. rostl. Výr.
- HABERLE, J.: Vliv dusíku na tvorbu biomasy kořenů obilovin. *Agrochémia*, 26, 1986b, č. 11, s. 316-319.
- HABERLE, J.: Vztah růstu kořenů a výnosu obilovin za různých agroekologických podmínek. In: VII. Ekol. Semin. Tábor, 1988, s. 41-49.
- HABERLE, J.: Cereal root biomass distribution in the soil profile. In: DVOŘÁK, M. — ČERNOHORSKÁ, J. (eds): *Proc. Symp. Dynamics of processes in the soil and plant nutrition*, Praha, 1989, s. 145-155.
- HEBERER, J. A. — BELOW, F. E.: Mixed nitrogen nutrition and productivity of wheat grown in hydroponics. *Ann. Bot.*, 63, 1989, č. 6, s. 643-649.
- HUNT, R. — NICHOLLS, A. D.: Stress and the coarse control of growth and root-shoot partitioning in herbaceous plants. *Oikos*, 47, 1986, s. 149-158.
- KASIMOV, I.: Vlijanije na njakoj agrotechnični faktori vrodu razvitieta na korenovata sistema i formiraneto na dobiva pri pšeničnite sortova Avrora i Rusalka. *Rasteniev. Nauki*, 13, 1976, č. 3, s. 46-54.

- LANGHOLZ, H.: A simple model for predicting daily mean soil temperatures. *J. Agron. Crop Sci.*, 163, 1989, č. 5, s. 312-318.
- LEVIN, S. A. — MODNEY, H. A. — FIELD, C.: The dependence of plant: shoot ratios on internal nitrogen concentration. *Ann. Bot.*, 64, 1989, č. 1, s. 71-75.
- LHOTSKÝ, J. — VÁCHAL, J. a kol.: Soustava opatření k zúrodnování zhutněných půd. *Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe*, 1984, č. 14, 40 s.
- NOORDWIJK, M. van — de WILLIGEN, P.: Agricultural concepts of roots: from morphogenetic to functional equilibrium between root and shoot growth. *Netherl. J. agric. Sci.*, 35, 1987, č. 4, s. 487-496.
- SMETÁNKOVÁ, M. — HABERLE, J.: Vztah mezi výživou draslíkem a reakcí ječmene na nepříznivé podmínky zásobení vodou. *Rostl. Výr.*, 35, 1989, č. 6, s. 585-594.
- TAYLOR, H. M. — WELBANK, P. J.: Root growth of barley at different seed rates and with different N and P fertilizers. In: Rothamsted Exp. St., Rep. 1974, part 1, Harpenden, 1975, s. 31-32.
- WELBANK, P. J. — GIBB, M. J. — TAYLOR, P. J. — WILLIAMS, D. E.: Root growth of cereal crops. In: Rothamsted Exp. St., Rep. 1973, part 2, Harpenden, 1974, s. 26-66.
- ZHEN, R. G. — LEIGH, R. A.: Nitrate accumulation by wheat (*Triticum aestivum*) in relation to growth and tissue concentrations. *Pl. and Soil*, 124, 1990, č. 2, s. 157-160.

Došlo 11. 3. 1991

J. HABERLE (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně):
The effect of nitrogen fertilizing on root and above-ground mass ratio during the growth of spring cereals
Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 779-789.

In 1983—1985 the above-ground and root mass outputs have been studied in the topsoil layer in spring wheat and spring barley in the period from end of tillering to the full ripeness. Nitrogen fertilizing decreased the ratio of root and above-ground mass dry matter (R/S) at the stage of the end of tillering to heading in spring barely in all years, in winter wheat in 1985 and to heading in 1983. Differences in R/S of fertilized and unfertilized plants were more significant in the vegetative stage of growth, the difference were lower after flowering. The effect of nitrogen fertilizing supplied the deficit of soil water on the reduction in the proportion of roots. This deficit increased the R/S values of treated plants on the level of untreated plants, especially in spring wheat. The R/S values ranged from 0.1 to 0.3 g per g at the beginning of shooting in dependence on the year and nitrogen fertilizing, during the development, these values decreased even below the value 0.05 g per g. Nitrogen fertilizing was demonstrated by more intensive growth, in the size of leaf area and other parameters of above-ground parts of both cereal crops in all years. To this corresponded higher concentration of the total nitrogen in dry matter of above-ground parts. The differences between stands treated and untreated with nitrogen were lower in the generative stage of development, especially at a low soil moisture.



CHCETE PODNIKAT?
NEVÍTE JAK NA TO?
NEVÍTE S KÝM?
NEVÍTE ZA CO?
PŘIJĎTE, JE TU
ADEKO!!!

ADEKO, a. s. Vám nabízí

- marketingovou činnost v oboru ekologie
- poradenskou, konzultační, posudkovou, zprostředkovatelskou, obstaravatelskou a zastupitelskou činnost
- kapitálovou účast v jiných podnikatelských společnostech
- společné podnikání
- investorskou a investiční činnost
- výběr zahraničních partnerů pro společné podnikání
- zajišťování a provádění leasingu
- poskytování služeb

ADEKO, a. s.
Slezská 7
120 56 PRAHA 2
Tel.: 258 342 FAX: 259 270

KVANTITATÍVNE CHARAKTERISTIKY FORMOVANIA VODNÉHO DEFICITU RASTLÍN

Anton Kostrej

Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

Na základe poľných experimentov s ozimnou pšenicom odrody Viginta v definovanom systéme PPAT (pôda, porast, atmosféra) boli určené kvantitatívne charakteristiky, vyjadrujúce formovanie vodného deficitu VD v jarno-letnej časti vegetácie. Okrem toho metódou regresnej analýzy boli stanovené funkčné vzťahy medzi zmenami VD , zmenami ľahko dostupných agrometeorologických informácií (teplota vzduchu T , hustota toku žiarenia I_0 , vlhkosť vzduchu r , vlhkosť pôdy V) a zmenami relatívneho biologického času RC . RC sme vyjadrili ako sumu efektívnych teplôt $\geq 5^\circ\text{C}$ na j -tý deň SET_j k sume efektívnych teplôt na začiatku plnej zrelosti SET_{vz} ($RC = SET_j / SET_{vz}$). Zistili sme, že VD je priamo úmerné I , I_0 a nepriamo úmerné r , V , RC . Môžeme ho vyjadriť funkčným vzťahom $VD = f(RC, T, V, r, I_0)$. Uvedené zistenia sa dajú využiť nielen na spresnenie a modelovanie vodného a závlahového režimu, ale i pri vypracovaní plodinového simulačného modelu tvorby úrody.

Vodný režim rastlín (Slavík, 1965; Begg, Turner, 1976; Feddes et al., 1978; Musick, Dusek, 1980; Huzulák, 1987) sa najčastejšie kvantifikuje cez vodný stres, ktorý môže poslúžiť ako ukazovateľ podmienok stavu prostredia. Suché podmienky prostredia vedú k narušovaniu vodnej bilancie, t. j. k nesúladu medzi príjmom vody rastlinami z pôdy a ich výdajom na transpiráciu. Zapríčiňuje to zníženie rýchlosti základných fyziologických procesov rastlín, ako je rýchlosť fotosyntézy, respirácia, rast rastlín, zmenšenie efektívnej plochy asimilačných orgánov, čo spôsobuje nielen zníženie rýchlosti prírastku biomasy, ale v konečnom dôsledku sa prejaví i na znížení hospodárskej úrody.

Mnohé prístupy opisu vodného režimu rastlín v poraste vyžadujú poznať ťažko merateľné hydraulické vlastnosti pôdy a rastliny (Budakovskij, 1964; McGowan et al., 1985). To vyžaduje upresnenie vodného režimu každého typu pôdy, čo je časovo veľmi náročné a experimentálne často neriešiteľné. V našej práci pre kvantitatívne hodnotenie vodného režimu rastlín využívame univerzálnu charakteristiku, cez ktorú sa diagnostikuje obsah vody — vodný deficit VD .

MATERIÁL A METÓDA

Pre kvantitatívnu charakteristiku formovania vodného režimu rastlín ozimnej pšenice sme využili poľné pokusy založené v agroekologickej oblasti juhozápadného Slovenska (pokusné miesto Nitra) s ozim-

nou pšenickou odrody Viginta na pôdnom type hnedozem, na spraši — pôdny druh hlinitý. Hnojenie sa uskutočnilo na základe chemickej analýzy pôdy. Použili sme dávky živín: 60 kg N, 44 kg P, 133 kg K₂O.

Na konci odnožovania sme vyvolali experimentálnu situáciu, ktorou sme chceli zabezpečiť diferencovaný obsah vody v pôde. Definovali sme ju ako:

- variant charakterizujúci prirodzené zrážky zimné a počas vegetácie;
- variant s prirodzenými zrážkami a pravidelnou závlahou v období steblovania, klasenia, kvitnutia a mliečnej zrelosti dva dni pred odberom dávkou 20 až 30 mm vody (podmokom);
- variant suchý (nad porastom o ploche 15 m² bola natiahnutá fólia zabráňujúca vstupu prirodzených zrážok počas vegetácie).

Na určovanie VD sa vybrala plocha 1 m², z ktorej sa odobrali zdravé listy na presne definovanom mieste hlavného stebľa. Do obdobia klasenia sa bral vrchný plne sformovaný list. V období klasenia až po mliečnu zrelosť sa na určenie VD použil ako fyziologicky najaktívnejší zástavkový list. V prípade patologických zmien na listoch (napadnutie chorobami, zožltnuté listy po nastúpení fázy klasenia) sa určoval vodný deficit rastlín na základe VD stebľa. Pritom sa brala časť stebľa medzi zástavkovým listom a klasom. Výseče sa odoberali tak, že sa rozdelil list na tri rovnaké časti, pričom krajné časti sa odstrihli a prostredné sa zvážili. Tým sa získala hmotnosť pred sýtením (H_0).

Počet a rozmery výsevkov z listov sa počas vegetácie menili: v období steblovania (4×4) 16 výsevkov, v období klasenia až kvitnutia (5×4) 20 výsevkov, v mliečnej zrelosti (4×4) 16 výsevkov. U stebiel to bolo 15 až 18 kusov. Čas dosycovania vodou u listov bol 2 h, u stebľa 3 h (podľa vlastných meraní). Po dosýtení vodou sa výsevky vybrali, osušili filtračným papierom a zvážili. Tým sa získala hmotnosť (H_1). VD sa vypočítal podľa vzťahu:

$$VD = \frac{H_1 - H_0}{H_1} \cdot 100 (\%)$$

Odbery sa uskutočnili počas vegetácie v období steblovania, klasenia až kvitnutia a v mliečnej zrelosti, počas dňa od východu slnka od 4. do 20. h v 2h intervaloch. Zaznamenávala sa teplota, relatívna vlhkosť vzduchu, rýchlosť vetra a žiarenie a obsah vody v pôde.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

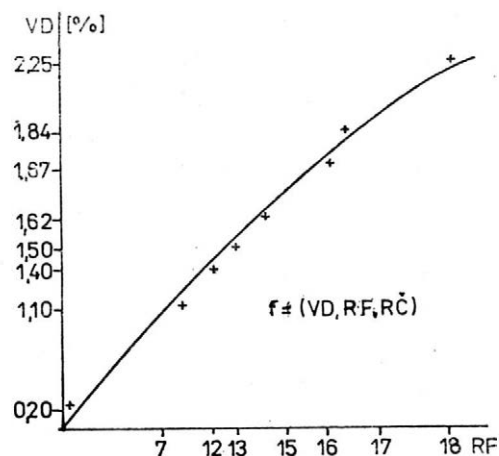
Obsah vody v rastlinných pletivách určuje rýchlosť priebehu základných fyziologických procesov (Bichele et al., 1980; McGovan et al., 1984; Švihra, 1984; Huzulák, 1987). Môže poslúžiť ako ukazovateľ stavu podmienok prostredia. Suché podmienky prostredia vedú k narušeniu vodnej bilancie, t. j. k nesúladu medzi príjmom vody rastlinami z pôdy a ich výdajom na transpiráciu. Zapríčiňuje to zníženie základných fyziologických procesov rastlín, ako je rýchlosť fotosyntézy, respirácia, rast rastlín, zmenšenie efektívnej plochy asimilačných orgánov, čo spôsobuje nielen zníženie rýchlosti prírastku biomasy, ale v konečnom dôsledku sa prejaví na znížení hospodárskej úrody.

V našom experimentálnom prístupe vychádzame z toho, že nedostatok vody v rastline sa prejaví i nedostatkom vody v jej pletivách. Okrem toho *VD* ako ukazovateľ vodného režimu rastlín zahŕňa v sebe vplyv vlhkosti pôdy, meteorologických podmienok, fyziologických zvláštností rastlín, vývojový stav porastu, veľkosť *LAI* atď.

Pri praktickom využívaní *VD* ako kvantitatívnej charakteristiky vodného režimu poľných plodín, i keď sa na prvý pohľad zdá táto metóda jednoduchá, má predsa svoje ťažkosti, vyplývajúce z metodiky jej určovania u jednotlivých poľných plodín, čo sa týka počtu odobratých rastlín, listov, miesta odberu a počtu terčíkov, doby dosycovania a pod. Poľné určovanie *VD* bude napr. u pšenice iné ako u cukrovej repy. Preto je pre každú plodinu treba experimentálne tento postup overiť. Okrem toho pre určovanie priemerného *VD* za deň je potrebné urobiť najmenej päť stanovení počas dňa. Postup na určenie *VD* u ozimnej pšenice v poľných podmienkach bol rozpracovaný a upresnený na základe metodiky overovanej v jarno-letnej časti vegetácie ozimnej pšenice.

Sledovaním *VD* v závislosti od času využívame tzv. relatívny čas *RC*, vyjadrujúci sumu efektívnych teplôt $\geq 5^\circ\text{C}$ na *j*-tý deň *SET_j* k sume efektívnych teplôt na začiatku voskovej zrelosti *SET_{vz}* ($RC = SET_j / SET_{vz}$).

Porovnanie *VD* listov ozimnej pšenice v rozdielnych obdobiach vegetácie ukázali, že pri rovnakých podmienkach vonkajšieho prostredia je *VD* u plne sformovaného zástavkového listu napr. dvakrát nižší ako na začiatku voskovej zrelosti. Tieto zmeny *VD* sú podmienené starnu-



$$VD = A + B \cdot (RC)^{1/3}$$

$$A = -1,06127$$

$$B = 3,64497$$

$$r = 0,995$$

$$d = 0,989$$

1. Ontogenická závislosť vodného deficitu *VD* (%) od rastovej fázy *RF* a relatívneho času *RC* u ozimnej pšenice — Ontogenetic dependence of water deficit *VD* (%) on growth stage *RF* and relative time *RC* in winter wheat

Rastová fáza ¹	(RF)	<i>RC</i>	<i>VD</i>
Steblovanie ²	6	0,30	1,060
	7	0,30	1,100
	8	0,44	1,350
	9	0,46	1,400
Klasenie ³	10	0,47	1,425
	11	0,48	1,450
	12	0,49	1,475
	13	0,50	1,500
	14	0,53	1,575
	15	0,55	1,625
Kvitnutie ⁴	16	0,57	1,675
	17	0,65	1,815
Mliečná zrelosť ⁵	18	0,80	2,25

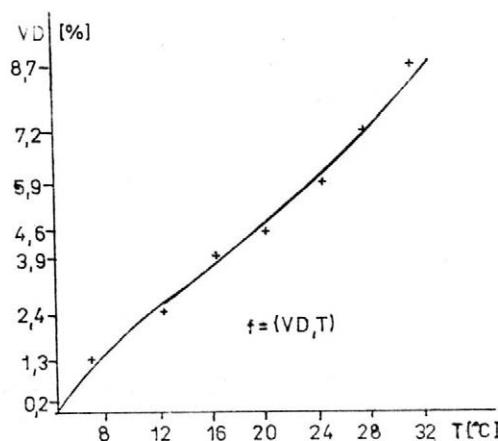
¹growth stage, ²culming, ³heading, ⁴flowering, ⁵milk ripeness

tím, adaptáciou pletív listu k suchu, následkom čoho sa znižuje vodo-udržiavacia schopnosť listu. Zmena vodoudržiavacej schopnosti listu sa charakterizuje ontogenetickou funkciou vodného deficitu listu VD (preukazujúcou koľko ráz VD_0 listu v časovom momente t_0 pri rovnakých podmienkach vonkajšieho prostredia je väčší ako mladý plne sformovaný list, funkcia ktorého bola prijatá za rovnú jednej). Analýza dosiahnutých výsledkov (obr. 1) ukazuje, že so starnutím rastlín sa VD mení. Ontogenetická funkcia VD má všeobecný analytický tvar, ktorý sa v našich podmienkach dá opísať funkciou paraboly:

$$VD_{on} = -1,0612 + 3,644 (x^{1/3})$$

Na konci mliečnej zrelosti (RF 18) má približne dvakrát vyššiu hodnotu VD ako v období steblovania ($RF = 6$ až 7), keď hodnota $VD = 1 \cdot x$ (rastová fáza vyjadrená tzv. relatívnym časom) — vzťah medzi rastovou fázou RF a relatívnym časom $R\check{C}$ — ako aj zodpovedajúca zmena VD (obr. 1).

Sledovanie závislosti VD od T v poraste ukázalo, že tento vzťah sa v rozpätí teplôt 6 až 30°C môže vyjadriť analytickými funkciami $f(T_1)$ pre obdobie začiatok steblovania (RF 6) až koniec kvitnutia (RF 17), ako uvádza obr. 2, a $f(T_2)$ od začiatku mliečnej zrelosti (RF 18) do konca vegetácie (obr. 3):



$$VD = A + B \cdot T$$

$$A = 1,0928$$

$$B = 0,2982$$

$$r = 0,994$$

$$d = 0,986$$

$T(^{\circ}\text{C})$	VD	$T(^{\circ}\text{C})$	VD
5	0,398	20	4,871
6	0,696	21	5,170
7	0,995	22	5,468
8	1,293	23	5,766
9	1,591	24	6,064
10	1,889	25	6,362
11	2,184	26	6,660
12	2,486	27	6,959
13	2,784	28	7,257
14	3,082	29	7,555
15	3,308	30	7,854
16	3,678	31	8,152
17	3,977	32	8,450
18	4,275	33	8,748
19	4,573	34	9,046

2. Zmeny funkčnej závislosti vodného deficitu VD (‰) od teploty T ($^{\circ}\text{C}$) v období steblovania až kvitnutia v poraste ozimnej pšenice — Changes in functional dependence of water deficit VD (‰) on temperature T ($^{\circ}\text{C}$) during culming to flowering in the winter wheat stand

$$f_1(T) = -1,0928 + 0,2982 \cdot T$$

$$f_2(T) = -8,6718 + 4,2675 \cdot (T^{1/3})$$

Racionálne využitie VD ako charakteristiky zabezpečenia rastlín vodou možno urobiť i na základe dvoch parametrov — zásoby vody v pôde V a teploty vzduchu v poraste T_p . Tento model VD môžeme napísať v tvare:

$$VD(V, T_p) = VD_0(V, T_{min}) + dVD(T_p - T_{min})$$

kde: VD_0 — tzv. zostatkový VD , nachádzajú sa u rastlín východom slnka, keď je obyčajne teplota vzduchu minimálna; charakterizuje zásoby vody v pôde;

dVD — doplnenie VD_0 na úkor nižšej teploty vzduchu v poraste.

Závislosť VD_0 od zásoby vody v pôde V a teploty vzduchu T možno vyjadriť vzťahom:

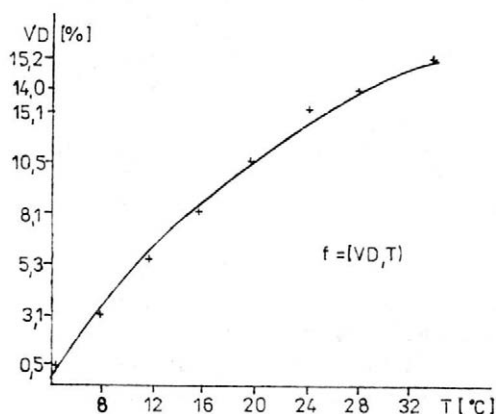
$$VD_0 = \{V, T_{min} = k T_{min} + a\}$$

kde: a — parameter charakterizujúci vplyv zásob produktívnej vlhky na VD a môže sa vyjadriť rovnicou $a = 0,3094 + 2,348/V$;

V — zásoba vody v poraste;

k — koeficient charakterizujúci vodoudržiavaciu schopnosť rastlinných buniek; $k = 0,23$ v období od steblovania do klasenia, $k = 0,43$ v období mliečna zrelosti až zber (Bichele et al., 1980);

dVD — môžeme určiť zo vzťahu $dVD = k(T_p - T_{min})$.



$$VD = A + B \cdot (T)^{1/3}$$

$$A = -8,67182$$

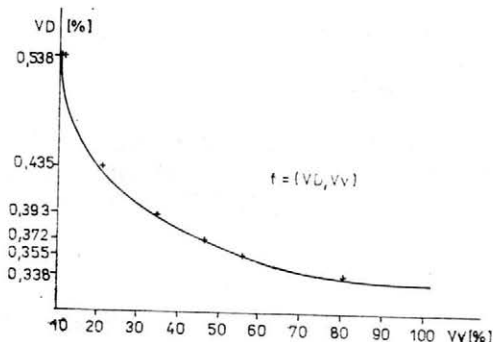
$$B = 4,2675$$

$$r = 0,994$$

$$d = 0,989$$

$T(^{\circ}\text{C})$	VD	$T(^{\circ}\text{C})$	VD
5	0,871	20	10,413
6	1,782	21	10,885
7	2,619	22	11,345
8	3,399	23	11,795
9	4,131	24	12,235
10	4,823	25	12,666
11	5,482	26	13,089
12	6,112	27	13,503
13	6,715	28	13,910
14	7,296	29	14,310
15	7,856	30	14,703
16	8,398	31	15,089
17	8,924	32	15,469
18	9,434	33	15,844
19	9,930	34	16,212

3. Zmeny funkčnej závislosti vodného deficitu VD (%) od teploty T (°C) v období mliečnej zrelosti až zberu v poraste ozimnej pšenice — Changes in functional dependence of water deficit VD (%) on temperature T (°C) during milk ripeness to harvest in the winter wheat stand



Vv (%)	VD	Vv (%)	VD
10	0,544	50	0,356
15	0,466	55	0,352
20	0,427	60	0,348
25	0,403	65	0,345
30	0,388	70	0,343
35	0,376	75	0,341
40	0,368	80	0,339
45	0,362	85	0,377

$$VD = A + B/Vv (\%)$$

$$A = 0,309$$

$$B = 2,348$$

$$r = 0,988$$

$$d = 0,972$$

4. Zmeny funkčnej závislosti vodného deficitu VD (‰) od obsahu vody v pôde Vv (‰) v poraste ozimnej pšenice — Changes in functional dependence of water deficit VD (‰) on water content in soil Vv (‰) in the winter wheat stand

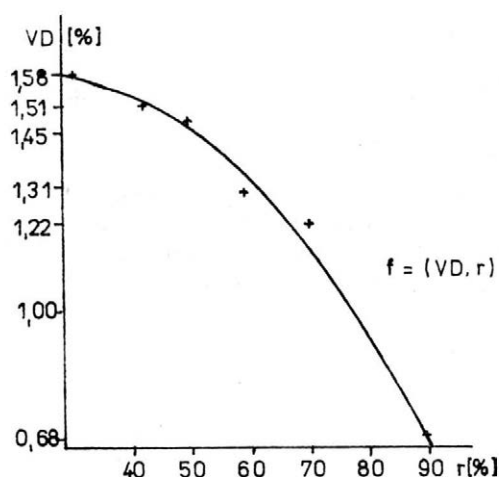
Tieto funkcie sa zistili pri dostatočnej relatívnej vlhkosti vzduchu r (60 až 70 %), dostatočnej zásobe vody v pôde V a pri $VD_{on} = 1$. So zvyšovaním teploty vzduchu významne stúpa intenzita transpirácie, vodný režim rastlín sa stáva veľmi napätým a VD sa zvyšuje. Pri lineárnej závislosti $VD = f(T)$ môžeme extrapoláciou zistiť teplotu, pri ktorej $VD = 0$. V našich meraniach $VD = 0$ pri $T = 3^\circ C$, čo potvrdzujú aj údaje v prameňoch literatúry. Funkciu charakterizujúcu vzťah vlhkosti pôdy k vodnému sýtnostnému deficitu listu $f(V)$ udáva obr. 4:

$$f(V) = 0,3094 + 2,348/V$$

Analýza experimentálnych údajov ukázala, že VD v bezzávlahových podmienkach, keď rastliny majú dobre vyvinutý koreňový systém, majú nižšie hodnoty do obdobia, kým sa v uvedenom profile pôdy nezníži obsah vody. Pri ďalšom znižovaní V sa začína rýchle zvyšovanie VD . Keď sa pôdna vlhkosť zníži na toľko, že VD sa priblíži ku kritickej hodnote, uzatvorením prieduchového aparátu sa vplyv pôdnej vlhkosti na VD značne zmenší. Charakter závislosti VD od vlhkosti pôdy závisí aj od druhu pôdy a rozloženia koreňovej sústavy v jej profile.

Vplyv relatívnej vlhkosti vzduchu r na VD listov ozimnej pšenice, podobne ako aj teplota priamo ovplyvňuje VD cez transpiráciu. So zvyšovaním r sa intenzita transpirácie znižuje, vodný režim rastlín je menej napätý, čo sa prejaví zmenšením VD . Zisťovanie vzťahu medzi r a VD sa robilo empiricky a matematicky a vyhodnotilo sa regresnou analýzou. Zistené závislosti ukazujú obr. 5, kde je znázornená funkcia vplyvu vlhkosti vzduchu na VD od priemernej dennej vlhkosti vzduchu. Jej analytický tvar je:

$$f(r) = 1,606 - 1,234 \cdot 10^{-6} \cdot r^3$$



r (%)	VD	r (%)	VD
25,0	1,585	60,0	1,338
30,0	1,572	65,0	1,266
35,0	1,552	70,0	1,182
40,0	1,526	75,0	1,085
45,0	1,493	80,0	0,974
50,0	1,451	85,0	0,848
55,0	1,400	90,0	0,706

$$VD = A + B \cdot r^3$$

$$A = 1,606$$

$$B = 1,234 \cdot 10^{-6}$$

$$r = 0,925$$

$$d = 0,969$$

5. Zmeny funkčnej závislosti vodného deficitu VD (‰) od relatívnej vlhkosti vzduchu r (‰) v poraste ozimnej pšenice — Changes in functional dependence of water deficit VD (‰) on relative air moisture r (‰) in the winter wheat stand

Tento vzťah sa môže využiť na určovanie VD v závislosti od relatívnej vlhkosti vzduchu. V našom postupe sa s vplyvom príkonu hustoty toku žiarenia I_0 na VD nerátalo preto, že I_0 na VD vplýva prostredníctvom teploty. Na základe výsledkov tejto práce možno povedať, že hustota toku slnečného žiarenia podstatne vplýva na charakter závislosti VD v súčinnosti s malou rýchlosťou vetra v . Dobré osvetlené listy sa môžu silne prehrievať, no i malé zvýšenie v rýchlo znižuje ich teplotu a podstatne zlepšuje vodný režim listov. Pri ďalšom zvýšení rýchlosti vetra [1 až 2 m.s⁻¹] sa vodný režim listov skoro nemení. U zatienených alebo slabo osvetlených listov sa naopak obsah vody v rastline so zvyšovaním rýchlosti vetra napr. do 1 až 2 m.s⁻¹ znižuje v porovnaní s malými hodnotami v . Vplyv malých rýchlostí vetra na VD sa v tejto etape nepreveroval.

Na základe týchto poznatkov môžeme VD vyjadriť vzťahom:

$$VD(t, T, V, r) = R\bar{C} f_1(T) f_2(V) f_3(r)$$

Pri použití týchto vzťahov môžeme vypočítať priemernú hodnotu VD za deň podľa tohto postupu:

— steblovanie až koniec kvitnutia:

$$VD(t, T, V, \bar{r}) = (1,662 + 3,644R\bar{C}^{1/3}) + (-1,0928 + 0,298T) + (0,309 + 2,348/V) + (1,606 - 1,23 \cdot 10^{-6} \cdot r^3)$$

— koniec kvitnutia až zber:

$$VD(t, \bar{T}, V, r) = \{1,062 + 3,644RC^{1/3}\} + \{-8,671 + 4,265T^{1/3}\} + \\ + \{0,309 + 2,348/V\} + \{1,606 - 1,23 \cdot 10^{-6}r^3\}$$

Vzťah $VD = f(t, \bar{T}, V, r)$ dostatočne opisuje zmeny v obsahu vody v listoch ozimnej pšenice v poľných podmienkach. Pri previerke tohto postupu s experimentálnym určovaním VD sa zistil korelačný koeficient medzi skutočnými a vypočítanými hodnotami 0,90 až 0,93.

Literatúra

- BEGG, J. E. — TURNER, N. C.: Crop water deficits. *Adv. Agron.*, 28, 1976, s. 161-217.
- BICHELE, Z. N. — MOLDAN, CH. A. — ROSS, G. K.: Matematičeskoe modelirovanije transpiracii i fotosinteza rastenij pri nedostatke počvennoj vlagi. *Leninograd, Hidrometeozdat* 1980, s. 60-120.
- BUDAROVSKIJ, A. I.: Isparenije počvennoj vlagi. Moskva, Nauka 1964.
- FEDDES, A. R. — KOVALÍK, P. J. — ZÁVODNÝ, H.: Simulation of field water use nad crops yield. *Simul. Monogr.*, Pudoc, Wageningen, 1978, s. 189.
- HUZULÁK, J.: Fyziologicko-klimatické vzťahy podmienujúce vodný režim zavlažovaných plodín. [Priebežná správa.] Bratislava, VCPÚ—ÚZH 1987, 26 s.
- McGOVAN, M. — BLAUCH, P. — GREGORY P. J. — HAYCOCK, D.: Water relations of winter wheat. *J. agric. Sci.*, 102, 1984, s. 415-425.
- MUSICK, J. T. — DUSEK, D. A.: Planting date and water deficits effects on development and yield of irrigated winter wheat. *Agron. J.*, 72, 1980, s. 45-52.
- SLAVÍK, B.: Metody studia vodního provozu rostlin. Praha, Academia 1965.
- ŠVIHRA, J.: Vodný deficit v ontogenéze obilnín. Bratislava, Veda 1984, s. 35-78.

Došlo 11. 3. 1991

A. KOSTREJ (University of Agriculture, Nitra):

Quantitative characteristics in the forming of water deficit in plants.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 791-798.

