

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

FYZIOLOGIE ROSTLIN

6

ROČNÍK 29 (LVI)
PRAHA
ČERVEN 1983
CENA 18 Kčs
ROVYAM 29 (6)
561-670
CS ISSN 0035-8371

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, DrSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, DrSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., ing. Luboš Schmid, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc., doc. ing. František Vlček, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. František Hron, DrSc.
Redaktorka ing. Marie Michálková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1983

■
Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7. Telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 216,—.

■
Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■
The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Takový růst zájmu o rostlinnou fyziologii i aplikaci jejích metod je zřejmý v celém světě. Přednosti některých specifických metodických principů jsou zvláště oceňovány ve výzkumu ekonomické a energetické opodstatněnosti způsobů hnojení různých plodin i závlahových režimů a také při studiu některých otázek životního prostředí a problémů patofyziologie.

Nutno podotknout, že tento obrat a pokrok v poměru k rostlinné fyziologii zatím nevedl k podstatnému rozšíření vlastních fyziologických pracovišť rezortu zemědělství. Rozmnožil však v celém světě a i u nás řady pracovníků, kteří na základě respektování fyziologických zákonitostí mohou efektivněji studovat mnoho prakticky důležitých otázek. Takové výzkumy jsou totiž inspirací pro další studium nových fyziologických otázek a odkrývají též mnoho dalších závažných problémů, jejichž řešení na úrovni buněk, pletiv, rostlinných organismů a také porostů bude možné pouze v nejužší spolupráci odborníků velmi různých profesí.

Je rovněž velmi důležité, že poznatky získané ve výzkumu fyziologických základů produktivity různých plodin se staly podnětem i experimentálním základem pro další rozvoj a upřesnění některých fyziologických metod, které umožňují přímo v provozní praxi kontrolovat okamžitý stav rostlin i celých porostů. Na základě výsledků takových objektivních hodnocení je možné dál řídit proces utváření vysokých výnosů. Pochopitelně při důsledném respektování fyziologických zákonitostí vývoje i zásad pokrokové agrotechniky.

Tak byla v socialistické velkovýrobě v plné míře realizována zásada K. A. Timirjazeva, že rostlinná fyziologie je základem rostlinné výroby.

Věřím, že příspěvky zařazené do tohoto monotematického čísla našeho časopisu budou názorně demonstrovat přínos fyziologických pracovišť k výzkumu důležitých problémů rostlinné výroby a že současně naznačí hlavní směry dalšího výzkumu.

Doc. ing. Vladimír Segeta, CSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

J. Zrůst

ZRŮST, J. (Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíkův Brod): *Rychlost fotosyntézy různých genotypů bramborů*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 563-576.

V průběhu vegetací čtyř roků 1975—1978 se měřila rychlost fotosyntézy gravimetrickou terčíkovou metodou, určující přírůstek sušiny v izolovaných částech listového pletiva, exponovaných při stálých vnějších podmínkách vhodných pro fotosyntézu. Základní soubor 54 genotypů byl rozdělen podle délky vegetační doby do devíti základních skupin. Zjištěné dostatečné rozdíly ve fotosyntetické aktivitě listů v každé z nich jsou dokladem poměrně široké vnitrodruhové proměnlivosti, které lze využít ve šlechtění bramborů na vyšší fotosyntetický i produkční potenciál a to jak při hodnocení výchozího materiálu pro šlechtění, tak při využití v pozdějších fázích šlechtitelské práce po zhodnocení zdravotního stavu šlechtitelského materiálu, kdy se již nepracuje s tak velkým množstvím jedinců. Použitou metodou vymezená výkonnost jednotlivých genotypů se v rámci jedné skupiny ranosti příliš neměnila. V 87 % celkového počtu genotypů hodnocených alespoň ve dvou pokusných letech nebyla zjištěna žádná změna nebo činila jen jeden ze čtyř stupňů výkonnosti.

šlechtění; kříženci; odrůdy; gravimetrická terčíková metoda

Fotosyntetická aktivita listů je jednou z důležitých výnosových složek. Její hodnocení by proto mělo najít své uplatnění v dlouhodobých šlechtitelských programech, jejichž cílem je, jak upozornila Avratovščeková (1977), syntéza „ideálních“ kulturních organismů s vysokým výnosovým potenciálem.

Mezidruhové rozdíly v uváděné charakteristice jsou známy již řadu let. V posledních 25 letech se výzkum v této oblasti značně zintenzívil. Naproti tomu o vnitrodruhové proměnlivosti, zejména u některých plodin, se dlouho pochybovalo. Tyto názory podporovaly výsledky z experimentů, ve kterých např. u bramborů, podobně jako u četných kulturních rostlin se neprokázaly průkazné rozdíly v produktivitě vynaložené na jednotku listu. Nezjistily se ani výpočtem z odběrů rostlin během vegetace za využití růstové analýzy v rychlosti čisté asimilace (NAR) (Chapman a Loomis, 1953), ani přímým měřením pomocí infračerveného analyzátoru plynů (Engel a Meinel, 1966; Meinel, 1969).

Teprve v novějších pracích se referuje o genotypických rozdílech, aniž by však byly ukázány vztahy k výnosovému výkonu (Šatilov et al., 1970). O dva roky později uveřejnila Kozłowska (1972) článek, ve kterém již hodnotí vliv rychlosti fotosyntézy na vývoj a výnos bramborů. Fotosyntéza se v jejích pokusech ukázala jako hlavní faktor, který určoval rozdíly ve výnosech bramborů v různých letech. Později

I. Seznam kříženců a jejich některých rodičovských odrůd zařazených v polním pokusu v roce 1976 (kříženci získáni z VŠÚZ Velká Lomnice označení VL, ostatní kříženci z ŠS Keřkov) — A list of hybrids and their parent cultivars used in the field trial in 1976 (hybrids obtained from the Research Institute of Potato Growing and Breeding, Velká Lomnica are designated by VL, the other hybrids come from the Plant Breeding Station Keřkov)

Pořadové číslo	Kříženec Odrůda	Původ	Ranost
1.	n 17/511	Rita × Hera	VR
2.	m 58/333	Sequoia × Hera	VR
3.	VL 239/68	Lü 58238/109 × (Saskia × Schwalbe)	R — VR
4.	o 18/52	Hera × Lind 4403/55	R — VR
5.	o 12/10	Tera × Lind 4403/55	R — VR
6.	o 36/55	f 137/20 × Tera	R — VR
7.	r 20/144	Cira × Daria	R — VR
8.	o 17/318	Hera × Amsel	R — VR
9.	Tera	Rita × Hera	R
10.	r 22/360	Cira × Schwalbe	R
11.	p 1/82	Saskia × Tera	R
12.	p 80/44	Realta × Lüs 54872/172 (Axilia)	R
13.	KE 120/261	Apta × Hera	R
14.	Hera	P 1/34 × Jara	R
15.	p 30/243	ch 35/418 × Hera	R
16.	Saskia	Rode Erstling × Herald	R
17.	p 42/233	Rita × Hera	R
18.	n 24/70	Jiskra × Hera	R — PR
19.	p 51/3	Jizera × Tera	R — PR
20.	o 27/455	h 12/63 × Amsel	R — PR
21.	q 11/41	Katahdin × Tera	R — PR
22.	n 17/276	Rita × Hera	R — PR
23.	p 1/325	Saskia × Tera	R — PR
24.	o 25/21	ch 31/19 × Lind 4403/55	R — PR
25.	o 17/229	Hera × Amsel	R — PR
26.	VL 292/71	Bürs 5880/15 × Li 92/57	PR
27.	Cira	Rita × Hera	PR
28.	p 32/277	ch 35/418 × Amsel	PR
29.	Apta	mezidruhový kříž. × Hindenburg	PR
30.	p 101/155	Athene × Rajka	PR
31.	q 66/7	i 118/482 × Cira	PR
32.	KE 47/21	Rita × Apta	PR
33.	VL 209/71	Ker Poudy × 61112/227	PR
34.	VL 60/70	Nal 589/152 × 45/134	PR
35.	r 106/40	Athene × Jiskra	PR

Pořadové číslo	Kříženec Odrůda	Původ	Ranost
36.	r 22/343	Cira × Schwalbe	PR
37.	Radka	Aquila × Reneta	PR
38.	p 101/49	Athene × Rajka	PR
39.	o 66/325	Renata × Hera	PR
40.	p 100/238	Athene × Hera	PR
41.	r 22/482	Cira × Schwalbe	PR
42.	VL 86/70	Humalda × 45/134	PR – PP
43.	VL 85/70	Wentov 587/49 × Bürs 5880/15	PR – PP
44.	VL 76/70	Li 963/57 × Saphír	PR – PP
45.	VL 84/70	Bürs 5880/15 × Schwalbe	PR – PP
46.	VL 80/70	Saco × Hera	PR – PP
47.	m 80/6	c 62/19 × Hera	PR – PP
48.	VL 163/68	Kar 5694/308 × 45/3	PP
49.	m 47/25	Apta × Hera	PP
50.	r 22/42	Cira × Schwalbe	PP
51.	q 25/77	Rita × k 45/134	PP
52.	Nora	Aquila × Sirius	PP
53.	r 22/94	Cira × Schwalbe	PP – P
54.	Renata	Karmen × Kř. 1879/48	P
55.	Jizera	Krasava × Kř. N. 6/33	PR
56.	Jiskra	Kř. P. 48/1 × Kř. L. 11/2	PR

Mollová a Henniger (1978) dokázali rozdíly pro celé rostliny, izolované listy a terčiky z listů za různých světelných podmínek a koncentrace CO₂ mezi dvěma odrůdami. Výnosnější odrůda 'Antares' vykazovala vždy vyšší rychlost asimilace ¹⁴CO₂.

Přes některé známé výsledky ještě na konci 70. let van der Zaag a Burton (1978) nedoporučovali výzkum vedený tímto směrem. Považovali ho za neefektivní. Svůj názor poopravil Burton (1981) při odvolávání se na výsledky Dwellho et al. (1979), kteří údajně zaznamenali odrůdové rozdíly v rychlosti fotosyntézy při určitých světelných intenzitách.

V našem ústavu jsme se začali zabývat měřením fotosyntetické aktivity listů v roce 1967. Na odrůdové rozdíly v rychlosti fotosyntézy jsem upozornil na zasedání fyziologické sekce Evropské společnosti pro výzkum bramborů již v roce 1971 (Zrůst, 1971). Další výsledky jsme publikovali později (Zrůst, Smolíková, 1977; Zrůst, 1978). Tento příspěvek je pokračováním výše uvedených prací.

MATERIÁL A METODY

Seznam kříženců a jejich některých rodičovských odrůd zařazených v polních pokusech je uveden v tab. I. Je doplněn o odrůdy 'Jizera' a 'Jiskra', se kterými jsme

II. Roztřídění genotypů podle délky vegetační doby a dosažené výše rychlosti fotosyntézy zařazených v polním pokusu v roce 1976. V jednotlivých skupinách jsou označeni nejvýkonnější, výkonní, méně výkonní a nevýkonní kříženci a odrůdy. (hodnoty v tabulce jsou průměry za vegetaci v mg sušiny $\text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) — Classification of genotypes according to the length of vegetation period and the photosyn-

VR			R – VR			R			R – PR			PR	
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b
2	+++	10,90	8	++++	11,22	17	++++	10,87	23	++++	11,04	26	++++
1	++	9,56	5	+++	10,30	15	++++	10,80	24	++++	10,95	34	++++
			6	+++	10,25	13	+++	9,62	21	+++	10,63	30	+++
			4	++	9,83	12	+++	9,61	19	+++	10,49	38	+++
			7	++	9,35	9	+++	9,49	22	++	9,36	37	+++
			3	+	8,87	14	++	9,35	25	++	8,96	39	+++
						16	++	9,10	20	+	8,54	36	+++
						11	++	8,51	18	+	8,41	33	+++
						10	+	6,78				31	++
												27	++
												28	++
												32	++
												35	++
												29	+
												41	+
												40	+
Průměr 10,23			9,97			9,35			9,80				
Průměr z méně výkonných			9,35			8,13			8,82				
Průměr z výkonnějších			10,59			9,97			10,78				

a — pořadové číslo kříženců a odrůd

b — označení výkonnosti genotypů: ++++ nejvýkonnější; +++ výkonné; ++ méně výkonné; + nevýkonné

c — průměrné hodnoty za vegetaci v mg sušiny $\text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$

pracovali samostatně. Pro hodnocení fotosyntézy jsem zvolil gravimetrickou terčíkovou metodu, určující přírůstek sušiny v izolovaných částech listového pletiva, exponovaných při stálých vnějších podmínkách, vhodných pro fotosyntézu. Pro její měření jsme měli k dispozici nový typ aparatury popsany Avratovščukovou (1973), se kterým jsme měřili v letech 1976–1978. V roce 1975 jsme zjišťovali rychlost fotosyntézy ještě na původních přístrojích vyrobených Střední průmyslovou školou v Trnavě podle dokumentace Šetlíka et al. (1967), které měly horší parametry — především zdroj fotosynteticky účinného záření byl zajištěn pouze deseti zrcadlenými žárovkami FOTO PR s příkonem 250 W, hustota fotosynteticky účinného záření dosahovala na úrovni terčíků zhruba $279,2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, rovněž teplota se nenechala dobře regulovat pod úroveň 20°C .

Podrobnosti o metodice vlastního měření jsme uvedli dříve (Zrůst, Smolíková, 1977). Při hodnocení kříženců jsem vycházel z této práce a zachoval stejný postup, který se tehdy velmi osvědčil. Všechny genotypy byly rozříděny podle délky vegetační doby do devíti základních skupin, pro každou skupinu vypočítány průměrné hodnoty za celé období měření. Tímto byly získány dvě skupiny kříženců,

thetic rate — field trial 1976. The most productive, productive, less productive and unproductive hybrids and cultivars are designated in the groups (the values in this table are the average values for the vegetation period — mg of dry matter .dm⁻² .h⁻¹)

PR	PR — PP			PP			PP — P			P		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
12,85	43	++++	11,50	48	++++	12,17	53	+	8,47	54	++++	11,94
12,67	46	+++	11,09	52	+++	11,24						
11,29	42	+++	10,90	51	+++	11,09						
11,29	45	++	10,13	49	++	9,31						
10,89	44	+	8,92	50	+	8,73						
10,79	47	+	8,46									
10,55												
10,53												
10,34												
10,04												
9,97												
9,90												
9,90												
8,95												
8,72												
6,94												
10,35	10,17			10,51			8,47			11,94		
9,35	9,17			9,02								
11,36	11,16			11,50								

Označení stupně ranosti podle délky vegetační doby: VR = velmi raný, R — VR = raný až velmi raný, R = raný, R — PR = přechodný, PR = poloraný, PR — PP = poloraný až polopozdní, PP = polopozdní, PP — P = polopozdní až pozdní, P = pozdní

v každé opět vypočítán průměr a tak získáno variační rozpětí pro čtyři výkonnostní skupiny kříženců a odrůd. Označil jsem je podle výkonnosti: 1 — nejvýkonnější, 2 — výkonní, 3 — méně výkonní, 4 — nevýkonní kříženci a odrůdy. U základních skupin, ve kterých bylo méně než pět hodnot byly genotypy zařazeny při porovnání s ostatními, početněji obsazenými skupinami podle naměřených konkrétních údajů.

VÝSLEDKY

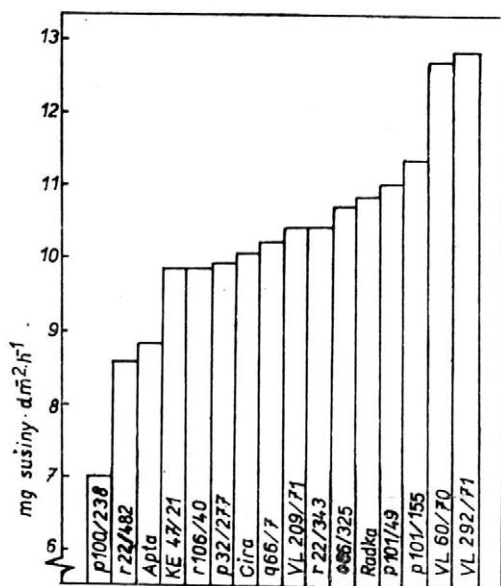
V tab. II jsou uvedeni v devíti skupinách podle stupně ranosti kříženci a odrůdy označené pořadovými čísly s jejich průměrnými hodnotami rychlosti fotosyntézy vypočítanými za sedm týdnů měření ve vegetaci od 4. 6. do 14. 7., tj. v období v průměru za týden po plném vzejití porostů až do jejich odkvětu. Konkrétně se u jednotlivých genotypů tyto

údaje lišily o $\pm 3-4$ dny na začátku měření a $\pm$ týden při jejich ukončení. Celkem se měření v tomto období provádělo v 19 dnech. V prvním týdnu se měřilo pouze v jednom dnu, v dalších týdnech vždy ve třech po sobě následujících dnech. Ukázka hodnocení výsledků 54 genotypů v době květu při odběrech třech dnů po sobě v jednom týdnu analýzou rozptylu je v tab. III.

III. Analýza rozptylu hodnot rychlosti fotosyntézy naměřených u vrcholových lístků čtvrtých listů (shora) 54 genotypů v době květu (začátek květu až odkvet podle kříženců), polní pokus, měřeno ve dnech 5., 6. a 7. 7. 1976 — Analysis of variance of the values of photosynthetic rate measured in the top leaflets of the fourth leaves (from above) of 54 genotypes during anthesis (the onset and the end of flowering according to hybrids), field trial, measured on the 5th, 6th and 7th of July, 1976

Zdroj proměnlivosti	$S(x - \bar{x})^2$	N	V	F		
				emp.	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
A rostliny	20,75	5	4,15	0,92	2,23	3,06
B dny	224,14	2	112,07	24,83 ⁺⁺	3,02	4,66
C odrůdy	2777,94	53	52,41	11,62 ⁺⁺	1,38	1,57
A $\times$ B	43,69	10	4,39	0,97	1,85	2,37
A $\times$ C	1304,97	265	4,92	1,09 ⁺	1,22	1,32
B $\times$ C	1959,61	106	18,49	4,10 ⁺⁺	1,28	1,42
Reziduum	2391,76	530	4,51			
Celkem	8722,86	971				

Průkazný rozdíl pro: A —
B 0,409
C 5,978



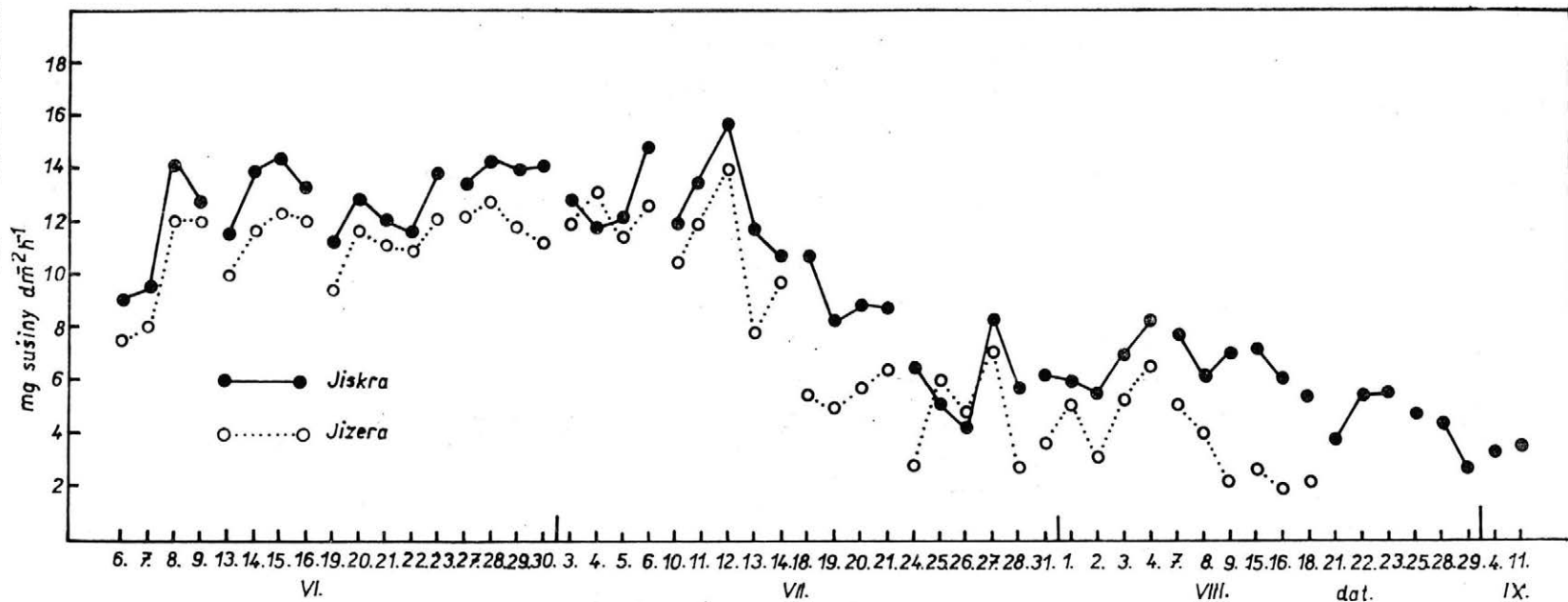
1. Rychlost fotosyntézy (mg sušiny · dm⁻² · h⁻¹) zjištěná u čepelí vrcholových lístků (čtvrtých listů od shora) ve skupině poloraných genotypů. Zakreslené údaje jsou průměry za 7 týdnů vegetace — Photosynthetic rate (mg of dry matter · dm⁻² · h⁻¹) in the blades of top leaflets (the fourth leaves from above) in the group of semi-early genotypes. The plotted data represent the average values for seven weeks of vegetation

Do grafu (obr. 1) jsem zpracoval z tab. II rozdíly v průměrných hodnotách rychlosti fotosyntézy za vegetaci od raných až poloraných kříženců a odrůd, tj. ze skupiny s nejpočetnějším zastoupením genotypů jedné zralostní skupiny v pokusu. Je z něho patrný značný rozdíl ve schopnosti genotypů hromadit s určitou rychlostí sušinu v listovém pleťtu. Podobné rozdíly jsem zaznamenal ve všech dalších skupinách (viz tab. II).

Pro představu jak se během vegetace rychlost fotosyntézy mění jsou v obr. 2 uvedeny výsledky sledování odrůdy 'Jiskra' a 'Jizera' v pokusném roce, ve kterém jsme ji měřili velmi často, v některých týdnech po všechny pracovní dny. I když jsme stanovení prováděli na starším typu aparatu-

IV. Rychlost fotosyntézy ($\text{mg sušiny} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) zjištěná u kříženců a odrůd zařazených po všechny čtyři roky pokusů. Údaje v tabulce jsou vypočítané průměrné hodnoty za jednotlivá vegetační období — The photosynthetic rate ($\text{mg of dry matter} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) found in the hybrids and cultivars included in all four experimental years. The data are the average values for different vegetation periods

Ranost	Odrůda Kříženec	Roky				Průměr 4 let
		1975	1976	1977	1978	
VR	m 58/333	11,79	10,90	10,73	7,79	10,30
R — VR	o 12/10	8,84	10,30	9,22	7,11	8,87
	o 36/55	8,33	10,25	9,94	7,36	8,97
	o 17/318	8,37	11,22	12,23	8,95	10,19
R	Hera	6,83	9,40	8,85	8,44	8,38
	Saskia	7,25	9,10	10,35	7,07	8,44
	Tera	8,62	9,49	10,33	7,40	8,96
	p 1/82	8,59	8,51	10,33	8,44	8,97
	p 80/44	9,06	9,61	11,04	9,28	9,75
	p 30/243	9,45	10,80	11,39	8,87	10,13
R — PR	o 25/21	6,84	10,95	9,96	6,15	8,48
	q 11/41	8,46	10,63	10,63	7,68	9,35
	p 1/325	10,10	11,04	11,67	9,63	10,61
PR	Apta	6,63	8,95	8,63	6,89	7,78
	p 101/155	6,96	11,29	9,84	8,49	9,15
	Radka	8,78	10,80	10,09	7,76	9,38
	KE 47/21	8,29	9,90	12,26	8,66	9,78
	o 66/325	7,76	10,79	12,05	8,98	9,90
	q 66/7	9,07	10,34	11,96	8,27	9,91
PR — PP	m 80/6	4,23	8,46	9,47	6,90	7,27
PP	q 25/77	7,98	11,09	12,41	8,09	9,89
	Nora	7,82	11,24	12,73	9,15	10,22



2. Rychlost fotosyntézy ($\text{mg sušiny} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) měřená během vegetace u čtvrtých listů od shora u dvou odrůd. Zakreslené údaje za den jsou průměry ze 42 opakování à 6 terčících. Listové terčičky exponovány při hustotě ozáření $55,8 \text{ Jm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, teplotě 20°C a normální koncentraci CO_2 ve vzduchu (ca 320 ppm) — Photosynthetic rate ($\text{mg of dry matter} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) measured during the vegetation period in the fourth leaves from above in two cultivars. The plotted data per day are the average values from 42 replications each consisting of six discs. The leaf discs are exposed to the irradiance of $55,8 \text{ Jm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, temperature 20°C and normal CO_2 concentration in the air (approx. 320 ppm)

tury při hustotě ozáření pouze $55,8 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, výsledky se příliš nelišily od oněch získaných v popsané nové aparatuře, ve které hustota ozáření na úrovni terčů převyšovala hodnoty dosahované při plném slunečním svitu. Zachoval se typický průběh vzestupu hodnot po plném vzejití u odrůd 'Jiskra' a 'Jizera' (konkrétně v roce pokusů 26.—29. 5.) až do období okem patrného počátku nasazování pupat (14.—17. 6.), udržení této výše do období plného květu (12.—14. 7.) a postupný pokles hodnot po odkvětu zpět až kolem 2—4 mg sušiny na dm^2 za hodinu v době počátku vizuálně zřetelného fyziologického zrání rostlin (10. 8. u odrůdy 'Jizera' a 5. 9. u odrůdy 'Jiskra').

K tomu třeba dodat, že v období konce vegetační doby jsme pro měření rychlosti fotosyntézy vybírali trsy s listy, u kterých ještě nedocházelo k odbourávání fotosynteticky účinných barviv; proto byly rychlosti fotosyntézy i na konci vegetace relativně vysoké. U odrůdy 'Jiskra' se vedle vyšších přírůstků sušiny uplatňovala též pomalejším stárnutím asimilačních pletiv podmíněná delší vegetační doba.

Aby mohly být porovnány výsledky většího počtu genotypů v časové řadě alespoň čtyř let, byly přiřazeny ke třem rokům (1976—1978), ve kterých byla rychlost fotosyntézy měřena na stejné aparatuře i výsledky z roku 1975 získané na přístroji staršího typu při mnohem nižším ozáření. Jak je patrné z údajů v tab. IV neovlivňují tyto výsledky konečné hodnocení, pokud se nejedná o získání absolutních hodnot.

V roce 1976, který byl brán za základ, jsme začínali s vytypovanými osmi odrůdami a 46 kříženci záměrně šlechtěnými na vysoký výkon. Postupně byli někteří kříženci jako neperspektivní (většinou pro špatný zdravotní stav — přítomnost virů, případně náchylnost k plísní bramborové) z vedení na šlechtitelských stanicích vyřazeni. Tím mohlo být sledováno pět kříženců a jedna odrůda pouze v roce 1976 a museli být z hodnocení vyloučeni, dalších 15 kříženců bylo měřeno ve dvou letech, 10 kříženců a jedna odrůda ve třech letech a zbývajících 22 genotypů ve všech čtyřech letech (tab. V). Z roku 1975 byli zařazeni pouze kříženci a odrůdy, u kterých jsme zjišťovali rychlost fotosyntézy i v letech dalších.

Výkonnost posuzovaná podle postupu uvedeného dříve (Zrůst a Smolíková, 1977) byla bez ohledu na počet let hodnocení ve všech letech shodná ve 13 případech, z toho šestkrát ve dvou letech, třikrát ve třech a čtyřikrát ve čtyřech letech. Nejvíce případů bylo takových, kdy se výkonnost měnila pouze o jeden výkonnostní stupeň a to 29, z toho osmkrát ve dvou letech, sedmkrát ve třech a 14× ve čtyřech letech sledování, přičemž sedmkrát tak, že jeden rok vybočoval z výkonnostní skupiny a v 7 případech byli kříženci rozdělení rovnoměrně v obou skupinách. Změna o dvě výkonnostní kategorie byla zaznamenána v pěti případech, z nich jeden ve dvou, jeden ve třech a tři ve čtyřech letech shodně tak, že ve dvou letech byly dva kříženci a jedna odrůda zařazeni mezi výkonné a u dvou mezi nevýkonné genotypy. Kříženec p 32/277, jehož výkonnost byla sledována ve třech letech, byl zařazen v roce 1975 mezi nejvýkonnější, v roce 1977 mezi výkonné a v roce 1976 mezi méně výkonné. Pouze u jediného křížence (o 25/21) vybočilo hodnocení do dvou mezních výkonností — v roce 1976 mohl být zařazen mezi nejvýkonnější ve skupině 54 sledovaných genotypů, ve zbývajících třech letech ho jeho průměrné výsledky za vegetaci zařadily mezi křížence nevýkonné.

Z celkového hodnocení vyplynulo, že se výkonnost kříženců či odrůd rok od roku v převážné většině případů příliš neměnila. Z celkového

V. Výkonnost v rychlosti fotosyntézy u jednotlivých kříženců (odrůd) v letech 1975—1978. Pořadovými čísly (1—4) označena výkonost křížence (odrůdy) podle průměrných hodnot za vegetaci v příslušném roce (1 nejvýkonnější — 4 nevykonní kříženci a odrůdy) — The effectiveness of the photosynthetic rate in individual hybrids (cultivars) in the years 1975—1978. The performance of hybrid (cultivar) according to the average values over the vegetation period of the given year (1 most productive — 4 unproductive hybrids and cultivars) is designated by numbers (1—4)

Pořadové číslo	Ranost	Odrůda Kříženec	Výkonost v roce			
			1975	1976	1977	1978
1.	VR	n 17/511	—	3	4	—
2.		m 58/333	1	2	2	2
3.	R — VR	VL 239/68	—	4	3	—
4.		o 18/52	2	3	—	—
5.		o 12/10	2	2	4	4
6.		o 36/55	2	2	3	3
7.		r 20/144	—	3	3	—
8.		o 17/318	2	1	1	1
9.		Tera	2	2	3	3
10.		r 22/360	—	4	3	3
11.	R	p 1/82	2	3	3	2
12.		p 80/44	1	2	2	1
13.		KE 120/261	2	2	—	—
14.		Hera	4	2	4	2
15.		p 30/243	1	1	2	1
16.		Saskia	4	3	3	4
17.		p 42/233	2	1	1	—
18.		n 24/70	—	4	4	—
19.		p 51/3	1	2	2	—
20.		o 27/455	3	4	4	—
21.		q 11/41	2	2	2	2
22.		n 17/276	—	3	3	3
23.		p 1/325	1	1	1	1
24.		o 25/21	4	1	4	4
25.		o 17/229	3	3	2	—
26.		PR VL 292/71	—	1	1	—
27.		Cira	—	3	2	2
28.		p 32/277	1	3	2	—
29.	PR	Apta	4	4	4	4
30.		p 101/155	4	2	4	2
31.		q 66/7	2	3	2	2
32.		KE 47/21	2	3	3	3

Pořadové číslo	Ranost	Odrůda Kříženec	Výkonnost v roce			
			1975	1976	1977	1978
33.		VL 209/71	—	2	—	—
34.		VL 60/70	—	1	2	—
35.		r 106/40	—	3	3	—
36.		r 22/343	—	2	3	—
37.		Radka	2	2	3	2
38.		p 101/49	2	2	2	—
39.		o 66/325	2	2	1	1
40.		p 100/238	4	4	4	—
41.		r 22/482	—	4	4	—
42.	PR — PP	VL 86/70	—	2	—	—
43.		VL 85/70	—	1	—	—
44.		VL 76/70	—	4	—	—
45.		VL 84/70	—	3	1	—
46.		VL 80/70	—	2	3	—
47.		m 80/6	4	4	4	4
48.	PP	VL 163/68	—	1	2	—
49.		m 47/25	4	3	—	—
50.		r 22/42	—	4	4	3
51.		q 25/77	2	2	1	2
52.		Nora	2	2	1	1
53.	PP — P	r 22/94	—	4	—	—
54.	P	Renata	—	1	—	—

počtu 48 genotypů, které bylo možno hodnotit, alespoň ve dvou (příp. i více) letech, nebyla zaznamenána žádná změna nebo změna maximálně o jednu výkonnostní skupinu u 42 kříženců a odrůd, což je potěšitelný poznatek pro celou metodu zjišťování rychlosti fotosyntézy.

DISKUSE

Při stanovení odrůdových rozdílů je třeba nejdříve omezit nepříznivé vnější vlivy a interakce genotypů s nimi. Nejvýznamnější podíl z celkové variability výsledků pokusů (tab. III) připadl ve všech případech dnům odběru vzorků. Kromě endogenně podmíněných změn, kterými prochází fotosyntetický aparát rostlin během vegetace, se uplatňují vlivy meteorologických faktorů v delších i kratších intervalech před vlastním hodnocením. Dochází proto ke vzájemnému překrývání hodnot akumulace su-

šiny v asimilačním pletivu různých odrůd v jednotlivých dnech i velkým výkyvům mezi dvěma následujícími dny po sobě. Je proto třeba pečlivou prací a dodržováním všech opatření, které jsem uvedl dříve (Zrůst, 1976) omezit nepříznivé vlivy na minimum. Teprve potom může tato metoda dávat spolehlivé informace o rychlosti fotosyntézy, příp. o fotosyntetické kapacitě listů, jsou-li dodrženy zásady všech optimálních podmínek pro fotosyntézu, tj. teplota, vlhkost, hustota ozáření, obsah CO₂ ve vzduchu.

Získáme-li hodnoty ve dvou paralelních pokusech zhruba ve stejném pořadí, říká nám to přesto poměrně málo, neboť v hodnotě přírůstku sušiny v terčících rozhoduje vedle genetických dispozic i okamžitý fyziologický stav rostliny, vývojové stadium, různé vnější vlivy a celá řada dalších nepostižitelných faktorů. Vzhledem k tomu je takovéto jednorázové hodnocení odrůd zatíženo poměrně velkou dávkou nepřesnosti a nepřekvapuje proto, že srovnávané výsledky jednorázových měření z různých let vykazují v jednom případě dokonalou shodu a v jiném se hodnoty značně liší.

Pro získání vysoce výkonných, příp. výkonných typů kříženců či odrůd v této charakteristice postačí je vytypovat v souboru většího počtu genotypů. Pokud nejsou nepříznivé vnější vlivy vyloučeny nebo alespoň omezeny, pak zhodnocení genotypů vyžaduje řadu měření v průběhu celé vegetace a dobře zvolený způsob vyhodnocení naměřených výsledků, včetně zopakování celého pokusu minimálně v dalších dvou, třech letech. Přitom je třeba dbát zásad stanovených např. Englem (1965), tj. měřit genotypy ve stejné fázi vývinu, nebo tento poznatek alespoň při interpretaci výsledků brát v úvahu (Meinl, 1967). Jakých bychom se mohli dopouštět chyb při nerespektování tohoto doporučení vyplývá z kolísání hodnot rychlosti fotosyntézy během vegetace.

Pro zpřesnění výsledků by bylo třeba pěstovat genotypy v klimatizovaných komorách, boxech, příp. sklenících (fytotroních). Hodnocení tvorby sušiny užitou metodou probíhá sice za konstantních podmínek, ale rostliny k němu jsou běžně odebírány z pole nebo skleníku, ve kterém nemohou být vnější faktory ovlivněny vůbec, nebo pouze z části (vodní režim, světelné podmínky). Zabezpečení těchto podmínek by bylo sice finančně velmi nákladné, nebylo by však třeba opakovat pokusy v dalších vegetacích.

Pokud nemáme takovéto podmínky k dispozici je vždy potřebné se výpočtem analýzy rozptylu přesvědčit jak dalece jsou výsledky stanovení spolehlivé, jaký je relativní vztah uvažovaných i nekontrolovaných vlivů (včetně jejich interakcí) a jejich podíl na celkové proměnlivosti rychlosti fotosyntézy.

Jak bylo ukázáno v úvodu, výzkumné práce z posledních let jednoznačně ukazují, že fotosyntetická aktivita listů je jednou z významných fyziologických složek výnosového potenciálu. Že jsou teoretické předpoklady pro její další zvyšování, je ukázáno na výsledcích této práce. Rezervy spočívají v poměrně široké vnitrodruhové proměnlivosti této vlastnosti, z níž je podstatně velká část geneticky fixována, jak dokázala u nás svými pracemi především Avratovščeková (1977). Otázka přímého vztahu fotosyntetické aktivity listů k výši hospodářského výnosu rostlin je složitější (Zrůsta Smolíková, 1977).

- AVRATOVŠČUKOVÁ, N.: Genetické studium fotosyntetické aktivity listů, aktivity Hillovy reakce a některých struktur listu významných pro fotosyntézu. [Dílčí záv. zpráva za úkol VI-4-4-4/1.] Praha, PŘF UK 1973, s. 67.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N.: Genetika fotosyntézy. Stud. Inform. ÚVTIZ, Zák. Vědy Zeměd., 1977, č. 1, s. 96.
- BURTON, W. G.: Challenges for stress physiology in potato. Am. Potato J., 58, 1981, s. 3-14.
- DWELLE, R. B. — KLEINKOPF, G. E. — STEINHORST, R. K. — PAVEK, J. J.: Measurements of gross photosynthetic rate and leaf area as a potential tool for screening selections from potato breeding programs (abstr.). Am. Potato J., 56, 1979, s. 549. (cit. Burton, W. G., 1981).
- ENGEL, K. H.: Untersuchungen über die Ertragsbildung als Grundlage für pflanzenzüchterische und pflanzenbauliche Massnahmen. Bodenkultur, 16, 1965, s. 263-277.
- ENGEL, K. H. — MEINL, G.: Untersuchungen über die Ertragsbildung als Grundlage für pflanzenzüchterische und pflanzenbauliche Massnahmen. Tagungsberichte, Dtsch. Akad. Landwirtsch., 82, 1966, s. 27-42.
- CHAPMAN, H. W. — LOOMIS, W. E.: Photosynthesis in the potato under field conditions. Pl. Physiol., 28, 1953, s. 703-716.
- KOZŁOWSKA, A.: The influence of intensity of photosynthesis on the development and yield of potatoes. Ekol. pol., 20, 1972, s. 405-412.
- MEINL, G.: Assimilationsvermögen als Sortenmerkmal. I. Vergleich der apparenten Assimilation von Kartoffelsorten verschiedener Reifezeit. Photosynthetica, 1, 1967, s. 51-56.
- MEINL, G.: Assimilationsvermögen als Sortenmerkmal. II. Trockenmassenproduktion, apparente Assimilation, Respiration und Transpiration von Kartoffelklonen unterschiedlichen Valenzstufen und Sorten bei unterschiedlich hoher NPK-Versorgung. Photosynthetica, 3, 1969, s. 9-19.
- MOLL, A. — HENNIGER, W.: Genotypische Photosyntheserate von Kartoffeln und ihre mögliche Rolle für die Ertragsbildung. Photosynthetica, 12, 1978, s. 51-61.
- ŠATILOV, I. S. — ROZOV, N. F. — ŠURIGINA, T. D.: Intensivnost fotosinteza kartofelja i redisa pri viraščivanii v iskusstvennoj sredě. Izv. Timirjazev. sel'-choz. Akad., 1, 1970, s. 23-31.
- ŠETLÍK, I. — AVRATOVŠČUKOVÁ, N. — KRÍTEK, J.: An annular irradiation chamber for photosynthesis measurements in leaf disks. Photosynthetica, 1, 1967, s. 89-95.
- ZAAG, D. E. van der — BURTON, W. G.: Potential yield of the potato crop and its limitations (Suggestions for research to improve actual yield). Survey Papers. 7th Trien. Conf. EAPR, Warsaw 26. 06.—01. 07. 1978, s. 7-22.
- ZRÚST, J.: Die Gewichtsbestimmung der Photosynthese — Intensität von Blattgewebescheiben bei einigen ausgewählten Kartoffelsorten. Referát přednesený na zasedání fyziologické sekce EAPR ve dnech 21. 6.—25. 6. 1971 v Praze. Souhrn uveřejněn v Potato Res., 14, 1971, 328 s.
- ZRÚST, J.: Měření fotosyntézy na terčících z listů bramboru. In: ZADINA, J. — JERMOLJEV, E. (ed): Šlechtění bramboru. Academia, 1976, s. 270-276.
- ZRÚST, J.: Photosyntheserate bei Kartoffeln. Proc. 7 Trien. Conf. EAPR, Warsaw 26. 06.—01. 07. 1978, s. 3-4.
- ZRÚST, J. — SMOLÍKOVÁ, A.: Rozdíly v rychlosti fotosyntézy u kříženců a některých rodičovských odrůd brambor. Rostl. Výroba, 23, 1977, s. 723-732.