Based on field experiments with winter wheat, the Viginta variety in the PPAT defined system (soil, stand, atmosphere) quantitative characteristics symbolizing the formation of water deficit VD in the spring-summer part of the growing season were indicated. Moreover, the method of regression analysis helped to determine the functional relationships between VD changes, changes of easy available agrometeorological information (air temperature T , radiation flux density I_0 , air temperature r , soil moisture V) and changes in relative biological time RC . RC value was expressed as a sum of effective temperatures $\geq 5^\circ$ on j -th day SET_j to the sum of effective temperatures at the beginning of full ripeness SET_{vz} ($RC = SET_j/SET_{vz}$). It was found out that VD is in the directly proportional to I , I_0 and indirectly proportional to r , V , RC . This may be expressed by functional relationship $VD = f(RC, T, V, r, I_0)$. The mentioned findings can be used not only to precise and model water and irrigation pattern but also to prepare the crop simulation model of yield formation.

PRODUKTIVITA, ADAPTACE A VÝNOSOVÁ STABILITA JARNÍHO JEČMENE V MODELOVÉM ZÁSOBENÍ VODOU

Miroslav Zemánek

Výzkumný ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

V jednotlivých modelových režimech zásobení vodou 70, 60, 50, 40 a 30 % VVK byl v nádobových pokusech v průměru sledovaného souboru dosažen výnos zrna 44,5; 37,6; 28,7; 17,1 a 8,2 g na nádobu a procento realizace potenciálního výnosu zrna zjištěného v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou tak dosáhlo v uvedených režimech 100; 84,4; 64,5; 38,5 a 18,3 %. V nejsušších podmínkách (30 % VVK) se v průměru sledovaného souboru potenciální výnos zrna realizoval z 18,3 %, počet klasů v nádobě ze 43,7 %, hmotnost jedné obilky ze 73,8 %, produkce zrna z klasu ze 34,9 % a počet obilek v nádobě jako míra úložné kapacity pro asimiláty z 21,6 %. Mezi genotypy byly zjištěny rozdíly v hodnotách produkčních charakteristik. Zakrslé genotypy v porovnání s krátkostébelnými a dlouhostébelnými se v průměru těchto souborů vyznačovaly nižším výnosem zrna i nižším počtem obilek v nádobě, ale jejich vyšší stabilitou v rozdílných podmínkách zásobení vodou, dále nižší hmotností jedné obilky, která byla rozdílným stavem zásobení vodou výrazněji ovlivňována než u genotypů dlouhostébelných. V modelově rozdílných podmínkách zásobení vodou 70, 60, 50, 40 a 30 % VVK produkce zrna z odnoží na celkovém výnosu zrna z nádoby činila 64,5; 60,6; 54,8; 49,3 a 30,6 %. Genotypy, které nejméně snižují podíl produkce zrna z odnoží na dosahovaném výnosu zrna, jsou v suchých podmínkách výnosově stabilnější. Genotypy, které dosahovaly vyššího výnosu zrna ve všech modelových režimech zásobení vodou, byly charakterizovány i vyšším počtem obilek v nádobě ($r_{x,y} = 0,8079$ až $0,9624$). Vyniká význam vysoké akumulací kapacity pro asimiláty jako faktorů produktivity, adaptace i výnosové stability.

Genetický výnosový potenciál odrůd se v důsledku působení méně příznivých podmínek pěstování a působení biotických a abiotických stresů v plném rozsahu nerealizuje. Produktivita jarního ječmene v různých agroekologických podmínkách silně závisí na adaptačních schopnostech pěstovaných odrůd, což podstatně ovlivňuje výnosovou stabilitu jarního ječmene v dané oblasti či ročníku. S existencí a dalším vytvářením genotypů jarního ječmene, vyznačujících se různou délkou stébla, různými schopnostmi produktivního odnožování, různě velkými zdroji a úložnou kapacitou a dalšími charakteristikami jejich výnosového potenciálu, vzniká potřeba analyzovat jejich reakce na stresové podmínky, zejména vodní stres, který výrazně ovlivňuje produkci i distribuci celkové biomasy [Hojčůš, 1984; Zemánek, 1991 aj.].

V této práci jsou analyzovány zejména produkční charakteristiky a adaptace souboru zakrslých, krátkostébelných a dlouhostébelných produktivních genotypů jarního ječmene, zjištěné v pěti modelových režimech zásobení vodou, v modelově optimálním režimu a ve čtyřech stupních zesilujícího se působení vodního stresu v průběhu celého vegetačního období, s cílem využití získaných poznatků v technologii pěstování a ve šlechtění rostlin.

U souboru genotypů jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.) zahrnujícího typy zakrslé Z (He-3631, He-4098, KM-S 2 a KM-743), krátkostébelné K (BR-3011, KM-L 742, L 25/21, Nafy, Korinna, ST-146, KM-927, KM-939, Zenit, Ayr, Alexis a Helios/6ř/) a dlouhostébelné D (Candice, Grand Prix, Mette, L 2401/77) byla sledována produktivita a adaptace v modelových režimech zásobení vodou (70, 60, 40 a 30 % VVK) v Mitscherlichových nádobách. Modelové režimy zásobení vodou byly udržovány vážením a dodáváním spotřebované vody na evapotranspiraci v intervalu dvou až tří dnů v roce 1988 a 1989. Nádoby byly naplněny směsí ornice (4,20 kg) a písku (2 kg), která obsahovala 20 % první kategorie zrnitosti (0,01 mm) a obsah nevyužitelné půdní vláhy činil 10 %. V 1 kg ornice bylo dodáno přijatelných živin: 74 mg P, 170 mg K a 102 mg Mg.

Při přípravě směsi ornice a písku bylo do každé nádoby jednotlivě rozmícháno 1 g N ve formě síranu amonného, 1 g P ve formě primárního fosforečnanu vápenatého a 1,4 g ve formě chloridu draselného. V nádobě bylo pěstováno 15 rostlin ve třech opakováních. Pokus byl veden ve vegetační hale, nádoby stály na vozících a každý den v 18 h anebo před deštěm byly vozíky s nádobami zaváženy do zaskleného větraného prostoru.

V plné zralosti byl sledován výnos zrna z nádoby, počet klasů v nádobě, počet obilek v klase, počet obilek v nádobě, hmotnost jedné obilky a produkce zrna z klasu. Klasy z hlavních stébel a vedlejších odnoží byly sklizeny a analyzovány samostatně.

Pokus je hodnocen analýzou variance a vztahy mezi znaky byly analyzovány korelační a regresní analýzou. Adaptace genotypů byla hodnocena pomocí koeficientu lineární regrese b_i (Finlay, Wilkinson, 1963).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výnos zrna

Stav zásobení rostlin vodou výrazně ovlivňuje tvorbu výnosu zrna a dosahovanou výnosovou úroveň i výnosovou stabilitu genotypů jarního ječmene (tab. I). V modelových podmínkách zásobení vodou (70, 60, 50, 40 a 30 % VVK) v průměru sledovaného souboru genotypů jarního ječmene byl dosažen výnos zrna 44,5; 37,6; 28,7; 17,1 a 8,2 g na nádobu a poměrný výnos zrna, který je také mírou realizace potenciálního výnosu zrna zjištěného v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou, činí 100; 84,4; 64,5; 38,5 a 18,3 %.

md pro genotypy

p 0,01 = 2,91

p 0,05 = 2,56

md pro zásobení vodou³

p 0,01 = 1,18

p 0,05 = 0,98

b_i — koeficient lineární regrese⁸ (Finlay, Wilkinson, 1963)

QD% — procento realizace výnosového potenciálu zjištěného v režimu 70 % VVK⁹

¹genotype, ²type, ³water supply of plants, ⁴average, ⁵without Helios, ⁶average for set, ⁷g per pot,

⁸coefficient of linear regression, ⁹percent of materialization of yield potential found in pattern of 70 % available water capacity

I. Výnos zrna (g na nádobu) u souboru zakrslých (Z), krátkostébelných (K) a dlouhostébelných (D) genotypů jarního ječmene v modelově rozdílných podmínkách zásobení vodou (jednotlivé hodnoty jsou průměry ročníků 1988 a 1989) — The grain yield (g per pot) in a set of dwarfed (Z), short-stemmed (K) and long-stemmed (D) genotypes of spring barley in model different conditions of water supply (average values for 1988 and 1989)

Genotyp ¹	Typ ²	Zásobení rostlin vodou ³ (% VVK)						b _i
		70	60	50	40	30	prů- měr ⁴	
		g/nádoba ⁷						
HE - 3631	Z	37,2	33,8	24,8	16,8	9,3	24,4	0,9472
HE - 4098	Z	36,8	30,3	23,2	14,5	8,2	22,6	0,9009
KM - S 2	Z	40,4	31,1	26,4	17,6	9,1	24,9	0,9756
KM - 743	Z	46,9	40,3	32,5	12,8	7,0	27,9	1,1392
Průměr ⁴	Z	40,3	33,9	26,7	15,5	8,4	24,9	0,8849
QD%			84,0	66,3	38,3	20,7		
BR - 3011	K	44,0	37,8	32,5	16,4	9,6	28,1	1,0392
KM - L 742	K	38,5	35,2	27,9	19,2	7,5	25,7	0,9409
L 25/21	K	45,4	33,7	25,1	16,8	8,7	25,9	1,0773
Nafy	K	41,0	38,0	33,5	18,5	6,1	27,4	0,8746
Korinna	K	44,0	36,7	28,5	15,2	6,2	26,1	1,0190
ST - 146	K	45,8	36,1	23,4	11,2	5,3	24,4	1,1191
KM - 927	K	43,9	32,9	24,3	10,6	2,8	22,8	1,0191
KM - 939	K	43,4	35,2	19,1	10,7	1,9	22,1	1,0879
Zenit	K	46,8	41,0	21,8	13,6	5,2	25,7	1,1776
Ayr	K	47,3	36,9	27,8	17,0	10,9	28,0	0,8830
Alexis	K	49,7	44,5	33,7	25,7	17,8	34,3	0,7822
Helios	K	57,3	45,2	42,6	32,6	16,7	38,9	0,9985
Průměr ⁴	K	45,6	37,8	28,3	17,3	8,2	27,4	1,1212
QD%			82,8	62,2	37,9	17,9		
Průměr ⁴ (bez Helios) ⁵		44,5	37,1	27,0	15,9	7,4	26,4	1,0230
Candice	D	47,8	43,6	34,9	18,8	3,7	29,8	1,1234
Grand Prix	D	42,2	37,4	30,2	20,7	10,7	28,2	0,9952
Mette	D	48,7	44,5	36,9	17,8	8,4	31,3	1,0391
L 2401/77	D	42,8	36,8	24,5	15,7	8,7	25,7	0,7906
Průměr ⁴	D	45,4	40,6	31,6	18,2	7,9	28,7	1,0523
QD%	D		89,5	69,8	40,2	11,3		
Průměr souboru ⁶		44,5	37,6	28,7	17,1	8,2	27,2	
QD%			84,4	64,5	38,5	18,3		

Význam odrůdy v produktivitě a výnosové stabilitě jarního ječmene v rozdílných podmínkách zásobení vodou vyplývá ze zjištění, že jednotlivé genotypy na zvyšující se vodní stres reagovaly snížením výnosové úrovně kvalitativně stejně, ale kvantitativně rozdílně. Tak ve variantě 70 % VVK činilo rozpětí ve výnosu zrna od 57,3 g (Helios) přes 49,7 g (Alexis) až po 36,8 g (HE-4098) na nádobu. Ve variantě 60 % VVK tvoří výnosové rozpětí 45,2 g (Helios), 44,5 g (Alexis a Mette) až 30,3 g (HE-4098) na nádobu, u varianty 50 % VVK 42,59 g (Helios), 36,9 g (Mette) až 19,1 g (KM-939) na nádobu, u varianty 40 % VVK 32,6 g (Helios), 25,7 g (Alexis) až 10,6 g (KM-927) na nádobu, u varianty 30 % VVK 17,8 g (Alexis) až 1,9 g (KM-939) na nádobu.

Reakci jednotlivých genotypů i skupin Z-, K- a D-typů na stav zásobení rostlin vodou postihuje velikost koeficientů lineární regrese b_1 (Finlay, Wilkinson, 1963), jehož rozpětí ve sledovaném souboru činí 0,7822 (Alexis) až 1,1776 (Zenit), u zakrslých 0,8849, u krátkostébelných 1,0230 a u dlouhostébelných genotypů 1,0523. Zakrslé genotypy dosahovaly v průměru nižší výnosové úrovně při relativně vyšší výnosové stabilitě.

Podíl produkce zrna z odnoží na celkovém výnosu zrna

V modelově rozdílných podmínkách zásobení vodou 70, 60, 50, 40 a 30 % VVK činil podíl produkce zrna z odnoží na celkovém výnosu zrna z nádoby 64,5; 60,6; 54,8; 49,3 a 30,6 %.

Vlivem působení vodního stresu dochází ke snížení podílu produkce zrna z odnoží na celkovém výnosu zrna, a proto odrůdy, které budou schopny udržet vyšší podíl produkce zrna z odnoží na celkovém dosažovaném výnosu zrna, budou působit ve prospěch výnosové stability jarního ječmene v suchých podmínkách.

V modelově optimálních podmínkách zásobení vodou (70 % VVK) činil podíl produkce zrna z odnoží na dosažovaném výnosu zrna (g na nádobu) u Z-typů 64,3 % při rozpětí mezi genotypy 60,6 až 66,7 %, u K-typů 59,0 % při rozpětí mezi genotypy 45,2 až 69,2 % a u D-typů 67,3 % při rozpětí mezi genotypy 64,3 až 70,2 %.

V trvale suchých podmínkách (30 % VVK) činil podíl produkce zrna z odnoží na dosažovaném výnosu zrna z nádoby u Z-typů 35,9 % při rozpětí mezi genotypy 15,1 až 43,1 %, u K-typů 28,5 % při rozpětí mezi genotypy 0 až 44,7 % a u D-typů 28,2 % při rozpětí mezi genotypy 1,1 až 51,5 %.

Z uvedeného vyplývá, že u zakrslých genotypů v průměru sledovaného souboru byl podíl produkce zrna z odnoží na celkové produkci zrna z nádoby v porovnání s K- a D-typy vyšší, což také pozitivně ovlivnilo jejich výnosovou stabilitu.

Potenciální produkce zrna z odnoží na celkovém výnosu zrna z nádoby se realizovala u Z-typů z 55,8 % a K-typů ze 48,3 % a u D-typů ze 28,2 %. Hodnoty koeficientu lineární regrese b_1 dosahují u Z-, K- a D-typů 0,7910; 0,8829 a 1,1888, z čehož vyplývá, že stabilita podílu produkce zrna z klasů odnoží na celkovém výnosu zrna z nádoby je nejvyšší u Z-typů, dále u K-typů a nejcitlivější na změny v zásobení vodou reagovaly dlouhostébelné genotypy.

Počet obilek v nádobě

Stav zásobení rostlin vodou výrazně ovlivnil tvorbu obilek v nádobě. V modelových podmínkách zásobení vodou (70, 60, 50, 40 a 30 % VVK) se v průměru sledovaného souboru vytvořilo 982, 826, 660, 435 a 212 obilek v nádobě a průměrné procento realizace potenciálního počtu obilek zjištěných v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou činí 100; 84,1; 67,2; 44,3 a 21,6 %.

Z uvedeného vyplývá, že změny počtu obilek v nádobě (na jednotce plochy) jsou výrazným indikátorem reakce jarního ječmene a stav zásobení vodou a tyto změny jsou i výraznou charakteristikou genotypovou (obr. 1, tab. II).

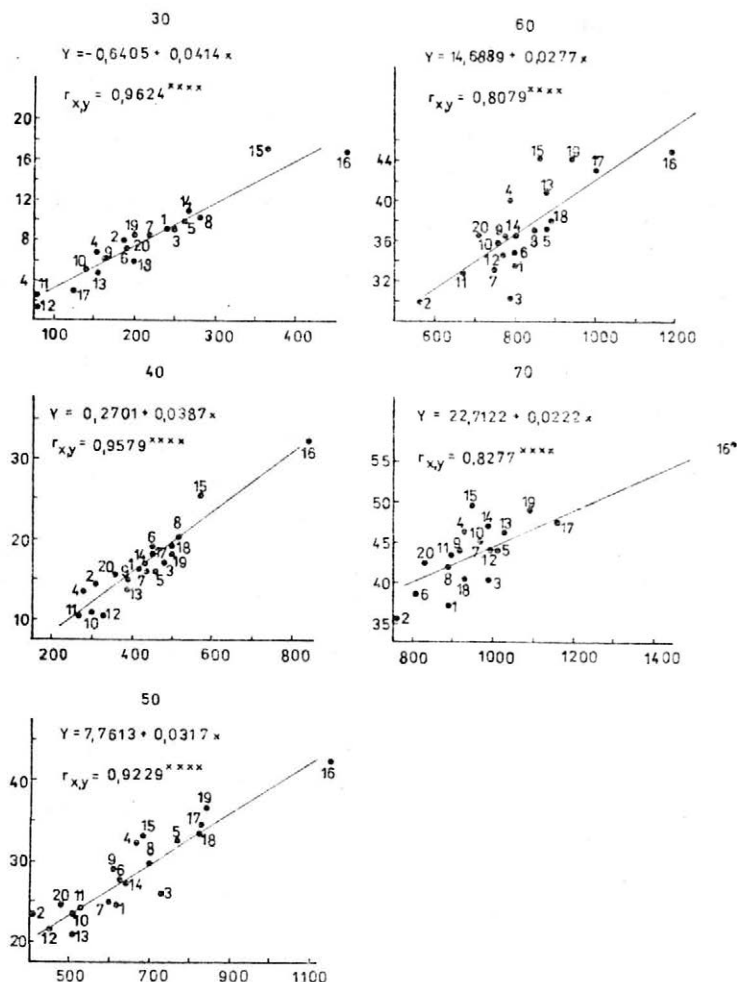
Hmotnost jedné obilky

V jednotlivých modelových režimech zásobení vodou (70, 60, 50, 40 a 30 % VVK) byla v průměru sledovaného souboru zjištěna hmotnost

II. Průměrné produkční charakteristiky sledovaného souboru genotypů jarního ječmene v modelově rozdílných podmínkách zásobení vodou (70, 60, 50, 40 a 30 % VVK) — Average of production characteristics of the set of spring barley genotypes in model different conditions of water supply (70, 60, 50, 40, and 30 % available water capacity)

Znak ¹		VVK ² (%)				
		70	60	50	40	30
Počet klasů ³	ks	52	49	43	37	23
(ks. nádoba ⁻¹) ¹¹	QD%	100	94,2	82,7	71,2	46,9
Počet obilek v klasě ⁴	ks	19,5	17,4	15,2	11,2	8,5
(ks. klas ⁻¹) ¹²	QD%	100	89,3	77,8	57,2	43,5
Počet obilek v nádobě ⁵	ks	982	826	660	435	212
(ks. nádoba ⁻¹)	QD%	100	84,1	67,2	44,3	21,6
Hmotnost jedné obilky ⁶	mg	45,9	46,1	44,5	36,1	33,9
(mg)	QD%	100	100,4	97,0	78,8	73,8
Produkce zrna z klasu ⁷	g	0,88	0,79	0,66	0,43	0,31
(g. klas ⁻¹) ¹³	QD%	100	75,9	57,1	26,2	16,6
Výnos zrna ⁸	g	44,5	37,6	28,7	17,1	8,2
(g. nádoba ⁻¹) ¹⁴	QD%	100	84,4	64,5	38,5	18,3
Výnos zrna z hlavního stébla ⁹	g	15,8	14,8	13,0	8,6	5,7
(g. nádoba ⁻¹)	QD%	100	93,8	82,1	54,5	36,2
Výnos zrna z odnoží ¹⁰	g	28,7	22,8	15,7	8,4	2,5
(g. nádoba ⁻¹)	QD%	100	79,3	54,8	29,4	8,7

¹character, ²available water capacity, ³number of spikes, ⁴number of kernels per spike, ⁵number of kernels per pot, ⁶kernel weight, ⁷grain output per spike, ⁸grain yield, ⁹grain yield from main stem, ¹⁰grain yield from tillers, ¹¹piece per pot, ¹²piece per spike, ¹³g per spike, ¹⁴g per pot

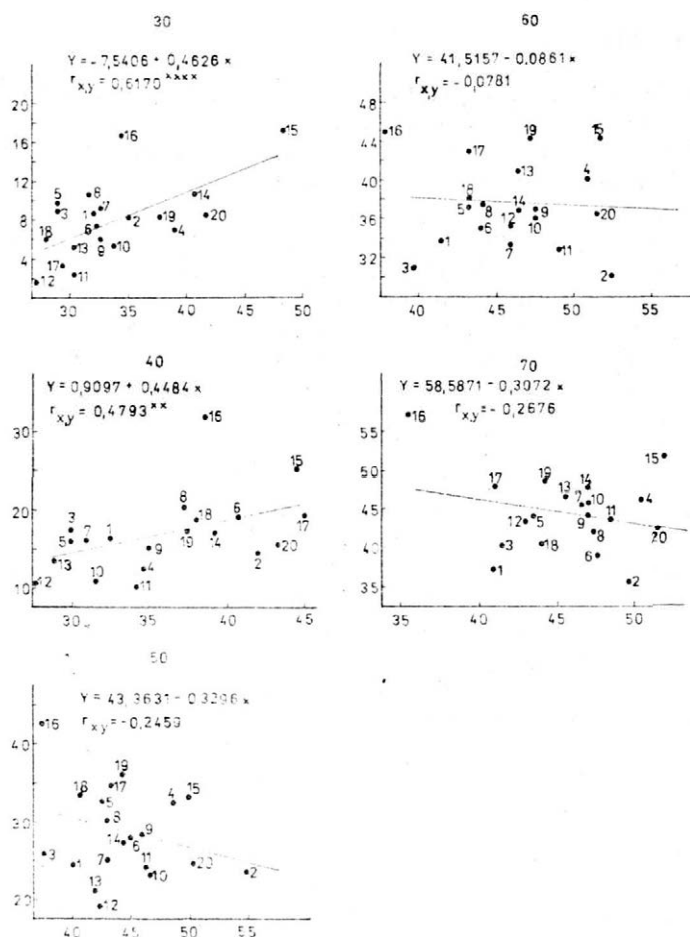


1. Závislost výše výnosu zrna (g na nádobu, osa y) na počtu obilek v nádobě (ks na nádobu, osa x) v jednotlivých režimech zásobení vodou (70, 60, 50, 40 a 30 % VVK); čísla podél regresních přímek představují jednotlivé genotypy — Dependence of grain yield (g per pot, y axis) on the number of kernels per pot (number per pot, x axis) in separate patterns of water supply (70, 60, 50, 40 and 30 % of available water capacity); numbers along regression lines represent different genotypes

1. HE - 3631, 2. HE - 4098, 3. KM - S 2, 4. KM - 743, 5. BR - 3011, 6. KM - L 742, 7. L 25/21, 8. Grand Prix, 9. Korinna, 10. ST - 146, 11. KM - 927, 12. KM - 939, 13. Zenit, 14. Ayr, 15. Alexis, 16. Helios, 17. Candice, 18. Nafy, 19. Mette, 20. L 2401/77.

jedné obilky: 45,9; 46,1; 44,6; 36,1 a 33,9 mg a procento realizace potenciální hmotnosti jedné obilky zjištěné v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou činí 100; 100,4; 97,0; 78,7 a 73,8 % (tab. II, obr. 2).

Z uvedeného vyplývá, že průměrná hmotnost jedné obilky se v podmínkách vodního stresu, působícího po celé vegetační období, realizuje na podstatně vyšší úrovni než počet obilek v nádobě (na jednotce plochy).



2. Závislost výše výnosu zrna (g na nádobu, osa y) na hmotnosti jedné obilky (mg, osa x) v jednotlivých režimech zásobení vodou (70, 60, 50, 40 a 30 % VVK); čísla podél regresních přímek představují jednotlivé genotypy — Dependence of grain yield (g per pot, y axis) on kernel weight (mg, x axis) in separate patterns of water supply (70, 60, 50, 40, and 30 % of available water capacity); numbers along regression lines represent different genotypes

x, xx, xxx, xxxx průkaznosti (significance) $r_{x,y}$ při p 0,1; p 0,5; p 0,2; p 0,01

Počet klasů v nádobě

Potenciální průměrný počet klasů v nádobě (52 ks na nádobu) zjištěný v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou (70 % VVK) se v režimech 60, 50, 40 a 30 % VVK realizoval z 94,2; 82,7; 71,2 a 46,9 % [tab. II].

Počet obilek v klase

Potenciální průměrný počet obilek v klase (19,5 ks na klas) zjištěný v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou (70 % VVK) se v režimech 60, 50, 40 a 30 % VVK realizoval z 89,3; 77,8; 57,2 a 43,7 % [tab. II].

Potenciální průměrná produkce zrna z klasu zjištěná v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou (70 % VVK) se v režimech 60, 50, 40 a 30 % VVK realizovala ze 75,9; 57,1; 26,2 a 16,6 % (tab. II).

Závislost výše výnosu zrna na počtu obilek v nádobě v jednotlivých modelových režimech zásobení vodou je analyzována na obr. 1. Genotypy, které v jednotlivých modelových režimech zásobení vodou dosahovaly relativně vysokého výnosu zrna, byly také charakterizovány schopností vytvořit i relativně vysoký počet obilek v nádobě. Korelační koeficienty těchto vztahů jsou vesměs vysoce průkazné a kladné, v rozsahu $r_{x,y} = 0,8079$ až $0,9624$. Z uvedeného vyniká také význam tvorby vysokého počtu obilek na jednotce plochy jako faktoru produktivity, adaptace i výnosové stability v příznivých i stresových podmínkách zásobení vodou.

Závislost výše výnosu zrna na hmotnosti jedné obilky je zřejmá z obr. 2. Tato závislost byla pozitivní v suchých podmínkách (30 a 40 % VVK) a přecházela do negativní tendence v příznivějších podmínkách zásobení vodou (50, 60 a 70 % VVK) v důsledku realizace relativně vysokého počtu obilek v klase. Rozpětí mezi velikostmi korelačních koeficientů dosáhlo hodnot $+0,6170$ až $-0,2576$.

Naše poznatky potvrzují, že jarní ječmen reaguje na zesilující se působení vodního stresu podstatným snižováním produktivity. Produktivita, adaptace a výnosová stabilita jarního ječmene ve stresových podmínkách nedostatku vody je analyzována v řadě prací, s nimiž jsou naše poznatky v souladu (Finlay, Wilkinson, 1963; Hojčůš, 1984; Leman et al., 1984; Ceccarelli, 1987).

Rada pracovníků prokazuje, že rozhodující reakcí jarního ječmene na vodní stres je redukce růstu, neboť růst nejcitlivěji reaguje na vodní stres, což se promítá ve snížení tvorby sušiny biomasy nadzemní části, zejména v tvorbě a životnosti fotosyntetického aparátu, růstu stébel, ale i v hmotnosti a aktivitě kořenů (Aspinall et al., 1964; Legg et al., 1979; Lawlor et al., 1981; Mac Key, 1986).

Vodní stres nejvíce zasahuje ty orgány jarního ječmene, které v době jeho působení rostou a vyvíjejí se (Mogensén, 1980). V našem pokusném uspořádání, kdy vodní stres působil po celé vegetační období, zasáhl všechny orgány v době jejich utváření. Rozdílné intenzity působení vodního stresu na vyvíjející se orgány mohlo být dosaženo v interakci s teplotou, neboť pokusy probíhaly v neregulovaných podmínkách. Z produkčních charakteristik byl vodním stresem nejvíce ovlivněn počet obilek v nádobě, kdy se v průměru sledovaného souboru v podmínkách nejintenzivnějšího sucha potenciální počet obilek zjištěný v modelově optimálních podmínkách zásobení vodou realizoval jen ze 21,6 %, nejméně byla ovlivněna hmotnost jedné obilky, která se u těžší varianty realizovala ze 73,8 %. Další výzkum je třeba zaměřit na podstatu odrůdových rozdílů ve výši redukce počtu obilek vyvolané působením vodního stresu.

Byl také prokázán značný vliv genotypů na dosahovanou výnosovou úroveň v jednotlivých modelových režimech zásobení vodou. V souladu s uváděnými pracemi jiných autorů se genotypově specificky na dosahované výnosové úrovni projeví zejména zakrslost, krátkostébelnost či dlouhostébelnost (Sinha et al., 1984; Ram, 1989; Ze-

nišče va, Špunarová, 1989), schopnost utvářet produktivní odnože v suchých podmínkách (Chaturvedi et al., 1981; Benbelkacem et al., 1985), schopnost vytvářet velkou biomasu v suchých podmínkách (Boukerrou, Rasmusson, 1990; Zemánek, 1991), schopnost vytvářet klasy s vysokým počtem obilek (Konovalov, 1981), schopnost realizovat s nejmenší redukcí genotypově specifickou hmotnost obilky (Aspinall, 1965; Kousalová, 1990) a v celém souhrnu schopnost vytvářet dostatečné zdroje asimilátů a velkou úložnou kapacitu pro asimiláty (Jeffcoat et al., 1985).

Vodní stres v přírodních podmínkách působí v komplexu s dalšími faktory prostředí, zejména v interakci s teplotou, hlavně v období po anthesi, s fyzikálním stavem půdy a se stavem minerální výživy rostlin, což vyžaduje samostatné další analýzy (Wallace, 1990).