Došlo dne 4. 1. 1983

ЗРУСТ, Я. (Научно-исследовательский и селекционный институт картофелеводства, Г. Брод): Скорость фотосинтеза у разных генотипов картофеля. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6): 563-576.

В ходе вегетации (1975—78 гг.) измеряли скорость фотосинтеза по гравиметрическому методу дисков для определения прироста сухого вещества в изолированных частях листовой ткани, выставленных постоянным внешним условиям, подходящим для фотосинтеза. Основную совокупность из 54 генотипов распределили — на основе продолжительности вегетации — на 3 основных групп. Установленные различия в активности фотосинтеза листьев по группам — доказательство сравнительно широкой внутривидовой изменчивости, чем можно воспользоваться в процессе селекции картофеля на повышенный фотосинтези-

ческий и продуктивный потенциал — как в оценке исходного материала для селекции, так и для его использования в последующих фазах селекционной работы после оценки состояния селекционного материала, когда численность особей уже не столь велика. Определенная с помощью данного метода продуктивность отдельных генотипов в рамках группы раннеспелости не меняется резко. В 87 % от общего количества генотипов минимум в течение двух опытных лет изменений не отмечено или же они составляли одну из 4 степеней продуктивности.

скрещивание; гибриды сорта; гравиметрический метод дисков

ZRÚST, J. (Research Institute of Potato Growing and Breeding, Havlíčkův Brod): *The Photosynthetic Rate in Different Potato Genotypes*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 563-576.

Over four vegetation periods (1975—1978) the photosynthetic rate was measured by gravimetric disc method, determining the dry matter increment in isolated portions of leaf tissue exposed to constant environmental conditions suitable for photosynthesis. The basic set of 54 genotypes was divided according to the length of vegetation period into nine basic groups. The sufficient differences in the photosynthetic activity of leaves in each of these groups document well a relatively wide inter-species variability which can be utilized during potato breeding for a higher photosynthetic and production potential both in the course of evaluation of initial material for breeding and in the later phases of the breeding work, following the evaluation of the health condition of the breeding material when the number of individuals is no more so high. The outlined productivity of individual genotypes within one group of earliness did not change substantially by using this method. No change or the changes only in one of the four performance stages were found in 87 % from the total number of genotypes evaluated at least in two experimental years.

breeding; crosses; cultivars; gravimetric disc method

Adresa autora:

Ing. Jaromír Zrůst, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Dobrovského 2366, 580 03 Havlíčkův Brod

VZTAH MORFOLOGICKÝCH A FYZIOLOGICKÝCH CHARAKTERISTIK K TVORBĚ VÝNOSU KLASU PŠENICE

Z. Nátrová

NÁTROVÁ, Z. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vztah morfolo- gických a fyziologických charakteristik k tvorbě výnosu klasu pšenice*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 577-585.

U odrůd ozimé pšenice 'Chlumecká 12', 'Mironovská', 'Kormorán', 'Vala', 'Sla- via' a 'Košutka', vysetých ve dvou hustotách výsevu v letech 1981 a 1982 byly sledovány vztahy mezi počtem založených kvítků, podílem fertilních kvítků v antezi, výnosem klasu hlavního stéb- la a morfolo- gickými i fyziologickými cha- rakteristikami. Počet založených kvítků byl v pozitivní korelaci se sušinou stéb- la, klasu a listovou plochou. Podíl fertilních kvítků v antezi závisel na pří- růstku sušiny celého stéb- la, internodií, klasu a na hmotnosti jejich sušiny. Vy- soce průkazné korelační koeficienty byly dále stanoveny pro sušinu druhého internodia, specifickou hmotnost sušiny prvního i druhého internodia pod kla- sem a šířkou pochvy druhého listu pod klasem a praporcového listu. Na hmot- nost obilek v klasu měly vysoce průkazný vliv asimilační orgány nad nodem praporcového i druhého listu pod klasem. Přitom sušina listů vykazovala vyšší závislost než rozměry listů a druhý list je před praporcovým.

ozimá pšenice; počet založených kvítků; podíl fertilních kvítků; asimilační or- gány; korelace

Obsah glycidů uložených v obilkách je významným ukazatelem výno- su, který je podmíněn tvorbou asimilátů a jejich distribucí. Rozdíly mezi genotypy v produktivitě klasu jsou však podmíněny také velikostí sinku, tj. počtem obilek a jejich hmotností. Podle Ledenta a Mosse (1979) jsou tyto rozdíly dále doprovázeny a patrně podmíněny i rozdíly někte- rých částí stéb- la. To naznačuje, že může existovat vztah mezi morfo- logic- kými charakteristikami stéb- la pšenice a výnosem klasu.

Dosavadní výzkumy v tomto směru souvisely s určením vlivu foto- syntézy na výnos zrna. Ve všech pracích bylo prováděno měření morfo- logických charakteristik v období kvetení, a proto zjištěné vztahy jsou významné především pro hmotnost obilek. Voldeng-Simpson (1967) a Hsu-Walton (1971) uvádějí, že se asimiláty produkované asimilačními pletivy orgánů nad nodem praporcového listu podílí 60 % až 85 % na celkové hmotnosti sušiny klasu. Poznatky o významu jednotli- vých částí a orgánů stéb- la z hlediska fotosyntézy a tvorby výnosu vedly pak ke studiu vztahů mezi morfo- logickými charakteristikami nad nodem praporcového listu a výnosem klasu (Simpson, 1968; Monyo- -Whittington, 1971; Briggs-Attinaw, 1980). Výsledkem po- kusů Ledenta (1977) bylo zjištění závislosti výnosu klasu stéb- la i na ploše čepele druhého a třetího listu pod klasem. U souboru čtyř odrůd

ozimé pšenice a dvou odrůd jarní pšenice zjistili pak dále Ledent a Moss (1979) závislost výnosu klasu nejen na hmotnosti sušiny osin a pochvy praporcevého listu, ale i na hmotnosti sušiny pochvy druhého listu pod klasem a dvou horních internodií.

Druhý výnosový prvek klasu, počet obilek, je však determinován hlavně v období do kvetení. Počet obilek v klasu ozimé pšenice byl ve vysoce průkazné korelaci s počtem fertálních květků v antezi ($r = 0,949$), který je určován počtem založených květků a podílem fertálních květků z celkového počtu založených (Nátrová, 1982). Význam tohoto období pro výnos klasu naznačily pokusy, ve kterých snížení intenzity záření nebo dočasné zvýšení koncentrace CO_2 významně ovlivnilo počet obilek v klasu a zároveň i jeho výnos (Fischer-Stockman, 1980; Sionit et al., 1980). Práce ukázaly úlohu fotosyntézy v regulaci počtu obilek a současně i význam struktur rostliny vytvořených v době do anteze. Ve srovnání s obdobím po antezi nebyla dosud studována závislost vývoje klasu na morfologických strukturách.

Cílem této práce bylo u více odrůd ozimé pšenice zjistit vztahy mezi výnosem klasu hlavního stébla, počtem obilek v klasu a morfologickými i fyziologickými charakteristikami. K dosažení většího rozsahu počtu i hmotnosti obilek klasu byly vybrány odrůdy různé produktivity, které byly vysety ve dvou hustotách výsevu a ve dvou letech.

MATERIÁL A METODY

V roce 1981 a 1982 byly hodnoceny rostliny odrůd ozimé pšenice 'Chlumecká 12', 'Mironovská', 'Kormorán', 'Vala', 'Slavia' a 'Košutka', které byly vysety na pozemcích VÚRV v Praze-Ruzyni. Předplodinou byla vojtěška, pozemek byl pohnoujen před setím $0,55 \text{ t NPK}_1$ a na jaře 30 kg N_1 , výše výsevu $4,5$ a $6,75 \text{ mil. zrn. ha}^{-1}$. Základní výchozí údaje morfologických i fyziologických charakteristik a vývoje klasu byly zjišťovány na hlavním stéble v době sloupkování (VI. etapa organogeneze), kvetení, 10 dnů po kvetení a výnos klasu i jeho komponenty v době zralosti. V prvních třech odběrech bylo hodnoceno 15 a v době zralosti 30 hlavních stébel. Rostliny byly odebrány náhodně ze středu parcely.

Vývoj klasu byl sledován metodou morfofyziologické analýzy a hodnocen podle stupnice Kupermanové. V VI. etapě organogeneze (dále EO) byl hodnocen maximální počet založených květků, v IX. EO počet fertálních květků a ve XII. EO počet fertálních květků s vyvinutými obilkami.

Hodnocené a odvozené morfologické a fyziologické charakteristiky: plocha, hmotnost a specifická hmotnost sušiny listových čepelí; šířka, délka, plocha a hmotnost pochev; délka, hmotnost a specifická hmotnost sušiny internodií; přírůstky sušiny orgánů v období od VI. do IX. EO. Výsledky byly hodnoceny analýzou rozptylu a korelační analýzou.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Bylo prokázáno, že hodnoty jak morfologických a fyziologických charakteristik tak i výnosu klasu a jeho komponent, stanovené v VI., IX. a XII. EO (tab. I, II, III) jsou statisticky významně ovlivněny odrůdou, hustotou porostu a podmínkami pokusného roku.

V VI. EO, kdy byla tvorba klasu ukončena založením maximálního počtu květků, bylo hodnoceno 19 charakteristik. Tyto byly vybrány z hlediska významu pro produkci asimilátů a tvorbu klasu. Nejvyšších hodnot korelace s maximálním počtem květků dosáhlo sedm charakteristik (tab. I). Nejvyšší míra závislosti byla stanovena mezi maximálním počtem

I. Počet založených kvítků a morfologické i fyziologické charakteristiky hlavního stébela odrůd ozimé pšenice hodnocené v VI. etapě organogeneze (A — hustota výsevu 4,5 mil. zrn.ha⁻¹; B — 6,75 mil. zrn.ha⁻¹) — The number of set flowers and the morphological and physiological characteristics of the main stalk of winter wheat varieties evaluated in the sixth stage of organogenesis (A — sowing rate of 4.5 million grains.ha⁻¹; B — 6.75 million grains.ha⁻¹)

Odrůda		Výsev	Počet založených kvítků	Hmotnost sušiny				Plocha		Délka klasu
				pochev listů	klasu	celého stébela	internodií	listových čepelí	čepelí 4. listu pod klasem	
			VI. EO	mg				cm ²		mm
1981	Chlumecká 12	A	125,3	320	6,8	1009	287	69	15	21,6
		B	121,9	287	7,3	871	258	61	13	23,3
	Mironovská	A	103,5	202	2,6	607	119	55	11	8,2
		B	103,1	196	7,0	649	132	50	11	12,2
	Kormorán	A	136,6	335	5,9	1033	215	78	16	14,4
		B	111,4	245	3,4	775	158	65	13	8,9
	Vala	A	115,4	171	2,2	499	59	49	11	7,7
		B	111,6	166	1,9	485	68	45	8	8,1
	Slavia	A	109,2	187	2,4	554	79	46	9	6,9
		B	100,8	179	1,7	518	83	45	9	7,2
	Košutka	A	84,2	123	1,1	357	30	37	9	6,2
		B	73,9	115	1,4	323	30	31	6	5,7
1982	Chlumecká 12	A	128,0	281	7,8	806	272	56	14	28,7
		B	115,3	244	6,1	711	244	51	13	24,7
	Mironovská	A	109,7	233	3,3	585	141	44	12	10,3
		B	104,0	175	3,0	471	119	38	10	13,8
	Kormorán	A	157,3	307	13,5	778	198	53	12	26,3
		B	146,1	274	12,5	724	186	51	11	26,3
	Vala	A	123,2	208	3,2	517	91	40	9	11,1
		B	115,8	212	2,5	512	93	38	10	11,5
	Slavia	A	121,0	271	7,1	694	166	49	11	17,3
		B	113,6	258	5,6	662	166	46	11	15,5
	Košutka	A	87,9	142	2,8	352	55	29	5	9,5
		B	79,6	119	1,2	299	55	26	5	8,5
md (P < 0,05) (pro odrůdy)			4,2	13,6	0,9	40,1	12,0	2,6	1,0	1,8

II. Podíl fertilních květků a morfologické i fyziologické charakteristiky hlavního stébka odrůd ozimé pšenice hodnocené v době kvetení (A — hustota výsevu 4,5 mil. zrn.ha⁻¹; B — 6,75 mil. zrn.ha⁻¹) — The proportion of fertile flowers, morphological and physiological characteristics of the main stalk of winter wheat varieties evaluated in the flowering period (A — sowing rate 4.5 million grains.ha⁻¹; B — 6.75 mil. grains.ha⁻¹)

Odrůda			Výsev	Podíl fertil- ních kvítků	Šířka pochvy		Hmotnost sušiny				Přírůstek hmotnosti sušiny od VI. do IX. EO			Specifická hmotnost sušiny	
					prapor- cového listu	2. listu pod klasem	celého stébka	klasu	pochvy 2. listu pod klasem	2. inter- nodia pod klasem	stébka	inter- nodií	klasu	1. inter- nodia pod klasem	2. inter- nodia pod klasem
					mm	mg				mg			mg. cm ⁻¹		
1981	Chlumecká 12	A	0,24	3,6	4,0	1946	259	95	234	938	672	253	4,6	10,7	
		B	0,23	3,0	3,6	1615	207	78	187	744	551	200	4,2	8,9	
	Mironovská	A	0,35	4,0	4,5	2308	356	112	282	1701	1044	353	6,2	12,5	
		B	0,35	3,6	4,2	2325	358	114	273	1675	1042	352	5,8	12,1	
	Kormorán	A	0,32	4,0	4,7	2706	447	149	314	1673	1001	441	8,2	14,8	
		B	0,34	3,8	4,4	2396	386	132	296	1621	914	383	6,8	13,2	
	Vala	A	0,33	3,9	4,8	2299	375	115	270	1800	1012	373	8,1	13,8	
		B	0,32	3,8	4,5	2077	365	104	296	1591	910	298	8,4	14,7	
	Slavia	A	0,34	3,9	4,7	2342	403	124	368	1788	1004	400	9,7	16,7	
		B	0,31	3,6	4,3	2205	361	109	328	1686	995	359	8,8	14,8	
	Košetka	A	0,47	3,3	3,8	1697	393	86	254	1340	681	392	6,3	13,7	
		B	0,47	3,2	3,6	1485	336	67	228	1163	637	335	6,1	13,0	
1982	Chlumecká 12	A	0,26	2,9	3,4	1396	245	66	131	589	378	238	4,4	7,3	
		B	0,27	2,9	3,2	1376	231	68	132	665	407	225	4,3	7,1	
	Mironovská	A	0,29	3,3	3,9	1894	441	87	194	1309	720	438	6,2	10,3	
		B	0,28	3,2	3,7	1626	364	75	165	1155	619	361	5,5	9,1	
	Kormorán	A	0,28	3,2	3,8	1590	366	98	140	812	395	352	6,4	10,2	
		B	0,26	3,3	3,9	1633	385	99	141	909	423	372	6,2	10,4	
	Vala	A	0,33	3,2	4,0	1638	392	89	188	1121	570	388	7,2	10,8	
		B	0,30	3,2	3,0	1588	352	85	184	1077	581	349	6,8	10,6	
	Slavia	A	0,33	3,7	4,2	1986	425	106	224	1292	685	418	8,2	13,5	
		B	0,29	3,5	4,0	1907	427	98	229	1244	662	422	8,5	13,5	
	Košetka	A	0,39	3,0	3,5	1593	404	82	236	1242	629	401	6,6	12,2	
		B	0,37	2,8	3,3	1397	349	71	193	1097	555	348	6,1	10,9	
md (P < 0,05) (pro odrůdy)			0,01	0,1	0,1	111,7	26,5	5,5	13,9	199,3	73,8	26,6	0,4	0,6	

III. Hmotnost obílek klasu a morfologické i fyziologické charakteristiky hlavního stébka odrůd ozimé pšenice hodnocené v době 10 dnů po kvetení (A — hustota výsevu 4,5 mil. zrn.ha⁻¹; B — 6,75 mil. zrn.ha⁻¹) — The weight of ear caryopses, morphological and physiological characteristics of the main stalk of winter wheat varieties evaluated 10 days after anthesis (A — sowing rate 4.5 million grains.ha⁻¹; B — 6.75 mil. grains.ha⁻¹)

Odrůda		Výsev	Hmotnost obílek klasu	Šířka pochvy		Hmotnost sušiny				Specifická hmotnost sušiny		Plocha čepele
				prapor-cového listu	2. listu pod klasem	čepele 2. listu	pochvy pod klasem	2. listu pod klasem	praporco-vého a 2. listu pod klasem	1. inter-nodia pod klasem	2. inter-nodia	praporco-vého a 2. listu pod klasem
			g	mm		mg				mg. cm ⁻¹		cm ²
1981	Chlumecká 12	A	1,09	3,1	3,6	104	110	214	502	7,6	15,0	34
		B	1,02	3,1	3,5	83	96	179	431	4,8	13,7	38
	Mironovská	A	1,77	4,1	4,8	105	120	224	551	9,4	16,0	37
		B	1,76	3,6	4,5	93	107	200	482	7,4	15,1	43
	Kormorán	A	2,13	3,9	4,5	152	150	302	690	11,0	18,9	55
		B	1,98	3,9	4,9	127	129	256	588	9,0	16,2	51
	Vala	A	1,99	4,2	4,8	128	116	243	552	11,3	21,4	44
		B	1,82	3,8	4,5	111	104	214	510	10,1	19,7	41
	Slavia	A	2,02	3,6	4,7	114	120	234	571	10,8	18,8	44
		B	1,67	3,5	4,2	93	96	189	462	9,2	16,6	34
	Košutka	A	1,62	3,5	4,0	69	85	154	386	7,2	16,6	27
		B	1,42	3,3	3,8	62	71	132	317	7,2	15,3	23
1982	Chlumecká 12	A	1,24	3,0	3,4	53	78	130	304	5,8	10,1	19
		B	1,06	3,1	3,3	47	76	123	295	5,7	10,6	19
	Mironovská	A	1,67	3,4	4,1	72	89	161	366	6,5	12,0	22
		B	1,54	3,4	3,9	67	83	150	348	5,9	11,8	22
	Kormorán	A	1,87	3,8	4,0	89	123	212	470	8,9	16,3	29
		B	1,62	3,8	4,2	81	117	198	443	9,4	15,7	26
	Vala	A	1,99	3,9	4,3	74	86	160	373	8,1	14,0	25
		B	1,83	3,4	4,2	68	85	153	335	7,9	13,5	23
	Slavia	A	2,05	3,5	4,1	94	107	201	449	8,9	15,8	31
		B	1,61	3,3	3,9	80	90	170	389	8,6	14,4	26
	Košutka	A	1,42	3,3	4,1	58	78	135	313	6,9	13,5	23
		B	1,19	3,2	3,9	54	67	121	280	6,3	12,4	21
md (P < 0,05) (pro odrůdy)			0,08	0,1	0,1	4,0	4,1	7,2	14,2	0,4	0,7	1,8

IV. Jednoduché korelace mezi morfologickými i fyziologickými charakteristikami a počtem založených kvítků (I), podílem fertálních kvítků (II) a výnosem klasu hlavního stébela (III) — Simple correlations between morphological and physiological characteristics and the number of set flowers (I), proportion of fertile flowers (II) and the yield of main stalk ear (III)

Charakteristiky	I	II	III
Hmotnost sušiny pochev listů	0,817		
Hmotnost sušiny klasu	0,778	0,601	
Hmotnost sušiny celého stébela	0,758	0,621	
Hmotnost sušiny internodií	0,691		
Plocha listových čepelí	0,647		
Plocha čepele 4. listu pod klasem	0,646		
Délka klasu	0,727		
Šířky pochvy praporcového listu		0,648	0,752
Šířka pochvy 2. listu pod klasem		0,704	0,754
Hmotnost sušiny pochvy 2. listu pod klasem		0,617	0,595
Hmotnost sušiny 2. internodia pod klasem		0,625	
Přírůstek hmotnosti sušiny stébela		0,771	
Přírůstek hmotnosti sušiny internodií		0,673	
Přírůstek hmotnosti sušiny klasu		0,617	
Specifická hmotnost sušiny 1. internodia pod klasem		0,648	0,753
Specifická hmotnost sušiny 2. internodia pod klasem		0,577	0,632
Hmotnost sušiny čepele 2. listu pod klasem			0,615
Hmotnost sušiny 2. listu pod klasem			0,622
Hmotnost sušiny praporcového a 2. listu pod klasem			0,589
Plocha čepele praporcového a 2. listu pod klasem			0,587

kvítků (tab. IV) a hmotností sušiny pochev listů, klasu, celého stébela a internodií. Obdobně vysoce průkaznou byla korelace mezi počtem kvítků a délkou klasu, plochou listových čepelí a plochou čepele čtvrtého listu pod klasem.

Z výsledků vyplývá, že u odrůd s vyšším počtem založených kvítků se v průběhu tvorby klasu paralelně vytváří i vyšší asimilační plocha a sušina hlavního stébela. Zjištěné poznatky jsou obdobné závěrům, které jsme vyvodili pro odrůdy jarní pšenice (Nátrová, 1981). Negativní vliv listové plochy na diferenciaci klasu uvádí Davidson (1965).

V době kvetení bylo společně se stanovením počtu fertálních kvítků a jejich podílu z celkového počtu založených hodnoceno 46 charakteristik, které jsou důležité z hlediska produkce asimilátů a u kterých se předpokládá určitá souvislost s vývojem klasu v období před kvetením.

V rámci celého souboru odrůd byly stanoveny průkazné, avšak poměrně nízké korelační koeficienty. Tyto se vesměs výrazně zvýšily, když byla z hodnoceného souboru vyřazena osinatá odrůda 'Košutka', která při nízkých hodnotách sledovaných znaků dosahovala nejvyššího podílu fertálních kvítků. Toto nasvědčuje, že u této odrůdy byl ovlivňován růst klasu nejen sledovanými charakteristikami, ale ještě dalšími charakteristikami některých orgánů stébla. Důležitou úlohu mohly sehrát u odrůdy 'Košutka' právě osiny. Ledent-Moss (1979) např. zjistili úzký vztah hmotnosti osin klasu s jeho výnosem, přičemž vyšší hmotnost osin souvisela s větším počtem obilek. Proto byly stanoveny korelační vztahy u souboru odrůd bez odrůdy 'Košutka' a u samotné odrůdy 'Košutka'.

Nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů s podílem fertálních kvítků byly zjištěny u 11 charakteristik (tab. II). U celého souboru odrůd závisel podíl fertálních kvítků v nejvyšší míře (tab. IV) na přírůstku sušiny celého stébla, internodií a klasu. Podíl fertálních kvítků byl rovněž v těsném vztahu s hmotností sušiny stébla, klasu, druhého internodia pod klasem a pochvy druhého listu pod klasem. Vysoká míra závislosti podílu fertálních kvítků na průměrné šířce pochvy druhého listu a praporcového listu naznačuje i na význam průměrné šířky horních internodií. Toto dále potvrzuje i vysoce průkazná korelace mezi podílem fertálních kvítků a specifickou hmotností sušiny prvního a druhého internodia pod klasem. U odrůdy 'Košutka' neměly přírůstky sušiny ve srovnání se souborem odrůd tak těsný vztah k podílu fertálních kvítků. Významnější jsou specifická hmotnost druhého internodia ($r = 0,805$) a šířka pochvy praporcového listu ($r = 0,780$).

V období před metáním jsou jak vyvíjející se klas, tak i horní internodia pod klasem obklopena pochvami, a proto některé parametry pochvy mohou mít význam pro růst těchto orgánů. Pochvy jako asimilující orgány mohou dodávat spolu s čepelemi druhého a třetího listu pod klasem asimiláty vyvíjejícímu se stéblu, klasu a praporcovému listu. Během tohoto období se tedy horní internodia stébla, pochvy, čepele, zejména praporcového listu a kvítky v rostoucím klasu vyvíjejí společně, a proto může být očekáván úzký vztah v jejich úrovni i v tom smyslu, jak je výše naznačeno. Prokazují to také pokusy Warringtona et al. (1977), kdy vysoké teploty v období před metáním podminily nejen vývoj menšího počtu kvítků, ale výrazně snížily i růst horních listů a internodií.

V období deseti dnů po kvetení bylo hodnoceno 34 znaků u nichž lze předpokládat význam pro produkci a translokaci asimilátů do rostoucích obilek. Z nich pak nejvyšší hodnoty korelace s výnosem klasu vykazalo devět charakteristik (tab. III). Nejvyšší míra závislosti byla zjištěna mezi výnosem klasu (tab. IV) a průměrem šířky pochvy druhého listu pod klasem a praporcového listu. Jako další se řadí hodnoty korelačních koeficientů mezi výnosem klasu a specifickou hmotností sušiny prvního a druhého internodia pod klasem. Ze sledovaných dvou posledních listů prokázal vyšší vztah s výnosem druhý list pod klasem a to jeho sušina.

Úzký vztah mezi internodiemi i pochvami klasu může být podmíněn jejich významnou úlohou jako fotosyntetického a přechodně akumulativního orgánu před a v době růstu obilek. Vyplývá to např. z pokusů Rawsona a Hofstra (1969), kteří zjistili, že asimiláty vyprodukované a uložené v době metání byly translokovány do klasu během růstu obilek. Většina těchto zásob byla uložena v prvním a druhém internodiu pod

klasem. Wardlaw a Porter (1967) uvádějí, že asimiláty jsou převážně uloženy ve druhém internodiū pod klasem. Také Ledent a Moss (1979) uvádějí, že pochvy nejvyšších listů slouží jako místa pro dočasné uložení části asimilátů. Z tohoto hlediska je možno považovat internodia i pochvy jako potenciálně důležité pro výnos, zejména v podmínkách méně příznivých pro tvorbu nových asimilátů. Za těmito charakteristikami dále následuje hmotnost sušiny a plocha čepele praporcového a druhého listu pod klasem. Výnos klasu prokázal pozitivní vztah nejen s fotosyntetickými komponentami nad nodem praporcového listu, jak uvádějí mnohé práce, ale i nad nodem druhého listu pod klasem. Přitom sušina listů má vyšší zařazení než rozměry listů a druhý list je před praporcovým.

Literatura

- BRIGGS, K. G. — ATTINAW, A.: Relationships between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheats. *Crop Sci.*, 20, 1980, s. 350-354.
- DAVIDSON, J. L.: Some effects of leaf area control on the yield of wheat. *Austr. J. agric. Res.*, 16, 1965, s. 721-731.
- FISCHER, R. A. — STOCKMAN, Y. M.: Kernel number per spike in wheat (*Triticum aestivum* L.); responses to preanthesis shading. *Austr. J. Plant Physiol.*, 7, 1980, s. 169-180.
- HSU, P. — WALTON, P. D.: Relationships between yield and its components and structure above the flag leaf node in spring wheat. *Crop Sci.*, 11, 1971, s. 190-193.
- LEDENT, J. F.: Relationships between culm yield and morphological characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Cereal Res. Commun.*, 5, 1977, s. 89-99.
- LEDENT, J. F. — MOSS, D. N.: Relation of morphological characters and shoot yield in wheat. *Crop Sci.*, 19, 1979, s. 445-451.
- MONYO, J. H. — WHITTINGTON, W. J.: Inheritance of plant growth characters and their relations to yield in wheat substitution lines. *J. agric. Sci. Camb.*, 76, 1971, s. 167-172.
- NÁTROVÁ, Z.: Závislost počtu obilek v klasu jarní pšenice na vývoji a ekologických faktorech. *Rostl. Výroba*, 27, 1981, č. 4, s. 413-421.
- NÁTROVÁ, Z.: Formation and development of florets in different winter wheat genotypes. *Věd. Práce Výzk. Úst. rostl. Vyr. Praha*, č. 22, Genet. a šlechtění (v tisku).
- RAWSON, H. M. — HOFSTRA, G.: Translocation and remobilization of ^{14}C assimilated at different stages by each leaf of the wheat plant. *Austral. J. Biol. Sci.*, 22, 1969, s. 321-331.
- SIMPSON, G. M.: Association between grain yield per plant and photosynthetic area above the flag leaf node in wheat. *Can. J. Pl. Sci.*, 48, 1968, s. 253-260.
- SIONIT, N. — HELLMERS, H. — STRAIN, B. R.: Growth and yield of wheat under CO_2 enrichment and water stress. *Crop Sci.*, 20, 1980, s. 687-690.
- VOLDENG, H. D. — SIMPSON, G. M.: The relationship between photosynthetic area and grain yield per plant in wheat. *Can. J. Pl. Sci.*, 47, 1967, s. 359-365.
- WARDLAW, I. F. — PORTER, H. K.: The redistribution of stem sugars in wheat during grain development. *Austral. J. Biol. Sci.*, 20, 1967, s. 309-318.
- WARRINGTON, I. J. — DUNSTONE, R. L. — GREEN, L. M.: Temperature effects at three development stages on the yield of the wheat ear. *Austr. J. agric. Res.*, 28, 1977, s. 11-27.

Došlo dne 4. 1. 1983

НАТРОВА, З. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): **Отношение между морфологическо-физиологическими характеристиками и образованием урожая колоса пшеницы.** Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 577-585.

У сортов озимой пшеницы 'Хлумецка 12', 'Мироновская', 'Корморан', 'Вала', 'Славия' и 'Кошутка', высеянных с двумя схемами плотности в 1981—82 гг., определяли отношения между количеством завязавшихся цветков, долей фертильных цветков в антезисе, урожаем колоса на главном стебле и морфологическо-физиологическими характеристиками. Число завязавшихся цветков находится в положительной корреляции с сухим веществом стебля, колоса и листовой площадью. Доля фертильных цветков зависит от прироста сухого вещества всего стебля, междоузлий, колоса и массы их сухого вещества. Высоко достоверные коэффициенты корреляции установлены также у сухого вещества второго междоузлия, специфической массы сух. вещ. первого и второго междоузлий под колосом и у ширины пазухи второго листа под колосом и у флагового листа. Масса зерновок в колосе зависит в высоко достоверном порядке от органов ассимиляции над ульмом флагового и второго листьев под колосом. Причем сух. листьев показывает более высокую зависимость, чем их размеры, а второй лист находится перед флаговым.

озимая пшеница; численность завязавшихся цветков; доля фертильных цветков; органы ассимиляции; корреляция

NÁTROVÁ, Z. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Relationship of Morphological and Physiological Characteristics to the Yield Formation in Wheat Ear.* Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 577-585.

In the winter wheat cultivars 'Chlumecká 12', 'Mironovskaya', 'Kormorán', 'Vala', 'Slavia' and 'Koshutka' sown at two sowing rates in the years 1981 and 1982, the relationships were studied between the number of set flowers, proportion of fertile flowers in anthesis, yield of the main stalk ear and between morphological and physiological characteristics. The number of set flowers was in positive correlation with the dry matter of stalk, ear and leaf area. The proportion of fertile flowers in anthesis was related to the dry matter increment of the whole stalk, internodes, ear and to the weight of their dry matter. Highly significant correlation coefficients were determined for the dry matter of the second internode, specific weight of dry matter of the first and second internodes below the ear and the width of sheath of the second leaf below the ear and of the flag leaf. The weight of caryopses in the ear was influenced highly significantly by the assimilation organs located above the node of the flag leaf and of the second leaf below the ear. The relation was more expressive in leaf dry matter than in leaf area and in the second leaf than in the flag leaf.

winter wheat; number of set flowers; proportion of fertile flowers; assimilation organs; correlation

Adresa autorky:

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

Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 72.579

KALININ, F. L. — SARNACKAJA, V. V. — POLIŠČUK, V. JE.

Metody kultury tkanej v fiziologii i biochimii rastenij.

Kijev, Naukova dumka 1980. 486 s. (Tkáňové kultury rostlinné — biochemie rostlin — příručka / Fyziologie rostlin — tkáňové kultury rostlinné — příručka)

MURASE, H. — MERVA, G. E.

D 72.967/66

Hydraulic conductivity of vegetative tissue.

St. Joseph (Michigan), ASAE 1979. S. 877-880, 3 obr., 2 tab. Repr. from Transformations of the ASAE Vol. 22, No 4. (Rostlinné tkáně — vodivost — výzkum — USA)

Roľ temperatury i fitogormonov v narušení pokoja semjan.

D 72.379

Leningrad, Nauka 1981. 159 s. (Semena — klidové období — přerušení — rostlinné hormony — teplota — vlivy — příručka)

RAST A FOTOSYNTETICKO-RESPIRAČNÁ AKTIVITA RASTLÍN PRI VYŠŠÍCH DÁVKACH MINERÁLNYCH ŽIVÍN

J. Repka

REPKA, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Rast a fotosynteticko-respiračná aktivita rastlín pri vyšších dávkach živín*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 587-592.

Účinok vyšších dávok živín na rast mladých rastlín je interpretovaný z hľadiska rozdielnych koncentrácií živín v substráte a v listoch pre maximálnu akumuláciu organickej hmoty, rýchlosť fotosyntézy (P_N) a dýchania (R_D) listov. Znížená účinnosť nadoptimálnych dávok živín je doprevádzaná v prvom stupni obmedzením rastovej aktivity s následným zvýšením respirácie a znížením fotosyntézy. Vplyv minerálnych živín na rast sa uplatňuje aj prostredníctvom účinku živín na zmeny endogénneho hormonálneho systému. Pri vysokých koncentráciách živín sa znižuje obsah stimulačných látok a dochádza k hromadeniu látok inhibičných. Vplyv minerálnych živín na endogénny hormonálny systém ukazuje ďalšiu cestu pri hľadaní efektívnosti účinku minerálnych živín v rastových procesoch rastliny.

koncentrácia živín; respirácia; endogénne rastové látky

Súčasný poznatky o účinku minerálnych živín na produkciu rastlín často dokumentujú, že použité dávky neprinášajú očakávaný efekt. Táto skutočnosť obracia pozornosť k štúdiu vzťahov medzi podmienkami minerálnej výživy a komplexom procesov, ktoré určujú rast a úrodu rastlín.

Značná pozornosť je prikladaná vplyvu minerálnej výživy na fotosyntetickú činnosť a s ňou späté procesy distribúcie asimilátov do orgánov, t. j. ich rast ako aj straty metabolitov na procesy respirácie. Vplyv minerálnych živín na fotosyntézu, dýchanie a rast rastlín je v literatúre široko dokumentovaný zvlášť z hľadiska deficitu jednotlivých prvkov (Alijev, 1975; Nátr, 1972, 1978; Repka, 1977; Barker, 1979 a ďalší).

V predkladanom príspevku uvádzame niektoré údaje charakterizujúce zmeny rastu a fotosynteticko-respiračnej aktivity rastlín pri stúpajúcich koncentráciách živín v substráte a v pletivách rastlín.

MATERIÁL A METÓDY

Pre analýzu účinku zvýšených dávok živín na rast a fotosynteticko-respiračné procesy sme založili viacero pokusov. Výklad sa opiera o vegetačné pokusy s mladými rastlinami kukurice, ktoré boli pestované v pôdnych a pieskových kultúrach so stúpajúcimi dávkami živného roztoku podľa Reid Yorka v 0 až sedemnásobnej dávke základného roztoku. Každý variant mal šesť opakovaní.

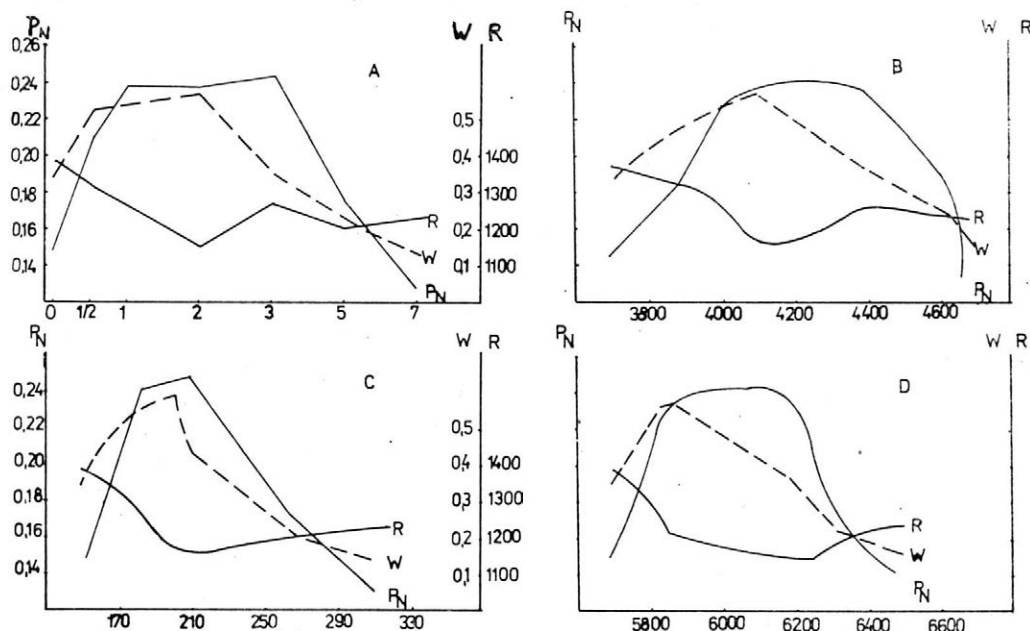
Rastliny boli pestované v skleníku do fázy piateho listu. Pri ukončení pokusu sme stanovili:

- hmotnosť rastliny a jej orgánov,
- obsah NPK v listoch po ich spálení v kyseline sírovej, N (pomocou Nesslerovho činidla), P (pomocou molybdenanu amónneho) kolorimetricky, K — spektrofotometricky,
- rýchlosť fotosyntézy — P_N v $\text{mg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, ako prírastok sušiny listových segmentov po päťhodinovej expozícii v rotačnej aparátúre (Šesták, Čatský, 1966), pri teplote 22°C a ožiarení $56 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,
- rýchlosť dýchania — R_D v $\text{mm}^3 \cdot \text{O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ Warburgovou manometrickou metódou,
- obsah endogénnych látok typu giberelínov (GA) z kyslej etylacetátovej frakcie po extrakcii listov v metylalkohole podľa postupu popísaného v práci Jurekovej a Repku (1973).