Literatura

- ASPINALL, D.: The effects of soil moisture stress on the growth of barley. II, Grain growth. Austral. J. agric. Res., 16, 1965, s. 265-275.
- ASPINALL, D. — NICHOLLS, P. B. — MAY, L. H.: The effects of soil moisture stress on the growth of barley. I. Vegetative development and grain yield. Austral. J. agric. Res., 15, 1964, s. 729-745.
- BENBELKACEM, A. — MEKNI, M. S. — RASMUSSEN, D. C.: Breeding for high tiller number and yield in barley. Crop Sci., 24, 1985, č. 5, s. 968-972.
- BOUKERROU, L. — RASMUSSEN, D. C.: Breeding for high biomass yield in spring barley. Crop Sci., 30, 1990, č. 1, s. 31-34.
- CECCARELLI, S.: Breeding strategies to improve barley yield and stability in drought prone environments. In: MONTI, L. M. — PORCEDDU, E. (eds): Drought resistance in plants. Physiological and genetic aspects. Brusel, Lucemburk, Comm. Europ. Commun. 1987, s. 333-348.
- FINLAY, K. W. — WILKINSON, G. N.: The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Austral. J. agric. Res., 14, 1963, s. 742-754.
- JEFFCOAT, B. — HAWKINS, A. F. — STEAD, A. D. (eds): Regulation of sources and sinks in crop plants. Monogr. 12, Bristol, Brit. Pl. Growth Regul. Group 1985.
- HOJČUŠ, R.: Vplyv vodných stresov na obsah vody v rastline a úrody jarného jačmeňa. In: ZIMA, M. — KUBOVÁ, A. (eds): Zbor. VI. Sj. Slov. Bot. Spol. Vys. Šk. poľnohosp. Nitra, 1984, s. 211-216.
- CHATURVEDI, G. S. — AGGARWAL, P. K. — SINGH, A. K. — JOSHI, M. C. — SINHA, S. K.: Effects of irrigation on tillering in wheat, triticale and barley in a waterlimited environment. Irrig. Sci., 2, 1981, s. 225-235.
- KONOVALOV, J. B.: Formirovanije produktivnosti kolosa jarovoj pšenicy a jačmenja. Moskva, Kolos 1981, s. 175.
- KOUSALOVÁ, I.: Vlijanije povyšenoj temperatury na dinamiku nalive zerna ozimoj pšenicy i jarovogo jačmenja. In: Sbor. Vopros. Selek. Genet. zern. Kul't. KOC SEV, Odessa (SSSR), IIZK Bernburg (GDR), 1990, č. 4, s. 161-169.
- LAWLOR, D. W. — DAY, W. — JOHNSON, A. E. — LEGG, B. J. — PARKINSON, K. J.: Growth of spring barley under drought: Crop development, photosynthesis, dry matter accumulation and nutrient content. J. Agric. Sci., 96, 1981, č. 1, s. 167-186.
- LEGG, B. J. — DAY, W. — LAWLOR, D. W. — PARKINSON, K. J.: The effects of drought on barley growth: Models and measurements showing the relative importance of leaf area and photosynthetic rate. J. Agric. Sci., 92, 1979, s. 703-716.
- LEMAN, N. A. — STASENKO, N. N. — KALLER, S. A.: Biologičeskij potencial jačmenja. Minsk, Nauka i Techn., 1984, s. 215.
- Mac KEY, J.: Shoot and root interaction in barley. 5th Int. Barley Genet. Symp. Abstr. Okayama, Japan, 1986, s. 114.
- MOGENSEN, V. O.: Drought sensitivity at various growth stages of barley in relation to relative evapotranspiration and water stress. Agron. J., 73, 1980, č. 6, s. 1033-1037.
- RAM, M.: Genes for dwarfness in barley (*Hordeum vulgare* L.) and interrelation-

ship of plant height with yield and yield components. Indian. J. Agric. Sci., 59, 1989, č. 1, s. 27-31.

SINHA, N. C. — MEHROTRA, O. N. — MATHUR, R. K.: Physiological performance of tall and dwarf varieties of barley. Z. Acker- Pfl.-Bau, 153, 1984, č. 3, s. 181-185.

WALLACE, A.: Crop improvement through multidisciplinary approaches to different types of stresses — law of the maximum. J. Pl. Nutr., 13, 1990, č. 3-4, s. 313-325.

ZEMÁNEK, M.: Produkce a distribuce biomasy u genotypů jarního ječmene v rozdílných podmínkách zásobení vodou. Rostl. Výr. 37, 1991, č. 6-7, s. 531-540.

ZENIŠČEVA, L. — ŠPUNAROVÁ, M.: Citlivost genotypů jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.) na stresové podmínky prostředí. Rostl. Výr., 35, 1989, č. 8, s. 841-850.

Došlo 11. 3. 1991

M. ZEMÁNEK (Cereal Research Institute, Kroměříž):

Productivity, adaption and yield stability of spring barley in model water supply.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 799-808.

The grain yield of 44.5, 37.6, 28.7, 17.1 and 8.2 g per pot was obtained in different model patterns of water supply of available water capacity (%) of the values 70, 60, 50, 40 and 30 in pot trials on an average of studied set, and percentage of materialization of potential grain yield found in model optimum conditions of water supply thus gained the values 100, 84.4, 64.5, 38.5 and 18 % in the given patterns. In the driest conditions (available water deficit of 30 %), the potential grain yield was materialized for 18.3 % on an average of the studied set, number of spikes in pot for 43.7 %, kernel weight for 73.8 %, grain output per spike for 34.9 % and kernel number in pot as a measure of sink capacity for assimilates for 21.6 %. The differences were found among genotypes in the values of production characteristics. Dwarfed genotypes distinguished by lower grain yield as well as by lower kernel number per pot in comparison with short-stemmed and long-stemmed ones on an average of these sets, but were distinguished by higher stability in different conditions of water supply, further, by lower kernel weight which was more significantly affected by different water supply than the long-stemmed genotypes. In model different conditions of water supply of 70, 60, 50, 40 and 30 % of available water capacity, the grain output from tillers amounted to 64.5, 60.6, 54.8, 49.3 and 30.6 % on the total grain yield per pot. Genotypes which share the least in the grain output from tillers in the total grain yield are more stable in the yield in dry conditions. Genotypes gaining higher grain yield in all model patterns of water supply were characterized also by higher kernel number per pot ($r_{x,y} = 0.8079$ to 0.9624). The importance of a high accumulation capacity is emphasized for assimilates as a factor of productivity, adaptation and yield stability.

VLIV GENOTYPU A VNĚJŠÍCH PODMÍNEK NA HETEROGENITU POČTU A DÉLKY PRŮDUCHŮ LISTŮ OZIMÉ PŠENICE

Zdeňka Nátrová

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Ve dvou souborech po šesti odrůdách ozimé pšenice pěstovaných dva roky v polních podmínkách byla stanovena variabilita počtu a délky průduchů na adaxiální a abaxiální straně dvou posledních listů pod klasem u hlavního stébela a vedlejší odnože. Byly prokázány jak odrůdové rozdíly v obou parametrech, tak i vliv roků. V rámci rostliny a stébela byl stanoven vyšší počet průduchů na 1 mm^2 listové plochy vedlejší odnože, na praporcovém listu a na adaxiální straně listu. Větší délka průduchů byla zjištěna na listech hlavního stébela, u druhého listu a na adaxiální straně listu. Byla ověřena pozitivní korelace mezi frekvencí průduchů na adaxiální i abaxiální straně listu, mezi praporcovým a druhým listem pod klasem a mezi listy hlavního stébela a odnože. Obdobné průkazné pozitivní korelace byly stanoveny pro délku průduchů. Nebyl prokázán jednoznačný obecný vztah mezi parametry průduchů a výnosem klasu i jeho prvky. Z výsledků se odvozuje, že stavba a funkce průduchů ovlivňují fotosyntézu a tvorbu výnosů složitějším komplexem vztahů, jejichž objasnění u pšenice vyžaduje další studium.

Množství přijatého CO_2 rostlinou a využití vody patří mezi základní faktory podmiňující produktivitu rostliny. Průduchy jsou jednou z anatomických struktur, působících jako významný regulační systém pro výdej vody a příjem CO_2 , tedy pro transpiraci a fotosyntézu listu. Proto byla věnována pozornost studiu charakteristik průduchového aparátu i u obilnin.

Odrůdové rozdíly v počtu průduchů u pšenice a variabilitu počtu průduchů i v rámci rostliny a stébela prokázali Teare et al. (1971) a Göbbö, Kubjatkó (1977). Počet průduchů ovlivňují rovněž vnější faktory. Větší počet průduchů na jednotce plochy listu byl zjištěn při vyšší ozářenosti, vyšší teplotě a vodním stresu (Tichá, 1982).

U různých druhů rostlin byl studován vliv počtu průduchů na fotosyntézu i výnos, avšak dosažené výsledky nejsou jednoznačné. U obilnin, a to u ječmene, prokázal Yoshida (1976) pozitivní korelaci mezi počtem průduchů a rychlostí fotosyntézy. Doporučil využít počet průduchů k výběru rostlin ječmene s vysokou fotosyntetickou kapacitou i produktivitou.

Údaje o průduchách listů a o jejich vztazích k základním fyziologickým procesům byly získány převážně u starších odrůd. Tyto charakteristiky nejsou známy u novějších produktivních odrůd, pěstovaných v našich půdně-klimatických podmínkách. Cílem naší práce bylo stanovit heterogenitu počtu a délky průduchů u odrůd ozimé pšenice vybraných ze světového sortimentu i u současných odrůd s vysokým produkčním potenciálem a změněnými morfologickými parametry, zejména výškou rostlin.

Počet a délka průduchů listů ozimé pšenice byla stanovena u šesti odrůd v roce 1985 a 1986 a u druhého souboru šesti odrůd v roce 1987 a 1988. Odrůdy byly vysety na pokusných záhonech VÚRV Praha-Ružyně při výši výsevu 4,5 mil. obílek na 1 ha.

Hodnocené odrůdy v roce 1985 a 1986: Mexico 50/B 21 (zakrslá), Vala, Maris Marksman (krátkostébelné), Weiherstephan 378 (středně dlouhá), Mironovskaja 10 (dlouhostébelná), Chlumecká 12 (dlouhostébelná extenzivní); v roce 1987 a 1988: Apollo (krátkostébelná), Regina, Zdar, Viginta, Citadel, Derwent (středně dlouhé).

U hlavního stébla a vedlejší vyrovnané odnože byl zjišťován počet a délka průduchů na praporcovém a druhém listu pod klasem, na adaxiální i abaxiální straně listových čepelí. Listy byly odebrány u 30 rostlin v době 10 dnů po kvetení. Z listů byly zhotoveny trvalé preparáty mikroreliefovou metodou (Pazourková, 1982). Ze střední části listů byly odstřiženy segmenty, které byly fixovány v FAA. Na segmentech byly pomocí bezbarvého laku dělány obtisky. Z každého obtisku byly spočítány průduchy na pěti zorných polích. Získané hodnoty jsme přepočítali na 1 mm². Velikost průduchů byla stanovena měřením délky svěracích buněk (240 u každé varianty). Výsledky byly statisticky vyhodnoceny analýzou rozptylu a korelační analýzou.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V jednotlivých letech se počet průduchů pšenice průkazně lišil (tab. I, II). U prvního i druhého souboru došlo ve druhém pokusném roce ke zvýšení počtu průduchů na 1 mm² listové plochy. Meidner, Mansfield (1968) uvádějí, že za optimálních podmínek mají rostliny menší počet průduchů než při stresu. Za optimálních podmínek jsou epidermální buňky větší a výsledkem je větší vzdálenost mezi průduchy, a tím jejich menší frekvence ve srovnání s listy rostoucími za stresových podmínek. Zvýšení počtu průduchů v našich pokusech mohlo tedy být ovlivněno vyšší teplotou a menším množstvím srážek v měsíci květnu, kdy probíhal růst těchto listů. Dokládají to příslušné hodnoty (rok 1985, 1986: Ø teploty 14,7 °C; 15,3 °C, srážky 78,5 mm; 49,7 mm; rok 1987, 1988: Ø teploty 10,0 °C; 15,0 °C, srážky 93,8 mm; 39,6 mm).

Byly rovněž stanoveny odrůdové rozdíly v počtu průduchů mezi roky. U prvního souboru reagovala nejméně na změněné vnější podmínky v druhém vegetačním období odrůda Weiherstephan 378 a nejvíce odrůda Vala. U druhého souboru reagovala nejcitlivěji odrůda Citadel. Ve dvou vegetačních obdobích byly průkazné odrůdové rozdíly v počtu průduchů u obou souborů (obr. 1). Vyšší počet průduchů byl charakteristický pro zakrslou odrůdu Mexico 50/B 21, krátkostébelnou odrůdu Apollo a nejmenší počet průduchů měly středně dlouhé odrůdy Weiherstephan 378 a Regina.

U odrůd byly v jednotlivých letech typické rozdíly v distribuci počtu průduchů v rámci rostliny i stébla. Na listech vedlejší odnože se vytvořil větší počet průduchů než u hlavního stébla a mladší list (praporcový) měl větší počet průduchů ve srovnání s druhým listem pod

I. Průměrný počet průduchů na adaxiální i abaxiální straně 1. a 2. listu pod klasem hlavního stébela a vedlejší odnože u odrůd ozimé pšenice v letech 1985, 1986 a 1987, 1988 — Average number of stomata on adaxial and abaxial side of the 1st and 2nd leaves below the spike of the main stem and side tiller in winter wheat varieties in the years 1985, 1986 and 1987, 1988

Rok ¹		1985	1986	1987	1988
Strana listu ²	adaxiální ³	65,0	69,0	60,2	81,2
	abaxiální ⁴	46,2	47,6	45,7	58,4
Inzerce listu ⁵	1. list ⁶	60,7	60,1	55,6	76,9
	2. list	50,4	56,6	50,3	62,7
Stéblo ⁷	hlavní stéblo ⁸	53,3	55,5	51,9	65,7
	vedlejší odnož ⁹	57,8	61,1	54,1	73,9

¹year, ²side of leaf, ³adaxial, ⁴abaxial, ⁵leaf insertion, ⁶leaf, ⁷stem, ⁸main stem, ⁹side tiller

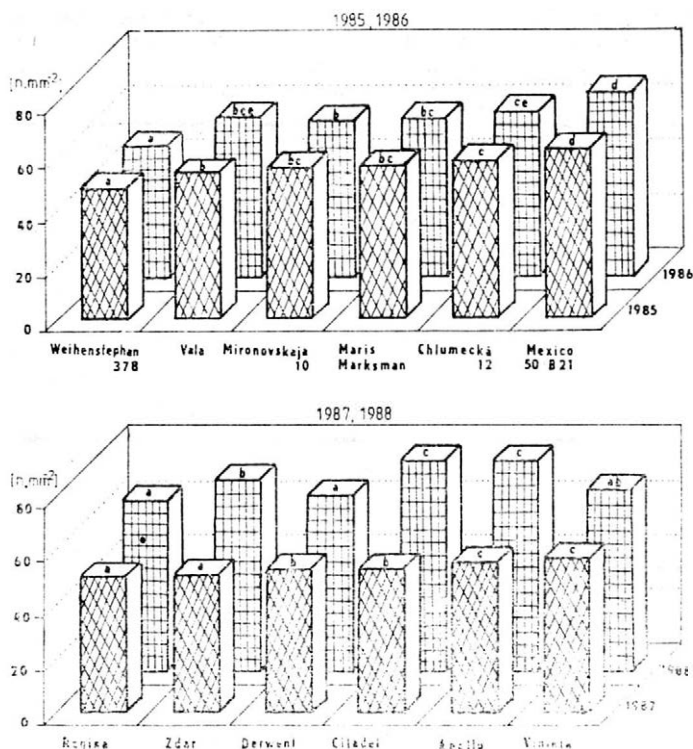
II. Analýza rozptylu — Analysis of dispersion

Zdroj proměnlivosti ¹	Průměrný čtverec ⁷	F	Průměrný čtverec	F
Rok ² 1985, 1986	543,4	3,9 ⁺		
1987, 1988			20 349,9	149,9 ⁺
Rok	1985		1987	
Odrůda ³	560,9	4,9 ⁺	177,8	2,9 ⁺
Odnož ⁴	716,5	6,3 ⁺	174,2	2,9
List ⁵	3 858,5	33,8 ⁺	1 016,6	16,8 ⁺
Strana ⁶	12 697,5	258,0 ⁺	7 522,7	597,3 ⁺
Rok	1986		1988	
Odrůda	952,5	7,0 ⁺	985,4	6,4 ⁺
Odnož	1 123,4	8,3 ⁺	2 419,8	15,6 ⁺
List	465,8	3,4	7 323,1	47,2 ⁺
Strana	16 452,3	885,1 ⁺	18 620,9	257,9 ⁺

¹source of variability, ²year, ³variety, ⁴tiller, ⁵leaf, ⁶side, ⁷average square

klassem (tab. I, II). Tím se potvrzuje platnost zákona Zalenského u tohoto anatomického znaku. U obou souborů byl jednoznačně větší počet průduchů na 1 mm² listové plochy na adaxiální než na abaxiální straně. Přitom rozdíly v počtu průduchů mezi inzercemi listů byly menší než mezi stranami listů. Tyto naše poznatky jsou v souladu s údaji z literatury (Göböl, Kubjatko, 1977).

Pozitivní korelační vztahy byly stanoveny mezi frekvencí průduchů hlavního stébela a vedlejší odnože ($r = 0,91$), praporcového a druhého listu pod klasem ($r = 0,79$) a mezi adaxiální a abaxiální stranou listu ($r = 0,79$). Stejně závislosti stanovili u jiných odrůd Teare et al. (1971) a Yoshida (1977), jde tedy o vztahy s velmi obecnou platností.



1. Počet (n) průduchů na 1 mm² listové plochy u odrůd ozimé pšenice v roce 1985, 1986 a 1987, 1988 (průměry hodnot jednotlivých odrůd označené různými písmeny jsou statisticky průkazně rozdílné) — Number (n) of stomata per 1 mm² of leaf area in winter wheat varieties in the years 1985, 1986 and 1987, 1988 (averages for values of different varieties marked by different letters are statistically significantly different)

U druhého sledovaného znaku, délky průduchů, byly rovněž průkazné odrůdové rozdíly (obr. 2). Největší délku průduchů v obou letech měla krátkostébelná odrůda Maris Marksman. Malé průduchy byly charakteristické např. pro dlouhostébelnou extenzivní odrůdu Chlumecká 12. Délka průduchů se lišila i v jednotlivých letech (tab. III, IV). Průměrná hodnota délky průduchů všech odrůd u obou souborů byla v druhém pokusném roce průkazně menší. Změny v délce průduchů u jednotlivých odrůd byly však rozdílné.

Obdobně jako u počtu průduchů byla i charakteristika změn v délce průduchů v rámci rostliny a stébla u obou souborů podobná. Větší délku průduchů měly listy hlavního stébla, přičemž rozdíly od vedlejší odnože byly průkazné ve dvou letech (tab. III, IV). V rámci stébla se zvětšovala délka průduchů se snižováním listového patra a obecně byla větší na horní straně listů. Změny délky průduchů v závislosti na inzerci listu pšenice popsali pouze S a p r a et al. (1975), kteří však uvádějí opačný trend.

Byla stanovena průkazná pozitivní korelace mezi délkou průduchů na adaxiální a abaxiální straně listů ($r = 0,73$), na praporcovém a druhém listu pod klasem ($r = 0,69$) a na listech hlavního stébla a vedlejší odnože ($r = 0,67$). Tyto vztahy nebyly u pšenice dosud stanoveny, takže je nelze srovnat s jinými odrůdami. V rámci obou souborů jsme nestanovili negativní korelaci mezi počtem a velikostí průduchů, kterou uvádějí S a p r a et al. (1975).

U obou souborů odrůd byly ověřeny vztahy mezi počtem i velikostí průduchů a výnosem klasu i jeho prvky. Výchozí hodnoty prvků produktivity klasu publikovala N á t r o v á (1989). Korelační analýza

III. Průměrná délka průduchů (μm) na adaxiální i abaxiální straně 1. a 2. listu pod klasem hlavního stébka a vedlejší odnože u odrůd ozimé pšenice v letech 1985, 1986 a 1987, 1988 — Average length of stomata (μm) on adaxial and abaxial side of the 1st and 2nd leaves below the spike of the main stem and the side tiller in winter wheat varieties in the years 1985, 1986 and 1987, 1988

Rok ¹		1985	1986	1987	1988
Strana listu ²	adaxiální ³	32,3	30,5	36,8	29,1
	abaxiální ⁴	32,1	29,3	35,6	26,2
Inzerce listu ⁵	1. list ⁶	30,8	29,1	35,2	26,2
	2. list	33,7	30,7	37,2	29,1
Stébko ⁷	hlavní stébko ⁸	32,9	30,0	36,3	27,9
	vedlejší odnož ⁹	31,4	29,7	36,0	27,0

For 1—9 see Tab. I

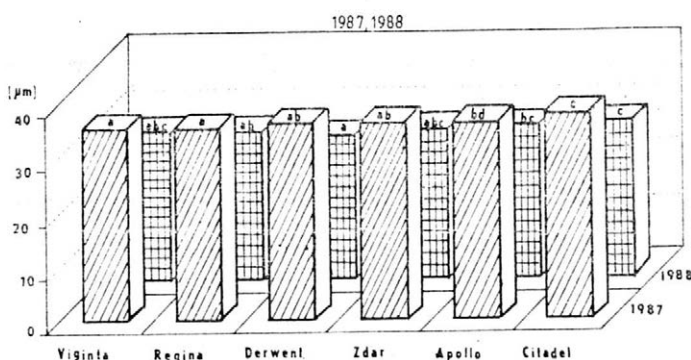
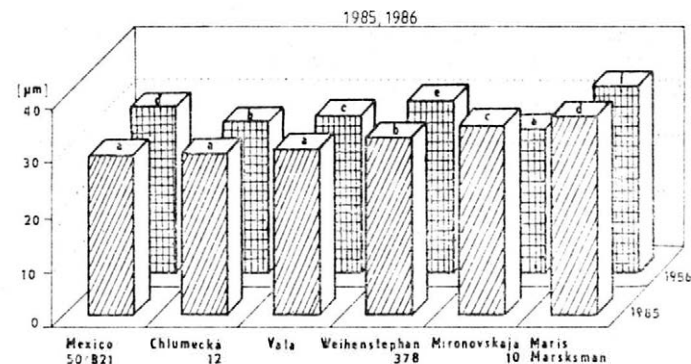
IV. Analýza rozptylu — Analysis of dispersion

Zdroj proměnlivosti ¹	Průměrný čtverec ⁷	F	Průměrný čtverec	F
Rok ² 1985, 1986 1987, 1988	383,0	56,9 ⁺	5456,6	1000,0 ⁺
Rok	1985		1987	
Odrůda ³	203,0	74,3 ⁺	20,3	15,9 ⁺
Odnož ⁴	75,7	27,7 ⁺	2,9	2,3
List ⁵	297,6	109,0 ⁺	148,8	116,6 ⁺
Strana ⁶	2,0	0,4	44,9	22,0 ⁺
Rok	1986		1988	
Odrůda	185,9	50,6 ⁺	11,2	3,4 ⁺
Odnož	3,5	0,9	24,7	7,5 ⁺
List	86,0	23,4 ⁺	256,0	77,9 ⁺
Strana	57,6	14,8 ⁺	243,4	72,0 ⁺

For 1—7 see Tab. II

prokázala charakter některých vztahů, které se ve dvou vegetačních obdobích neměnily. U prvního souboru byl pozitivní vztah mezi výnosem klasu a délkou průduchů na druhém listu pod klasem ($r = 0,59$), mezi počtem obilek v klasu a délkou průduchů na praporcovém listu ($r = 0,63$), negativní vztah byl mezi hmotností obilky a počtem průduchů na čepeli druhého listu ($r = -0,53$). U druhého souboru se v obou letech neměnil pouze vztah mezi výnosem klasu a délkou průduchů na praporcovém listu ($r = 0,44$).

Výsledky korelačních analýz v rámci obou souborů tak prokázaly pouze slabý pozitivní vztah mezi délkou průduchů na druhém nebo prvním listu pod klasem a výnosem klasu. Proto je nelze považovat za



2. Délka průduchů (μm) u odrůd ozimé pšenice v roce 1985, 1986 a 1987, 1988 (průměry hodnot jednotlivých odrůd označené různými písmeny jsou statisticky průkazně rozdílné) A length of stomata (μm) in winter wheat varieties in the years 1985, 1986 and 1987, 1988 (averages for values of different varieties marked by different letters are statistically significantly different)

jednoznačné obecné závislosti, obdobně jako vztahy mezi počtem průduchů a výnosem, které jsou v literatuře popsány jako rozdílné (Teare et al., 1971; Göböl, Kubjatko, 1977). Naše výsledky také nepotvrdily možnost výběru rostlin s vysokou fotosyntetickou kapacitou a produktivitou, jak doporučil u ječmene Yoshida (1977). Tyto závěry vyvodil z pokusů, ve kterých prokázal snížení odporu průduchů se zvýšením jejich počtu a pozitivní korelaci mezi počtem průduchů a rychlostí fotosyntézy. Zdůvodňuje to tím, že odpor průduchů má hlavní vliv na rychlost fotosyntézy, protože je větší než odpor mezofylu. Naproti tomu uvádějí Peet et al. (1977), že snížení odporu průduchů u rostlin C_3 obvykle nevyvolává větší rychlost výměny CO_2 , poněvadž mezofylový odpor se více podílí na celkovém odporu proti difúzi CO_2 než odpor průduchů.

Uvedené výsledky naznačují, že vliv charakteristik průduchů na výnos je daleko více komplexní, než je možno odvodit z jednoduchých regresních závislostí. Vzhledem k jejich obecnému významu pro výměnu plynů a produktivitu rostlin je nutno k objasnění mechanismu získat další podrobné informace u pšenice.

Literatura

- GÖBÖL, A. — KUBJATKO, F.: Heterogenita hustoty priechodov na listoch niektorých líní ozimnej pšenice. Acta phytotechn. Univ. Agric. (Nitra), 32, 1977, s. 7-25.
 MEIDNER, H. — MANSFIELD, T. A.: Physiology of stomata. London, McGraw-Hill 1968.
 NÁTROVÁ, Z.: Kvantitativní charakteristika průduchů listů u odrůd ozimé pšenice. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1989.

PAZOURKOVÁ, Z.: Botanická mikrotechnika. Praha, Přírodov. Fak. Univ. Karl. 1982.

PEET, M. M. — BRAVO, A. — WALLACE, D. H. — OZBUN, I. L.: Photosynthesis, stomatal resistance, and enzyme activities in relation to yield of field-grown dry-bean varieties. *Crop Sci.*, 17, 1977, s. 287-292.

SAPRA, V. T. — HUGHES, J. L. — SHARMA, G. C.: Frequency, size, and distribution of stomata in triticales leaves. *Crop Sci.*, 15, 1975, s. 356-358.

TEARE, I. D. — PETERSON, C. J. — LAW, A. G.: Size and frequency of leaf stomata in cultivars of *Triticum aestivum* and other *Triticum* species. *Crop Sci.*, 11, 1971, s. 196-198.

TICHÁ, I.: Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves 7. Stomata density and sizes: *Photosynthetica*, 16, 1982, s. 375-471.

YOSHIDA, T.: On the stomatal frequency in barley. I. The relationship between stomatal frequency and photosynthesis. *Jap. J. Breed.*, 26, 1976, s. 130-136.

YOSHIDA, T.: On the stomatal frequency in barley. II. Intra-plant variation, varietal difference and heritability of stomatal frequency. *Jap. J. Breed.*, 27, 1977, s. 91-97.

Došlo 11. 3. 1991

Z. NÁTROVÁ (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně):

The effect of genotype and ambient conditions on heterogeneity of the number and length of leaf stomata of winter wheat.

Rostl. Vyr., 37, 1991 (9-10) : 809-815.

Two sets containing six winter wheat varieties were cultivated for two years in field conditions, and the variability of the number and length of stomata was determined on adaxial and abaxial sides of two last leaves below the spike on the main stem and side tillers. So varietal differences in both parameters, as the effects of years were confirmed. Higher number of stomata per 1 mm² of leaf area of the side tiller, on the flag leaf and on adaxial side of leaf was fixed on the plant and stem. Stomata were longer on the leaves of the main stem, in the second leaf and on adaxial side of a leaf. A positive correlation between frequency of stomata on adaxial and abaxial side of the leaf, between the flag and the second leaf below the spike and among leaves of the main stem and tillers was verified. Similar significant positive correlations were fixed for the length of stomata. No unambiguous general relation among parameters of stomata and the spike yield and its elements was confirmed. It is derived from the results that the structure and the function of stomata influence photosynthesis and yield formation through more complex relationships, the explanation of which in wheat needs more studying.

SYMPOZIUM O FOTOSYNTÉZE V PRODUKČNÍM PROCESU ROSTLIN

Ve dnech 4. až 6. června 1991 se v Račkové Dolině v západních Tatrách uskutečnila celostátní vědecká konference s ústředním tématem: Využití poznatků o fotosyntéze v produkčním procesu rostlin. Pořadatelsky a organizačně bylo toto zdařilé vědecké sněmování zabezpečeno katedrou fyziologie rostlin VŠP Nitra, Společností pro zemědělské, potravinářské a lesnické vědy při SAV a komisí fyziologie a biochemie rostlin AZV CSFR.

Sympozia se zúčastnili nejen přední specialisté z oblasti rostlinné fyziologie, ale také agronomové, šlechtitelé, fytopatologové a s nimi i někteří zástupci zemědělské praxe. V průběhu tří denního pracovního jednání byly předneseny tyto přednášky: Š. Ivanko — Fotosyntéza a proteosyntéza, J. Repka — Fotosyntéza ve vztahu k minerální výživě, J. Švihra — Vodní režim ve vztahu s fotosyntézou, J. Hudák — Možnosti regulací fotosyntézy přes chloroplasty, L. Košťál — Submikroskopická struktura chloroplastů v klíčících listech sóje, E. Masarovičová — Fotosyntéza růstové a udržovací respirace dubu, M. Vicherková — Vliv vnějších a vnitřních faktorů na regulaci průduchů, L. Nátr — Otázka korelace mezi rychlostí fotosyntézy a hospodářským výnosem, T. Ješko — Produkce a distribuce sušiny v rostlině kukuřice po dobu její ontogeneze, F. Plhák — Tvorba a distribuce produktů fotosyntézy během ontogeneze vojtěšky, Z. Nátrová — Transport asimilátů jako faktor limitující produktivitu klasu ozimé pšenice, J. Gloser — Fotosyntéza a využití asimilátů v růstových procesech u lučních trav, M. Zima — Průduchové rezistence jako odraz fyziologické aktivity rostliny, J. Královíč — Fotosyntéza a realizace úrodnostního potenciálu rostlin, M. Brestič — Vodní stres ve vztahu s produkčním procesem ječmene, H. Kaleji — Vliv giberelinu na efekt solného stresu, P. Múdry — Vysoká rychlost čisté fotosyntézy listů kukuřice v produkčním procesu porostu, A. Kostrej — Využití světelného záření polními plodinami, J. Ciglár — Růstový a produkční proces ozimé pšenice v závislosti na předplodině a obdělávání půdy, J. Danko — Energetická analýza produkčního procesu, N. Gáborčík — Fotosyntéza a produkční schopnost kostřavy rákosovité, J. Gejguš — Dynamika růstu jetele lučního na VSN, J. Rimár — Produkční možnosti jarního ječmene na VSN, P. Balk — Tvorba akumulčního potenciálu ozimé pšenice, L. Princík — Tvorba akumulčního potenciálu ozimého žita, A. Kubová — Růstové produkční proces sóje, J. Zrůst — Rychlost fotosyntézy u velmi raných odrůd brambor, J. Solarová — Limitace fotosyntézy při kultivaci *de vitro*, A. Marenčík — Biomembrány jako integrační složka fyziologie buňky, Š. Eged — Snížení produkce rostlin pšenice přirozeně infikované plísní *Fusarium*, L. Dugovičová — Vliv fuzarióz na biologickou aktivitu pšenice, J. Zahradníček — Vliv fytohormonu 6-benzylaminopurinu na biosyntézu sacharózy a obsah technologicky významných látek u cukrovky pěstované na provozních plochách.