VÝSLEDKY

Pri analýze vplyvu zvyšujúcej sa dávky živného roztoku v substráte na akumuláciu organickej hmoty v nadzemných častiach dostávame obecnú krivku rastu so vzostupnou tendenciou po určitú dávku živín a jej následným poklesom po prekročení dávky optimálnej pre rast (obr. 1A).

Krivka fotosyntézy v základných rysoch simuluje krivku rastu s tým rozdielom, že jej optimum je pri vyššej dávke, a plato jej „nasýtenia“ v závislosti od dávky živín je dlhšie ako rastové.



1. Vzťah medzi stúpajúcou dávkou živného roztoku v substráte (A), koncentráciou dusíka (B), fosforu (C) a draslíka (D) v listoch, ako aj medzi hmotnosťou nadzemných častí kukurice (W) v $\text{g} \cdot \text{r}^{-1}$, rýchlosťou fotosyntézy (P_N) v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ a dýchania (R_D) v $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. (Abscisa: A — dávky živín, B, C, a D — $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ — sušiny) — The relation between the increasing rate of nutrient solution in the substrate (A), nitrogen (B), phosphorus (C) and potassium (D) concentrations in the leaves, and between the weight of the aboveground parts of maize (W) in $\text{g} \cdot \text{r}^{-1}$, rate of photosynthesis (P_N) in $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and respiration (R_D) in $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Abscissa: A — nutrient rates, B, C, and D — $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ — dry matter)

Krivka respirácie má protichodný priebeh s rastovou a fotosyntetickou krivkou. Pre rýchlosť dýchania sú typické vyššie hodnoty pri nedostatku a nadbytku živín a minimálna rýchlosť dýchania je v rozpätí dávky živín, pri ktorej je maximálny rast, resp. P_N listov.

Z priebehu uvedených závislostí vyplýva, že rastový proces, t. j. akumulácia hmoty v nadzemných častiach, citlivejšie reaguje na zvýšenú dávku živín s rýchlejšim poklesom ako fotosyntéza listov. Dýchanie vystupuje ako ďalší faktor, ktorý môže meniť efekt dávky živín na rast ekonomickejšou alebo intenzívnejšou spotrebou respiračného substrátu.

Uvedené základné tendencie vzťahu medzi rastom, fotosyntézou a respiráciou sa potvrdzujú vtedy, ak hodnotíme závislosť týchto procesov od koncentrácie živín v listoch (obr. 1 B, C, D).

Pri zvyšovaní obsahu dusíka v listoch rástla akumulácia organickej hmoty a P_N listov a rýchlosť dýchania klesala do obsahu 4,1 % dusíka v listovom pletive. Ďalšie zvyšovanie obsahu dusíka bolo doprevádzané znižovaním rastu a zvyšovaním dýchania. P_N listov ostávala nezmenená až po hodnotu 4,4 % dusíka v listoch s následným silným poklesom rýchlosti fotosyntézy, najmä po prekročení koncentrácie 4,6 %. Podobný priebeh s rýchlejšim poklesom rastu a nezmenenou fotosyntézou v rozmedzí 5,8 až 6,2 % má aj závislosť rastu P_N a R_D od obsahu draslíka v listoch.

Koncentračné rozpätie pre maximum rastu a P_N listov v závislosti od obsahu fosforu je užšie (0,18—0,21 % P).

Analýza vzťahu medzi koncentráciou živín v listoch rastom a fotosyntézou opäť potvrdzuje, že obsah živín pre oba procesy nie je rovnaký. To umožňuje predpokladať, že minerálne živiny vstupujú do regulácie procesu rastu a fotosyntézy odlišnými cestami. Pre potvrdenie špecifického regulačného vplyvu minerálnych živín na rastový proces sme v ďalšom pokuse do analýzy zahrnuli aj obsah endogénnych rastových látok typu gibberelínov v listoch. Výsledky sú zhrnuté v tab. I.

Údaje ukazujú, že podmienky minerálnej výživy zasahujú do hormonálneho systému rastliny najmä zmenou pomeru medzi stimulačnými a inhibičnými látkami. Pri dávke živín, kde sa dosahuje maximálny rast

I. Vplyv stúpajúcich dávok živín na hmotnosť nadzemných častí rastlín v $g \cdot r^{-1}$ (W), rýchlosť fotosyntézy v $mg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (P_N) a respirácie $mm^3 O_2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ (R_D), obsah endogénnych gibberelínov podobných látok (GA) a inhibítorov (Inh) v percentách oproti kontrole — The influence of increasing nutrient rates on the weight of aboveground plant parts ($g \cdot r^{-1}$ — W), photosynthetic rate ($mg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ — P_N) and respiration rate ($mm^3 O_2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ — R_D), content of endogenous gibberellin-like substances (GA) and inhibitors (Inh) in per cent as compared with the control

Merané veličiny	Dávka živného roztoku					
	0,5	1	2	2,5	3	4
W	0,370	0,385	0,450	0,424	0,353	0,179
P_n	0,1864	0,2314	0,2936	0,2296	0,1928	0,1008
R_d	513,88	431,61	351,28	645,83	730,94	819,28
GA	5	12	81	15	8	6
$Inh.$	98	87	6	13	68	43

(2-násobná a 2,5-násobná dávka) prevládajú látky typu GA nad látkami inhibičnými. Pri nedostatku a nadbytku živín sa hromadia inhibičné látky a strácajú sa látky stimulačnej povahy. Uvedené naznačuje, že minerálne živiny sa môžu na regulácii rastovej aktivity zúčastňovať aj prostredníctvom vplyvu na bilanciu stimulačných a inhibičných látok v endogénnom hormonálnom systéme rastliny.

DISKUSIA

Uvedené príklady o vzťahu medzi obsahom živín v substráte alebo v listoch a fotosynteticko-respiračnou a rastovou aktivitou rastliny ukazujú, že minerálne živiny v regulácii rastu a produktivity rastlín sa uplatňujú rôznymi a často ešte nepoznanými cestami. Veľmi zložitou ostáva otázka kvantitatívnych pomerov obsahu živín pre optimum rastu a fotosyntézy nielen pre druh, ale aj odrodu a ontogenetický stav rastliny. Pri podrobnej analýze veľmi početných variácií dávky a pomerov živín (Repka et al., 1980) sa ukázalo, že pri zvyšovaní všetkých prvkov alebo jedného z prvkov sa v regulácii rastového procesu uplatňuje tak negatívny vplyv vysokej koncentrácie živín v prostredí a v pletive, ako aj negatívny účinok z porušenia fyziologickej rovnováhy prvkov v dôsledku synergizmu alebo antagonizmu pri pôsobení jedného prvku na príjem druhého. Tým sa utvára kvantitatívne a kvalitatívne špecifické minerálne zloženie jednotlivých orgánov rastliny, ktoré pri analýze celej rastliny alebo jedného orgánu z hľadiska ich funkčného pôsobenia nie je možné postrehnúť.

Naše údaje ukazujú, že podmienky výživy, ktoré pri nadbytku živín nebrzdia aktivitu fotosyntetického aparátu, obmedzujú akumuláciu organickej hmoty, resp. podmienky stimulujúce fotosyntézu znižujú aktivitu respirácie. Zhodnotenie týchto vzťahov v regulácii rastu a produktivity naráža na nedostatok údajov o rozložení jednotlivých minerálnych prvkov nielen medzi orgánmi, ale aj v bunkových organelách. Nátr (1972) predpokladá, že by sa získal presnejší obraz o vzťahu medzi minerálnou výživou a fotosyntézou keby sa bral zreteľ nie na koncentráciu živín v liste, ale v chloroplastoch. Naše údaje o vplyve nerovnovážnych podmienok výživy na akumuláciu živín v liste a chloroplastoch (Repka, 1983) ukazujú, že chloroplast pri nadbytku živín akumuluje nadbytočný prvok menej intenzívne ako list. Tým sa vytvárajú rozdielne koncentrácie v listovom pletive a chloroplastoch a tým aj podmienky výživy pre fotosyntézu a rast. Táto skutočnosť by mohla vysvetliť rozdielne hodnoty obsahu živín v liste pre maximálny rast a maximálnu fotosyntézu. Špecificky nefotosyntetický efekt minerálnych živín na rast rastlín potvrdzujú aj údaje o účinku podmienok minerálnych živín na endogénny hormonálny systém, ktorý by mohol byť kontrolovaný obsahom a pomermi živín v cytoplazme. Chodos (1975) uvádza príklady o vplyve nedostatku a nadbytku živín na metabolické funkcie a obsah jednotlivých metabolitov a udáva, že ovplyvňujú aktivitu enzýmov regulujúcich fyziologickú aktivitu niektorých hormónov.

Uvedené príklady ukazujú, že zmeny podmienok minerálnej výživy, ktoré sa odkláňajú od optimálnych podmienok, spôsobujú zmeny rastu, sú výsledkom rozdielnych pomerov fotosyntézy, respirácie a endogén-

ného hormonálneho systému v rastline. Pritom vyššie dávky živín znižujú v prvom stupni rast, aktivizujú respiráciu a následne aj rýchlosť fotosyntézy. Zníženie rastu pri vyšších dávkach živín je spojené so zmenami v hladine endogénneho hormonálneho systému predovšetkým zvyšovaním obsahu inhibičných látok v porovnaní s látkami stimulačnými. Otázka vplyvu minerálnych živín na hormonálny systém otvára ďalšiu cestu pre pochopenie účinku minerálnych živín na rast rastlín.

Uvedené vzťahy boli analyzované na mladých rastlinách. Je možné predpokladať, že počas ontogenézy a najmä v období formovania generatívnych orgánov a dozrievania vzťahy medzi podmienkami minerálnej výživy, rastom a fotosyntézou môžu byť ovplyvnené odlišnou distribúciou a redistribúciou živín medzi orgánmi, a preto môžu mať aj iné kvantitatívne hodnoty. Z tohoto aspektu je žiadúce analýzu uskutočniť aj v neskorších fázach ontogenézy.

Literatúra

ALIJEV, D. A.: Fotosyntetické deateľnosť, minerálneho pitaniye i produktivnost rastenij. Baku, 1975, s. 234.

BARKER, A. V.: Nutritional factors in photosynthesis of higher plants. *Journal of Plant Nutrition*, 1, 1979, č. 3, s. 309-342.

CHODOS, V. N.: Rol' kompartmentov metabolitov v processach regulacii i adaptacii metabolizma v rastitel'nykh kletkach. *Naukova Dumka*, Kijev, 1975, s. 157.

JUREKOVÁ, Z. — REPKA, J.: Heterogeneity of the content of endogenous gibberellins in the leaves of winter wheat in relation to their insertion and ontogeny. *Biol. Plant*, 15, 1973, s. 305-311.

NÁTR, Z.: Influence of mineral nutrients on photosynthesis of higher plants. *Photosynthetica*, 6, 1972, s. 80-89.

NÁTR, Z.: Vztah medzi obsahom dusíku v listech a rýchlosti fotosyntézy. *Agrochimia*, 18, 1978, č. 4, s. 98-100.

REPKA, J.: Vplyv minerálnych živín na fotosyntézu, dýchanie a rast rastlín. *Rostl. Výroba*, 23, 1977, č. 7, s. 733-740.

REPKA, J. — JUREKOVÁ, Z.: Regulácia rastu a fotosyntetickej produktivity minerálnou výživou. [Záverečná správa za výskumnú etapu čistkovej úlohy VI-2-7/4 — Štúdium ekologických faktorov v regulácii rastu a fotosyntetickej produktivity porastov.] Nitra, VŠP 1980, 118 s.

REPKA, J.: Accumulation of ions in the leaves and chloroplasts, photosynthesis and growth of maize plants under deficiency and excess of nitrogen, phosphorus and potassium in the medium. *Photosynthetica*, 1983 (v tlači).

ŠESTÁK, Z. — ČATSKÝ, J. (ed.): *Metody studia fotosyntetické produkce rostlin*. Academia, Praha 1966.

Došlo dňa 19. 1. 1983

РЕПКА, Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Рост и фотосинтетическо-респирационная активность растений при повышенных дозах питательных веществ. *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (6) : 587-592.

Воздействие повышенных доз питательных веществ на рост молодых растений интерпретируется с точки зрения разных концентраций веществ в субстрате и листьях в целях максимальной аккумуляции органического вещества, интенсивности фотосинтеза (P_N) и дыхания (R_D) листьев. Пониженная эффективность сверхоптимальных доз веществ сопровождается на первой степени ограничением ростовой активности с последующим повышением респирации и сокращением фотосинтеза. Минеральные вещества влияют на рост также посредством воздействия питательных веществ на эндогенную гормональную систему. При их высоких

концентрация содержание стимулирующих веществ сокращается и начинают накапливаться ингибиторы. Влияние минеральных веществ на эндогенную гормональную систему — еще один путь к поиску эффективного воздействия минеральных веществ на процессы роста в растении.

концентрация питательных веществ; респирация; эндогенные ростовые вещества

REPKA, J. (University of Agriculture, Nitra): *The Growth and Photosynthetic and Respiration Activity of Plants at Higher Nutrient Rates*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 587-592.

The effect of higher nutrient rates on the growth of young plants is interpreted from the viewpoint of different nutrient concentrations in the substrate and in the leaves influencing the maximum accumulation of organic matter, photosynthetic rate (P_N) and respiration (R_D) of leaves. The lowered efficiency of nutrient rates exceeding the optimum results in the first stage in the reduction in the growth activity and subsequently in the increased respiration and decreased photosynthesis. The influence of mineral nutrients on the growth of plants occurs through the nutrient effect on the changes in the endogenous hormonal system. At high nutrient concentrations the content of stimulators decreases and the accumulation of inhibitors takes place. The influence of mineral nutrients on the endogenous hormonal system suggests further possibilities of studying the effectiveness of mineral nutrients in the plant growth processes.

nutrient concentration; respiration; endogenous growth substances

Adresa autora:

Doc. ing. Jozef Repka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 2, 949 01 Nitra

ZMĚNY OBSAHU CUKRŮ V KOŘENOVÝCH KRČCÍCH VOJTĚŠKY V PRŮBĚHU VEGETACE

H. Hrušková

HRUŠKOVÁ, H. (Výzkumný a šlechtitelský ústav pícninařský, Troubsko u Brna): *Změny obsahu cukrů v kořenových krčcích vojtěšky v průběhu vegetace*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 593-598.

Ve druhém roce ontogeneze se projevil vliv fenologické fáze rostlin v době první seče na dynamiku ukládání a využívání sacharózy v kořenových krčcích vojtěšky. Seč na počátku květu kladně ovlivnila akumulaci a spotřebu zásob sacharózy. Období zvýšeného obsahu tohoto cukru se krylo s nástupem a ukončením vegetace a jednotlivými sklizněmi. Minima byla stanovena během jarního obrůstání a po jednotlivých sečích. Seč v době plného květu měla nepříznivý vliv na hromadění sacharózy v dalším průběhu vegetace. Obsah glukózy a fruktózy byl u obou studovaných odrůd podstatně nižší než množství sacharózy.

fenologická fáze; doba seče; ontogeneze

V kořenech a kořenových krčcích vojtěšky tvoří cukry dynamickou zásobu energie nezbytnou k růstovým a dalším metabolickým procesům. Na množství glycidů v zásobních orgánech vojtěšky je do značné míry závislé také prezimování této pícniny.

Akumulace a využívání cukrů může být u vojtěšky ovlivňována vývojem rostlin, podmínkami prostředí, agrotechnikou a systémy využití porostu. Změny v obsahu glycidů byly dosud v jednotlivých užitkových letech studovány především v kořenech vojtěšky (Escalada a Smith, 1972; Hrabě, 1977). Menší pozornost byla věnována jejich hromadění v kořenových krčcích. Kořenové krčky, jako morfologické struktury zodpovědné především za regenerační procesy, mohou však být, obdobně jako křoví kořen, zdrojem značného množství látek, mezi nimiž důležité postavení zaujímají sacharidy (Chatterton et al., 1977; Ueno a Smith, 1970; Tregubenko, 1970).

V předkládané práci jsou shrnuty výsledky studia vlivu fenologické fáze rostlin v době první seče na změny obsahu cukrů v kořenových krčcích vojtěšky v průběhu druhého roku ontogeneze.

MATERIÁL A METODY

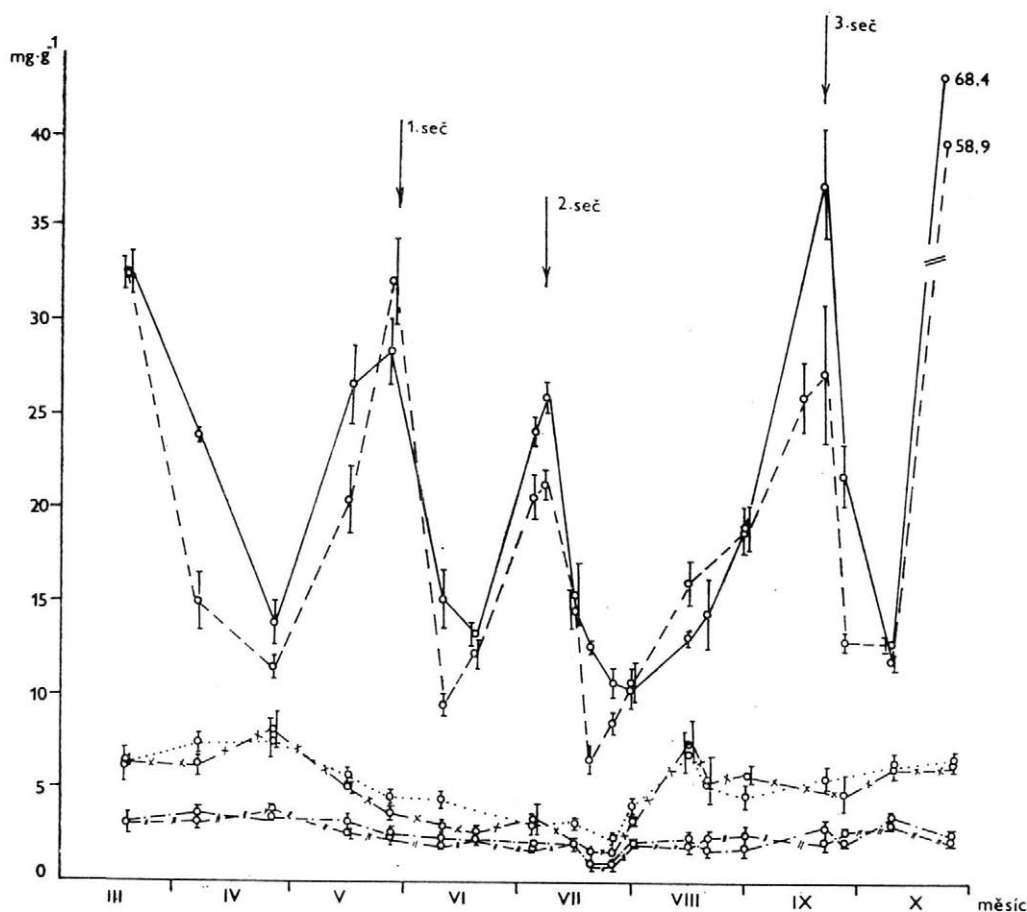
Obsah sacharózy, glukózy a fruktózy byl studován v kořenových krčcích pícninařských porostů odrůd vojtěšky 'Přerovská' a 'Du Puits' v průběhu druhého roku ontogeneze, v období od března do října. Změny v množství uvedených cukrů byly v průběhu vegetace stanovovány v kořenových krčcích rostlin odebíraných z polní-

ho maloparcelkového pokusu, zahrnujícího dvě varianty, které se lišily vývojovou fází porostu v době první sklizně. V první variantě byla první seč obou odrůd uskutečněna na počátku květu, ve druhé variantě v době plného květu porostu. V obou variantách byl u obou odrůd uplatněn třísečný systém využití. Sacharóza, glukóza a fruktóza byly stanoveny chromatograficky v etanolicích extraktech podle Fischera a Dörfela (1954). Výsledky analýz provedených ve čtyřech opakováních byly vyhodnoceny výpočtem konfidenčních intervalů na hladině významnosti $P = 0,05$.