Veškeré citované přednášky budou ve zkráceném autorizovaném rozsahu zveřejněny v připravovaném sborníku výše jmenované konference.

Doc. RNDr. ing. Josef Zahradníček, CSc.

SKLADBA VÝNOSOTVORNÝCH PRVKŮ U BRAMBOR ŠLECHTĚNÝCH PRO RANÝ KONZUM

Jaromír Zrůst

Výzkumný ústav bramborářský, 580 03 Havlíčkův Brod

U skupiny osmi velmi raných a raných odrůd byly v polním pokusu v letech 1986 až 1989 zjišťovány výnosotvorné prvky a jejich vliv na celkový výnos. U jednotlivých odrůd se výnosotvorné prvky podílejí v různých kombinacích. Kladným vlivem se na tvorbě výnosu uplatňují průměrná hmotnost jedné hlízy a jejich počet na stonek. Odrůdy s tímto vzájemným, významně pozitivním vztahem mají šlechtitelskou cenu. Významná kladná korelace byla nalezena u většiny odrůd také mezi výnosem hlíz a počtem stonků trsu. Kromě výnosotvorných prvků je nutno uvažovat i nárůst biomasy a v ní podíl především produktivní listové plochy. Nejtěsnější vztah k výnosu měla ze všech parametrů analýzy růstu integrální listová plocha, listová pokryvnost a počet listů na hlavním stonku (vysoce průkazný u sedmi odrůd).

Pro všechny druhy kulturních rostlin, jakož i pro brambory platí, že ujasnění si představy vysoce produktivní rostliny pro polní podmínky, která by splňovala i kvalitativní parametry, zůstává jedním z nejzávažnějších úkolů současné agrobiologie. Prvé koncepce, řešící modelové organismy pro šlechtění jejich kulturních forem, které jsou hospodářsky významné, byly formulovány již v šedesátých letech, a sice Nečas (1966, 1968) popsal obecnou a konkrétní pro brambory a Donald (1968) konkrétní pro pšenici.

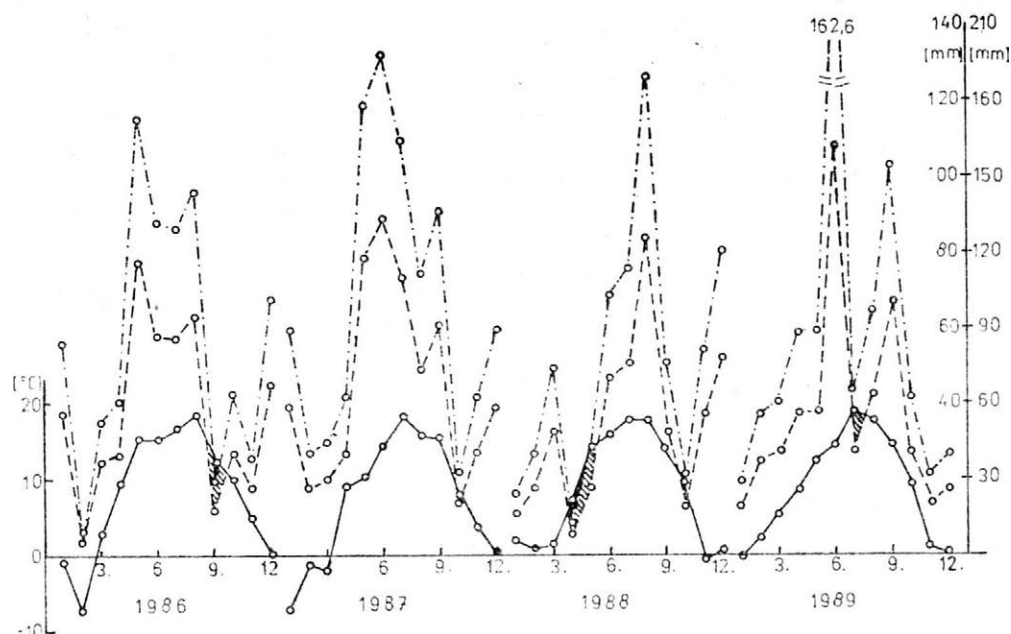
Co se týká modelové bramborové rostliny, je důležitým faktorem v tvorbě biomasy a její distribuce v rostlině délka vegetační doby. Pozdní odrůdy mají předpoklad vysoké tvorby biomasy vzhledem k delšímu zapojení asimilační plochy v činnosti. Biomasa však vždy nebývá využita jen ve prospěch hospodářského výnosu. Odrůdy s dlouhou vegetační dobou jsou však provozně méně vhodné pro velkovýrobu z důvodů pozdní sklizně. Vyřešení obou hledisek (provozního a tvorby biomasy na vysoký hospodářský výnos) je velmi náročné. Představují je rané odrůdy s vysokou výnosovou výkonností. Existují však pozitivní korelace mezi délkou vegetační doby a vyšší výnosovou výkonností. Znamená to, že se obtížně získávají zejména velmi rané odrůdy s požadovanou vyšší výkonností a odpovídajícími hospodářskými vlastnostmi.

Pro šlechtění raných bramborů jsou důležité také poznatky o podílech jednotlivých výnosotvorných prvků na konečném výnosu (Hruška, Zrůst, 1980; Zrůst et al., 1986). Zaměřili jsme proto svoji pozornost na jejich sledování u skupiny velmi raných a raných odrůd, i když s vědomím, že nemají jako složky komplexu výnosový výkon u bramborů stejně významnou hodnotu jako např. u obilnin. Současně jsme věnovali odpovídající pozornost parametrům produkční výkonnosti, zjišťovaným metodou analýzy růstu.

V letech 1986 až 1989 jsme v polním pokusu založeném na ŠS Valečov hodnotili osm velmi raných a raných odrůd brambor s rozdílnou výnosovou výkonností. Šlo o čtyři odrůdy domácího šlechtění — velmi rané (Kera a Klára), rané (Karla a Šárka) a čtyři zahraniční odrůdy — velmi rané (Ostara a Resy z Holandska, Gloria a Toccata ze SRN). Podrobnější údaje o těchto odrůdách i metodice pokusu uvádí Zrůst (1991). Kromě výnosotvorných prvků, podílejících se na tvorbě výnosu (počet stonků na ploše, počet hlíz na stonku a průměrná hmotnost hlízy) se sledoval nárůst sušiny a růst listové plochy pro výpočet růstově analytických charakteristik. Hodnotily se také některé další ukazatele (energie klíčení, rychlost a rovnoměrnost vzcházení, rychlost růstu a vývinu rostlin aj.).

Počasí v letech pokusů

Při posuzování odrůdově specifických reakcí v produkčním procesu je třeba brát v úvahu vliv klimatických podmínek. Počasí se odlišuje od všech ostatních faktorů podmiňujících výnosy neobyčejnou proměnlivostí. Jednotlivé meteorologické prvky se vzájemně ovlivňují a mění působení ostatních faktorů takovým způsobem, že je velmi obtížné sledovat účinek jednotlivých složek. Dlouhodobé průměry hlavních klimatických faktorů jsou důležité pro šlechtitelská opatření a racionizaci odrůd, aktuální hodnoty intenzity jejich působení mají bezprostřední význam pro krátkodobá fyto technická opatření. Při globálním hodnocení pokusů jsme mohli počasí v roce 1986 stručně charak-



1. Klimatogram podle Waltera pro Valečov 1986 až 1989 (osa x — měsíce, resp. roky) — Walter's climatogramme for Valečov 1986 to 1989 (x axis — months or years, respectively)

I. Porovnání meteorologických údajů v letech pokusů (1986 až 1989) s dlouholetými průměry změřenými na stanici Valečov — Comparison of meteorological data in the years of trials (1986 to 1989) with long-term averages measured at the Valečov station

Sledovaný ukazatel ¹	Roky ²			
	1986	1987	1988	1989
Úhrn srážek v mm za vegetační období ³ (4.—8.)	427,7	476,4	308,2	388,5
% dlouhodobého normálu ⁴ (1923—1988)	112,06	124,97	80,85	101,91
Průměrná teplota ve °C za vegetační období ⁵ (4.—8.)	14,99	13,61	14,65	14,33
% dlouhodobého průměru ⁶ (1923—1988)	113,30	102,87	110,73	108,31
Suma slunečního svitu v h za vegetační období ⁷ (4.—8.)	985	766	935	918
% desetiletého průměru ⁸ (1979—1989)	106,62	82,92	101,21	99,37

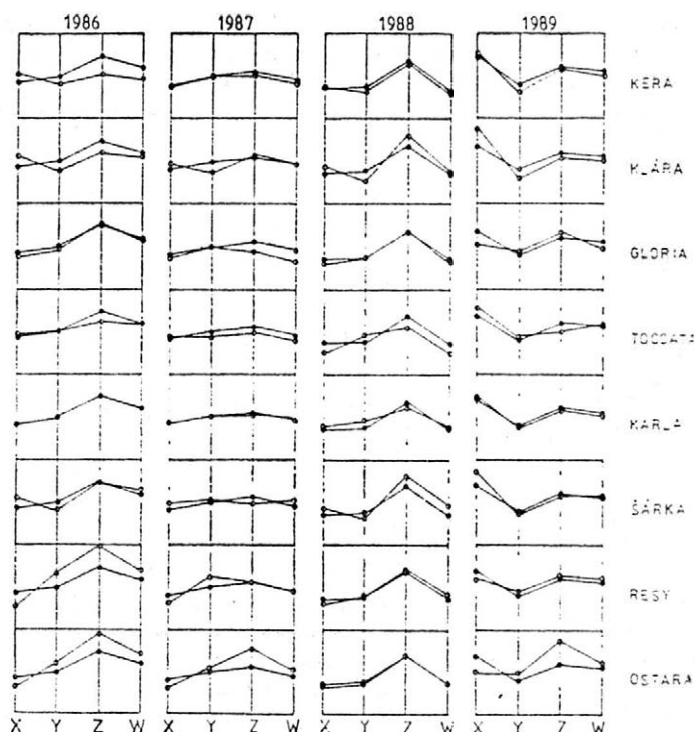
¹parameter under study, ²years, ³sum of precipitation in mm for the growing season, ⁴% in long-term normal, ⁵average temperature in °C for the growing season, ⁶% of long-term average, ⁷sum of sunshine in hours for the growing season, ⁸% of 10 year-average

terizovat jako teplotně i srážkově vyrovnané. Všechny tři sledované ukazatele (srážky, teplota, sluneční svit) byly nad dlouhodobým průměrem. V porovnání čtyř let byly průměrná teplota a sluneční svit ve vegetaci nejvyšší (tab. I) a příznivě se projevily na výnosu hlíz.

Vegetační období roku 1987 bylo teplotně mírně nadnormální (v porovnání čtyř let), s nejnižší průměrnou teplotou (102,9 % 65letého průměru), s teplotními výkyvy v jednotlivých měsících (obr. 1). Srážky ve vegetaci vysoce přesáhly dlouholetý průměr, v porovnání čtyř let byly nejvyšší (124,97 % dlouhodobého normálu). Sluneční svit byl za čtyřleté pokusné období nejnižší (pouhých 82,9 % 10letého průměru), což se záporně projevilo na výnosu hlíz.

Počasí ve vegetaci roku 1988 bylo teplotně mírně nadnormální, s rovnoměrným zvýšením průměrných teplot v měsících vegetačního období. Naopak srážky nedosáhly víceletého průměru (80,9 % a v porovnání čtyř let byly nejnižší), navíc výrazně kolísaly v jednotlivých měsících a pro tvorbu hlíz raných odrůd byly nepříznivě rozdělené. Vydátné srážky koncem měsíce srpna již výnos hlíz nemohly ovlivnit. Porosty byly v té době zralé. V tomto roce byla získána jejich nejnižší sklizeň.

Rok 1989 byl srážkově i teplotně mírně nadnormální, nejpříznivější z pohledu tvorby výnosu hlíz raných odrůd. Teplota rovnoměrně stoupala až do července včetně. Srážkově byla vegetace značně nevyrovnaná, velice bohatý byl měsíc červen (162,6 mm), oproti tomu v červenci srážky značně poklesly (spadlo pouze 43,9 mm), byly však rovnoměrně rozděleny. Na výnos raných odrůd, které koncem tohoto měsíce začaly fyziologicky dozrávat, neměl tento červencový srážkový deficit již negativní dopad.



2. Sítový graf pro výnosotvorné prvky a výnosy hlíz — Graph network for yield-forming components and tuber yields

○ — ○ konkrétní hodnoty každé odrůdy — concrete values of each variety
● — ● průměr osmi odrůd — average for eight varieties

VÝSLEDKY

Výnosotvorné prvky (počet stonků na trs — X, počet hlíz na stonk — Y, průměrná hmotnost jedné hlízy — Z) u osmi odrůd v jednotlivých letech pokusu spolu s průměry za tuto skupinu odrůd byly zakresleny do sítového grafu (obr. 2). Jsou z něho patrné i rozdíly způsobené vlivem počasí ve výši dosažených hodnot jednotlivých prvků, kterými byl výnos tvořen, a to jak mezi odrůdami, tak i mezi pokusnými roky. Např. odrůdy Resy a Ostara oproti ostatním odrůdám zabezpečily výnos v roce 1986 především vysokou hmotností jedné hlízy spolu s vyšším počtem hlíz na stonk. Naproti tomu odrůdy Klára a Kera s nejnižšími výnosy v tomto roce měly obě tyto hodnoty na nízké úrovni a podprůměrný výnos vytvořily především vyšším počtem stonků na trs. I v roce 1989 byly zachovány tyto tendence, i když např. u odrůdy Resy nebyly již tak výrazné. Oba dva roky v rámci tohoto pokusu patřily mezi ty s nadprůměrnými výnosy hlíz u raných odrůd (tab. II).

V letech méně příznivých pro tvorbu biomasy (zejména v hlízách) byly poměry mezi výnosotvornými prvky odlišné, především v roce 1988 s nejnižším výnosem hlíz ze čtyř pokusných let. Odrůdy s vysokým hospodářským výnosem v letech příznivých pro výnos (Ostara,

II. Výnos hlíz jednoho trsu (g) — Tuber yield per hill (g)

Odrůda ¹	Roky ²				Průměr 4 let ³
	1986	1987	1988	1989	
Ostara	1053,7	768,1	522,3	1148,3	873,10
Klára	807,9	660,1	563,6	913,0	736,15
Kera	705,3	608,3	463,3	906,4	670,82
Gloria	847,6	484,9	486,2	954,7	693,35
Karla	918,6	668,7	599,2	1027,7	803,55
Toccata	864,1	580,0	392,5	1096,1	733,17
Resy	1030,8	698,8	613,0	1106,0	862,15
Šárka	959,2	753,6	683,4	1171,4	891,90
Průměr 8 odrůd ⁴	898,4	652,8	540,4	1040,5	783,02

¹variety, ²years, ³average for 4 years, ⁴average for 8 varieties

Resy] měly hmotnost jedné hlízy v roce 1988 na průměrné úrovni celého souboru a výnosem se v pořadí osmi odrůd umístily na druhém, resp. pátém místě. Hmotnost hlíz jednoho trsu činila zhruba polovinu z let 1988 a 1989. Odrůda Šárka (s nejvyšším výnosem v tomto nepříznivém roce) vytvořila výnos především vysokou hmotností jedné hlízy. V ostatních letech však tak vysoké hodnoty tohoto výnosotvorného prvku nedosáhla.

Rovněž odrůda Klára s nízkým výnosem v letech příznivých pro vysokou sklizeň hlíz si v roce 1988 prostřednictvím vysoké hmotnosti jedné hlízy udržela poměrně vyšší výnosovou úroveň a umístila se mezi odrůdami podle výše výnosu na čtvrtém místě. V letech 1986 a 1989 měla nízkou hmotnost hlíz a rovněž výnosem hlíz se umístila na předposledním místě před odrůdou Kera. Tato nejméně výnosná odrůda měla všechny výnosotvorné prvky nízké, podprůměrné. V letech 1986 a 1989, ve kterých počtem stonků na trs překonala průměr všech osmi odrůd, měla o to nižší zbylé dva výnosotvorné prvky.

III. Průměrné hodnoty výnosotvorných prvků (1986 až 1989) — Average values of yield-forming components (1986—1989)

Výnosotvorné prvky ¹	Ostara	Klára	Kera	Gloria	Karla	Toccat	Resy	Šárka	Průměr ⁵
Počet stonků na trs ² (X)	4,11	6,67	5,76	4,39	5,42	5,44	4,21	6,45	5,306
Počet hlíz na stonek ³ (Y)	2,91	1,95	2,33	2,64	2,71	2,77	3,17	2,39	2,609
Hmotnost jedné hlízy ⁴ (Z)	74,06	59,50	52,99	60,54	57,53	50,46	67,79	60,76	60,454

¹yield-forming components, ²number of stems per hill, ³number of tubers per stem, ⁴tuber weight, ⁵average

IV. Korelační koeficienty mezi výnosotvornými prvky a výnosem souhrnně za čtyři roky (1986 až 1989) — Coefficients of correlation between yield-forming components and total yield for four years (1986—1989)

Odrůda ¹	Korelační koeficienty ²					
	r_{xy}	r_{xz}	r_{xw}	r_{yz}	r_{yw}	r_{zw}
Ostara	-0,499	0,010	0,431	0,157	0,393	0,706**
Klára	-0,687**	-0,240	0,669**	-0,531*	0,009	-0,013
Kera	-0,450	0,145	0,853**	-0,669**	-0,203	0,307
Gloria	-0,230	0,101	0,550**	-0,219	0,199	0,731**
Karla	-0,601*	0,200	0,677**	0,640**	-0,187	0,534*
Toccata	-0,208	-0,080	0,847**	-0,413	0,116	0,174
Resy	-0,593*	-0,238	0,441	0,226	0,223	0,591*
Šárka	-0,259	0,371	0,776**	-0,719**	-0,146	0,298

Kritické hodnoty pro r při³ $P_{0,5} = 0,497$; $P_{0,1} = 0,623$

X — počet stonků na trs⁴

Z — průměrná hmotnost jedné hlízy⁶

Y — počet hlíz na stonek⁵

W — výnos trsu⁷

¹variety, ²coefficients of correlation, ³critical values for r at, ⁴number of stems per hill, ⁵number of tubers per stem, ⁶average tuber weight, ⁷hill yield

Od průměru se nejméně odchylovala v hodnotách výnosotvorných prvků odrůda Karla, která se i výnosem hlíz umísťovala v jednotlivých letech v pořadí okolo čtvrtého místa (tab. II).

V tab. III jsou uvedeny průměrné hodnoty výnosotvorných prvků osmi odrůd ve čtyřletém pokusu. Korelační koeficienty v tab. IV vyjadřují vztah jednotlivých výnosotvorných prvků navzájem a k celkovému výnosu. V tomto pokusu byl zaznamenán negativní vztah mezi počtem stonků na trs a počtem hlíz na stonek u všech odrůd. Mezi počtem stonků na rostlinu a hmotností jedné hlízy nebyl zjištěn významný vztah ani u jedné z odrůd. Mezi počtem hlíz na stonek a hmotností jedné hlízy byl nalezen vysoce průkazný negativní vztah u odrůd Kera a Šárka, negativní průkazný u odrůdy Klára, naopak vysoce průkazný pozitivní u odrůdy Karla.

Korelace s hmotností hlíz jednoho trsu vyšly rozdílně u jednotlivých výnosotvorných prvků. Mezi výnosem hlíz a počtem hlíz na stonek nebyla nalezena u žádné odrůdy průkazná korelace. U dalších dvou výnosotvorných prvků byl nalezen vztah k výnosu hlíz. Mezi výnosem hlíz jednoho trsu a hmotností průměrné hlízy byly získány s výjimkou odrůdy Klára kladné závislosti, u odrůd Ostara a Gloria vysoce průkazné, u odrůd Karla a Resy průkazné. Nejtěsnější vztah byl zjištěn mezi výnosem hlíz a počtem stonků na rostlinu. U většiny odrůd šlo o významnou kladnou korelaci.

Kromě těchto korelací jsme ještě hodnotili vztahy mezi výnosem a dalšími 12 charakteristikami zjišťovanými metodou analýzy růstu a některými morfológickými znaky. Nejtěsnější vztah k výnosu měly integrální listová plocha (LAD) a listová plocha (LAI) v jejím maximu (tab. V). Neprůkaznost v některých případech u LAI a nižší prů-

V. Závislost výnosu na integrální listové ploše (LAD), maximální hodnotě listové pokrývnosti (LAI_{max}) a počtu listů na hlavním stonku, vyjádřená koeficientem korelace (r) souhrnně za čtyři roky (1986 až 1989) — Dependence of the yield on leaf area duration (LAD), maximum value of leaf area index (LAI_{max}) and the leaf number on the main stem expressed by coefficient of correlation (r) total for four years (1986–1989)

Odrůda ¹	r		
	LAD	LAI_{max}	Počet listů ²
Ostara	0,885**	0,863**	0,722**
Klára	0,704**	0,750**	0,734**
Kera	0,589*	0,463	0,384
Gloria	0,916**	0,781**	0,766**
Karla	0,766**	0,798**	0,781**
Toccata	0,830**	0,807**	0,690**
Resy	0,936**	0,886**	0,785**
Šárka	0,927**	0,780**	0,710**

¹variety, ²number of leaves

kaznost u LAD u odrůdy Kera byly způsobeny vyšším výskytem nemocných rostlin této odrůdy v roce 1989. Při vynechání těchto údajů byly všechny korelace vysoce průkazné.

Z dalších ukazatelů měl počet listů na hlavním stonku vysoce významnou závislost s výnosem, vyjma odrůdy Kera z výše uvedeného důvodu.

DISKUSE

Komplexní znak výnos hlíz je výrazně ovlivňován ekologickými faktory. Přímý vliv roků, místa pěstování a interakcí genotyp $\times$ rok a genotyp $\times$ místo pěstování je velký (Dobiáš, Radek, 1988). Prokázalo se to v případech interakce genotyp $\times$ rok i v našem pokusu.

Z našich dřívějších pokusů (Dobiáš, Zrůst, 1986) vyplynulo, že vysoký výnos a výnosovou stabilitu (odpovídající obecné adaptabilitě) představují odrůdy se středním počtem stonků, vyšším počtem hlíz na stonek a střední až mírně nižší hmotností jedné hlízy. Tyto odrůdy v podstatě zachovávají vyrovnaný vzájemný poměr výnosotvorných prvků.

Z osmi odrůd zařazených do pokusu tohoto typu bramborové rostliny nejlépe odpovídala odrůda Karla, která dosáhla v průměru ze čtyř let výnosu hlíz 35,7 t. ha⁻¹ (průměr ze všech osmi odrůd byl 34,8 t. ha⁻¹), v roce příznivém pro výnos 45,7 t. ha⁻¹ (průměr ze všech osmi odrůd 46,2 t. ha⁻¹) a v roce nejméně příznivém 26,6 t. ha⁻¹ (průměr ze všech osmi odrůd 24,0 t. ha⁻¹); měla nejvyrovnanější poměr výnosotvorných prvků ve všech letech (obr. 2). Příznivý je pro ni i kladný vysoce významný vztah mezi počtem hlíz na stonek a průměrnou hmotností jedné hlízy. Odrůdy s tímto významně pozitivním vztahem mají šlechtitelskou cenu.

V letech příznivých pro vysoký výnos se z výnosotvorných prvků nejvíce uplatnila hmotnost jedné hlízy, zejména ve spojení s vyšším počtem hlíz na stonek (odrůdy Ostara a Resy). U odrůd tvořících výnos vysokým počtem stonků na trs (typ odrůd Šárka, Klára) bylo třeba mít další z výnosotvorných prvků na patřičné úrovni a třetí alespoň nezavíhující snížení celkového výnosu. V případě odrůdy Šárka to bylo splněno, hmotnost jedné hlízy měla nad průměrem osmi odrůd, počtem hlíz na stonek se nevzdálila příliš od průměru osmi odrůd. Naopak odrůda Klára sice hmotností jedné hlízy byla na úrovni, počet hlíz na stonek měla však nejnižší ze všech odrůd. Tím se výnosem v letech 1986 a 1989 dostala pod průměr z osmi odrůd.

V letech s méně příznivým počasím se uplatnily odrůdy, které i za těchto podmínek dokázaly vytvořit vyšší průměrnou hmotnost jedné hlízy (jako např. odrůdy Šárka v roce 1988 a Ostara v roce 1987) nebo měly vyšší počet hlíz na stonek (odrůdy Resy v roce 1987 a Karla v roce 1988) a ostatní dva výnosotvorné prvky ne příliš vzdálené od hodnot ještě zaručujících vyšší výnos.

V těchto pokusech se také potvrdilo naše dřívější zjištění (Zrůst, 1988), že se u velmi raných odrůd ukazují jako nejvýkonnější typy odrůdy s nižším počtem stonků, středním až vyšším nasazením hlíz na jeden stonek a vyšší hmotností jedné hlízy (Ostara, Resy). Tyto odrůdy při včasném nasazování hlíz jsou schopny poskytovat vysoké výnosy nejen v prvních sklizňových termínech, ale rovněž i v termínech pozdějších.

Z procentuálního vyjádření podílu odrůdy a prostředí na celkové variabilitě byl v pokusech, které založili Dobiáš et al. (1985), zřejmý rozhodující vliv odrůdy prvými dvěma výnosotvornými prvky, tj. počtem stonků na parcelu a počtem hlíz na stonek. Z výsledků získaných v těchto pokusech propočítali autoři hodnoty heritability pro jednotlivé výnosotvorné prvky a zjistili, že nejobtížnější je výběr a záměrné šlechtění na hmotnost jedné hlízy. Ta se však nechá nejsnadněji z výnosotvorných prvků ovlivnit výživou a strukturou porostu, jak jsme již publikovali dříve (Zrůst et al., 1986).

Mezi výnosotvornými prvky navzájem a výnosotvornými prvky a výnosem byly nalezeny jinými autory obdobné závislosti, které jsme potvrdili i v našich pokusech. Např. Hruška (1977) rovněž zjistil u šesti odrůd rozdílných délek vegetační doby ve tříletých pokusech významnou korelaci mezi počtem stonků na rostlinu a hmotností jedné hlízy. Někteří autoři zabývající se strukturou tvorby výnosu (Zadina, 1983; Vidner, 1988) používali odlišné výnosotvorné prvky (hmotnost sklizně, počet i velikost hlíz na rostlinu, počet a hmotnost hlíz na rostlinu, nikoliv na stonek), nebylo proto možné s nimi naše výsledky porovnávat.

Kromě těchto spíše statických charakteristik, které představují výnosotvorné prvky, je nutné při hodnocení složky komplexu výnosového výkonu u bramborů přihlížet i k dynamické tvorbě biomasy (Zrůst, 1991). Jednodušší z metodického hlediska je sledování nadzemní hmoty a z ní především listové plochy, důležité pro zachycení a využití fotosynteticky účinného záření (Allen, Scott, 1980). Počáteční rychlost růstu nadzemní biomasy není vázána na délku vegetační doby či užitkový směr odrůd brambor, jak prokázaly Rasochová et al. (1988).

Vytvořený počet listů, jejich rozložení v porostu, velikost listové pokrývnosti a především hodnota integrální listové plochy těsně koreluje s výnosy, což souhlasí s mnohými autory (např. Raeuber, Engel, 1966; Nečas, 1968; Gunasena, Harris, 1968, 1969; Singh, Singh, 1987 aj.).

Z výsledků pokusů se ukazuje jako vhodnější typ trsu pro velmi rané a rané odrůdy listový typ s rychlou tvorbou biomasy rostliny, především hlíz, které u tohoto typu představují vyšší procento z celkové biomasy (Hruška, 1978). Důležitost včasné tvorby mohutných zdravých nadzemních orgánů (listů a stonků), a tím rychlé zapojení porostu pro dosažení vysokých výnosů u velmi raných odrůd potvrdily Rasochová, Valentová (1986).

Literatura

- ALLEN, E. J. — SCOTT, R. K.: An analysis of growth of the potato crop. J. agric. Sci. (Camb.), 94, 1980, s. 583-606.
- DOBIÁŠ, K. — RADEK, J.: Analýza tvorby výnosu bramboru na základě stability výnosotvorných prvků. Věd. Práce Výzk. šlecht. Úst. bramb. Havl. Brod, 11, 1988, s. 7-18.
- DOBIÁŠ, K. — ZRÚST, J.: Genetické a fyziologické předpoklady pro šlechtění brambor podle užitečných směrů. In: Sbor. Ref. Odrůdy brambor a jejich agrotechnika, Havl. Brod, VŠUB 1986, s. 17-27.
- DOBIÁŠ, K. — ZADINA, J. — VIDNER, J. — HORÁČKOVÁ, V. — JUDA, B.: Genetická analýza výnosu a důležitých vlastností brambor. [Závěrečná zpráva.] Havl. Brod, VŠUB 1985, s. 68.
- DONALD, C. M.: The breeding of crop ideotypes. Euphytica, 17, 1968, s. 385-403.
- GUNASENA, H. P. M. — HARRIS, P. M.: The effect of the time of application of nitrogen and potassium on the growth of the second early potatoes, variety Craig's Royal. J. agric., Sci., 71, 1968, s. 283-296.
- GUNASENA, H. P. M. — HARRIS, P. M.: The effect of CCC and nitrogen on the growth and yield of the second early potato variety Craig's Royal. J. agric. Sci. (Camb.), 73, 1969, s. 245-259.
- HRUŠKA, L.: Tvorba výnosu brambor. Rostl. Výr., 23, 1977, č. 3, s. 227-232.
- HRUŠKA, L.: Podklady pro ideotyp bramborů do roku 2000. In: Ideotyp brambor do roku 2000. Praha, ČSAZ 1978, s. 7-26.
- HRUŠKA, L. — ZRÚST, J.: Tvorba výnosu u brambor. In: PETR, J. — ČERNÝ, V. — HRUŠKA, L. (eds): Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Praha, SZN 1980, s. 349-384.
- NEČAS, J.: Conception of model organisms for breeding of economically important organisms. Savrem. Poljopriv., 10, 1966, s. 833-842.
- NEČAS, J.: Growth analytical approach to the analysis of yielding capacity of potato varieties. Photosynthetica, 2, 1968, s. 85-100.
- RAEUBER, A. — ENGEL, K. H.: Untersuchungen über den Verlauf der Massenzunahme bei Kartoffeln (*Sol. tuberosum* L.) in Abhängigkeit von Umwelt — und Erbguteinflüssen. Abh. Meteorol. Dienst. DDR, 76, 1966 č. 10, s. 117.
- RASOCHOVÁ, M. — VALENTOVÁ, M.: Morfofyziologické znaky raných odrůd bramboru ve vztahu k jejich výkonnosti. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 2, s. 167-177.
- RASOCHOVÁ, M. — VALENTOVÁ, M. — RASOCHOVÁ, L.: Variabilita počáteční rychlosti růstu natě u vybraného souboru odrůd brambor. Rostl. Výr., 34, 1988, č. 10, s. 1037-1044.
- SINGH, R. P. — SINGH, R. P.: Correlation of some plant characters with yield in potato. Short note. J. Indian Potato Assoc., 14, 1987, s. 124-126.
- VIDNER, J.: Struktura tvorby výnosu u bramboru. In: Věd. Práce Výzk. šlecht. Úst. bramb. Havl. Brod, 11, 1988, s. 19-29.
- ZADINA, J.: Charakteristika některých výnosotvorných prvků u odrůd bramborů a vztahy mezi nimi. In: Věd. Práce Výzk. šlecht. Úst. bramb. Havl. Brod, 9, 1983, s. 25-37.
- ZRÚST, J.: Fyziologické předpoklady tvorby vysokého výnosu brambor. Úroda, 36, 1988, s. 307-309.

ZRŮST, J.: Příčiny rozdílů ve výkonnosti raných odrůd brambor. Rostl. Výr., 37, 1991, č. 2, s. 99-106.

ZRŮST, J. — DOBIÁŠ, K. — PARTYKOVÁ, E.: Vliv modifikovaného prostředí a roků na strukturu výnosotvorných prvků a celkový výnos hlíz skupin odrůd brambor podle délky vegetační doby. In: REPKA, J. (ed.): Štruktúrna a faktorová podmienenosť produktivity rastlín. Smolenice, 1986, s. 224-229.

Došlo 11. 3. 1991

J. ZRŮST (Potato Research Institute, Havlíčkův Brod):

The structure of yield-forming components in potatoes bred early consuming.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 817-826.

Field trials were conducted in 1986 to 1989 to study the yield-forming components and their influence on the total yield in the group of eight very early and early varieties. Different varieties shares in the yield formation in different combinations. Average weight per tuber and their number per stem are positively applied in the yield formation. Varieties with this mutual, significantly positive relationship are of a high breeding value. An important positive correlation was found in the most varieties also between the tuber yield and the number of stems per hill. Except yield-forming components, the biomass increment and the share of productive leaf area in it are to be taken into account. The closest correlation to the yield exhibited leaf area duration, leaf area index, and number of leaves on main stem (high significant in seven varieties) of all parameters of analysis.

VZTAH PRODUKCE JARNÍHO JEČMENE A NAPADENÍ MŠICÍ *Rhopalosiphum padi* (L.) K PODMÍNKÁM VÝŽIVY

Helena Havlíčková, Milena Smetánková

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Byl založen nádobový pokus sledující vliv diferencovaného hnojení K a Mg na výnosové charakteristiky jarního ječmene odrůdy Zenit. Pro pokus byly použity tři různé zeminy, lišící se zásobou živin. Během vegetace došlo ke spontánnímu náletu mšice *Rhopalosiphum padi* (L.) na rostliny, což umožnilo vyhodnotit vliv podmínek výživy na chování mšic a reakci rostlin na napadení. Nejvyšší hodnoty výnosových charakteristik (hmotnost 1000 zrn, počet produktivních odnoží — klasů, hmotnost zrn na nádobu) byly zaznamenány u ječmene pěstovaného v ruzyňské zemině s nejvyšším obsahem K a na variantách NPKMg. Počet mšic na odnož a vliv napadení na výnosové charakteristiky ječmene kolísal v závislosti na zemině a variantě hnojení. Na rostlinách nedostatečně zásobených K (čáslavská zemina a varianty NP, NPMg) byl stupeň napadení mšicemi podstatně vyšší než při dostatečném zásobení K (ruzyňská půda, varianty NPK, NPKMg). Aplikace Mg zvýšila u všech zemín vhodnost rostlin pro mšice, ale současně i schopnost rostlin kompenzovat ztráty vyvolané napadením.

Pro produkci obilnin mají velký význam podmínky výživy, na kterých bezprostředně závisí nejen růst a vývoj rostlin, ale i jejich schopnost odolávat stresovým vlivům v průběhu vegetace. K hlavním stresovým faktorům s negativním dopadem na růst, vývoj a produkci obilnin patří choroby a škůdci, jejichž rozvoj a účinek na rostlinu je závislý na stavu hostitele. Proto lze předpokládat, že změny v hladině živin, ovlivňující fyziologické a biochemické procesy v rostlinách, se nějakým způsobem odrazí ve vzájemných vztazích mezi rostlinou a patogenem. Jak uvádí Király (1976), zvyšuje zásobení rostlin draslíkem odolnost k chorobám, zatímco přebytek dusíku má účinek opačný. Plumb (1977) stanovil, že se zvyšující se hladinou dusíku, aplikovaného k jarnímu ječmeni, roste počet symptomů žluté mozaiky ječmene. Z toho usoudil, že dusíkatá hnojiva buď zvyšují vnímavost hostitele, nebo reprodukci mšic. Druhý závěr se stal předmětem studia více autorů, kteří zjistili, že se stoupajícími dávkami dusíkatých hnojiv k obilninám vzrůstá přirozená infestace rostlin mšicemi (Hanisch, 1980) a četnost mšic na rostlinách (Vereijken, 1979; Hanisch, 1981; Honěk, v tisku).

Na jarním ječmeni se vyskytuje z obilních mšic nejhojněji mšice střemchová, *Rhopalosiphum padi* (L.), (Leather, Dixon, 1982; Leather et al., 1989). Tento druh mšice je vážným škůdcem obilnin s vysokou reprodukční schopností, který působí v průměru 15 % sklizňové ztráty jednak přímo, jednak jako nejvážnější vektor BYD viru (Hinze, 1989; Leather et al., 1989; Rochow, 1961).

I když se všeobecně vžil názor, že aplikace minerálních hnojiv k plodinám (především dusíkatých) ovlivňuje chování mšic (Salašová et al., 1990), mšici *R. padi* bylo věnováno málo pozornosti a jak udávají Kurpaa, Sundpaa (1990), ovlivnily její abundanci na obilninách výrazněji jiné faktory než zvýšená dávka dusíkatých hnojiv.

Na jaře roku 1990 byl založen pokus k posouzení účinku různých podmínek výživy na výnosové charakteristiky jarního ječmene. Během pokusu došlo ke spontánnímu náletu mšice *R. padi* na rostliny a naskytla se mimořádná (neopakovatelná) příležitost k rozšíření řešené problematiky o vliv podmínek výživy rostlin na chování mšice *R. padi* a reakci rostlin na napadení.

MATERIÁL A METODA

Nádobový pokus s jarním ječmenem odrůdou Zenit byl založen ve vegetační hale VÚRV Praha-Ruzyně ve třech zeminách, odebraných ze stanoviště Čáslav a Lukavec, které představují okraje stacionárních pokusů VOP (Baier, 1963) a Ruzyně (provozní hon). Nádoby Mitscherlichova typu byly naplněny 4 kg zeminy + 2 kg sklářského písku. Před výsevem bylo hnojeno P pevnou formou $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Výsev proběhl dne 4. 4. 1990, po 40 obilkách na nádobu. Po snížení počtu rostlin na 20 v nádobě byl 4. 5. aplikován K (v roztoku KCl) a 7. 5. N (v roztoku NH_4NO_3). Mg byl aplikován formou postřiku roztokem $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (koncentrace 4,5 %). U každé ze tří zemin byly založeny varianty NP, NPK, NPMg a NPKMg ve čtyřech opakováních. Výše dávky N byla 1,8; P 0,9; K 1,8 a Mg 0,45 g na nádobu.

Během vegetace byly rostliny třikrát ošetřeny Sportakem (0,1 %) proti padlí (*Erysiphe graminis*). Ve fázi F 10 došlo ke spontánnímu náletu mšice *Rhopalosiphum padi* L. na rostliny. Orientační hodnocení ukázalo, že se mšice vyskytovaly v různé intenzitě na rostlinách z různých variant hnojení. Proto se až do fáze metání sledovala hustota mšic na rostlinách. Pro posouzení rozdílů ve výskytu mšic na rostlinách podle zemin a variant hnojení se vycházelo z průměru tří odpočtů, a sice ve fázi F 10, F 10.1 a F 10.3. Po posledním odpočtu byl proveden postřik Karate (0,02 %) k likvidaci mšic. Po celou vegetaci byly rostliny zalévány deionizovanou vodou na 100% kapacitu (počátek průtoku vody). Ke statistickému vyhodnocení výsledků bylo použito *t*-testu a korelační analýzy.

VÝSLEDKY

Podmínky výživy ovlivnily všechny sledované výnosové charakteristiky ječmene (hmotnost 1000 zrn — HTZ, počet klasů na nádobu, hmotnost zrn na nádobu — výnos) i stupeň napadení rostlin mšicemi a reakci rostlin na napadení. V tab. I je uvedena agrochemická charakteristika stanovišť, ze kterých byly odebrány zeminy k pokusům. Největší rozdíly mezi zeminami byly stanoveny v obsahu P, jehož obsahovala ruzyňská zemina 10krát více než zemina čáslavská a 15krát více než lukavecká. Hladina K byla v ruzyňské zemině 4,8krát vyšší než v zemině čáslavské a 2,4krát vyšší než v zemině lukavecké.

I. Agrochemická charakteristika stanovišť, z nichž byly odebrány zeminy pro pokus — Agrochemical characteristics of sites where the soil was sampled for testing

Stanoviště ¹	Čáslav	Lukavec	Ruzyně
Půdní druh ²	hlinitá ³	písčitohlinitá ⁴	jílovitohlinitá ⁵
pH/KCl	6,8	5,7	7,2
CaCO ₃	0	0	0,2
P podle Egnera (mg. kg ⁻¹)	25	17	255
K podle Schachtschabela	88	178	424
Mg podle Schachtschabela	97	97	93

Agrochemický rozbor provedl ÚKZÚZ Liberec⁶

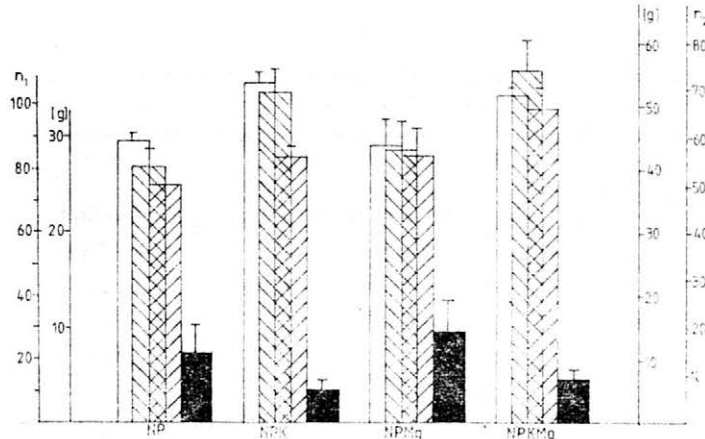
¹site, ²soil kind, ³loamy, ⁴sandy-loam, ⁵loam clay, ⁶agrochemical analysis performed by the Central Control and Testing Institute for Agriculture, Liberec

Vliv použité zeminy byl na rostlinách patrný po celou dobu vegetace. Při porovnání výsledků z jednotlivých zemín jsme vycházeli z údajů o rostlinách pěstovaných na ruzyňské zemině (= 100 %), jak udává tab. II, na kterých byl zaznamenán nejnižší stupeň napadení mšicemi, a to 7 až 15 jedinců na odnož (obr. 1), a relativně vysoké výnosové charakteristiky při všech variantách hnojení [tab. II]. Nejméně vitální byly během vegetace rostliny pěstované na čáslavské zemině, s nejvyšší abundancí mšic, a sice 30 až 70 jedinců na odnož (obr. 2, tab. II), s vysokými rozdíly v počtu mšic na odnož a v hodnotách výnosových charakteristik mezi jednotlivými variantami hnojení (obr. 2). Rostliny pěstované v zemině z Lukavce byly v porovnání s rostlinami druhých dvou zemín napadeny středně, a to 25 až 40 mšicemi na odnož (obr. 3), s podobným stupněm kolísání počtu mšic a výnosových charakteristik na různých variantách hnojení jako u rostlin pěstovaných na čáslavské zemině [tab. II].

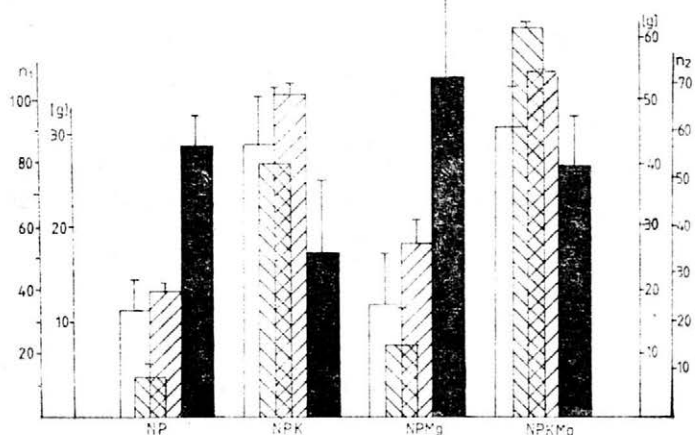
II. Vliv zeminy na výnosové charakteristiky a stupeň napadení ječmene (ruzyňská zemina = 100 %) — The effect of soil on yield-forming characteristics and on the degree of barley infestation (the Ruzyně soil = 100 %)

Ruzyně (= 100 %)	Čáslav				Lukavec			
	NP	NPK	NPMg	NPKMg	NP	NPK	NPMg	NPKMg
Hmotnost 1000 zrn ¹ (g)	51,8	121,9	63,6	109,1	73,3	105,4	49,5	91,1
Počet klasů na nádobu ²	37,9	80,1	40,2	88,1	53,6	100,2	76,1	104,8
Hmotnost zrn na nádobu ³ (g)	14,9	95,8	25,8	110,2	32,0	101,3	29,4	98,2
Počet mšic na odnož ⁴	385,9	502,9	368,9	570,5	167,8	144,9	211,9	237,2

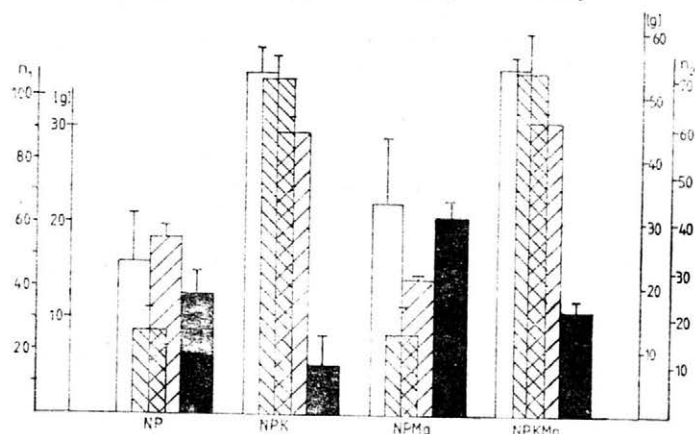
¹1000-kernel weight, ²spike number per pot, ³kernel-weight per pot, ⁴number of aphids per tiller



1. Výnosové charakteristiky a stupeň napadení ječmene mšicemi *R. padi* při diferencovaném hnojení v zemiň Ruzyň — Yield characteristics and the degree of barley infestation with aphid *R. padi* at differentiated fertilizing on the Ruzyň soil



2. Výnosové charakteristiky a stupeň napadení ječmene mšicemi *R. padi* při diferencovaném hnojení v zemiň Čáslav — Yield characteristics and the degree of barley infestation with aphid *R. padi* at differentiated fertilizing on the Čáslav soil



3. Výnosové charakteristiky a stupeň napadení ječmene mšicemi *B. padi* při diferencovaném hnojení v zemiň Lukavce — Yield characteristics and the degree of barley infestation with aphid *R. padi* at differentiated fertilizing on the Lukavce soil

Vysvětlivky k obr. 1-3 (Explanations for Fig 1-3):

□ n_1 klasů — n_1 spikes; ▨ hmotnost zrn na nádobu — weight of grains per pot;
▤ hmotnost 1000 zrn — 1000-kernel weight; ■ n_2 mšic — n_2 aphids

osa x: varianta

osa y (zleva doprava): počet klasů na nádobu, HTZ (g), hmotnost zrn na nádobu (g), počet mšic na odnož

x axis: treatment

y axis (from left to right): spike number per pot, 1000-kernel weight (g), kernel-weight per pot (g), number of aphids per tiller

III. Vliv použité varianty hnojení na výnosové charakteristiky a stupeň napadení ječmene *R. padi* (NPK = 100 %) — The effect of treatment used on the yield characteristics and on the degree of barley infestation with *R. padi* (NPK = 100 %)

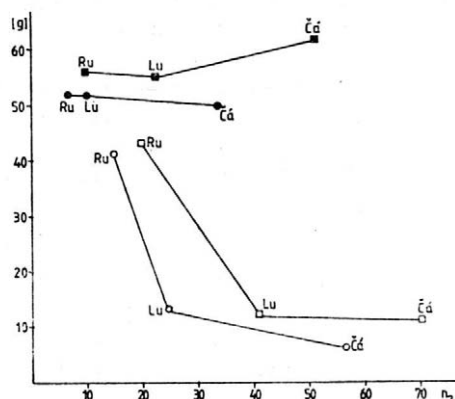
NPK (= 100 %)	Čáslav			Lukavec			Ruzyně		
	NP	NPMg	NPKMg	NP	NPMg	NPKMg	NP	NPMg	NPKMg
Hmotnost 1000 zrn ¹ (g)	38,2	52,9	105,9	62,6	47,6	103,4	90,0	101,4	118,3
Počet klasů na nádobu ²	39,3	40,8	106,2	44,3	61,6	100,9	82,9	81,3	96,4
Hmotnost zrn na nádobu ³ (g)	12,2	22,2	123,0	24,8	23,9	103,6	77,3	82,5	106,9
Počet mšic na odnož ⁴	165,7	205,2	150,4	250,0	409,0	217,0	215,9	279,7	132,6

For 1–4 see Tab. II

Při zjišťování vlivu hnojení na výnosové charakteristiky ječmene a chování mšic byly za základ použity údaje rostlin pěstovaných na variantě NPK (= 100 %) s nejnižším počtem mšic na odnož. Vzhledem k této variantě hnojení byly výnosové charakteristiky ječmene pěstovaného na čáslavské a lukavecké zemině a téměř ve všech případech i na ruzyňské zemině na variantě NP a NPMg nižší a na variantě NPKMg vyšší (tab. III). Dodání K zvýšilo produktivní odnožování i celkový výnos zrna nejvíce v čáslavské zemině v souladu s její nejnižší zásobou K (tab. I). V zemině z Lukavce lépe zásobené K a zejména z Ruzyně s absolutně nejvyšším obsahem K byly přírůstky uvedených charakteristik po aplikaci K úměrně nižší. Reakce na hnojení Mg, jehož zásoba v půdách se navzájem nelišila, byla většinou pozitivní, ale méně výrazná než reakce na hnojení K. Hodnota HTZ, vyjadřující podíl zaschlých zrn, byla bez aplikace K a Mg ve všech třech zeminách nižší. V zemině z Čáslavi a Lukavce s menší zásobou K oproti ruzyňské zemině nepřevyšovala HTZ na variantách bez K a Mg 20 g (obr. 2 a 3), což ukazuje na převládající podíl zaschlých zrn. Ale i v ruzyňské zemině dobře zásobené K byla hodnota HTZ nejvyšší při aplikaci obou prvků (obr. 1, tab. III).

Výrazně se projevil vliv varianty hnojení na chování mšic. Na všech třech zeminách byl stupeň napadení rostlin nejvyšší na variantě NPMg a nejnižší na variantě NPK. Rostliny pěstované na variantě NPKMg byly ve všech případech napadeny méně než rostliny pěstované na variantě NP (tab. III).

Rozdíly ve stupni napadení rostlin mšicemi se odrazily na všech výnosových charakteristikách ječmene, jak dokazuje vztah průkazné negativní korelace mezi výnosovými charakteristikami (údaje ze všech tří zemin pro všechny varianty hnojení, uvažováno vždy 12 párů hodnot v korelační analýze) a odpovídajícím počtem mšic na odnož (HTZ $P < 0,1$; počet klasů na nádobu $P < 0,01$; hmotnost zrn na nádobu $P < 0,05$). Ale již v průběhu vegetace byly patrné rozdíly v reakci rostlin na napadení v závislosti na podmínkách výživy. Nejlépe se vyrovnávaly s napadením rostliny pěstované na variantě NPKMg, zvláště



4. Vztah mezi výnosem (hmotnost zrn na nádobu) ječmene a průměrným počtem mšic *R. padi* na odnož v závislosti na variantě hnojení a použité zemině (Čá = Čáslav, Lu = Lukavec, Ru = Ruzyně) — The relationship between the yield (kernel-weight per pot) of barley and average number of aphid *R. padi* per tiller in dependence on the treatment and the soil used (Čá = Čáslav, Lu = Lukavec, Ru = Ruzyně)

osa x : počet mšic n_2

osa y : hmotnost zrn na nádobu (g)

x axis: number of aphids n_2

y axis: kernel-weight per pot (g)

Hnojení — Fertilizing:

○ NF ● NPK △ NPMg ▲ NPKMg

na čáslavské a lukavecké zemině (obr. 4). V souladu s tím vzrostla hladina negativní korelace mezi stupněm napadení rostlin a výnosem ječmene při vyřazení varianty NPKMg u obou zemin z $P < 0,1$ na $P < 0,01$.

Odlišnou reakci rostlin vůči mšicím, podmíněnou variantou hnojení, dokumentuje i porovnání statistických rozdílů ve výnosu ječmene s rozdíly v četnosti mšic na rostlinách (tab. IV). Dodání K k variantě NK bylo u všech tří zemín provázáno statisticky významným vzrůstem

IV. Statistická významnost rozdílů v hmotnosti obílek na nádobu (výnos, horní část tabulky) a v reprodukci *R. padi* (RP, spodní část tabulky) mezi jednotlivými variantami hnojení (t -test) — Statistical significance of differences in kernel weight per pot (yield, upper part of the table) and in *R. padi* reproduction (RP, lower part of the table) between individual treatments (t -test)

	RP	Výnos			
		NP	NPK	NPMg	NPKMg
Čáslav	NP	●	++	—	++
	NPK	++	●	++	+
	NPMg	—	++	●	++
	NPKMg	—	+	—	●
Lukavec	NP	●	++	—	++
	NPK	++	●	++	—
	NPMg	++	++	●	++
	NPKMg	—	++	++	●
Ruzyně	NP	●	++	—	++
	NPK	+	●	++	—
	NPMg	—	++	●	++
	NPKMg	—	—	+	●

++ $P < 0,01$

+ $P < 0,05$

— $P > 0,1$

výnosu a jemu odpovídajícím poklesem počtu mšic na odnož. Po aplikaci Mg počet mšic na rostlinách vzrostl (u zeminy z Lukavce průkazně $P < 0,01$), aniž by však došlo ke snížení výnosu (obr. 1, 2, 3). Totéž se projevilo u varianty NPKMg. Rostliny pěstované na této variantě poskytly vyšší výnos než na variantě NPK (u čáslavské zeminy průkazně $P < 0,05$) i při podstatně vyšším stupni napadení (čáslavská a lukavecká zemina na hladině $P < 0,05$ a $P < 0,01$). Z toho usuzujeme, že ve vztahu k mšicím vyvolala zvýšená hladina draslíku (ruzyňská zemina, varianta NPK, NPKMg) v rostlinách změny, vedoucí k potlačení jejich reprodukce. Dodáním Mg na variantách NPMg a NPKMg se u všech zemín staly rostliny vhodnější pro mšice, ale současně se zvýšila i schopnost rostlin kompenzovat ztráty způsobené infestací.

DISKUSE

Výsledky nádobového pokusu potvrdily vliv různé aplikace základních živin na sledované výnosové charakteristiky jarního ječmene. V souladu s literárními údaji (Mengel, Kirkby, 1979) byl prokázán pozitivní vliv K, a to jak při jeho dostatečné zásobě (ruzyňská zemina), tak po jeho aplikaci (varianta NPK, NPKMg). Nejvyšší výnos poskytly u všech tří použitých zemín (Čáslav, Lukavec, Ruzyně) rostliny pěstované na variantě NPKMg. Příznivý vliv Mg na rostliny je dokumentován mnoha pracemi a je přičítán funkci Mg nejen v chlorofylové molekule (asi 15 až 20 % Mg), ale především funkci kofaktoru téměř všech enzymů, aktivujícího fosforylační procesy. Nespecifický aktivační účinek Mg byl ovšem prokázán i u řady dalších enzymatických reakcí (Mengel, Kirkby, 1979).

U všech dosažených výsledků bylo však třeba počítat se ztrátami vyvolanými spontánním náletem mšice střemchové na rostliny na počátku F 6 dle Feekese. Je známo, že tento druh obilní mšice preferuje při výběru hostitele ječmen a oves a působí ztráty nejen na sklizni, ale i na kvalitě zrna (Vickerman, Wratten, 1979). Analýza účinků této mšice na rostliny ječmene prokázala pokles sušiny, listové plochy, počtu odnoží a listů v infestovaných rostlinách (Mallott, Davy, 1987). V našich pokusech jsme ověřili, že se negativní vliv mšic na rostliny projevil na všech výnosových složkách, ale v různém rozsahu, v závislosti na použité zemině a variantě hnojení. Vzhledem k tomu, že údaje o chování *R. padi* na obilninách ve vztahu k hnojení jsou dosud velmi sporadické, využili jsme příležitosti, která se nám díky přirozenému napadení rostlin mšicemi naskytla, k získání nových informací v tomto směru.

Nejvyšší stupeň napadení jsme zjistili na rostlinách pěstovaných při nedostatku K (čáslavská zemina, varianty NP a NPMg). Hluboký deficit K u rostlin z této zeminy dokládají výsledky našich dřívějších pokusů (Smetánková, 1985). Jednou z příčin vyššího napadení mohla být zvýšená hladina volných aminokyselin v rostlinách, která je průvodním znakem deficiencie K, jako důsledek omezení syntézy bílkovin (Bergmann, 1983). Kvalitativní a kvantitativní zastoupení aminokyselin ve floemu hostitele má v reprodukci *R. padi* významnou úlohu (Weibull, 1987). Nejpomaleji se mšice na ječmeni množily v ruzyňské zemině s vysokým obsahem K a P a na variantě

NPK. Negativní vliv K a P na rozvoj mšic prokázal Baran (1972). Salasová et al. (1990) zjistili, že dodání KNO_3 vyvolalo průkazné snížení reprodukce mšic, které ovšem přičítá pouze vlivu iontů NO_3^- . Je známo, že K pozitivně ovlivňuje vodní režim rostlin (Mengel, Kirby, 1980). Rostliny z ruzyňské zeminy nejlépe zásobené K byly po celou dobu vegetace nejvitálnější, zatímco rostliny ze zeminy s deficitem K (čáslavská zemina) byly zavadlé, což je typický příznak nedostatku K. Je možné, že relativně nižší hladina volných aminokyselin v turgescentních pletivech rostlin dobře zásobených K byla příčinou nižší reprodukce mšic v porovnání s jejich množivostí na rostlinách pěstovaných při deficienci K.

Zajímavé je, že na rostlinách s dodaným Mg byla zaznamenána vyšší reprodukce mšic. Jak uvádí Plumb (1977), zvýšila aplikace MgSO_4 vnímavost ječmene pro BYD virus a pravděpodobně i pro mšice. V našich pokusech byl Mg dodán formou postřiku na list. Za těchto podmínek mohly být v rostlinách vyvolány krátkodobé metabolické změny, působící ve prospěch reprodukce mšic. Podstatně významnější však bylo, že aplikace Mg zvýšila kompenzační schopnost rostlin, takže vyšší stupeň napadení rostlin se na výnosových charakteristikách neprojevil. Zatím nelze posoudit, zda šlo v našem případě pouze o nespecifické zvýšení kompenzačních schopností rostlin po aplikaci Mg či o zvýšení tolerance rostlin vůči mšicím; informace v tomto směru zcela chybějí.

Získané výsledky ukazují, že bude třeba věnovat možnostem kořekce výživného stavu obilnin ve vztahu k napadení mšicemi daleko více pozornosti než dosud, protože škodlivost mšic na obilninách je v posledních letech vážným celoevropským problémem. Kromě toho cílená agrotechnika vycházející ze znalosti výživy hostitele ve vztahu k patogenu představuje spolu s dalšími praktikami (rezistence a biologický boj se škůdci) důležitý prostředek pro snížení chemické ochrany proti škůdcům (Kogan, 1982), ale i možnost redukce chorob (Huber, Arny, 1985) v integrovaném systému výživy rostlin.

Literatura

- BAIER, J.: K výzkumu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostl. Vyr., 9, 1963, č. 3, s. 271-286.
- BARAN, M.: Vplyv fosforečných a draselných hnojiv na populačnú dynamiku vošky *Sitobion avenae* (Fabr.). Biológia, 27, 1972, s. 129-139.
- BERGMANN, W.: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, 1983.
- HANISCH, H. CH.: Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlich hoher Stickstoffdüngung zu Weizen auf die Populationsentwicklung von Getreideblattläusen. Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz, 87, 1980, s. 546-556.
- HANISCH, N. CH.: Zum Einfluss von Natronwasserglass auf die Populationsentwicklung von Blattläusen an Weizen mit unterschiedlich hoher Stickstoffdüngung. Z. angew. Ent., 91, 1981, s. 138-149.
- HINZ, B.: Schadwirkung der Traubenkirschenblattlaus, *Rhopalosiphum padi* (L.), an Winter- und Sommertriticale. Nachr.-Bl. Pfl.-Schutzdienst DDR, 43, 1989, s. 168-169.
- HONĚK, A.: Nitrogen fertilization and abundance of cereal aphids *Metolophium dirhodum* and *Sitobion avenae* (Hom. Aphididae). Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz (v tisku).
- HUBER, D. M. — ARNY, D. C.: Interactions of potassium with plant diseases. In: MUNSON, R. D. (ed.): Potassium in agriculture. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA, 1985, s. 467-488.