VÝSLEDKY

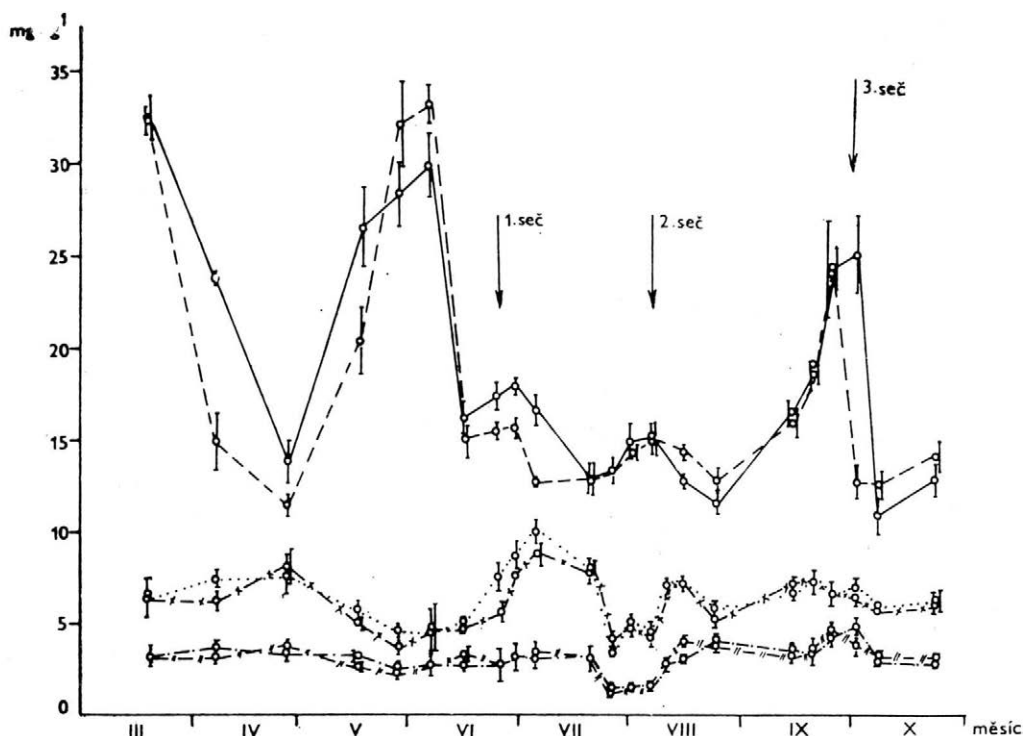
Obsah studovaných cukrů, dynamika jejich změn v kořenových krčcích vojtěšky v průběhu druhého roku ontogeneze a významnosti rozdílů mezi oběma odrůdami jsou uvedeny v obr. 1 a 2.

Období jarního obrůstání bylo u obou odrůd v obou studovaných variantách charakterizováno značným poklesem zásob sacharózy, přičemž



1. Obsah cukrů v kořenových krčcích vojtěšky — I. varianta — Sugar contents in the root crowns of lucerne — variant I

	sacharóza	glukóza	fruktóza
odrůda Prerovská	o—o—o	o.....o	o—.—.—o
odrůda Du Puits	o— — —o	o—x—x—o	o—"—"—o



2. Obsah cukrů v kořenových krčcích vojtěšky — II. varianta — Sugar contents in the root crowns of lucerne — variant II

	sacharóza	glukóza	fruktóza
odrůda Přerovská	○ — ○	○ ○	○ — . — . — ○
odrůda Du Puits	○ — — ○	○ — x — x — ○	○ — " — " — ○

koncem první dekády dubna bylo toto snížení výraznější u odrůdy 'Du Puits' než u odrůdy 'Přerovská'.

Nejnižší obsah sacharózy byl v jarním období pozorován v kořenových krčcích koncem dubna, kdy u odrůdy 'Přerovská' činil $13,82 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ a u odrůdy 'Du Puits' pouze $11,40 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny.

V měsíci květnu bylo naopak v pletivech kořenových krčků zaznamenáno postupné zvyšování obsahu sacharózy, které u obou odrůd varianty s první sečí uskutečňovanou na počátku květu dosáhlo maxima v termínu této sklizně ('Přerovská' $28,68 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 'Du Puits' $32,54 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ — obr. 1). Po seči následoval u této varianty, v závislosti na odrůdě, prudký 15 až 23denní pokles zásob tohoto cukru. V měsíci červnu a první dekádě července však docházelo k nové akumulaci, která byla v této fázi vegetace nejvyšší v době druhé sklizně porostu (obr. 1).

Obdobně jako po první i po druhé seči došlo v kořenových krčcích vojtěšky obou odrůd první varianty ke snížení zásob sacharózy. U odrůdy 'Du Puits' pokleslo např. počátkem třetí dekády července množství sacharózy až na $6,69 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, což byla nejnižší hodnota zjištěná v průběhu celé vegetace.

V měsících srpnu a září docházelo u obou odrůd první varianty k postupnému ukládání sacharózy, přičemž maximum jejího dosahu bylo v té

to fázi vegetace zaznamenáno v době třetí sklizně porostu. Významný pokles, který následoval po seči byl vystřídán intenzivní akumulací, takže koncem října, před nástupem zimy, činily její zásoby v kořenových krčcích odrůdy 'Přerovská' 68,42 mg . g⁻¹ a u odrůdy 'Du Puits' 58,90 mg . g⁻¹ sušiny (obr. 1).

Také v kořenových krčcích rostlin odrůd druhé varianty, docházelo podobně jako v první variantě, již v butonizaci a na počátku květu k intenzivní akumulaci sacharózy. Jakmile však porost dosáhl, ještě před první sečí, stadia 50% květu, došlo v kořenových krčcích k prudkému poklesu zásob sacharózy, takže v době první sklizně uskutečněné až v plném květu porostu bylo její množství u odrůdy 'Přerovská' pouze na úrovni 17,12 mg . g⁻¹ a u odrůdy 'Du Puits' na 15,17 mg . g⁻¹ sušiny (obr. 2).

Mírný pokles zásob sacharózy nebyl po první seči vyrovnán odpovídající akumulací, takže i do období druhé seče porostu vstupovaly rostliny obou odrůd druhé varianty s poměrně nízkými zásobami tohoto cukru (obr. 2). Teprve v září a počátkem října bylo u těchto porostů pozorováno zvýšené hromadění sacharózy, které však bylo, bezprostředně po třetí seči vystřídáno prudkým poklesem. Tento nízký obsah sacharózy se udržel až do konce října.

Významně nižší podíl než sacharóza, činily v kořenových krčcích rostlin obou odrůd pěstovaných v první i druhé variantě glukóza a fruktóza. V obou variantách se u jednotlivých odrůd množství glukózy pohybovalo v rozmezí 3 až 10 mg . g⁻¹ sušiny (obr. 1 a 2). U rostlin první varianty, v průběhu měsíců května, června a července, obsah tohoto cukru mírně klesal. Teprve v srpnu a září došlo k dvojnásobnému zvýšení jeho obsahu, přičemž pouze zářijová akumulace byla vázána na termín sklizně porostu. Ve druhé variantě byly, především v letních měsících, změny v obsahu glukózy dynamičtější než v první variantě.

Nejnižší podíl ze studovaných cukrů tvořila fruktóza. Po celé sledované období kolísala obsah tohoto cukru v obou odrůdách pouze v rozmezí 1 až 5 mg . g⁻¹ sušiny kořenového krčku.

I přesto, že při některých stanoveních byly zjištěny mezi odrůdami významné rozdíly v obsahu cukrů, existoval v rámci variant u obou odrůd shodný charakter hromadění a využívání glycidových zásob.

DISKUSE

Obdobně jako pokles sacharózy v kořenových krčcích byl Smithem (1962), Cooperem a Watsonem (1968) a Nelsonem a Smithem (1968) pozorován na počátku vegetace pokles obsahu nestrukturálních cukrů v kořenech vojtěšky, což autoři připisují využití těchto látek při zakládání a růstu nových odnoží. Také v našich studiích bylo v průběhu měsíce dubna zjištěno na kořenových krčcích obou odrůd intenzivní zakládání a rašení pupenů (Hrušková, 1981). K hromadění sacharózy docházelo v kořenových krčcích obou odrůd, v období před první sečí, již ve vývojové fázi butonizace a na počátku květu porostu. Cooper a Watson (1968) poukázali na maximum akumulace cukrů v kořenech vojtěšky již v období 10 % květu porostu. Také Hrabě (1977) e přiklání k názorům, zdůrazňujícím možnost ukládání zásobních látek již ve fázi butonizace.

Ještě před nástupem plného květu došlo v kořenových krčcích obou odrůd k významnému poklesu zásob sacharózy, i když se uvádí, že v kořenech vojtěšky pokračuje i v tomto období akumulace cukrů (Tregubenko, 1970). Je však nutno zdůraznit, že již v butonizaci bylo na kořenových krčcích založeno dostatek pupenů, které přecházely v době od počátku do plného květu, u porostů s první sečí v plném květu, do aktivního stavu, šahly a vyrůstaly (Hrušková, 1981). K těmto, v dané fázi vegetace, nežádoucím růstovým procesům mohly být odčerpány i glycidové zásoby z kořenových krčků, které se již rostlinám, do první seče v plném květu nepodařilo doplnit na původní úroveň. Také Chatterton et al. (1974) věnoval pozornost obsahu glycidů v kořenových krčcích různých klonů vojtěšky, především z hlediska tvorby a aktivace pupenů a následné regenerace porostů.

U obou odrůd pěstovaných v první variantě byly časným termínem první seče vytvořeny podmínky, které umožnily, že během další vegetace nedošlo k narušení hromadění a využití sacharózy v kořenových krčcích a k oslabení rostlin. U těchto porostů bylo pozorováno obdobné schéma akumulace jako u kořenů. První seč v plném květu naopak, v kombinaci s následujícími regeneračními procesy, podstatně zasáhla do další akumulace sacharózy v kořenových krčcích. Obdobně jako uvádějí Nelson a Smith (1968) a Hrabě (1977) pro kořeny, tvořily i v kořenových krčcích redukující cukry malý podíl ze studovaných sacharidů.

I když mnohdy není kořenovým krčkům v procesech akumulace sacharidů přisuzována stejná důležitost jako kořenům, naše studie prokázaly, že i tyto morfologické struktury obsahují dostatek cukrů, které procházejí v průběhu vegetace dynamickými změnami.

Literatura

- COOPER, C. S. — WATSON, G. A.: Total available carbohydrates in roots of sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.) when grown under several management regimes. *Crop Sci.*, 8, 1968, č. 1, s. 83-85.
- ESCALEDA, J. A. — SMITH, D.: Changes in nonstructural carbohydrate fraction at intervals down the top root bark and wood of alfalfa (*Medicago sativa* L.) during growth. *Crop Sci.*, 12, 1972, č. 6, s. 745-749.
- FISCHER, F. G. — DÖRFEL, M.: Die quantitative Bestimmung reduzierender Zucker auf Papierchromatogrammen. *Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chemie.*, 297, 1954, s. 164-178.
- HRABĚ, F.: Akumulace zásobních látek u vojtěšky seté (*Medicago sativa* L.) a jetele lučního (*Trifolium pratense* L.) v závislosti na růstové fázi v době sklizně. *Acta Univ. agric. Rada A*, 25, 1977, č. 2, s. 67-80.
- HRUŠKOVÁ, H.: Termín první seče vojtěšky — důležitý činitel výnosu a kvality píce. *Úroda*, 1981, č. 6, s. 251-252.
- HRUŠKOVÁ, H.: Vznik odnožovací zóny vojtěšky (*Medicago sativa* L.) III. Kořenový krček vojtěšky ve druhém roce ontogeneze. *Sbor. věd. Prací*, 1981, č. 7, s. 33-39.
- CHATTERTON, N. J. et al.: Tillering, nonstructural carbohydrates and survival relationship in alfalfa. *Crop Sci.*, 14, 1974, č. 6, s. 783-787.
- CHATTERTON, N. J. et al.: Physiological components of yield and tolerance to frequent harvesting of alfalfa. *Crop Sci.*, 17, 1977, č. 6, s. 918-923.
- NELSON, C. J. — SMITH, D.: Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa: III. Changes in carbohydrate reserves and growth analysis under field conditions. *Crop Sci.*, 8, 1968, č. 1, s. 25-28.
- SMITH, D.: Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil under several management schedules. *Crop Sci.*, 2, 1962, č. 3, s. 75-78.

TREGUBENKO, N. J.: Dinamika uglevodov v organach zapasa ljucerny v tčeniye vegetacionnoy perioda. Fiziol. Biochim. kult. Rast., 2, 1970, č. 6, s. 615-620.

UENO, M. — SMITH, D.: Growth and carbohydrate changes in the root wood and bark of different sized alfalfa plants during regrowth after cutting. Crop Sci., 10, 1970, č. 4, s. 396-399.

Došlo dne 4. 1. 1983

ГРУШКОВА, Г. (Научно-исследовательский и селекционный институт кормового хозяйства, Трoубско-у-Брно): Изменения сахаросодержания в корневых шейках люцерны в период вегетации. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 593-598.

На втором году онтогенеза проявляется влияние фенологической фазы растений на первом укосе на динамику отложения и отдачи сахарозы в корневых шейках люцерны, которые стимулируются укосом в начале цветения. Период повышенного содержания этого сахара совпадает с наступлением и завершением вегетации, а также с уборками. Минимумы устанавливались в период весеннего обрастания и после укосов. Укосы в период полного цветения ухудшают аккумуляцию сахарозы в дальнейшем ходе вегетации. Содержание глюкозы и фруктозы в обоих сортах гораздо меньше, чем сахарозы.

фенофаза; срок укоса; онтогенез

HRUŠKOVÁ, H. (Research Institute of Fodder Crop Growing and Breeding, Troubsko u Brna): *The Changes in Sugar Content in Root Crowns of Alfalfa during the Vegetation*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 593-598.

In the second year of ontogenesis, the influence of phenological phase of plants was exerted on the dynamics of deposition and utilisation of saccharose in the root crowns of alfalfa in the period of first cut. The cut performed at the beginning of anthesis affected positively the accumulation and consumption of saccharose reserves. The period of the increased content of this sugar corresponded with the onset and end of vegetation and with individual cuts. The minimum values were determined during spring regrowth and after the cuts. The cut performed during full flowering affected unfavourably the saccharose accumulation in the following course of vegetation. The content of glucose and fructose was considerably lower than that of saccharose in both cultivars.

phenological phase; cutting period; ontogenesis

Adresa autorky:

RNDr. Hana Hrušková, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav pícninářský, 664 41 Troubsko u Brna

AKTIVITA VOLNÝCH A VÁZANÝCH GIBERELINŮ BĚHEM VÝVINU OBILEK PŠENICE OZIMÉ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

S. Procházka, M. Dundelová, J. Blažková

PROCHÁZKA, S. — DUNDELOVÁ, M. — BLAŽKOVÁ, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno): Aktivita volných a vázaných giberelinů během vývinu obilek pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.). Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 599-603.

U dvou odrůd pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.) s různými morfologickými znaky byla sledována aktivita volných a vázaných giberelinů v obilkách od počátku jejich tvorby až do stadia plné zralosti. Získané údaje o biologické aktivitě giberelinů byly sledovány ve vztahu k hmotnosti čerstvé biomasy, hmotnosti sušiny a objemu obilek. Hladina volných giberelinů se průkazně zvýšila dva až tři týdny po antezi a předcházela maximum čerstvé hmotnosti, sušiny a objemu obilek. Nejvyšší aktivita vázaných giberelinů byla zjištěna až po poklesu hladiny volných giberelinů v období plné zralosti obilek. Ze získaných výsledků je zřejmé, že gibereliny jsou látky, které se mohou podílet na utváření akumulací kapacity obilek.

čerstvá biomasa; sušina a objem obilek; odrůdy ('Baranjka', 'Mironovská krátkostébelná')

Regulace fyziologických a biochemických procesů u kulturních rostlin prostřednictvím růstových regulátorů za účelem maximálního využití genetického potenciálu rostlin ve prospěch jejich ekonomicky cenných částí patří mezi nejprogresivnější směry biologického výzkumu. Objasnění mechanismu regulujícího tok asimilátů do hospodářsky významných částí rostlin je zvláště důležité u obilnin, kde dochází k největší akumulaci asimilátů v obilkách v době, kdy již klesá intenzita fotosyntézy listů (Gifford a Evans, 1981). Z našich předcházejících pokusů je zřejmé, že hladina nativních růstových regulátorů (fytohormonů) se v průběhu tvorby obilek mění (Procházka et al., 1981, 1982), což může ovlivňovat úložnou kapacitu klasu a schopnost obilek atrahovat asimiláty z fotosyntetizujících a jiných orgánů obilnin.

Se zřetelem na dříve zjištěné poznatky o úloze fytohormonů při tvorbě obilek jsme sledovali biologickou aktivitu volných a vázaných giberelinů v obilkách dvou morfologicky a výnosově odlišných odrůd pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.) v době od počátku vývinu obilek do jejich plné zralosti.

MATERIÁL A METODY

K pokusu byly vybrány dvě morfologicky a výnosově odlišné odrůdy ozimé pšenice (*Triticum aestivum* L.): 'Baranjka' a 'Mironovská krátkostébelná'. 'Baranjka' je velmi raná jugoslávská pšenice, vzrůstově velmi nízká, středně odnoživá, s ní-

kou hmotností tisíce zrn a středně dlouhým a středně hustým klasem. 'Mironovská krátkostébelná' je odrůda poloraná, vzrůstově vyšší než 'Baranjka', s hmotností tisíce zrn dobrou až vyšší. Z porostů jednotlivých odrůd polního pokusu byly v týdenních intervalech odebrány vzorky dvaceti klasů od počátku tvorby obilek až do období jejich plné zralosti. Ze střední části těchto klasů bylo vybráno vždy po 100 obilkách pro stanovení biologické aktivity volných a vázaných giberelinů, sušiny, čerstvé hmotnosti a objemu obilek tak, jak již bylo popsáno dříve (Procházková et al., 1981).

Biologická aktivita volných a vázaných giberelinů byla stanovena v rostlinném materiálu, který byl zhomogenizován a extrahován dvakrát po 24 hodinách 50 ml 96% etanolu při teplotě 5 °C. Spojené extrakty byly odpařeny na vodný zbytek, pH upraveno na 8,5 nasyceným roztokem Na_2SO_4 a protřepány třikrát s petroléterem a třikrát s etylacetátem. Takto vyčištěný vodný zbytek byl okyselen 2N HCl na pH 2,5 a opět protřepán třikrát s etylacetátem. V kyselém prostředí přešly volné gibereliny do etylacetátu a vázané zůstaly ve vodné fázi.