- KIRÁLY, Z.: Plant disease resistance as influenced by biochemical effects of nutrients in fertilizers. In: 12th Coll. IKI, Proc., Fertilizer use and plant health, Izmir, 1976, s. 33-46.
- KOGAN, M.: Plant resistance in pest management. In: METCALF, R. L. — LUCK-MANN, W. H. (eds): Introduction to insect pest management, New York, 1982, s. 93-134.
- KURPAA, S. — SUNDPAA, M.: Infestation and distribution of *Rhopalosiphum padi* (L.) on different varieties of barley and oats, effect of nitrogen fertilization and chemical control. J. agric. Sci. (Finland), 62, 1990, s. 33-34.
- LEATHER, S. R. — DIXON, A. F. G.: Secondary host preferences and reproductive activity of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi*. Ann. appl. Biol., 101, 1982, s. 219-228.
- LEATHER, S. R. — WALTERS, K. F. A. — DIXON, A. F. G.: Factors determining the pest status of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae), in Europe: a study and review. Bull. ent. Res., 79, 1989, s. 345-360.
- MALLOTT, P. G. — DAVY, A. J.: Analysis of effects of the bird cherry oat aphid on the growth of barley: unrestricted infestation. New Phytol., 80, 1978, s. 209-218.
- MENGEL, K. — KIRKBY, E. A.: Principles of plant nutrition. Bern, IKI 1979, s. 411-423.
- MENGEL, K. — KIRKBY, E. A.: Potassium in crop production. Adv. Agron., 33, 1980, s. 59-110.
- PLUMB, R. T.: Aphids and virus control on cereals. Proc. Brit Crop Protect. Conf. Pest and Diseases, 3, 1977, s. 903-913.
- ROCHOW, W. F.: The barley yellow dwarf virus disease of small grains. Adv. Agron., 13, 1961, s. 217-248.
- SALAS, M. L. — CORCUERA, L. J. — ARGANDONA, V. H.: Effect of potassium nitrate on gramine content and resistance of barley against the aphid *Schizaphis graminum*. Phytochemistry, 29, 1990, s. 3789-3791.
- SMETÁNKOVÁ, M.: Diagnostika zásobenosti jarního ječmene draslíkem v průběhu vegetace. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 4, s. 431-446.
- VEREIJKEN, P. H.: Feeding and multiplication of three cereal aphid species and their effect on yield of winter wheat. Wageningen, PUDOC 1979, 58 s.
- VICKERMAN, G. P. — WRATTEN, S. D.: The biology and pest status of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) in Europe: a review. Bull. ent. Res., 69, 1979, s. 1-32.
- WEIBULL, J.: Seasonal changes in the free amino acids of oat and barley phloem sap in relation to plant growth stage and growth of *Rhopalosiphum padi*. Ann. appl. Biol., 111, 1987, s. 729-737.

Došlo 11. 3. 1991

H. HAVLÍČKOVÁ, M. SMETÁNKOVÁ (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně):

The relationship of spring barley output and infestation with aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) to the conditions of nutritions.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 827-835.

A pot experiment was established to study the effect of different K and Mg fertilization on yield characteristics of the Zenit spring barley. Three types of soils differing by nutrient supply were used. During the experiment a spontaneous infestation of the aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) was observed and used for evaluation of the effect of nutrient conditions on aphid behaviour and response of plants to infestation. The highest values of yield characteristics (1000-kernel weight, number of productive tillers — spikes, kernel-weight per pot) were recorded in barley cultivated on the Ruzyně soil containing the highest amount of potassium and on the NPKMg treatments. When the plants were not sufficiently supplied with K (the Čáslav soil and NP, NPMg treatments), the degree of aphid infestation was significantly higher than in sufficient K supply (the Ruzyně soil, NPK, NPKMg treatments). Mg application increased an acceptability of plants for aphids but at the same time also the ability of plants to compensate the losses caused by infestation increased.

ŽIVOTNÍ JUBILEUM ING. JOSEFA SLEPIČKY, CSc.



Dne 22. 9. 1991 oslavil své významné životní jubileum ing. Josef Slepíčka, CSc., bývalý dlouholetý člen redakční rady časopisu Rostlinná výroba.

Narodil se 22. 9. 1921 v Bakově nad Jizerou. Po studiu na reálce a abiturientském kursu při Vyšší hospodářské škole v Poděbradech absolvoval po skončení druhé světové války Vysokou školu zemědělského a lesního inženýrství v Praze. Poté nastoupil na místo množitelského referenta u podniku Selekt, později Oseva.

V roce 1954 přešel do Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze - Ruzyni, kde se jako pracovník oddělení agrotechniky podílel na řešení problematiky krycích plodin jetelovin a zpracování půdy. Ing. Josef Slepíčka, CSc., se roz-

hodujícím způsobem zasloužil o založení a vybudování výzkumné stanice ÚÚRV pro závlahy v Tišicích u Mělníka. Získané výsledky o účinnosti stupňovaných závlahových dávek k různým polním plodinám a zeleninám byly využity při projektování závlah v povodí Vltavy a v závlahářské praxi na lehkých písčitých půdách zmíněné oblasti. Výsledky tohoto výzkumu ing. Josef Slepíčka, CSc., zpracoval do kandidátské disertační práce, kterou úspěšně obhájil v roce 1968.

V roce 1963 byl vzhledem ke svým praktickým výzkumným zkušenostem vybrán na tehdejší ministerstvo zemědělství, kde působil do roku 1967. V tomto roce přešel do tehdejšího Výzkumného ústavu meliorací v Praze - Zbraslavi, kde se zaměřil na řešení problematiky životního prostředí, především na kvalitu podzemních vod. V této oblasti dosáhl řady originálních výsledků, které publikoval ve vědeckém časopise Rostlinná výroba. Jeho práce jsou dodnes ve vědeckých kruzích dobře známy a oceňovány a citovány jako jedny z prvních v tomto směru u nás.

Ing. Josef Slepíčka, CSc., se odborně podílel na práci dřívější vědecko-technické společnosti v rámci komisi Československé akademie zemědělské a od roku 1963 po dlouhou řadu let v redakční radě našeho vědeckého časopisu.

Do dalších let přejeme ing. Josefu Slepíčkovi, CSc., pevné zdraví a mnoho osobní spokojenosti.

Doc. ing. František Vrkoč, DrSc.

PRODUKČNÍ SCHOPNOST DOČASNÝCH TRAVNÍCH POROSTŮ S VYŠŠÍM PODÍLEM JETELOVIN V RŮZNÝCH STANOVIŠTNÍCH PODMÍNKÁCH

Miroslav Bukvaj

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

V období 1984 až 1988 byla zkoumána v provozních podmínkách na 47 zemědělských podnicích v bramborářské, podhorské a horské výrobní oblasti produkční schopnost tří pastevních a tří lučních směsí s vyšším podílem jetelelovin na ploše 3400 ha. Leguminózní složku tvořil v pastevních směších jetel plazivý (odrůda Huia z Nového Zélandu) v množství 3 až 4 kg .ha⁻¹. V lučních směších byly jetelelovin zastoupeny jetelem lučním (odrůda Kvar-ta) s doplněním jetele plazivého a zvrhlého. Průměrný výnos sušiny z pokusných ploch dosáhl 7,02 t .ha⁻¹, z toho u pastevních směsí 6,93 t .ha⁻¹ a u lučních směsí 7,11 t .ha⁻¹. Podíl jetelelovin u všech směsí dosáhl v průměru sledovaných let kolem 20 % s rozpětím 15 až 45 %. Vyšlechtěné odrůdy jetelelovin, zejména jetel plazivý Huia jako rozhodující leguminóza, poskytly vysoké výnosy píce bez ohledu na výrobní oblast. Z travních porostů ustupovaly na plochách, kde bylo vyneseno podorníčí s nízkou biologickou činností, a na pozemcích se silně kyselou půdní reakcí (pod pH 5.0). Vlivem činnosti rhizobiálních bakterií jetelelovin bylo možno podstatně snížit dávku dusíku v průmyslových hnojivech, což dokumentuje průměrná výše u všech směsí 105,4 kg .ha⁻¹. Z dosažených výnosů sušiny a úrovně hnojení dusíkem vyplývá, že jetelelovin obohatily půdu dusíkem o 80 až 100 kg .ha⁻¹.

Pro zakládání dočasných travních porostů na obnovených plochách je třeba používat kvalitní luční a pastevní směsi s vyšším podílem jetelelovin. Uvedený systém zajišťuje dosahování vysokých výnosů kvalitní píce a současně podstatné snižování dávek dusíku. To je v souladu s ekonomickými i ekologickými požadavky zemědělských podniků i celé společnosti.

Z leguminóz je rozhodující jetel plazivý střednělistého typu (forma *Hollandicum*), který se vyznačuje silnou konkurenční schopností, vysokou produktivností a vytrvalostí ve srovnání s malolistými typy (Bukvaj, 1985). Rais (1990) prokázal, že při zastoupení jetele plazivého v pastevním porostu nad 20 % činí optimální dávka dusíku 100 kg .ha⁻¹. Rhizobiální bakterie fixují zároveň 100 kg vzdušného dusíku na 1 ha. Zvýšení dávky dusíku na 200 kg .ha⁻¹ se neprojevovalo ve vyšším výnosu sušiny.

Frame, Boyd (1987) dosáhli v pokusech ve Skotsku z porostů složených z jílku vytrvalého a jetele plazivého průměrného výnosu sušiny bez dusíkatého hnojení 7,08 t .ha⁻¹ a při dávce dusíku 75 kg .ha⁻¹ činil výnos 8,19 t .ha⁻¹. Při porovnávání produkční schopnosti travních směsí s jetelem lučním nebo jetelem plazivým za tříleté období zjistil Kašper (1987), že jeteletravní směsi bez dusíkatého hnojení poskytly téměř stejné výnosy sušiny a vyšší výnosy dusíka-

tých látek jako čisté travní porosty hnojené dávkou dusíku 120 kg . ha⁻¹.

Laidlaw, Frame (1988) dosáhli při uplatnění systému založeném na jeteli plazivém stejné nebo vyšší živočišné produkce než 80 % ve srovnání se systémem založeným na základě čistých travních porostů s vysokými dávkami dusíku. Při vyšších dávkách dusíku jetel plazivý z porostu ustupuje. Proto je nutno dávky dusíku během vegetace rozdělit a začít s hnojením až v letním období, a tím omezit konkurenční schopnost vzrůstných trav (Marriot, Rangeleya, 1982; Frame, 1984).

Zastoupení jetele plazivého kolísá v průběhu vegetačního období (Králavec, 1990). V sušším roce 1988 podíl jetele v pastevním porostu stoupal již od poloviny června až do konce září, jak při hnojení dusíkem v dávce 100 kg . ha⁻¹, tak zejména bez dusíkatého hnojení. Jetelová složka zajišťovala jak množství, tak zejména kvalitu píce, a tím zvyšovala i užítkovost zvířat.

Havelka (1990) prokázal, že jeteloviny vyseté ve směsi nebo přisěvané do porostů jsou významnou složkou, plnící vysokou produkční a ochrannou funkci. V infiltrované vodě pod složitější travní směsí s jetelovinami činil obsah NO₃⁻ 16,02 mg . l⁻¹ a pod neobhospodařovaným travním porostem 31,49 mg . l⁻¹.

MATERIÁL A METODA

Do provozního výzkumu produkční schopnosti dočasných travních porostů bylo zapojeno 47 zemědělských podniků v ČSR. Z toho bylo v bramborářské výrobní oblasti 33 podniků (70 %) a 14 podniků (30 %) bylo v podhorské a horské oblasti. V letech 1984 a 1985 bylo na uvedených podnicích založeno 3400 ha nových porostů rychloobnovou nebo se zařazením jednoročního polního období.

Před obnovou byly polointenzivní a extenzivní porosty povápněny na drn meliorační dávkou mletého vápence v dávce 6 až 7 t . ha⁻¹. Před založením nových travních porostů byly pozemky vyhnojeny těmito dávkami živin v průmyslových hnojivech: fosforu 66 až 74,8 kg . ha⁻¹; draslíku 88 až 123,2 kg . ha⁻¹; dusíku 50 kg . ha⁻¹.

V užítkových letech byly stanoveny dávky dusíku v ledku amon-ném s vápencem na 1 ha takto: rané směsi v dávce 100 až 140 kg . ha⁻¹, polopozdní a pozdní směsi v dávce 70 až 115 kg . ha⁻¹.

Vysety byly pastevní směsi (1 — raná, 2 — polopozdní, 3 — pozdní) a luční směsi (4 — ranější, 5 — polopozdní, 6 — dlouhodobá).

Nosnými travami v raných směsích (1 a 4) byla srha říznáčka (40 až 50 %). V polopozdních a pozdních směsích byly nosnými travními složkami kostřava luční (14 až 30 %) a bojínka luční (17 až 24 %). V luční směsi pro zvlášť vlhké podmínky (6) byly nosnými travami psárka luční (14 %) a lesknice rákosovitá (22 %). Spodní patro travních směsí tvořila lipnice luční (8 až 12 %), kostřava červená (9 až 19 %), v menším rozsahu trojštět žlutavý (10 %) a psíneček bílý (6 %).

Leguminózní složku tvořil v pastevních směsích jetel plazivý (odrůda Huia z Nového Zélandu) v množství 3 až 4 kg . ha⁻¹. V lučních směsích byly jeteloviny zastoupeny jetelem lučním (odrůda Kvarta)

I. Souhrnné vyhodnocení produktivnosti travních směsí s vyšším podílem jetelovin (1984 až 1988) — Summarized evaluation of productivity of grass mixtures with higher proportion of clover crops (1984 to 1988)

Druh směsi ¹		1984		1985		1986		1987		1988		Průměr ⁹	
		výnos sušiny ¹⁰ (t. ha ⁻¹)	dávka N ¹¹ (kg. ha ⁻¹)	výnos sušiny (t. ha ⁻¹)	dávka N (kg. ha ⁻¹)	výnos sušiny (t. ha ⁻¹)	dávka N (kg. ha ⁻¹)	výnos sušiny (t. ha ⁻¹)	dávka N (kg. ha ⁻¹)	výnos sušiny (t. ha ⁻¹)	dávka N (kg. ha ⁻¹)	výnos sušiny (t. ha ⁻¹)	dávka N (kg. ha ⁻¹)
Pastevní směsi ²	1 — raná ⁴	4,43	109,0	6,79	95,1	7,45	108,6	7,33	110,1	6,69	113,0	6,86	102,4
	2 — polopozdní ⁵	4,62	100,0	6,31	103,5	7,40	115,8	7,47	107,5	6,65	120,3	6,93	111,0
	3 — pozdní ⁶	4,63	100,8	6,53	92,9	7,27	113,9	7,47	111,5	6,90	112,8	7,01	105,5
Luční směsi ³	4 — ranější ⁷	5,54	90,3	7,98	110,4	8,32	110,2	8,51	108,8	7,03	118,8	7,55	107,1
	5 — polopozdní	5,16	75,1	7,11	92,8	7,39	119,8	7,51	110,2	6,88	115,0	7,06	103,8
	6 — dlouhodobá ⁸	3,98	67,3	6,80	108,3	7,41	114,6	7,58	111,3	6,73	118,0	6,71	102,5
Průměr ⁹		4,73	90,5	6,92	100,5	7,54	113,8	7,64	109,9	6,81	116,3	7,02	105,4

¹kind of mixture, ²pasture mixtures, ³meadow mixtures, ⁴early, ⁵semi-late, ⁶late, ⁷earlier, ⁸long-term, ⁹average, ¹⁰dry matter yield, ¹¹N rate

s doplněním jetele plazivého. Do luční směsi pro vlhké podmínky (6) byl zařazen jetel zvrhlý a jetel plazivý.

Výnosy zelené píce byly zjišťovány ze tří sklizní u luk a z pěti sklizní u pastvin. Z odebraných vzorků byla zjišťována sušina a obsah živin. Botanické složení jednotlivých směsí v členění na trávy, jetelc-viny a byliny bylo hodnoceno metodou projektivní dominance po druhé sklizni.

VÝSLEDKY

Pastevní směsi poskytly průměrný výnos sušiny $6,93 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. I). Nižší průměrný výnos byl zjištěn u směsí 1 se srhou říznačkovou jako nosnou trávou. Směsi 2 a 3 jsou výnosově vyrovnané. Nejvyšší výnosy byly dosaženy ve druhém a třetím užitkovém roce, ve kterých všechny směsi překonaly hranici $7,0 \text{ t}$ sušiny z 1 ha . Doklad o výnosnosti srhové směsi potvrdilo ZD Český Dub, okres Liberec, kde na ploše 5 ha činil průměrný výnos sušiny $9,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Průměrná dávka dusíku byla vyšší ($120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Jetel plazivý se udržel v zastoupení v průměru 34% .

Vysoká produktivnost u pastevních směsí byla rovněž prokázána na ŠS Šumperk. U směsí 2 byl dosažen na ploše 22 ha průměrný výnos $7,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při vysokém podílu jetele plazivého (průměr čtyř let 32%) a průměrné dávce dusíku $109,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Směs 3 poskytla na ploše 25 ha průměrný výnos sušiny $8,06 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při průměrném zastoupení jetele plazivého 30% a průměrné dávce dusíku $109,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vysoké výnosy byly dosaženy v ZD Polička, okres Svitavy, neboť na 60 ha sklídili v průměru $9,18 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušiny při 23% podílu jetele plazivého o průměrné dávce dusíku $103,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Podíl jetelovin se pohyboval v průměru u všech pastevních směsí za sledované období kolem 20% . Největší zastoupení jetelovin bylo zjištěno u směsí 3, kde činilo v druhém užitkovém roce $29,3\%$. Zdůvodnění spočívá jak ve vyšším výsevním množství ($4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) jetele plazivého, tak ve správném využívání. Příkladem může být pastvina Zbirohy v ZD Hybrálec, okres Jihlava, kde při intenzivní pastvě se pohyboval podíl jetele plazivého v rozmezí 39 až 45% .

Byliny byly reprezentovány hlavně velkolistými šfovíky, smetánkou, kokoškou pastuší tobolečkou, jitrocelem a dalšími pleveli. Jejich podíl postupně vzrůstal v závislosti s horším ošetřováním pastvin a dosáhl v roce 1988 rozsahu $8,4$ až $11,9\%$.

Dávky dusíku v průmyslových hnojivech mohly být s ohledem na podíl jetelovin v pastevních porostech sníženy a pohybovaly se v průměru v rozmezí $92,9$ až $115,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. S ústupem jetelovin z porostů byly dávky postupně zvyšovány od 75 do $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Luční směsi poskytly průměrný výnos sušiny $7,11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. I). Nejvyšší průměrný výnos poskytla směs 4 s nosnou trávou srhou říznačkou, a sice $7,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušiny. Její vysokou produktivnost potvrdila sklizeň v ZD Jistebnice, okres Tábor, která činila na ploše 24 ha v průměru $10,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušiny při průměrné dávce dusíku $106,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a podílu jetelovin $22,7\%$. Vysokých výnosů u této směsi bylo dosaženo rovněž v ZD Čestice, okres Rychnov nad Kněžnou, kde

na ploše 95 ha činil průměrný výnos sušiny 8,08 t.ha⁻¹ s rozmezím 6,5 až 9,6 t.ha⁻¹ při průměrné dávce dusíku 118 kg.ha⁻¹.

Luční směs 5 s nosnou trávou bojínkem lučním, doplněná ovsíkem vyvýšeným a srhou říznačkou poskytla vysoké výnosy sušiny. Příkladem může být ZD Malšice, okres Tábor, kde na ploše 53,2 ha bylo dosaženo průměrného výnosu 8,34 t.ha⁻¹ sušiny s rozmezím 7,32 až 13,85 t.ha⁻¹ při průměrné dávce dusíku 103,1 kg.ha⁻¹.

Směs 6 s nosnými travními komponenty psárkou luční a lesknicí rákosovitou poskytla na sledovaných plochách nejnižší průměrný výnos sušiny 6,71 t.ha⁻¹ s rozmezím 6,37 až 7,58 t.ha⁻¹ v užitkových letech. Tato směs, vhodná do vlhčích poloh (údolní louky), poskytla v ZD Čestice, okres Rychnov nad Kněžnou, z plochy 115 ha průměrný výnos 8,52 t.ha⁻¹ sušiny při dávce dusíku 118 kg.ha⁻¹. Na obnovené ploše OP Šumava, OZ Volary byl v nivní poloze Vltavy dosažen na ploše 113 ha průměrný výnos sušiny v užitkových letech 7,30 t.ha⁻¹ při dávce dusíku 120 kg.ha⁻¹, což je na tvrdé horské podmínky úspěch. Rovněž luční směsi založené v podhorské a horské oblasti OP Karlovy Vary, OZ Sedlec na ploše 128,5 ha poskytly průměrný výnos sušiny 6,88 t.ha⁻¹ s rozmezím 4,8 až 11,24 t.ha⁻¹ při průměrné dávce dusíku 114 kg.ha⁻¹. Sklizená píce měla vysokou kvalitu, protože průměrné zastoupení jetelovin bylo 33% s rozmezím 22 až 49 %, což potvrdily chemické rozborů.

Jeteloviny zaujímaly v lučních směsích v průměru kolem 20 % plošných. Největší podíl jetelovin byl ve směsi 4 (v průměru 21,3 %) vlivem vysokého výsevního množství (6 kg jetele lučního a 2 kg jetele plazivého na 1 ha). Po ústupu jetele lučního kleslo zastoupení jetelovin z 25,4 % na 16,8 %.

Správnost zařazení jetele zvrhlého do luční směsi 6 v množství 4 kg.ha⁻¹ pro vlhké podmínky byla potvrzena na OP Šumava a OZ Volary. Na ploše 83 ha založené v roce 1985 činil podíl jetelovin v prvním užitkovém roce 40 %, ve druhém užitkovém roce 30 % a ve třetím užitkovém roce klesl na 15 %, což je v souladu s vytrvalostí jetele zvrhlého. Uvedené vysoké zastoupení jetele významně zlepšilo kvalitu sklizené píce.

Byliny v obnovených lučních porostech byly zastoupeny méně než v pastevních porostech, a sice v rozmezí 5,3 až 9,1 %. Kromě velkolistých šťovíků a smetánky byly v porostech regenerující pryskyřníky a rdesna.

Dávky dusíku v průmyslových hnojivech se pohybovaly v průměru v rozmezí 90,3 až 118,8 kg.ha⁻¹. Rychlejší ústup jetelovin z lučních porostů, ovlivněný menší vytrvalostí jetele lučního a jetele zvrhlého, byl provázen zvyšováním dávek dusíku od 80 do 150 kg.ha⁻¹. Hnojení fosforečnými hnojivy u pastevních i lučních směsí se pohybovalo v průměru od 29,9 do 33,2 kg.ha⁻¹ ročně. Při zakládání byly aplikovány zásobní dávky na dva roky. Dávky draselných hnojiv byly nižší u pastevních směsí (53,6 až 57,7 kg.ha⁻¹) v souladu s požadavky pasených zvířat. Na lučních porostech se pohybovaly dávky draslíku v průměru od 58,5 do 68,9 kg.ha⁻¹.

II. Kvalita pastevní a luční píce (průměr sklizní jednotlivých směsí v letech 1985 až 1987 v procentech sušiny) — Quality of pasture and meadow herbage (average for harvests of different mixtures in the years 1985 to 1987 in percent of dry matter)

	Pastevní směs ¹	Luční směs ²
NL ³	17,16	17,41
SNL ⁴	11,57	12,32
Vláknina ⁵	27,72	27,84
Tuk ⁶	3,68	3,95
Popel ⁷	8,07	7,16
BNLV ⁸	42,76	41,82
ŠJ ⁹	57,10	58,82
K	2,90	2,61
Ca	0,72	0,63
P	0,30	0,32
Mg	0,170	0,128
Na	0,026	0,021

Makroprvky¹⁰ v g.kg⁻¹

¹pasture mixtures, ²meadow mixtures, ³crude protein, ⁴digestible crude protein, ⁵fibre, ⁶fat, ⁷ashes, ⁸nitrogen-free extract, ⁹starch units, ¹⁰macroelements

Zhodnocení kvality píce

Vyšší podíl jetelovin v pastevních a lučních porostech významně ovlivnil kvalitu píce. Proto byly na většině zemědělských podniků odebrány vzorky z jednotlivých pastevních cyklů a sklizní. Jako příklad je uveden výsledek chemických rozborů pastevní a luční píce z ploch OP Šumava, OZ Volary. Vzorky byly odebrány z každé sklizně v letech 1985 až 1987 a výsledné hodnoty v procentech vyjadřují průměr všech sklizní jednotlivých směsí ve 100% sušině (tab. II). Chemické rozboru potvrdily vysokou krmnou hodnotu sklizené píce, která se projevila i v užítkovosti zvířat.

Na OZ Volary bylo hodnoceno 40 ha pastvin a 113 ha luk. Podíl jetelovin v porostech činil v průměru užítkových let u pastvin 29,6 % a u luk 24,6 %. Produkci živin z 1 ha při průměrném výnosu sušiny v užítkových letech na pastvinách 9,02 t.ha⁻¹ a na loukách 7,30 t.

III. Produkce živin (t.ha⁻¹) na pastvinách a loukách s vyšším podílem jetelovin a při snížených dávkách dusíkatého hnojení — Nutrient production (t per ha) on pastures and meadows containing higher proportion of clover crops and at reduced nitrogen application rates

	Pastviny ¹	Louky ²
NL ³	1,548	1,271
SNL ⁴	1,044	0,899
ŠJ ⁵	5 150	4 294

¹pastures, ²meadows, ³crude protein, ⁴digestible crude protein, ⁵starch units

.ha⁻¹ uvádí tab. III. Uvedené hodnoty dokumentují vysokou produktivnost dočasných pastvin a luk s vyšším podílem jetelovin při snížení dávek dusíku v průmyslových hnojivech, které činily v průměru 116 kg .ha⁻¹.

DISKUSE

V provozním výzkumu produkční schopnosti pastevních a lučních směsí s vyšším podílem jetelovin v bramborářské, podhorské a horské výrobní oblasti bylo dosaženo průměrného výnosu sušiny 7,02 t .ha⁻¹ při dávce N+PK 105,4 kg .ha⁻¹. Frame, Boyd (1987) dosáhli ve Skotsku u směsí jílku vytrvalého s jetelem plazivým vyššího výnosu sušiny (8,19 t .ha⁻¹) při nižší úrovni dusíkaté výživy. To je v souladu s tamějšími lepšími přírodními podmínkami, zejména vyššími a pravidelnými srážkami. Kašper (1987) sklídl z tříletých jeteletravních směsí hnojených dávkou dusíku 120 kg .ha⁻¹ 7,9 až 8,5 t .ha⁻¹ sušiny. Rais (1990) považuje pro pastevní porosty s podílem jetelovin nad 20 % za optimální dávku dusíku 100 kg .ha⁻¹. S tím korespondují i naše výsledky, neboť zastoupení jetelovin v pastevních a lučních směsích se pohybovalo kolem 20 % s rozpětím 15 až 45 %.

Vyšlechtěné odrůdy jetelovin vyžadují humózní půdy zásobené všemi živinami a časté sklizení pastvou nebo sečí (Rais, 1990). V našich pokusech byla prokázána vysoká produktivnost a vytrvalost jetele plazivého odrůdy Huia jako rozhodující leguminózy ve všech zkoumaných výrobních oblastech. Z travních porostů však ustupoval na plochách s vneseným podorničím, které má nízký obsah humusu a redukovanou biologickou činnost. Podíl jetele plazivého se prudce snižoval na půdách se silně kyselou reakcí (pod pH 5,0). Jeteloviny v travních porostech výrazně zlepšovaly kvalitu sklizené píce, jak prokázaly chemické rozbory, i vliv na zvyšování přírůstků pasených zvířat, což potvrdil Královec (1990).

Z dosažených výnosů vyplývá, že při dodržení řádné prátotechniky u jetelových porostů obohatily rhizobiální bakterie jetelovin 1 ha půdy o 80 až 100 kg dusíku a o toto množství bylo možno snížit dávky dusíku v průmyslových hnojivech. Shodné nebo podobné závěry vyslovili Frame, Boyd (1987), Kašper (1987), Rais (1990). Při fixaci 80 kg N .ha⁻¹ a průměrné ceně 1 kg čistých živin dusíku v LAV 10,60 Kčs činí úspora nákladů na hnojiva 848,00 Kčs na 1 ha. Vycházíme-li z předpokladu, že na výrobu 1 kg dusíku v průmyslových hnojivech je třeba 82,5 MJ, pak při fixaci 80 kg N .ha⁻¹ rhizobiálními bakteriemi jetelovin činí nepřímá úspora energie 6600 MJ na 1 ha.

Jeteloviny v lučních a pastevních směsích plní kromě produkční funkce významnou úlohu ochrannou pro čistotu podzemních vod, což prokázal Havelka (1990). Zvyšující se produkce kvalitní píce z travních porostů umožní současně snížit plochy víceletých píceňin bez podstatného vlivu na úrodnost půdy. Na této uvolněné ploše bude možno pěstovat ekonomicky výhodné tržní plodiny jak pro výživu obyvatelstva, tak pro výrobu krmných koncentrátů.

- BUKVAJ, M.: Intenzivní výroba krmiv na dočasných travních porostech s vyšším podílem jetelovin. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. agron. České Budějovice, Řada fyto techn., 2, 1985, č. 2.
- FRAME, J.: Factors affecting production from grass-white clover swards. Ann. Rep., W. Scotl. Agric. Coll., 1984.
- FRAME, J. — BOYD, A. G.: The effect of strategic use of fertilizer nitrogen in spring and or autumn on the productivity of perennial ryegrass white clover sward. Grass and Forage Sci., 1987.
- HAVELKA, F.: Ochranná a krajinářská funkce travních porostů. Systémy a zúrodnění drnového fondu a jeho exploatace. [Závěrečná zpráva.] Praha - Zbraslav, VÚZZP 1990.
- KASPER, J.: Produktivita datelinovin, trav a ich miešaniek. Úroda, 1987, č. 5.
- KRÁLOVEC, J.: Vliv využívání na přítomnost jetele plazivého v porostu a na půdní úrodnost. Systémy zúrodnění drnového fondu a jeho exploatace. [Závěrečná zpráva.] Praha - Zbraslav, VÚZZP 1990.
- LAIDLAW, A. S. — FRAME, J.: Maximising the use of the legume in grassland systems. In: Proc. 12th Gen. Meet. Europ. Grassl. Fed., Dublin, Ireland, 1988.
- MARRIOTT, C. — RANGELEYA: Nitrogen fixation and transfer by white clover. In: Hill Fm Res. Org. Penicuik, Scotland, Rep. 1982—1983.
- RAIS, I.: Vliv pastevní techniky na půdu porost a zvířata. Systémy zúrodnění drnového fondu a jeho exploatace. [Závěrečná zpráva.] Praha - Zbraslav, VÚZZP 1990.

Došlo 11. 3. 1991

M. BUKVAJ (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně):

Production capability of leys with higher proportion of clover crops in different site conditions.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 837-844.

In 1984—1988 in practical farming conditions on 47 farms in potato-, montane-, and submontane-growing region, the production ability of three herbage and three meadow mixtures with higher proportion of clover crops were studied in the area of 3,400 ha. Leguminous component in herbage mixtures was formed by white clover (the Huia variety of New Zealand) at a rate of 3 to 4 kg per ha. In meadow mixtures, clover crops were represented by mammoth red clover (the Kvarta variety) supplemented with white clover and alsike clover. An average dry matter yield from test sites amounted to 7.02 t per ha, 6.93 t per ha of it in pasture mixtures and 7.11 t per ha in meadow mixtures. The proportion of clover crops in all mixtures amounted to about 20 % in all mixtures on an average for the years under study, ranging from 15 to 45 %. The bred varieties of clover crops, namely Huia white clover as a decisive leguminous crop, provided high herbage yields with no respect to production region. They were withdrawing from areas where subsoil exhibited low biological activity and on the plots of strongly acid soil reaction (below pH value of 5.0). Owing to the activities of rhizobial bacteria of clover crops, it was possible to reduce significantly nitrogen application rate in commercial fertilizers what is demonstrated by an average yield in all mixtures amounting to 105.4 kg per ha. It follows from the results of dry matter yields obtained and nitrogen application rate that clover crops enriched the soil by 80 to 100 kg of N per ha.

ANALÝZA TVORBY VÝNOSŮ JARNÍHO JEČMENE V OBDOBÍ 1970 AŽ 1988 PŘI RŮZNÉ INTENZITĚ HNOJENÍ NA HNĚDÉ PŮDĚ

Jan Skala, František Křišťan, Václav Veleta

Výzkumná stanice rostlinné výroby, 394 26 Lukavec u Pacova

K analýze tvorby výnosů jarního ječmene byla využita téměř 20letá časová řada sledování jarních ječmenů (šest odrůd ve čtyřletých cyklech) v dlouhodobém výživářském polním pokusu. Zvyšující se výkonnost odrůd souvisela s vyšší hustotou porostů (až 1000 klasů na 1 m² a více) a intenzivnější tvorbou celkové fytomasy (až 13 t sušiny na 1 ha i více). U intenzivních odrůd posledních let (Zenit — výnosy zrna 7 t.ha⁻¹) byl zjištěn nejvyšší nárůst sušiny do fáze počátku květu (až 70 % sklizené fytomasy) s největšími meziodrůdovými diferencemi na nehnojených variantách. Těsný vztah výnosu zrna k produkci celkové fytomasy byl prokázán v souboru hodnot do 950 g.m⁻² sušiny zjištěné při sklizni a do 550 g.m⁻² sušiny na počátku květu. Vysoká intenzita hnojení dusíkem (120 kg.ha⁻¹), jakož i absence organominerálního hnojení působily v průměru let výrazný pokles sklizňového indexu.

Studiem formování produktivních porostů obilnin, výnosového potenciálu, schopností převádět vytvořené asimiláty do obilí a dynamikou tvorby jednotlivých výnosových prvků se zabývala řada autorů (např. Gierat, Kumelovská, 1977; Nátrová, Smoček, 1978; Petr et al., 1980; Přikryl et al., 1981; Burda et al., 1983).

Korelační vztahy mezi výnosem zrna obilnin, tvorbou a redukcí výnosových prvků, jakož i jejich kompenzaci studovali např. Kopecký (1985), Křen (1985), Berezkin et al. (1986), Krausko, Kulík (1986), Přikryl et al. (1986), Petr (1987) a další. O vlivu agrotechnických faktorů na úroveň výnosových prvků v konkrétních podmínkách (stanoviště, ročník) a jejich podílu na tvorbě výnosů obilnin referují např. Vrkoč (1981), Vrkoč et al. (1982), Kvěch et al. (1985) a další.

Příčiny nižší výnosové stability a nízkého využití výnosového potenciálu u jarních ječmenů shrnuje Kopecký (1986). Zhodnocení některých trendů v tvorbě výnosu jarního ječmene ve vztahu k intenzitě hnojení a postupné obměně odrůd v posledních 20 letech nám umožňují výsledky dlouhodobých výživářských polních pokusů (Baier, Jelínek, 1982; Smetánková, 1982).

MATERIÁL A METODA

Stacionární pokus byl založen na Výzkumné stanici rostlinné výroby VÚRV Praha-Ruzyně v Lukavci u Pacova v roce 1956. Pokusný pozemek se nachází v bramborářské oblasti (620 m n. m.). Průměrná

Označení ¹	Organické hnojení ²	Průmyslová hnojiva ⁴
21	0	0
11	hnůj ³	0
12	hnůj	PK
13	hnůj	N ₁ PK
14	hnůj	N ₂ PK
15	hnůj	N ₃ PK

Hnojení N podle odrůd⁵

Diamant, Diabas, Korál: N₁ = 20; N₂ = 40; N₃ = 60 kg. ha⁻¹.

Ametyst, Favorit, Zenit: N₁ = 40; N₂ = 80; N₃ = 120 kg. ha⁻¹.

¹marking, ²organic fertilizing, ³manure, ⁴commercial fertilizers, ⁵N-fertilizing according to varieties

roční teplota dosahuje 7,1 °C, průměrné roční srážky 672 mm. Půda je hnědá, písčitohlinitá s orničním profilem 15 až 20 cm.

Pokus byl založen na čtyřech honech, s 12 variantami hnojení, ve čtyřech opakováních. Velikost parcel je 8×8 m, sklizňových 5×5 m. Jarní ječmen následoval většinou po hnojem hnojených okopaninách. Průměrná roční dávka hnoje za 30 let dosáhla 9,0 t. ha⁻¹; vápenec byl aplikován buď k okopaninám na podzim, nebo k jarnímu ječmeni vždy v dávce 2 t. ha⁻¹. Výsevek jarního ječmene činil 4,5 mil. klíčivých semen na 1 ha. Meziřádková vzdálenost byla 12,5 cm. Schéma hnojení u jednotlivých variant uvádí tab. I.

Na každé variantě z každého opakování byly odebrány vzorky rostlin čtyřikrát během vegetace: počátek 5. listu (fáze dle F. 3), 1. kolénko (fáze dle F. 6), počátek květu (fáze dle F. 10.2) a při sklizni (fáze dle F. 11.4). Plocha odběru dílčího vzorku činila 0,5 m². U odebraných vzorků se zjišťoval počet rostlin, hmotnost sušiny a počet stébel. Dále se z každého opakování (a, b, c, d) odebralo před sklizní po 15 trsech rostlin (s kořeny), u kterých byla jednotlivě změřena délka stébel (včetně klasu).

VÝSLEDKY

Výnosy zrna, celkové sušiny fytomasy a sklizňový index

Výnosová úroveň zrna a celková produkce sušiny jarního ječmene v jednotlivých letech na variantě N₂PK je znázorněna na obr. 1. Výnosové difference mezi zařazenými odrůdami vyplynuly z jejich různé výkonnosti i vhodnosti pro dané stanovištní podmínky a dále pak i z aplikované intenzity hnojení dusíkem (Diamant, Diabas, Korál: N₂ = 40 kg N. ha⁻¹; Ametyst, Favorit, Zenit: N₂ = 80 N. ha⁻¹). Vyšší výnosy zrna (nad 6 t. ha⁻¹) jsou doprovázeny vysokou tvorbou celkové fytomasy (10 až 13 t sušiny i více na 1 ha), jak uvádí tab. II a obr. 2.

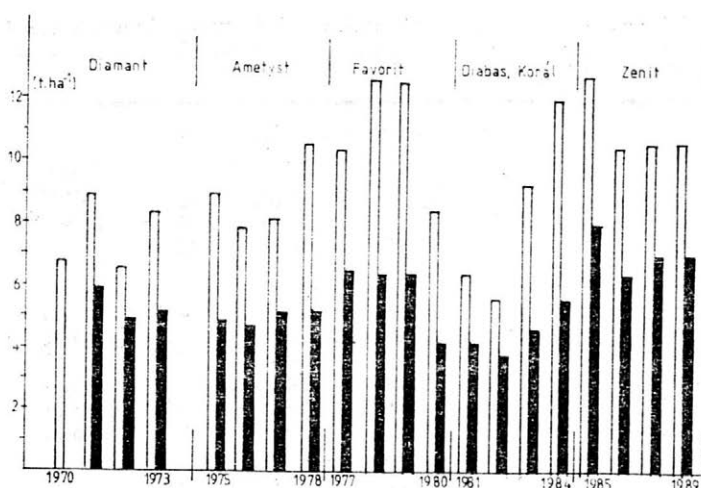
Nejvýraznější rozdíly v hodnotách sklizňového indexu mezi odrůdami jsou patrné na absolutně nehnojené variantě (tab. III). Ve srovnání s odrůdou Diamant zjišťujeme značný vzestup sklizňového indexu

II. Produkce fytomasy jarního ječmene ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ sušiny) v hlavních fázích růstu při různém hnojení (Lukavec, 1970 až 1988) — The phytomass output of spring barley at main growth stages at different fertilizing Lukavec (1970 to 1988)

Odrůda ¹ (rok) ²	Varianta ³	Růstová fáze (podle Feekese) ⁴				Výnos zrna ⁹ (t.ha ⁻¹)
		5. list ⁵ (3)	počátek sloupko- vání ⁶ (6)	počátek květu ⁷ (10.2)	plná zralost ⁸ (11.4)	
Diamant (1970–1973)	0	24	65	189	441	2,03
	Hn	35	98	275	538	3,41
	HnPK	39	124	265	557	3,52
	HnN ₁ PK	46	149	341	667	4,47
	HnN ₂ PK	50	161	382	776	5,28
	HnN ₃ PK	58	172	386	833	5,39
Ametyst (1975–1978)	0	28	77	197	323	1,83
	Hn	32	87	230	410	2,49
	HnPK	34	82	270	447	2,84
	HnN ₁ PK	40	134	371	734	4,51
	HnN ₂ PK	46	172	513	894	4,97
	HnN ₃ PK	47	189	582	935	4,88
Favorit (1977–1980)	0	20	68	246	382	1,42
	Hn	28	74	259	366	2,25
	HnPK	30	105	255	450	2,29
	HnN ₁ PK	49	142	459	902	4,55
	HnN ₂ PK	53	148	514	1114	5,90
	HnN ₃ PK	51	204	637	1146	6,45
Diabas (1981–1982)	0	37	70	235	320	1,96
	Hn	38	90	263	363	2,56
	HnPK	39	90	253	423	2,82
	HnN ₁ PK	51	121	312	606	3,70
	HnN ₂ PK	58	126	377	602	3,95
	HnN ₃ PK	58	141	396	688	4,63
Korál (1983–1984)	0	29	94	313	363	1,90
	Hn	29	94	384	513	2,71
	HnPK	34	107	342	560	3,04
	HnN ₁ PK	48	173	634	829	4,20
	HnN ₂ PK	58	207	671	1079	5,03
	HnN ₃ PK	47	234	751	1150	5,36
Zenit (1985–1988)	0	27	60	288	364	2,39
	Hn	37	73	343	527	3,70
	HnPK	45	96	382	616	4,42
	HnN ₁ PK	57	151	555	948	6,50
	HnN ₂ PK	64	157	759	1125	7,18
	HnN ₃ PK	68	178	735	1206	6,47

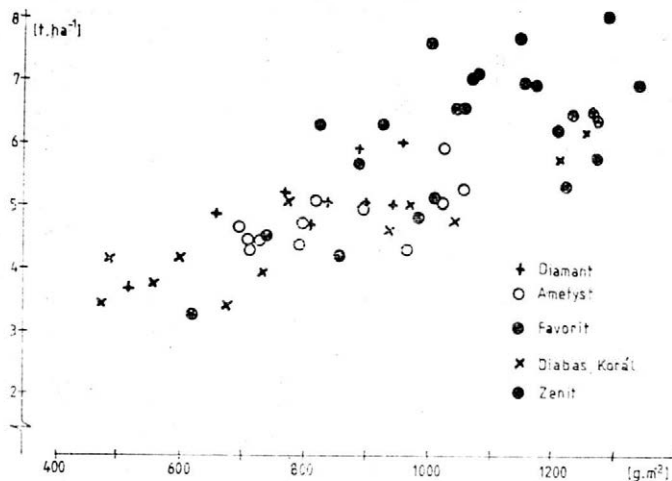
¹variety, ²(year), ³treatment, ⁴growth stage after Feekes, ⁵5th leaf, ⁶onset of shooting, ⁷onset of anthesis, ⁸full ripeness, ⁹grain yield

u následných odrůd. Odrůda Diamant se vyznačuje nejvyšším vzestupem hodnot sklizňového indexu vlivem hnojení. Vysoké výnosy zrna u poslední odrůdy Zenit (7 t.ha⁻¹) byly dosaženy při vysokých hodnotách sklizňového indexu, srovnatelných s odrůdou Diamant.



1. Výnosy zrna a produkce celkové sušiny fytomasy jarního ječmene (N₂PK, 1970 až 1988) — The grain yield and total dry matter output of spring barley phytomass (N₂PK, 1970 to 1988)

□ výnos celkové sušiny fytomasy — the yield of total phytomass dry matter
 ■ výnos zrna — grain yield
 osa x: rok — x axis: year
 osa y: výnos (t·ha⁻¹) — y axis: yield (t per ha)



2. Závislost výnosu zrna jarního ječmene na celkové produkci sušiny fytomasy (N₁ až N₃+PK) — The dependence of spring barley grain yield on total dry matter output of phytomass (N₁ to N₃+PK)

osa x: sklizená sušina (g·m²) — x axis: harvested dry matter (g per m²)
 osa y: výnos zrna (t·ha⁻¹) — y axis: grain yield (t per ha)

Vztah hustoty porostu a délky stébel před sklizní k výnosu zrna

Porovnání výnosů zrna zařazených odrůd jarního ječmene vzhledem k zjištěným hodnotám hustoty porostů před sklizní (tab. IV) ukazuje výrazný nárůst počtu klasů na 1 m² (průměr u jednotlivých odrůd) s dosaženou stoupající výkonností odrůd. Korelační koeficienty (tab. V), vyjadřující vztah mezi výnosem zrna a hustotou porostů v souboru hodnot zjištěných u jednotlivých odrůd na variantách hnojených NPK, však nedosáhly meze průkaznosti. Nejvyšší výnosy byly zjištěny při rozdílném zahuštění porostů, odpovídajícím optimu interakce: odrůda × ročník × intenzita hnojení dusíkem.

III. Sklizňové indexy podle odrůd při různém hnojení — Harvest indexes according to the varieties at different fertilizing

Odrůda ¹	Varianta ²					
	0	Hn	PK	N ₁ PK	N ₂ PK	N ₃ PK
Diamant	0,39	0,54	0,54	0,56	0,58	0,55
Favorit	0,32	0,52	0,43	0,43	0,45	0,48
Ametyst	0,48	0,52	0,54	0,52	0,47	0,44
Korál	0,44	0,45	0,46	0,43	0,41	0,40
Zenit	0,56	0,60	0,62	0,58	0,54	0,46

¹variety, ²treatment

IV. Hustota porostů před sklizní ječmenů (Lukavec, 1970 až 1988) — Stand density before the harvest of spring barley (Lukavec, 1970 to 1988)

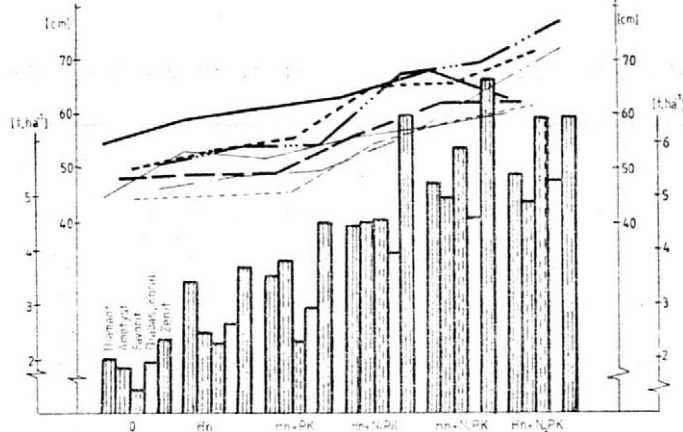
Ukazatel ¹	Odrůda ²	Varianta hnojení ³					
		0	Hn	HnPK	HnN ₁ PK	HnN ₂ PK	HnN ₃ PK
Počet rostlin ⁴ (ks.m ⁻²)	Diamant	374	400	404	395	420	417
	Ametyst	388	379	378	372	367	360
	Favorit	377	374	370	362	345	341
	Diabas	493	490	506	493	519	500
	Korál	403	412	425	408	371	422
	Zenit	433	458	438	427	449	434
Počet klasů ⁵ (ks.m ⁻²)	Diamant	500	527	567	612	719	829
	Ametyst	396	470	487	625	742	726
	Favorit	433	417	473	758	967	952
	Diabas	469	502	517	592	677	693
	Korál	549	589	564	759	811	868
	Zenit	537	600	649	849	1028	1092

¹parameter, ²variety, ³treatment of fertilizing, ⁴number of plants, ⁵spike number

V. Vztah mezi počtem klasů před sklizní a výnosem zrna na variantách N₁PK až N₃PK — A relationship between spike number before harvest and the grain yield in N₁PK to N₃PK treatments

Odrůda ¹	Korelační koeficient ²	Počet stébel ³ (ks.m ⁻²)		Výnos zrna ⁴ (t.ha ⁻¹)	
		průměr ⁵	rozpětí ⁶	průměr	rozpětí
Diamant	0,57	753	608—1009	5,05	3,20—5,99
Ametyst	0,17	698	497—846	4,78	4,28—5,89
Favorit	0,43	892	685—1049	5,63	3,23—7,58
Zenit	0,18	989	705—1173	6,72	5,67—8,04

¹variety, ²correlation coefficient, ³stem number, ⁴grain yield, ⁵average, ⁶range



3. Vliv hnojení na výnosy zrna a délku stébel — The effect of fertilizing on the grain yields and the length of stems

osa x: varianta

osa y: výnos zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), délka stébla (cm); tenké čáry značí počátek květu, silné čáry sklizeň

x axis: treatment

y axis: grain yield (t per ha), length of stem (cm); thin lines represent the onset of anthesis, strong lines represent the harvest

VI. Vztah mezi délkou rostlin a výnosem zrna v souboru hodnot 1970 až 1988 — A relationship between the length of plants and the grain yield in a set of values for the years 1970 to 1988

Varianta ¹	Korelační koeficient ²	Ø délka ³ (cm)	Ø výnos zrna ⁴ ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
0	0,42	50,5	1,92
Hn	0,43	53,0	2,87
HnPK	0,29	54,6	3,20
HnN ₁ PK	0,63**	62,3	4,79
HnN ₂ PK	0,49**	65,7	5,59
HnN ₃ PK	0,60**	70,0	5,66

** průkazný při $P = 0,01$

* průkazný při $P = 0,05$

¹treatment, ²correlation coefficient, ³length, ⁴average grain yield, ⁵significant at

Závislost výnosů a délky stébel na stupňovaném hnojení je patrná z obr. 3. Nejprudší nárůst výnosů zrna jarního ječmene vlivem zvyšované intenzity hnojení byl zjištěn u odrůdy Favorit, u které současně došlo i k největšímu prodloužení stébel, zejména v období od květu do sklizně. V průměru pokusu zvyšovalo hnojení délku stébla cca o 20 cm. Z korelačních propočtů (tab. VI) na jednotlivých variantách v celém souboru sledovaných odrůd a ročníků 1970 až 1988 vyplynul průkazný vztah mezi délkou stébel a výnosem zrna na variantách plně hnojených (Hn+NPK).

Dynamika nárůstu celkové sušiny fyto-masy

Vysoké produkci sušiny fyto-masy (11 až 13 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při sklizni) předcházela rychlá tvorba (intenzivní nárůst) během vegetace, zejména u odrůdy Zenit při výnosech zrna nad 7 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V těchto při-

VII. Relativní nárůst sušiny fyto-masy (sklizená fyto-masa = 100 %; průměr čtyř let) — A relative increase in phytomass dry matter (harvested phytomass = 100 %; average for four years)

Odrůda ¹	Růstová fáze (podle Feekese) ²		Varianta hnojení ³					
			0	Hn	HnPK	HnN ₁ PK	HnN ₂ PK	HnN ₃ PK
Diamant	5. list ⁴ (3)	%	5,4	6,5	7,0	6,8	6,5	7,0
	počátek sloupkování ⁵ (6)	%	14,7	18,3	22,2	22,0	20,7	20,7
	květ ⁶ (10.2)	%	42,8	51,1	47,5	50,3	49,2	46,3
	sklizeň ⁷ (11.4)	g. m ⁻²	441,0	538,1	556,6	677,4	776,3	832,5
Ametyst	5. list (3)	%	8,8	7,7	7,5	5,5	5,1	5,0
	počátek sloupkování (6)	%	23,9	21,3	18,3	18,3	19,2	20,2
	květ (10.2)	%	61,1	56,2	60,3	50,5	57,3	62,2
	sklizeň (11.4)	g. m ⁻²	322,5	410,0	447,4	734,0	894,0	935,3
Favorit	5. list (3)	%	5,2	7,6	6,6	5,4	4,7	4,4
	počátek sloupkování (6)	%	17,7	20,3	23,4	15,7	13,3	17,8
	květ (10.2)	%	64,5	70,7	56,6	50,9	46,1	55,6
	sklizeň (11.4)	g. m ⁻²	381,6	366,2	450,0	902,3	1115,0	1145,0
Diabas, Korál	5. list (3)	%	9,6	7,6	7,4	6,8	7,1	5,7
	počátek sloupkování (6)	%	23,9	20,9	20,0	20,4	20,7	20,4
	květ (10.2)	%	80,2	73,9	60,5	66,9	65,3	62,4
	sklizeň (11.4)	g. m ⁻²	341,0	437,4	491,1	717,2	802,3	918,9
Zenit	5. list (3)	%	7,5	7,1	7,2	6,0	5,7	5,7
	počátek sloupkování (6)	%	16,4	13,9	15,6	15,9	14,0	14,7
	květ (10.2)	%	79,2	65,0	62,1	58,6	67,4	61,0
	sklizeň (11.4)	g. m ⁻²	363,8	526,9	615,7	948,0	1125,0	1206,0

¹variety, ²growth stage after Feekes, ³treatment of fertilizing, ⁴5th leaf, ⁵onset of shooting, ⁶flower, ⁷harvest

padech zjišťujeme již na počátku květu hodnoty vyšší než 6 t sušiny fyto-masy na 1 ha (tab. II).

U odrůd Diabast, Korál a Zenit dosahovala v průměru čtyř let produkce na počátku květu více než 60 % celkové sušiny, vyprodukované za vegetaci jarního ječmene. U starších odrůd byly zjištěny hodnoty nižší (50 % u odrůdy Diamant, 50 až 60 % u odrůd Ametyst a Favorit). Největší rozdíly jsou patrné na nehnobené variantě: Diamant 42 %, Ametyst 51 %, Favorit 64 %, Diabas, Korál, Zenit 79 až 80 % (tab. VII).

Vztah produkce fyto-masy v květu (fáze F. 10.2) a při sklizni (fáze F. 11.4) k výnosu zrna

V tab. VIII jsou uvedeny korelační koeficienty zjištěné na jednotlivých variantách pokusu. Hodnoty potvrzují závislost (v převážné většině variant) výnosu zrna jarního ječmene na produkci fyto-masy ve sklizni i v době počátku květu. Porovnání s mezní hodnotou průkaznosti korelačních koeficientů ukazuje nezávislost výnosu zrna na produkci sušiny v období počátku květu (u hodnoceného souboru hodnot) jen ve dvou případech krajních variant: nehnobené (0) a s maximální použitou intenzitou hnojení (N_3PK). Na těchto extrémních variantách je zjištěn i pokles hodnot korelačních koeficientů vztahu celkové produkce fyto-masy při sklizni k výnosu zrna.

Závislost výnosu zrna jarního ječmene na vytvořené sušině fyto-masy v období počátku květu a ve sklizni u studovaného souboru hodnot (v letech 1970 až 1988) dokládají obr. 2 a 4. Ukazují, že k výraznějšímu rozptylu hodnot a poklesu těsnosti vztahu výnos zrna — celková produkce fyto-masy ve sklizni došlo při hodnotách nad 950 až 1000 g sušiny na 1 m². Ze souboru hodnot dosažených na variantách N_1PK , N_2PK a N_3PK , omezených uvedenou hranicí, byly zjištěny tyto korelační koeficienty: R (do 950 g.m⁻²; výnosy zrna 3,23 až 6,32 t.

VIII. Vztah mezi hmotností celkové sušiny fyto-masy a výnosem zrna (korelační koeficienty, jarní ječmen 1970 až 1988) — A relationship between weight of total phytomass dry matter and the grain yield (correlation coefficients, spring barley 1970 to 1988)

Varianta ¹	Výnos ²		
	sušina (květ) ³		sušina celkem (sklizeň) ⁴
0	0,3053	(0,3312)	0,6947**
Hn	0,6877**	(0,7575)**	0,8509**
HnPK	0,7202**	(0,6966)**	0,8382**
HnN ₁ PK	0,5193*	(0,6667)**	0,8526**
HnN ₂ PK	0,5486*	(0,6434)**	0,8123**
HnN ₃ PK	0,3932	(0,4345)	0,6421**

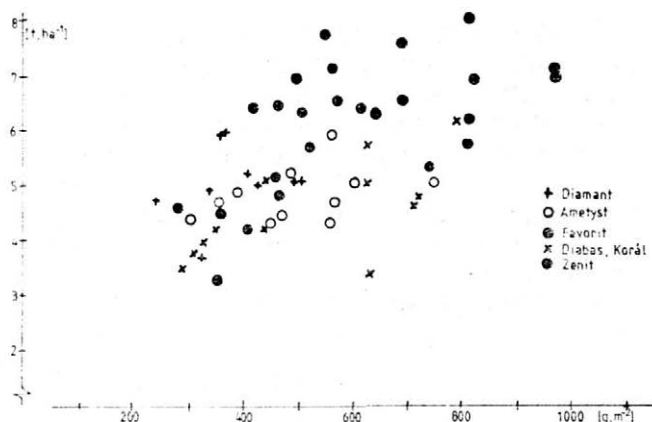
r průkazný při⁵ $P = 0,05 \dots 0,46^*$

r průkazný při $P = 0,01 \dots 0,58^{**}$

() při vynechání dvou extrémních hodnot⁶

¹treatment, ²yield, ³dry matter (flower), ⁴dry matter total (harvest), ⁵significant at, ⁶when two extreme values are eliminated⁶

4. Závislost výnosu zrna na jarního ječmene na produkci sušiny fyto-masy na počátku květu (N_1 až N_3+PK) — The dependence of spring barley grain yield on dry matter output of phytomass at the onset of anthesis N_1 to N_3+PK)



osa x : sušina na počátku květu ($g \cdot m^{-2}$)

osa y : výnos zrna ($t \cdot ha^{-1}$)

x axis: dry matter at the onset of anthesis (g per m^2)

y axis: grain yield (t per ha)

ha^{-1}) = $0,77^{xx}$; R (nad $950 g \cdot m^{-2}$; výnosy zrna 4,28 až $8,04 t \cdot ha^{-1}$) = $0,15$. Podobně při hodnocení vztahu výnos zrna — produkce fyto-masy v období na počátku květu došlo u sledovaného souboru k výraznějšímu rozptylu u hodnot vyšších než 550 až $600 g \cdot m^{-2}$: R (do $550 g \cdot m^{-2}$) = $0,65^{xx}$; R (nad $550 g \cdot m^{-2}$) = $0,29$.

DISKUSE

Hodnocení výsledků produkčního procesu bylo zaměřeno na vztahy výnosu zrna, celkové produkce sušiny fyto-masy, délky stébel a produktivní hustoty porostů, která v daných podmínkách méně úrodných oblastí výrazně rozhoduje o výši hospodářského výnosu obilnin.

Východiskem pro hodnocení nárůstu sušiny nadzemní fyto-masy u jarního ječmene a dalších vztahů bylo sledování dynamiky růstu šesti odrůd zařazených v posledním dvacetiletí ve výživářských pokusech na stanovišti v bramborářské oblasti.

Výsledky ukázaly, že nárůst výnosů zrna v průběhu let (postupným zařazováním novějších odrůd jarního ječmene) souvisel se zvyšující se hustotou porostů (stejný výsevek, zvýšená odnožovací schopnost), přičemž produktivita klasu u zmíněných odrůd byla v průměru téměř stejná (průměr variant N_1PK , N_2PK a N_3PK : Diamant $0,67 g$; Ametyst $0,69 g$; Favorit $0,63 g$; Zenit $0,68 g$).

S rostoucí hustotou porostů se zvyšovala produkce celkové fyto-masy sledovaných porostů v průběhu vegetace, zejména v období počátku květu. Naše zjištění některých vztahů nárůstu celkové fyto-masy k hospodářskému výnosu souvisí s poznatky z dřívějších pokusů (Vrkoč, 1981). Uvedený autor zjistil průkazné korelační vztahy mezi vytvořenou fyto-masou v době metání, avšak rozměry asimilačního aparátu nevykazovaly vždy těsný vztah k hospodářskému výnosu. Hnojení hnojem, nižší a střední intenzita hnojení NPK v průmyslových hnojivech zvyšují těsnost vztahu: výnos zrna — celková produkce fyto-masy

(na počátku květu a při sklizni). Vysoká intenzita hnojení dusíkem, podobně jako absence organominerálního hnojení zvyšují závislost distribuce vytvořených asimilátů do obilí na podmínkách ročníku v období od počátku květu do sklizně.

Úroveň výnosu i jeho kvalita jsou do značné míry adekvátní získané (nastrádané) energii již v období vegetativního růstu do květu (Příkryl, Flašarová, 1983). Při delším trvání růstu se získá vyšší produkční efekt, protože rostliny přijímají více solární energie (Tanaka, 1983).