Etylacetátová fáze s volnými gibereliny byla odpařena do sucha a odparek rozpuštěn v 1 ml etylacetátu. Vodná fáze s vázanými endogenními gibereliny byla upravena na pH 8 a třepána třikrát s butanolem. Spojené butanolové fáze byly odpařeny při teplotě 55 °C do sucha a odparek stejně jako u volných giberelinů rozpuštěn v 1 ml etylacetátu. Pro chromatografické stanovení biologické aktivity endogenních giberelinů na tenké vrstvě použito 0,5 ml vzorku.

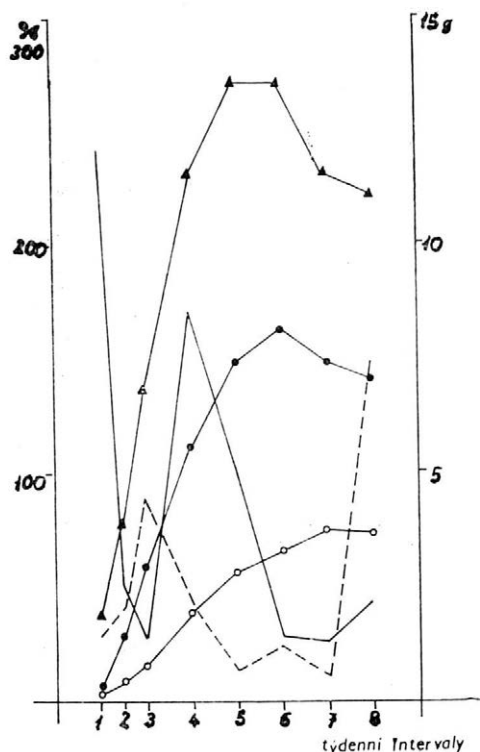
Vzorky byly chromatografovány na deskách Silufol (Kavalier ČSSR). Jednotlivá R_f chromatogramu byla testována biotestem (Frankland a Wareing, 1961) na hypokotylech salátu (*Lactuca sativa* L.) odrůdy 'Rapid'. Aktivita giberelinů v procentech byla stanovena z rozdílu délek testovaných a kontrolních hypokotylů. Výsledky jsou zachyceny v histogramech a představují průměrné hodnoty ze dvou opakování.

VÝSLEDKY A DISKUSE

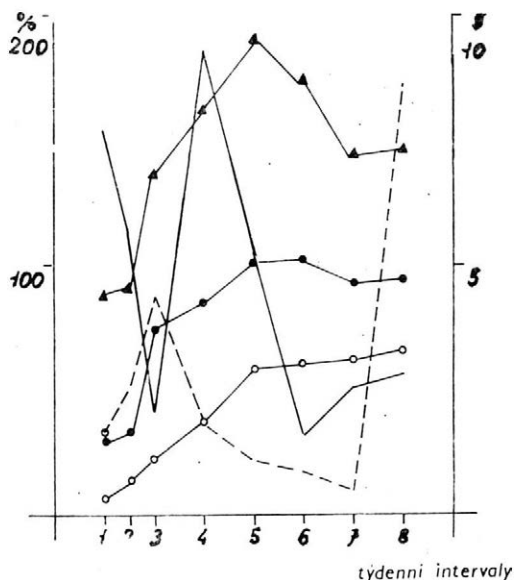
Údaje o objemu, čerstvé biomase a hmotnosti sušiny obilek obou odrůd jsou uvedeny na obr. 1 a 2. Objem a čerstvá biomasa obilek se po antezi u obou odrůd zvyšovaly a dosáhly maxima v období čtvrtého až pátého týdne po kvetení. Poté došlo u obou odrůd ke snížení objemu a čerstvé biomasy obilek až do jejich plné zralosti. Hmotnost sušiny obilek se postupně zvyšovala a v období plné zralosti obilek byla u odrůdy 'Mironovská' vyšší než u odrůdy 'Baranjka'. Absolutní hodnoty čerstvé biomasy a objemu byly vždy vyšší u odrůdy 'Mironovská krátkostébelná'.

Změny biologické aktivity volných a vázaných giberelinů obilek v průběhu jejich tvorby jsou zachyceny na obr. 3. Obilky obou odrůd ukazovaly téměř stejnou aktivitu volných a vázaných giberelinů. Aktivita volných giberelinů obilek průkazně stoupla v období dvou až třech týdnů po objevení se prašníků a dosáhla maxima o týden později a poté klesala až do plné zralosti obilek. Aktivita vázaných giberelinů byla u obilek obou odrůd podstatně nižší než aktivita volných giberelinů a dosáhla maxima v období plné zralosti obilek, tj. v období nízké aktivity volných giberelinů. V tomto období dochází pravděpodobně k přeměně volných giberelinů v gibereliny vázané tak, jak to předpokládají Barendse et al. (1968) a Mounla a Michael (1973).

Jak je zřejmé z obr. 1 a 2, křivky vyjadřující objem a hmotnost čerstvé biomasy a sušiny obilek a aktivitu volných a vázaných giberelinů (R_f 2—5) obou odrůd mají na počátku tvorby obilek shodný průběh. Za povšimnutí stojí, že prudké zvýšení objemu obilek v období dvou až třech týdnů po kvetení je spojeno s výrazným zvýšením aktivity volných giberelinů v obilkách. Většímu objemu obilek u odrůdy 'Mironovská' v období čtyřech až pěti týdnů po objevení se prašníků odpovídá větší

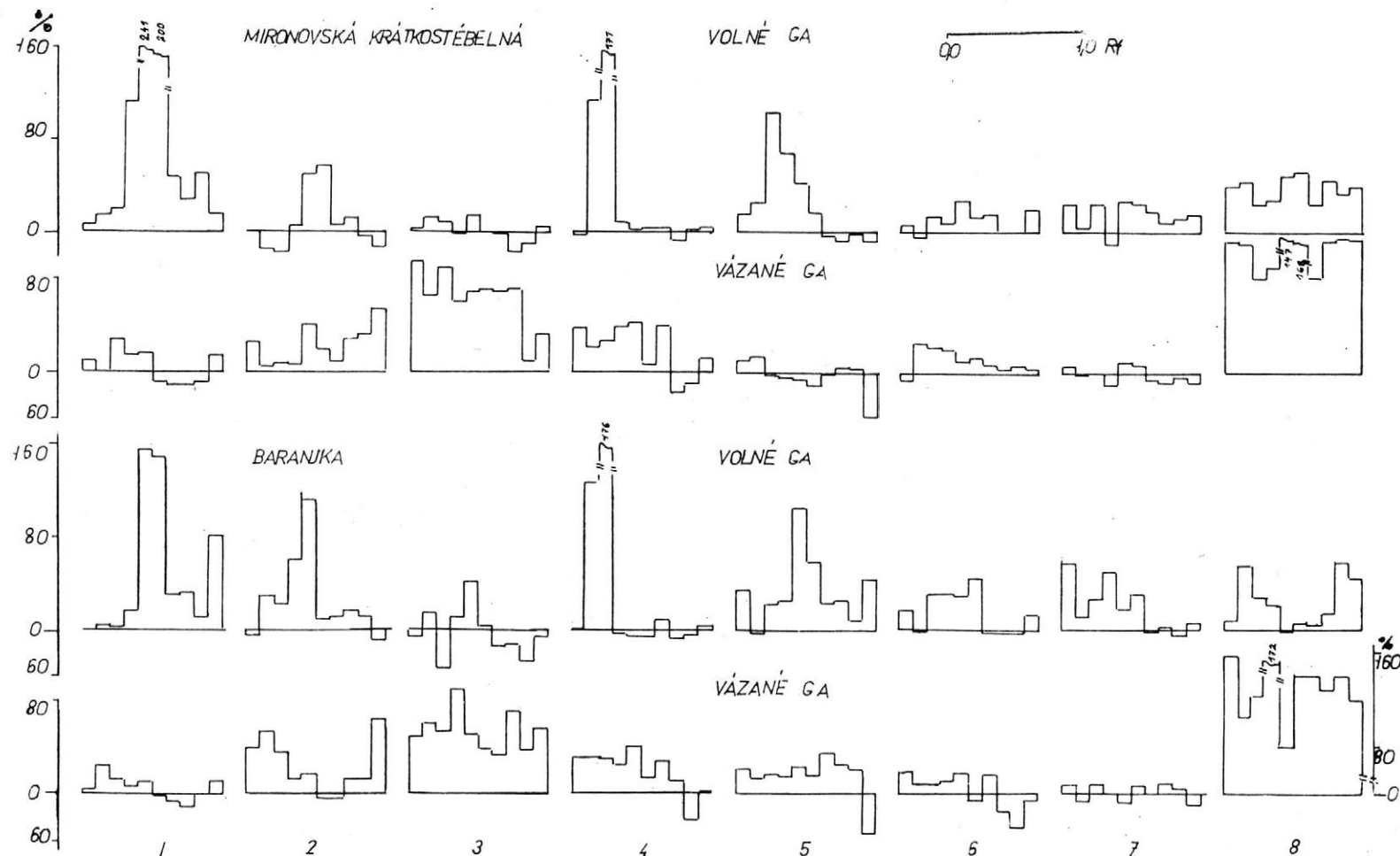


1. Změny hmotnosti čerstvé biomasy (●—●) a hmotnosti sušiny (○—○) v gramech, objemu (▲—▲) v cm³ a aktivity volných (—) a vázaných (— — —) giberelinů (Rf 2—5) v %o vzhledem ke kontrole u 100 obilek pšenice ozimé, odrůda 'Mironovská krátkostébelná' — ordináta. Abscisa — týdenní intervaly od počátku tvorby obilek — Changes in fresh mass (●—●) and dry mass (○—○) in grams, volume (▲—▲) in cm³ and activity of free (—) and bound (— — —) gibberellins (Rf 2—5) in %o in comparison with the control in 100 kernels of winter wheat, cv. Mironovskaya Short-Stemmed — ordinate. 7-day intervals from the beginning of kernel formation — abscissa



2. Změny hmotnosti čerstvé biomasy (●—●) a hmotnosti sušiny (○—○) v gramech, objemu (▲—▲) v cm³ a aktivity volných (—) a vázaných (— — —) giberelinů (Rf 2—5) v %o vzhledem ke kontrole u 100 obilek pšenice ozimé, odrůda 'Baranjka' — ordináta. Abscisa — týdenní intervaly od počátku tvorby obilek — Changes in fresh mass (●—●) and dry mass (○—○) in grams, volume (▲—▲) in cm³ and activity of free (—) and bound (— — —) gibberellins (Rf 2—5) in %o in comparison with the control in 100 kernels of winter wheat, cv. Baranjka — ordinate. 7-day intervals from the beginning of kernel formation — abscissa

hmotnost sušiny obilek v období plné zralosti obilek. Vztah mezi maximálním objemem obilek a prudkým zvýšením hladiny giberelinů pozorovala již Radley [1976]. I když v našich pokusech nebyla jednoznačně prokázána korelace mezi velikostí obilek a aktivitou endogenních giberelinů, lze na základě našich výsledků předpokládat, že gibereliny náležejí mezi látky ovlivňující akumulaci asimilátů v obilkách.



3. Aktivita endogenních volných a vázaných giberelinů u 100 obilek pšenice ozimé (odráda 'Mironovská krátkostébelná' a 'Baranika') v týdenních intervalech od počátku tvorby obilek — Activity of endogenous free and bound gibberellins of 100 kernels of winter wheat (cv. Mironovskaya Short-Stemmed and Baranika) in 7-day intervals from the beginning of kernel formation

Literatura

- BARENDSE, G. W. M. — KENDE, H. — LANG, A.: Fate of radioactive gibberellin A₁ in maturing and germinating seeds of peas and Japanese morning glory. *Pl. Physiol.*, 43, 1968, s. 815-822.
- FRANKLAND, B. — WAREING, P. F.: Effect of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. *Nature*, 185, 1961, s. 255-256.
- GIFFORD, R. M. — EVANS, L.: Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. *Rev. Pl. Physiol.*, 32, 1981, s. 485-509.
- MOUNLA, M. A. K. — MICHAEL, G.: Gibberellin-like substances in developing barley grain and their relation to dry weight increase. *Physiol. Pl.*, 29, 1973, s. 274-276.
- PROCHÁZKA, S. — BLAŽKOVÁ, J. — DUNDELOVÁ, M. — ŠALAMOUN, J.: Activity of gibberellins in developing kernels of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Univ. agric. (Brno)*, XXIX, 1981, č. 3-4, s. 57-63.
- PROCHÁZKA, S. — BLAŽKOVÁ, J. — DUNDELOVÁ, M.: Aktivita cytokininů v období tvorby obilků u ječmene jarního (*Hordeum vulgare* L.). *Rostl. Výroba*, 28, 1982, č. 4, s. 439-443.
- RADLEY, M.: The development of wheat grain in relation to endogenous growth substances. *J. exp. Bot.*, 27, 1976, s. 1009-1021.

Došlo dne 4. 1. 1983

ПРОХАЗКА, С. — ДУНДЕЛОВА, М. — БЛАЖКОВА, Я. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Активность свободных и связанных гиббереллинов в процессе развития зерновок озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (6) : 599-603.

У двух сортов озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с разными морфологическими признаками определяли активность свободных и связанных гиббереллинов в зерновках в срок от начала их образования и до стадии полной спелости. Полученные данные об их биологической активности изучали с точки зрения свежей биомассы, массы сухого вещества и объема зерновок. Уровень свободных гиббереллинов достоверно повышается через 2-3 недели после антеза, предшествуя максимум свежей массы, сухого вещества и объема зерновок. Самая высокая активность связанных гиббереллинов установлена после падения уровня свободных гиббереллинов в период полной спелости зерновок. Как показывают результаты, гиббереллины могут участвовать в образовании накопительной способности зерновок.

свежая биомасса; сухое вещество и объем зерновок; сорт 'Баранька', 'Мироновская короткостебельная'

PROCHÁZKA, S. — DUNDELOVÁ, M. — BLAŽKOVÁ, J. (University of Agriculture, Brno): The Activity of Free and Bound Gibberellins during the Development of Kernels in Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (6) : 599-603.

In two cultivars of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with different morphological characteristics the activity of free and bound gibberellins in kernels was studied since the beginning of their formation till full ripeness. The obtained data on biological activity of gibberellins were studied in relation to the weight of fresh biomass and dry weight and to the kernel volume. The level of free gibberellins increased significantly two to three weeks after anthesis and preceded the maxima of fresh weight, dry matter and kernel volume. The highest activity of the bound gibberellins was observed in the period of full ripeness of kernels. As apparent from the results, gibberellins are substances which can participate in the formation of kernel accumulation capacity.

fresh biomass; dry matter and volume of kernels; cultivar ('Baranjka', 'Mironovskaya Short-Stemmed')

Adresa autorů:

Doc. ing. Stanislav Procházka, CSc., ing. Miroslava Dundelová, RNDr. Jarmila Blažková, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Fiziologičeskije osnovy produktivnosti rastenij.

E 43.092

Leningrad, Agrofizičeskij nauč.-issled. inst. 1981. 157 s., obr., tab. (Fyzio-
logie rostlin — produktivnost — sborník — SSSR)

JOHNSON, C. B.

D 72.837

Physiological processes limiting plant productivity.

London, Butterworths 1981. 395 s., obr., tab. (Rostliny — produktivnost
— fyziologie — sborník — Anglie)

Fiziologija pšenice.

D 26.094/53

Beograd, Srpska akademija nauka i umetnosti 1981. 251 s., obr., tab.,
res. angl. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, kn. 53. (Bělehrad
— konference o fyziologii pšenice — sborník)

ZMĚNY DÝCHÁNÍ KLÍČNÍCH ROSTLIN OZIMÉ PŠENICE BĚHEM ADAPTACE A STRESU MRAZU

V. Segeřa, E. Hudečková

SEGEŘA, V. — HUDEČKOVÁ, E. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Změny dýchání klíčnicích rostlin ozimé pšenice během adaptace a stresu mrazu*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 605-618.

U klíčnicích rostlin ozimé pšenice, otužovaných v regulovaných podmínkách nebo zasažených paralelně stresem mrazu odstupňované intenzity, byly hodnoceny metodou Warburga *in vivo* a u izolovaných mitochondrií polarografickou metodou *in vitro* změny rychlosti transportu elektronů a energetická efektivnost dýchání. Charakteristiky dýchání se nemění ani během 20–50denní indukce při +0,5 °C ani kratšího otužování při –2 °C. Teprve indukce při –4 °C vedla u méně odolného genotypu ke snížení rychlosti příjmu kyslíku. Hodnocení *in vivo* i *in vitro* prokázalo, že rychlost transportu elektronů dýchacím řetězcem je snížena relativně slabými, a pouze neletální poruchy (snížení růstové aktivity) vyvolávajícími stresem. Rozpřažení oxidační fosforylace působí až stresem spojené s letálním poškozením. Teplotní rozmezí, v kterém převažují jen deprese transportu elektronů a snížení růstové aktivity (tj. neletální poruchy) stejně jako interval teplot vyvolávajících rozpřažení oxidační fosforylace a hynutí rostlin je specifický podle odolnosti rostlin. Během krátkého uchování intaktních rostlin po stresu za podmínek vylučujících interakci růstových pochodů jsou menší deprese energetické efektivnosti dýchání reparovány.

odolnost vůči mrazu; stres mrazu; mitochondrie; transport elektronů; energetická efektivnost dýchání; oxidační fosforylace

Během vývinu rezistence vůči mrazu jsou v rostlinách indukovány výrazné změny metabolismu, které přispívají ke stabilitě struktur a funkcí za stresových situací (Tumanov, 1941; Levitt, 1972). Průběh takových pochodů je závislý na aktivitě oxidativní a fotosyntetické fosforylace, jež hraje ústřední roli v zajištění energetické rovnováhy buněk. Roste proto zájem o vysvětlení otázky, jak se podmínky indukce odolnosti odrážejí v aktivitě dýchání.

U rostlin odebíraných během podzimu a zimy z přirozených podmínek byl zjištěn vzrůst (Usova a Boržkovskaja, 1970) i pokles intenzity dýchání bazálních částí (Chisamutdinova a Vasiljeva, 1970; Chochlova et al., 1974). Autorky konstatovaly zesílení spřažení oxidační fosforylace. Nižší teploty vedly ke změně relativní účinnosti alternativních cest oxidace substrátu (Chisamutdinova a Vasiljeva, 1970). Podle Chochlové et al. (1974) je deprese absorpce kyslíku dána zmenšením velikosti mitochondrií, ačkoliv současně roste jejich počet. Uvedené změny byly zjišťovány *in situ* při stálých nebo klesajících nízkých teplotách.

V soulase v té době s dominujícími představami o rozhodující úloze membránových systémů v rezistenci byla věnována pozornost (Miller et al., 1974; Pomeroy a Andrews, 1975; Pomeroy, 1976, 1977) objasnění vztahu změn

struktury a funkční aktivity mitochondrií k otužování. Přes pozorované rozdíly mezi klíčenci vyrostlými v temnotě při 24 °C a 2 °C v celkové a vnitřní stavbě mitochondrií i složení lipidů a aktivační energii membrán nebyly zjištěny významné difference charakteristik respirační aktivity izolovaných mitochondrií. Nesouvisely ani s otužováním ani geneticky podmíněnou odolností vůči mrazu.