Na základě výsledků sledování produkčních procesů u obilnin ukazují Petr et al. (1980) na určité hraniční hodnoty (rozmezí hodnot) pokryvnosti listové (LAI) ve vztahu k výnosu zrna (optimum pro odrůdu, ekologické podmínky stanoviště). V souborech nižších výnosů hospodářského produktu a nižší celkové produkce fyto-masy v průběhu vegetace je vzájemný vztah těsnější.

V horších ekologických podmínkách bramborářské oblasti jsou výnosy zrna obilnin více závislé na vytvoření dostatečné celkové fyto-masy, často podmíněné hustotou porostu (Willey, 1982). Avšak obecně humidnější klima spolu s nadměrným nárůstem fyto-masy vytváří příznivé podmínky pro rozvoj houbových chorob a dalších omezujících faktorů (polehnutí), které limitují převod asimilátů do hospodářského produktu. Optima hustoty porostu a indexu listové plochy vzhledem ke konkurenci v rámci rostliny při vývoji reprodukčních struktur na přechodu z vegetativní do generativní fáze vývoje a průběhu dospívání a stárnutí zdůrazňuje Adams (1982).

Literatura

- ADAMS, M. W.: Plant development and crop productivity. Plant productivity, Boca Raton, CRC Handb. agric., Produ., 1, 1982, s. 151-183.
- BAIER, J. — JENÍNEK, K.: Význam dlouhodobých stacionárních pokusů pro vědecké řízení výživy rostlin. In: Využití výsledků výzkumu výživy rostlin v intenzivní rostlinné výrobě. Praha, ČSVTS VÚRV 1982, s. 17-29.
- BEREZKIN, A. N. et al.: Struktura urožaja ozimoy pšenicy i jačmenja v zavisimosti od proischozhenija semjan i uslovij ich vyraščivanija. Izv. TSCHA, 1986, č. 1, s. 64-72.
- BURDA, V. — LIPAVSKÝ, J. — NIKLÍČEK, L.: Struktura sklizně obilnin. In: Prováděcí projekty pěstování polních plodin. Líšno, ČSVTS 1983, s. 129-131, 149-151.
- GIERAT, K. — KUMELOWSKÁ, J.: Reakcija pazenicy jaroj i jezmenia jarego na zroznicowany poziom milgotnósci gleby i nawozenia azotem. Biol. IHAR, 1977, č. 1-2, s. 99-102.
- KOPECKÝ, M.: Vliv předplodiny, výsevu, dávek a doby aplikace dusíku na výnos a jakost jarního ječmene ve výrobním typu řepářském. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 10, s. 1009-1022.
- KOPECKÝ, M.: Progresivní směry pěstební technologie ječmene jarního. In: Kroměřížské obilnářské dny I, ČSVTS Oseva 1986, s. 160-165.
- KRAUSKO, A. — KULÍK, D.: Tvorba a redukcia úrodovorných prvkov jarného jačmeňa pri rôznej organizácii porastu. In: Kroměřížské obilnářské dny I, ČSVTS Oseva, 1986, s. 166-170.
- KŘEN, J.: Možnosti hodnocení vývoje struktury porostu drobnozrnných obilnin. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 10, s. 1045-1054.
- KVĚCH, O. et al.: Osevní postupy. Praha, SZN 1985.
- NÁTROVÁ, Z. — SMOČEK, J.: Produktivita klasu obilnin. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1978.
- PETR, J. et al.: Tvorba výnosů hlavních plodin. Praha, SZN 1980.
- PETR, J.: Tvorba biologického a hospodářského výnosu obilnin. [Doktorská disertace.] Praha, 1987, Vys. Šk. zeměd.

- PŘIKRYL, K. — FLAŠAROVÁ, M.: Vliv odrůdy a povětrnostních podmínek na obsah sušiny, živin a cukrů v období květu a mléčně-voskové zralosti ve vztahu k výnosu zrna ozimé pšenice. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 5, s. 495-506.
- PŘIKRYL, K. et al.: Fyziologie a biochemie tvorby výnosů obilnin. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1981, s. 35-41.
- PŘIKRYL, K. et al.: Agrobiologické principy tvorby výnosů obilnin. In: Kroměřížské obilnářské dny I, ČSVTS Oseva 1986, s. 47-55.
- SMETÁNKOVÁ, M.: Retrospektivní pohled na nejzávažnější výsledky dosažené během 25 let v dlouhodobých pokusech v Pohořelicích, Čáslavi, Lukavci, Ivanovicích a Vígřaši. In: Využití výsledku výzkumu výživy rostlin v intenzivní rostlinné výrobě. Praha, ČSVTS VÚRV 1982, s. 69-88.
- TANAKA, A.: Physiological aspects of productivity in field crops. Symp. Potential productivity of field crops under different environments, Manila, IRRI 1983, s. 61-80.
- VRKOČ, F.: Podíl některých faktorů na zvýšení výnosu pšenice a jarního ječmene. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 4, s. 369-378.
- VRKOČ, F. et al.: Podíl předplodin na výnosech hlavních plodin v komplexu ostatních faktorů a funkce leguminóz při vysoké koncentraci obilnin v osevních postupech. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Brno, 30, 1982, č. 3, s. 173-178.
- WILLEY, R. W.: Plant population and crop yield. In: Plant productivity, Boca Raton, CRC Handb. agric. Prod., 1, 1982, s. 201-204.

Došlo 11. 3. 1991

J. SKALA, F. KŘIŠŤAN, V. VELETA (Research Station of Crop Production, Lukavec u Pacova):

Analysis of spring barley yield formation in the period of 1970 to 1988 at various intensity of fertilizing on Cambisol.

Rostl. Výr., 37, 1991 (9-10) : 845-855.

To analyse spring barley yield formation, almost 20-year old series of investigations of spring barley crops were used (6 varieties in 4-year cycles) of long-continued nutritional field trial. Increasing performance of varieties was connected with higher density of the stands (even 1,000 spikes per 1 m² and more) and more intensive formation of the total phytomass (even 13 t of dry matter per 1 ha and more). In more intensive varieties of recent years (Zenit — grain yields of 7 t per ha), the highest increment of dry matter to the stage of onset of flowering was found (even 70 % of phytomass harvested) with the most marked intervarietal differences on unfertilized treatments. A close correlation of the grain yield to the production of total biomass was proved to be in the set of values up to 950 g per m² of dry matter found during harvest and up to 550 g per m² of dry matter at the onset of flowering. High intensity of fertilizing (120 kg per ha), along with absence of organomineral fertilizing caused a significant decrease in the harvest index on an average for years.

Upozornění pro přispěvatele a čtenáře časopisu Rostlinná výroba

Pro lepší zpřístupnění výsledků československého výzkumu zahraničí rozhodla redakční rada časopisu Rostlinná výroba od ročníku 37 (1991) uveřejňovat prioritní vědecké práce v anglickém jazyce. Práce musí být do redakce zaslána v angličtině (za jazykovou správnost odpovídá autor), bude obsahovat krátké anglické resumé a bude doplněna rozšířeným českým, resp. slovenským souhrnem.

Dále upozorňujeme autory i čtenáře, že příspěvky uveřejňované v češtině, resp. slovenštině budou obsahovat krátký český, resp. slovenský souhrn a rozšířený, podrobně zpracovaný anglický souhrn (s odkazy na tabulky a obrázky) v rozsahu cca dvou rukopisných stran, který si autoři dodají buď přímo v angličtině, nebo v češtině, resp. slovenštině jako podklad pro anglický překlad. Zároveň budou uveřejňovány anglické ekvivalenty všech popisů tabulek a obrázků.

Redakční rada časopisu Rostlinná výroba otevírá možnost též zahraničním přispěvatelům publikovat v časopise Rostlinná výroba.

Doufáme, že se tato opatření setkají s příznivým ohlaselem jak autorů, tak čtenářů našeho časopisu.

Redakce časopisu

Pavel Moravec, Vlasta Petříková

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Pro sledování výskytu těžkých kovů Pb, Cu, Cd, Cr, Be, V, Co, Ni, Mn, Zn v půdách v závislosti na vzdálenosti odběrového místa od komunikace byly zvoleny tři sady (Klášteřec nad Ohří, Zelená a Jirkov) umístěné pod svahy Krušných hor při silnici spojující Karlovy Vary, Chomutov, Most. Vzorky půdy byly odebrány v roce 1988. Navíc byly v témže roce hodnoceny vzorky sněhu. Byl prokázán vliv dopravní komunikace na kontaminaci půdy, a to až do vzdálenosti 100 (130 m), i když k překročení limitních hodnot zpravidla nedošlo. Obsah těžkých kovů ve sněhu byl vyšší na tzv. návětrné straně v porovnání se vzorky odebranými uprostřed sadů, což svědčí o celkové zátěži krajiny imisemi z tepelných elektráren.

Podkladem pro vyhodnocení zátěže sadů imisemi byly výsledky chemických analýz, zpracované na VŠCHT Praha na základě zakázky SS Chomutov (Ploč a kol., 1987, 1988). V rámci spolupráce byly tyto analýzy předány VÚRV Praha-Ruzyně k soubornému vyhodnocení výzkumného úkolu.

Půda je ze všech složek biosféry zpravidla nejvíce poškozována. Je schopna svými vlastnostmi akumulovat nežádoucí kontaminanty, ale ne neomezeně. Následně se stává jedním ze zdrojů vstupu nežádoucích cizorodých látek do potravního řetězce. Cizorodé látky (toxické prvky) mohou do rostlin vstupovat jednak kořenovým systémem z půdy, jednak přímou kontaminací vnějšího povrchu rostlin ze znečištěného ovzduší (Petříková, 1990).

Významným zdrojem znečišťování prostředí těžkými kovy jsou nejen čtyři elektrárny (Pruněřov I, Pruněřov II, Tušimice I, Tušimice II), které se nacházejí v blízkosti sledovaných sadů, ale i spalovny spalovaných pohonných hmot (Logan, Miller, 1983; Falaš-Ardakani, 1984; Beran, Mazanec, 1990) vznikající z automobilové dopravy (Satko, Ilka, 1989). Množství těžkých kovů dostávajících se do půdy rychle klesá se vzdáleností od zdroje znečištění (Garmaš, 1983; Lepneva, Obuchov, 1987).

Obsah těchto kovů (Pb, Co, Ni) v půdě do vzdálenosti 5,2 km od elektrárny byl stejný jako v okolních půdách SRN (Bunzl et al., 1983). Kontaminace prostředí kolem dopravních tepen je způsobována nejen exhalací výfukových plynů motorových vozidel, ale i z odpadu pneumatik (Cd, Zn) a mazacích olejů (Ni) jak uvádí Scanlon (1987). Zjištěnou koncentraci těžkých kovů ve sněhu lze použít jako indikátor znečištění ovzduší (Sakai et al., 1988).

I. Obsah sledovaných prvků v půdách v sadech Zelená, Klášterec nad Ohří a Jirkov ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) — The content of studied elements in the soils of orchards at Zelená, Klášterec nad Ohří and Jirkov (μg per g)

Vzdálenost od silnice ¹ (m)	Zelená		Klášterec		Jirkov		Zelená		Klášterec		Jirkov	
	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	%	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	%	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	%	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	%	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	%	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	%
	Pb						Cu					
10	37,14	158,3	52,92	196,9	54,32	177,3	17,17	130,8	57,47	225,9	14,85	172,7
40	28,27	120,5	37,79	140,6	38,50	125,7	14,15	107,8	32,44	127,5	11,75	136,6
70	26,62	113,5	33,98	126,4	33,89	110,6	13,40	102,1	28,79	113,2	11,10	129,07
100	24,33	103,7	26,98	100,4	34,10	111,3	13,24	100,8	26,19	103,0	7,69	89,4
130	23,46	100,0	26,88	100,0	30,64	100,0	13,13	100,0	25,44	100,0	8,60	100,0
	Cd						Cr					
10	0,65	144,4	0,50	142,9	0,85	283,3	7,70	223,8	2,80	119,2	5,90	128,3
40	0,55	122,2	0,44	125,7	0,55	183,3	3,97	115,4	2,69	114,5	5,20	113,04
70	0,54	120,0	0,40	114,3	0,50	166,7	3,88	112,8	2,55	108,5	5,15	111,9
100	0,50	111,1	0,40	114,3	0,40	133,3	3,44	100,0	2,42	103,0	4,90	106,5
130	0,45	100,0	0,35	100,0	0,30	100,0	3,44	100,0	2,35	100,0	4,60	100,0

	Be						Co					
10	1,33	120,9	1,40	116,7	1,25	156,3	6,12	153,4	7,42	134,9	4,90	134,3
30	0,95	86,4	1,33	110,8	0,95	118,8	5,53	138,6	6,95	126,4	4,40	120,6
70	1,00	90,9	1,30	108,3	0,90	112,5	4,83	121,1	6,10	110,9	4,10	112,3
100	0,94	85,5	1,24	103,3	0,90	112,5	4,47	112,0	5,75	104,6	3,80	104,1
130	1,10	100,0	1,20	100,0	0,80	100,0	3,99	100,0	5,50	100,0	3,65	100,0
	Ni						Mn					
10	18,80	208,4	8,47	152,1	6,65	158,3	390,14	115,7	573,46	115,8	407,55	172,4
30	13,09	145,3	6,56	117,8	5,79	137,9	378,30	112,2	567,95	114,7	351,32	148,6
70	11,25	124,9	5,69	102,5	4,99	118,8	343,69	101,9	533,98	107,8	306,20	129,5
100	9,23	102,4	5,69	102,5	4,53	107,9	340,17	100,9	512,28	103,4	251,78	106,5
130	9,01	100,0	5,54	100,0	4,20	100,0	337,20	100,0	495,32	100,0	236,40	100,0
	Zn						V					
10	44,84	128,9	32,56	132,6	50,18	164,9	15,93	129,3	39,45	123,4	18,99	135,6
30	41,76	120,0	29,12	118,6	47,66	156,6	15,44	125,1	37,84	118,3	18,49	132,07
70	37,23	107,1	26,95	109,7	40,75	133,9	15,39	124,6	33,36	104,3	16,49	117,8
100	36,18	104,2	25,38	103,3	34,35	112,8	12,48	101,1	32,50	101,6	14,49	103,5
130	34,80	100,0	24,56	100,0	30,44	100,0	12,35	100,0	31,98	100,0	14,00	100,0

¹distance from road

Cílem práce bylo sledovat a vyhodnotit průnik těžkých kovů, Pb, Cu, Cd, Cr, Be, Ni, Mn, Co, Zn, V do půd sadů v Klášterci nad Ohří, Zelené a v Jirkově, které se nacházejí v těsné blízkosti elektráren a frekventované komunikace.

MATERIÁL A METODA

Odběrová místa vzorků byla umístěna v těchto vzdálenostech od komunikace: 10, 40, 70, 100, 130 m. Byla odebrána půda povrchová (do hloubky cca 2 cm) v množství přibližně 2 kg a byla ihned na místě zbavena větších kaménků a rostlinného materiálu. Transport odebraných půdních vzorků do laboratoře byl realizován v igelitových sáčcích. V laboratoři byl celý vzorek postupně proset sítem z plastické hmoty a velikosti pórů 2,5 mm a z prosáté zeminy byla ihned stanovena sušina z navážky 10 g vzorku. Zbytek půdy zbavené kamenů a organických součástí, tj. listů, mechu, větviček apod., byl po prosátí uvedeným sítem usušen při teplotě 105 °C za 10 až 12 h podle vlhkosti a konzistence zeminy. Po dokonalém vysušení byl odebrán průměrný vzorek o hmotnosti asi 250 g. Po dalším zpracování vzorku (rozestření vzorku, prosátí atd.) bylo z takto upraveného vzorku půdy odebráno 10 g zeminy a vloženo do polyetylenové lahvičky. Tento vzorek byl přelit 50 ml HNO₃ (1 mol.l⁻¹) a dále zpracován (třepání, filtrace). Získaný roztok byl pak použit k analytickému stanovení stopových prvků (Ploč a kol., 1987, 1988).

Pro stanovení sledovaných prvků (Pb, Cu, Cd, Cr, Be, Co, Ni, Mn, Zn, V) byla použita metoda atomové absorpční spektrofotometrie (AAS). U každé zpracované série vzorků byl určován obsah sledovaných prvků v použití kyseliny dusičné čistoty p. a. o koncentraci 1 mol.l⁻¹.

II. Vyhlášení mezních hodnot cizorodých látek (Směrnice MZVŽ ČSR) v zemědělské půdě (mg.kg⁻¹) — Notification of limiting values for pollutants (Directions of the Ministry of Agriculture and Food Production of the Czech Republic) in farm land (mg per kg)

Prvek ¹ /hodnota ²	Pb	Cu	Cd	Cr	Be	Co	Ni	Mn	Zn	V
Indikační hodnota ³	60	50	0,7	10,0	—	30	20	—	100	—
Limitní hodnota ⁴	100	100	3	100	—	50	50	—	400	70
nejvyšší zjištěné hodnoty ze všech sadů ⁶										
Sad ⁵	J	K	J	J	K	K	Z	K	J	K
Hodnota ²	54,32	57,47	0,85	5,90	1,40	7,42	18,80	573,5	50,18	39,45

Z — sad Zelená

K — sad Klášterec nad Ohří

J — sad Jirkov

¹element, ²value, ³indicating value, ⁴limiting value, ⁵orchard, ⁶highest found values of all orchards

Výjimku představovala analýza vzorků sněhu, u kterých bylo třeba pro rozpouštění provést prekoncentraci, protože obsahy některých stanovených prvků ležely pod mezí citlivosti plamenové AAS. K prekoncentraci bylo využito tvorby chelátů s xylénovou oranží, které se zachytily na koloně se speciálním sorbentem ze silikagelu. Zadržené cheláty po promytí se eluují organickým rozpouštědlem a přímo vnášejí do plamene přístroje pro AAS. Tímto způsobem se u těžkých kovů (Pb, Cu, Cd, Co, Ni aj.) docílí zvýšené citlivosti 10- až 100násobné při uspokojivé reprodukovatelnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Vyhodnocení obsahu sledovaných prvků v půdě sadů je uvedeno v tab. I. Metodický přístup k hodnocení vztahu kontaminace půd v sadech v souvislosti se vzdáleností od komunikace byl zvolen tak, že výsledky rozborů půd z nejvzdálenějších míst, tj. 130 m od silnice byly vzaty za 100 %. Všechny další odběry směřující k silnici byly vyjádřeny příslušným procentem. Obsah všech sledovaných prvků vykazuje zcela zřetelný nárůst obsahu (kontaminace) se zkracující se vzdáleností ke komunikaci. Nejvyšší nárůst kontaminace byl zjištěn u Cd, a to v sadě Jirkov (283,3 %). Nejnižší kontaminace byla zjištěna v sadě Zelená v obsahu Mn (115,7 %). Z výše uvedených výsledků zcela zřetelně vyplývá, že existuje vztah mezi vzdáleností odběrného místa půdy v sadě od komunikace; čím je odběrové místo od komunikace blíže, tím je vyšší kontaminace půdy.

Vedle relativních údajů je třeba vyhodnotit též obsah sledovaných prvků v půdě podle Směrnice MZVŽ ČSR, která rozlišuje dvojí hodnoty [koncentrace], a sice:

- indikační hodnoty jsou obsahy cizorodých látek, při jejichž překročení by mohlo dojít k nežádoucímu ovlivnění rostlinné produkce;
- hraniční hodnoty signalizují již významné rizikové znečištění půdy.

Tato směrnice však neobsahuje indikační a hraniční hodnoty pro všechny prvky, které jsou sledovány. Porovnání nejvyšších zjištěných hodnot ve vzorcích půdy ze všech sadů je uvedeno v tab. II. Z uvedeného srovnání hodnot směrnice a nejvyšších zjištěných obsahů jednotlivých prvků ve vzorcích vyplývá, že pouze v několika případech došlo k mírnému překročení indikačních hodnot, a to u Cu o 7,47 mg. kg⁻¹ v sadě v Klášterci nad Ohří a u Cd o 0,15 mg. kg⁻¹ v sadě v Jirkově. Ani v jednom případě nedošlo k překročení limitní hodnoty obsahu sledovaných prvků. Důležité je zjištění, že všechny nejvyšší zaznamenané hodnoty z jednotlivých sadů byly získány u vzorků odebraných ve vzdálenosti 10 m od komunikace.

Přestože hodnoty vzorků půd ze sadů nepřekračují limitní hodnoty, v ojedinělých případech mírně překračují indikační hodnoty (Cu, Cd) a v některých případech se indikační hodnotě blíží (Pb), docházíme k poznání, že zřejmě existuje závislost mezi obsahem těžkých kovů v půdě a vzdáleností odběrových míst od komunikace (emise z automobilové dopravy).

Sady Zelená, Klášterec nad Ohří a Jirkov jsou imisně zatěžovány

III. Obsahy sledovaných těžkých kovů ve vzorcích sněhu, odebraných dne 1. března 1988 v sadech Klášterec nad Ohří a Zelená — The contents of studied heavy metals in snow samples taken on March 1, 1988 in orchards at Klášterec nad Ohří and Zelená

Prvek ¹	Klášterec nad Ohří			Zelená		
	návětrná strana ²		uprostřed sadu ³	návětrná strana		uprostřed sadu
	$\mu\text{g.l}^{-1} = 100 \%$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	%	$\mu\text{g.l}^{-1} = 100 \%$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	%
Pb	4,73	2,50	52,85	6,82	4,47	65,54
Cu	1,40	1,25	89,28	2,30	2,10	91,30
Cd	0,80	0,80	100,00	1,25	1,18	94,40
Cr	1,75	1,60	91,42	2,50	1,20	48,00
Be	0,60	0,50	83,33	0,70	0,50	71,42
Co	0,70	0,35	50,00	0,95	0,90	94,73
Ni	2,20	1,70	77,27	2,70	2,70	100,00
Mn	22,10	20,10	90,95	28,50	25,50	89,47
Zn	16,85	15,00	89,02	19,70	18,30	92,89
V	4,50	4,00	88,88	6,80	5,20	76,47
pH	5,87	6,15	104,70	6,38	6,40	100,31

¹element, ²windward side, ³in the middle of orchard

nejen exhalacemi pocházejícími z dopravních prostředků, ale i emisní činností čtyř elektráren, a to Pruněrov I, Pruněrov II, Tušimice I, Tušimice II. Tyto energetické zdroje uvolňují denně do ovzduší velké množství emisí, které mohou nepříznivě ovlivňovat okolní zemědělskou krajinu. Dalším pracovním cílem bylo pokusit se zjistit, jak elektrárenské imise pronikají do sadů prostřednictvím větrů. K tomuto řešení byly odebrány vzorky sněhu dne 1. 3. 1988 v sadech Klášterec nad Ohří a Zelená, a to z návětrné strany a z místa uprostřed sadu.

Získané vzorky sledovaných toxických prvků jsou uvedeny v tab. III. Dále byla stanovena hodnota pH vodního roztoku pro rozpouštění sněhu. V sadu Jirkov nebyly vzorky odebrány z technických důvodů.

Pro vyhodnocení nalezených hodnot obsahu jednotlivých prvků ve sněhu bylo použito procentuální porovnání, pro které byla zjištěná hodnota na návětrné straně vzata za základ, tj. 100 %, a hodnota prvků ve sněhu odebraném ze středu sadu byla vyjádřena příslušným procentem.

Podrobnějším hodnocením procentuálních výsledků zjistíme, že mezi oběma sady je podstatná shoda ve zjištěném rozptylu hodnot s výjimkou Cr a Co, částečně i Ni. Určitý nárůst obsahu sledovaných prvků na návětrné straně sadu lze vysvětlit tím, že zde dochází k určité vyšší sedimentaci polutantů vlivem prvního nárazu (filtru), způsobeného vlastní stromovou hradbou. Pokles hodnot zjištěných ve vzorcích ze středu obou sadů (hlavně v obsahu Pb, Co i Cr) svědčí o původu polutantů ze znečištěného ovzduší; bariéra stromů brání do určité míry průniku imisí do středu výsadby v sadech.

Ovocné sady i celá krajina jsou pod významným vlivem imisí z elektrárenských zdrojů. Sady na návětrné straně jsou více kontaminovány než uprostřed. Dopravní komunikace zasahují relativním zvýšením obsahu těžkých kovů v půdě až do vzdálenosti 100 (130 m), i když limitní hodnoty podle Směrnice MZVŽ ČSR nebyly ani v jednom vyhodnocovaném vzorku překročeny. V ojedinělých případech byly překročeny indikační hodnoty obsahu Cu a Cd v půdě. Proto bude nutné v budoucnosti sledovat vývoj zvyšující se kontaminace těchto nebo jiných prvků, a to zejména v blízkosti dopravních komunikací.

Výsledky rozborů sněhových vzorků prokázaly plošný rozptyl elektrárenských imisí do zemědělské krajiny. Sedimentované polutanty do sněhové pokrývky neovlivnily významně pH roztoku získaného ze sněhu.

Literatura

- BERAN, J. — MAZANEC, O.: Obsah těžkých kovů v zemědělských půdách a plodinách. *Úroda*, 1990, č. 7, s. 331-332.
- BUNZL, K. — ROSNER, G. — SCHMIDT, W.: Koncentrace olova, kobaltu a niklu v půdě v okolí elektrárny spalující uhlí. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 146, 1983, č. 6, s. 705-713.
- FALAH-ARDAKANI, A.: Kontaminace prostředí těžkými kovy, vylučovanými automobily. *Ecotoxicol. Envir. Saf.*, 8, 1984, s. 152-161.
- GARMAŠ, G. A.: Pronikání těžkých kovů z emisí metalurgických závodů do půdy. *Chim. seř. Choz.*, 21, 1983, č. 10, s. 45-48.
- LEPNEVA, O. M. — OBUCHOV, A. I.: Těžké kovy v půdách a rostlinách na území Moskevské státní univerzity. *Vest. Mosk. Univ.*, Ser. 17, 1987, č. 1, s. 36-43.
- LOGAN, T. J. — MILLER, R. H.: Přírodní obsahy těžkých kovů ve farmářských půdách v Ohio. *Res. Circ. Ohio St. Univ.*, 275, 1983.
- PETŘÍKOVÁ, V.: Rostlinná výroba a životní prostředí. *Úroda*, 1990, č. 2, s. 91-94.
- PLOC a kol.: Význam kontaminace potravního řetězce atmosférickými a půdními emisemi. [Výzkumná zpráva II, III.] Praha, VŠCHT 1987, 1988.
- SAKAI, H. — SASAKI, T. — SAITO, K.: Koncentrace těžkých kovů v městském sněhu jako indikátor znečištění ovzduší. *Sci. tot. Envir.*, 77, 1988, č. 2-3, s. 163-174.
- SATKO, J. — ILKA, P.: Nežádoucí kontaminace zemědělské půdy cizorodými látkami. *Úroda*, 1989, č. 11, s. 493-494.
- SCANLON, P. F.: Obsah těžkých kovů v drobných savcích v okolí silnic, důsledky pro potravní řetězec. *Sci. tot. Envir.*, 59, 1987, zvl. č., s. 317-323.
- Směrnice MZVŽ ČSR. Obsahy cizorodých látek v půdě, č.j. 298/112, 3. 3. 1987.

Došlo 11. 3. 1991

P. MORAVEC, V. PETŘÍKOVÁ (Research Institute of Crop Production, Praha - Ružyně):

The effect of imissions on soil contamination in orchards.

Rostl. Vyr., 37, 1991 (9-10) : 857-863.

To study the occurrence of heavy metals Pb, Cu, Cd, Cr, Be, V, Co, Ni, Mn, Zn in soils in dependence on sampled site from communication, three orchards were selected (Klášteřec nad Ohří, Zelená and Jirkov) situated beneath the slopes Krušné hory near the road connecting Karlovy Vary, Chomutov, Most. The samples of soil were taken in 1988. Moreover, the samples of snow have been evaluated in the same year. The effect of the road on contamination was confirmed, that is to the distance 100 (130 m) though rising above limit values did not happened. The content of heavy metals in snow was higher on so-called windward side in comparison with the samples taken in the middle of orchards, this fact confirms the total load of landscape with imissions from thermal power plants.

Upozorňujeme čtenáře a zájemce o odbornou zemědělskou literaturu, že Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ve spolupráci se zemědělským nakladatelstvím Brázda vydává

Naučný slovník zemědělský — 13. díl (písmeno z)

Publikace je posledním dílem zemědělské encyklopedie, vyjde v rozsahu asi 700 stran, předpokládaná cena je 175,— Kčs.

Vzhledem k tomu, že stálým odběratelům nebude poslední díl slovníku avizován, je třeba zajistit si nové objednávky na adrese: *Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, oddělení naučného slovníku a terminologie, Slezská 7, 120 56 Praha 2.*

CONTENTS — Agro-ecology

Špaldon E., Molnárová J.: Agroecological aspects of sowing date and sowing rates of different winter barley varieties	707
Petr J., Hradecká D.: Potential and actual triticales ear productivity	715
Vach M.: The effects of selected controllable factors on winter wheat	727
Javůrek M., Strnad P.: The effect of some factors and their interactions on spring barley	735
Repka J., Danko J.: Energy efficiency of crop cultivation using large-scale production technologies	745
Stražil Z., Šimon J.: Energy balances in irrigated winter wheat in different types of crop rotations	753
Křišťan F., Skala J., Veleta V.: Crop yields in biological and conventional management system on Cambisol	761
Dotlačil L., Toman K.: Leaf area and grain yield in productive European winter wheat varieties	771
Haberle J.: The effect of nitrogen fertilizing on root and above-ground mass ratio during the growth of spring cereals	779
Kostrej A.: Quantitative characteristics in the forming of water deficit in plants	791
Zemánek M.: Productivity, adaption and yield stability of spring barley in model water supply	799
Nátrová Z.: The effect of genotype and ambient conditions on heterogeneity of the number and length of leaf stomata of winter wheat	809
Zrůst J.: The structure of yield-forming components in potatoes bred for early consuming	817
Havlíčková H., Smetánková M.: The relationship of spring barley output and infestation with aphid <i>Rhopalosiphum padi</i> (L.) to the conditions nutrition	827
Bukvaj M.: Production capability of leys with higher proportion of clover crops in different site conditions	837
Skala J., Křišťan F., Veleta V.: Analysis of spring barley yield formation in the period of 1970 to 1988 at various intensity of fertilizing on Cambisol	845
Moravec P., Petříková V.: The effect of imissions on soil contamination in orchards	857

Rukopisy odevzdány k tisku 21. 6. 1991, podepsáno k tisku 13. 12. 1991

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 Final, s.p., 120 00 Praha 2, Legerova 22 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, 28. října 206, 709 90 Ostrava 9.