Úvodem ke studiu úlohy buněčných membrán a na ně vázaných enzymových systémů v rezistenci vůči mrazu bylo zjištění, že mrznutí mitochondrií izolovaných z listů špenátu vede k inaktivaci transportu elektronů a oxidativní fosforylace (Heber a Santarius, 1964). V řadě dalších prací tito autoři (Heber, 1967; Heber, Santarius, 1972) prokázali, že při dehydrataci protoplazmy nastávající v průběhu mrznutí vede v blízkosti thylakoidů zvýšená koncentrace různých iontů a sloučenin k poruchám membrán a rozprášení fotosyntetické fosforylace.

Výzkum byl nejdříve soustředěn na diferenciaci *in vivo* v buňkách přítomných sloučenin na látky pro membrány toxické nebo naopak stabilizující. Dále na vysvětlení, že jejich účinky závisí jak na poměrné koncentraci (nespecifické koligativní zředění) ve stresové situaci, tak na jejich specifických vlastnostech i distribuci v protoplastu. V pokusech byla hodnocena změna aktivity cyklické fotofosforylace suspenze izolovaných thylakoidů vyvolaná za přítomnosti různých sloučenin vlivem identického mrazu.

Podobné výsledky byly zjištěny u izolovaných mitochondrií (Thebudová a Santarius, 1981a) když mrznutím vyvolané poruchy se projevy jak v permeabilitě membrán tak v inaktivaci transportu elektronů a oxidativní fosforylace. Membrány mitochondrií jsou méně citlivé k mrznutí *in vitro* než lamely chloroplastů. Tyto rozdíly mezi systémy se neprojevily, když byly mrazeny intaktní listy a teprve po ukončení cyklu byly izolovány obě organely.

Když Singh et al. (1977) vystavili klíčící rostliny odstupňovanému, pomalému mrznutí, nebyly charakteristiky aktivity mitochondrií změněny ani po letálním zásahu tehdy když organely izolovali ještě před úplným roztáním. Mitochondrie, získané až po úplném roztání intaktních rostlin, vykazovaly změny funkční aktivity po zásazích slabších mrazů, které způsobily adekvátní poškození intaktních koleoptilí. Autoři dedukovali, že mitochondrie zachovávají *in situ* normální funkční aktivitu, ačkoli buňky byly při takovém extracelulárním mrznutí zničeny. Takové rozdíly aktivity nejevily mitochondrie izolované z málo odolných listů špenátu (Thebudová a Santarius, 1981b). Vojnikov (1978), Vojnikov et al. (1977) zjistil větší depresi dýchání mitochondrií po působení mrazu na intaktní rostliny než na suspenze mitochondrií. Vysvětluje tuto skutečnost přítomností sacharózy v suspenzi. Mitochondrie izoloval z rostlin dříve než mrazy zasažené rostliny odtály.

Karmaněnko (1972) zjistil, že rostliny málo odolného genotypu ozimé pšenice jeví na konci zimy rozprášení oxidační fosforylace, když rostliny odolné odrůdy měly vysokou oxidační i fosforylační aktivitu. Vojnikov et al. (1977), Sarapulcev et al. (1977) demonstrovali, že charakteristiky dýchání mitochondrií, izolovaných z klíčenců ozimého žita, se mění s délkou expozice za jedné intenzity mrazu. Ve shodě s Bakumenkem (1974) zjistil Vojnikov (1978), že krátká expozice neotužovaných rostlin za slabých mrazů vede k aktivaci alternativních cest transportu elektronů. Také zde se u různých genotypů ozimů projevoval vliv délky trvání stresu.

Výše uvedený přehled naznačuje, že byla zatím jen nedostatečně objasněna úloha dýchání v procesu adaptace i změny této důležité funkce vlivem stresu mrazu. Předmětem této naší experimentální práce je podrobnější studium základních aspektů obou zmíněných otázek.

MATERIÁL A METODY

Osivo použitých odrůd ozimé pšenice jsme získali ze šlechtitelských stanic n. p. Oseva, které vedou udržovací šlechtění.

Etiolované klíčící rostliny jsme stejně jako v předchozích pracích (Segefa, 1983) předpěstovali ve smotcích z pruhu filtračního papíru, postavených do polystyrenových krabiček, které byly kryty další obrácenou krabičkou zabraňující ztrátě vody. Po skončení kultivace, která probíhala ve tmě v termostatu při 20 °C (obvykle 6 dnů), jsme krabičky přenesli do mrazicí komory s teplotou +0,5 °C kde byly ponechány (ve tmě) po dobu plánovaného otužování při této teplotě. Před tím než byl materiál otužován určenou dobu za příslušných teplot pod bodem mrazu nebo vystaven stresu mrazu, sestříhli jsme ve výši 20 mm klíčící rostliny smotků určených

pro hodnocení rozsahu škod způsobených dílčími mrazy a krabičky opět uzavřeli. Po ukončení indukce byly všechny smotky (mimo varianty kontrolní) umístěny v mrazicí komoře, jejíž teplota byla pak snižována rychlostí $2,5^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$. Při dosažení každé z plánovaných teplot byly krabičky přeneseny do menších, předem na danou teplotu vytemperovaných skříní. Expozice v každé teplotě paralelních zásahů trvala 24 hodin, poté teplota stoupala rychlostí $1,8 \text{ až } 2^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$ až do rozmrznutí materiálu.

Negativní účinky jednotlivých stresů na klíčící rostliny jsme hodnotili podle průměrných přírůstků nové hmoty listu nad rovinou řezu po čtyřech až pěti dnech kultivace v temnotě při 20°C . Průměrný podíl rostlin přežívajících dílčí zásahy byl určen způsobem popsaným dříve (Segeta, 1976, 1983).

Intenzitu dýchání bází klíčících rostlin *in situ* jsme měřili Warburgovou manometrickou metodou (Kleinzeller et al., 1954). Do jedné baničky jsme umísťovali 20 kusů 20 mm bází, příjem O_2 jsme sledovali během 2 hodin při teplotě 20°C a vyjádřili v $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{hm.}^{-1}$. U každé dílčí varianty jsme prováděli tři paralelní měření. Energetickou efektivnost dýchání jsme hodnotili podle stupně stimulace dýchání vyvolané infiltrací $1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ roztoku 2,4 dinitrofenolu (DNP) (Zolkevič et al., 1955) ve srovnání se vzorky paralelně infiltrovanými vodou.

Mitochondrie jsme izolovali z 20 mm bází postupem podle Millera et al. (1974). Veškeré roztoky, laboratorní nádobí i rostlinný materiál jsme předem vychladili na teplotu $+2^{\circ}\text{C}$ a centrifugaci jsme prováděli v chlazené centrifuze Janetzki K 70. Vzorek 12 g bází jsme roztřeli se 120 ml homogenizačního roztoku o složení: sacharóza 0,5 M, KH_2PO_4 0,067 M, EDTA (kyselina etylendiamintetraoctová) 0,002 M, hovězí serumalbumin (BSA) v koncentraci $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, pH roztoku jsme upravili na hodnotu 7,55 a těsně před použitím jsme přidali cystein 0,05 %. Homogenát jsme přefiltrovali přes čtyři vrstvy gázy a centrifugovali při zrychlení 2000 g po dobu pěti minut. Získaný supernatant jsme odstředili čtyři minuty při 20 000 g a usazené mitochondrie jsme rozmíchali ve 20 ml promývacího roztoku (obsahujícího sacharózu, KH_2PO_4 , BSA ve stejných koncentracích jako homogenizační roztok, pH 7,2). Po dalším usazení balastních částic při 1500 g po dobu pěti minut jsme ze supernatantu získali promyté mitochondrie 20minutovou centrifugací při 6000 g.

Usazené mitochondrie jsme ihned použili pro měření příjmu O_2 kyslíkovou elektrodou Clarkova typu, v modifikaci J. Čerkasova z Přírodovědecké fakulty UK. Měření jsme prováděli při 20°C v inkubačním mediu o složení: manitol 0,3 M, KH_2PO_4 0,01 M, KCl 0,01 M, MgCl_2 0,05 M, EDTA 0,0002 M, BSA 0,75 $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, Tris-HCl pufr 0,01 M pH 7,2. Získané množství mitochondrií stačilo na dvě stanovení aktivity; jako dýchacího substrátu jsme používali malátu (33 mM) a při druhém měření α -oxoglutarátu (8 mM) nebo sukcinátu (8 mM). V průběhu měření jsme třikrát až čtyřikrát přidali adenosindifosfát (ADP 100 μM). Po vyčerpání O_2 jsme stanovili obsah mitochondriálního proteinu metodou Lowryho (1951) a vypočetli příjem O_2 ve stavu 3 (po přidání ADP) v $\mu\text{molech O}_2 \cdot \text{mg}^{-1} \text{ proteinu} \cdot \text{min}^{-1}$. Dále jsme z polarografického záznamu počítali charakteristiky správně oxidací fosforace ADP/O a RC podle Chance a Wiliamse (1955). V grafech jsou užity průměry hodnot, naměřených po druhém a třetím přidání ADP když byl jako dýchací substrát použit malát, vyjádřené v procentech výchozí (kontrolní) varianty.

VÝSLEDKY

Z hodnot uvedených v tab. I je zřejmé, že v průběhu třech až sedmi týdnů otužování při $+0,5^{\circ}\text{C}$ zřetelně stoupá rezistence klíčících rostlin všech odrůd (vzestup LT_{50}). Naproti tomu v té době jen málo kolísá jejich rychlost příjmu kyslíku i energetická efektivnost dýchání. V daném časovém intervalu patrně změny nejeví žádnou tendenci a jen nepatrně se liší úrovně obou charakteristik dýchání u jednotlivých genotypů.

V dalším pokusu jsme klíčící rostliny, otužované 21 dnů při $+0,5^{\circ}\text{C}$, vystavili až osm dnů teplotě -2°C nebo -4°C . Postupně po dvou dnech jsme vždy u části rostlin otužovaných za těchto záporných teplot a ovšem i těch, které byly umístěny při $+0,5^{\circ}\text{C}$, sledovali aktivitu dýchání bazálních částí *in vivo*. Hodnoty uvedené v tab. II potvrzují, že i v krátkých časových intervalech otužování při kladné teplotě je variabilita obou

I. Změny průměrné rychlosti příjmu kyslíku (Q_{O_2} — $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{h}^{-1}$), stimulace dýchání DNP (%) a LT_{50} nastávající v průběhu otužování (22–51 dnů) při $+0,5^\circ\text{C}$ klíčících rostlin ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská 808', 'Bezostá 1' a 'Jubilar' — The changes in the mean rate of oxygen uptake (Q_{O_2} — $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{h}^{-1}$), DNP stimulated respiration (%) and LT_{50} occurring in the course of the hardening period (22 to 51 days) at $+0,5^\circ\text{C}$ in winter wheat seedlings, cvs. 'Mironovskaya 808', 'Bezostaya 1' and 'Yubilar'

Otužované dnů	Mironovská 808			Bezostá 1			Jubilar		
	Q_{O_2}	% DNP	LT_{50}	Q_{O_2}	% DNP	LT_{50}	Q_{O_2}	% DNP	LT_{50}
22	3000	121	11,2	3245	129	10,3	3470	118	8,2
35	3170	127	13,1	3445	121	12,0	3360	124	10,1
42	2850	120	14,8	3180	125	12,8	3500	117	10,8
51	3140	125	17,2	3350	127	12,2	2345	123	11,4

charakteristik dýchání báží obou odrůd velmi malá. Nemění se ani během indukce při -2°C . Naproti tomu po indukci při -4°C jevíly bazální části méně odolného genotypu ('Jubilar') postupné snížení nejen rychlosti příjmu kyslíku, ale též energetické efektivnosti dýchání. Báze odolnější odrůdy ('Mironovská 808'), ovlivněné takovými podmínkami, jevíly naopak mírné zvýšení hodnot obou charakteristik dýchání bazálních částí. Zjištěné údaje však nesvědčí o zřetelné tendenci změn, takže kolísání průměrných hodnot je spíše výrazem přirozené variability.

Z tab. III je zřejmé, že bazální části klíčících rostlin obou odrůd ozimé pšenice otužovaných při $+0,5^\circ\text{C}$ se neliší významně ani rychlostí příjmu kyslíku ani rozsahem jeho stimulace vlivem DNP. Tyto hodnoty kontrolních variant se v čase nemění. Také v tomto případě již slabší stresy působí ihned po ukončení zásahu zřetelný pokles příjmu kyslíku.

II. Vlivem až 8denní indukce při -2°C a -4°C (a též $+0,5^\circ\text{C}$) vyvolané změny průměrné rychlosti příjmu kyslíku (Q_{O_2} — $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{s} \cdot \text{h}^{-1}$), stimulace dýchání DNP (%) v bážích 21 dnů při $+0,5^\circ\text{C}$ otužených klíčenců ozimé pšenice 'Mironovská 808' a 'Jubilar' — The changes in the mean rate of oxygen uptake (Q_{O_2} — $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{s} \cdot \text{h}^{-1}$), DNP stimulated respiration (%) in the bases of seedlings of winter wheat, cvs. 'Mironovskaya 808' and 'Yubilar', hardened for 21 days at $+0,5^\circ\text{C}$; the changes are due to up to 8-day induction at -2°C and -4°C (also at $+0,5^\circ\text{C}$)

Otužované dnů	Mironovská 808						Jubilar					
	$+0,5$		-2		-4		$+0,5$		-2		-4	
	Q_{O_2}	DNP	Q_{O_2}	DNP	Q_{O_2}	DNP	Q_{O_2}	DNP	Q_{O_2}	DNP	Q_{O_2}	DNP
0	2990	126					3550					
2	3130	120	2850	124	3340	120	3480	128	3630	121	3330	116
4	2840	123	3150	—	3180	128	3630	124	3640	128	3240	120
6	3010	125	3040	125	3250	125	3440	127	3480	—	3040	118
8	2960	125	2900	123	3010	127	3560	123	3550	124	3080	117

III. Změny příjmu kyslíku (Q_{O_2} — $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{h} \cdot \text{h}^{-1}$), stimulace dýchání DNP ($\%$), relativních přírůstků listů ($\text{mm} \cdot \%$) a podílu živých rostlin (ZR) ozimé pšenice 'Heine VII' a 'Grana' 1–4 dny po stresech odstupňovaných mrazů ($-6,2$ až $-12,3^\circ\text{C}$) — The changes in the oxygen uptake (Q_{O_2} — $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{h} \cdot \text{h}^{-1}$), DNP stimulated respiration ($\%$), relative leaf growth ($\text{mm} \cdot \%$) and in the proportion of living plants of winter wheat, cvs. 'Heine VII' and 'Grana', 1–4 days after freezing stresses of gradually increased intensity (-6.2 to -12.3°C)

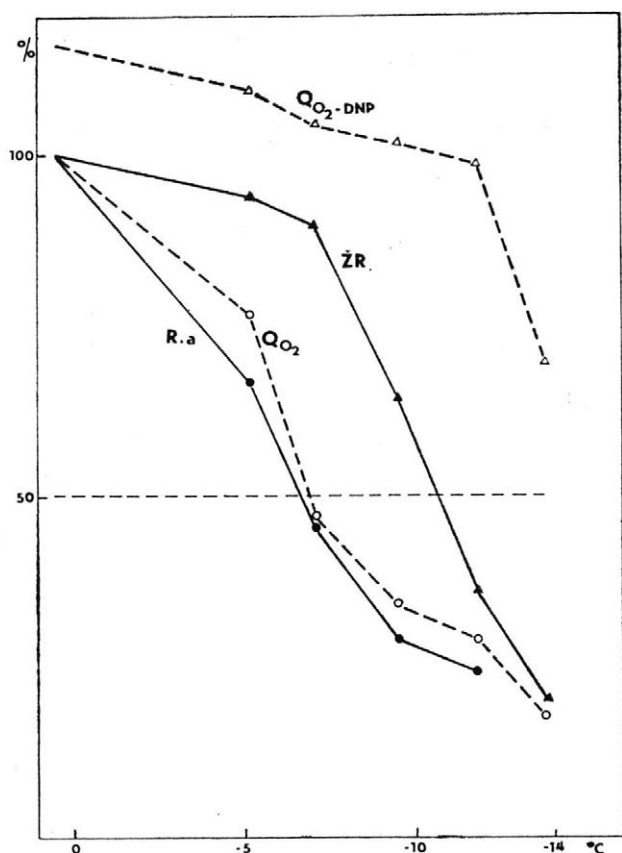
Odrůda	Stres $^\circ\text{C}$	1		2		4		mm %	%
		Q_{O_2}	DNP	Q_{O_2}	DNP	Q_{O_2}	DNP		
Heine VII	+ 0,5	3140	113	2990	111	3070	115	47 100	100
	– 6,2	2610	110	2310	113	2260	117	68	91
	– 8,0	2320	103	1960	108	1870	111	54	77
	– 10,4	1740	—	1680	103	1340	95	40	54
	– 12,3	1270	90	1010	—	890	80	21	36
Grana	+ 0,5	3240	123	3130	125	3220	121	53 100	100
	– 6,2	3070	121	2860	126	3100	124	79	93
	– 8,0	2780	112	2650	116	2530	115	63	85
	– 10,4	2250	105	2150	101	2060	102	48	71
	– 12,3	1710	100	1580	—	1500	85	30	47

Tento negativní vliv mrazu se s rostoucí intenzitou stresu zvyšuje. Je to zvláště zřetelné u méně odolné odrůdy ('Heine VII'). V takových případech se rychlost příjmu kyslíku dále snižuje během postresové periody, kdy byly klíčící rostliny uloženy při $+ 0,5^\circ\text{C}$.

Naproti tomu efektivnost dýchání *in vivo* je po ukončení zásahu mrazu snížena až teprve vlivem silnějších mrazů (-8° resp. $-10,4^\circ\text{C}$), tj. těch, které vyvolávají hynutí většího podílu rostlin. Úplné rozpražení oxidace a fosforylace vyvolávají odrůdově specifické kritické stresy, kdy hyne více než 50 % jedinců populace. V tabulce uvedené hodnoty svědčí současně o tom, že mírnými stresy působené menší deprese efektivnosti dýchání jsou dočasné, protože DNP vyvolaná stimulace příjmu kyslíku během postresového období opět stoupá. K takové kompenzaci poruch dýchacího systému báží *in vivo* však nedochází, jestliže mrazy způsobily převážně letální škody.

Do dalšího pokusu byly zařazeny klíčící rostlinky odrůdy 'Mironovská 808', které byly po 6denní kultivaci v temnotě při 20°C otužovány tři týdny při $+ 0,5^\circ\text{C}$. Pak byl potřebný počet opakování (smotků) vystaven paralelně stresům mrazu odstupňované intenzity (-8°C až -11°C v první části pokusu a -12°C až -18°C v jeho druhé části). Aktivita mitochondrií, izolovaných po zásahu nebo čtyřdenním uchování v temnotě při $+ 0,5^\circ\text{C}$ nebo $+ 5^\circ\text{C}$ z bazálních částí klíčících rostlin byla sledována při 20°C (obr. 1, 2).

Z křivek v obr. 3 až 6 je patrné, že hodnocené systémy jeví rozdílnou citlivost k stresovým situacím a liší se i změnami nastávajícími, když intaktní rostliny byly po stresech uloženy za nízkých teplot tzn. za pod-



1. Relativní změny intenzity příjmu kyslíku *in vivo* (Q_{O_2} — % kontrol), stimulace dýchání DNP (Q_{O_2} — DNP), relativních přírůstků listů (R. a.) i podílu živých rostlin (ŽR) ozimé pšenice 'Bezostaya 1' po zásazích mrazů $-5,2$ až $-13,8$ °C — Relative changes in the intensity of oxygen uptake *in vivo* (Q_{O_2} — % of control), DNP stimulated respiration (Q_{O_2} — DNP), relative growth of leaves (R. a.) and in the proportion of surviving plants (ŽR) of winter wheat 'Bezostaya 1' after freezing stresses (-5.2 to -13.8 °C)

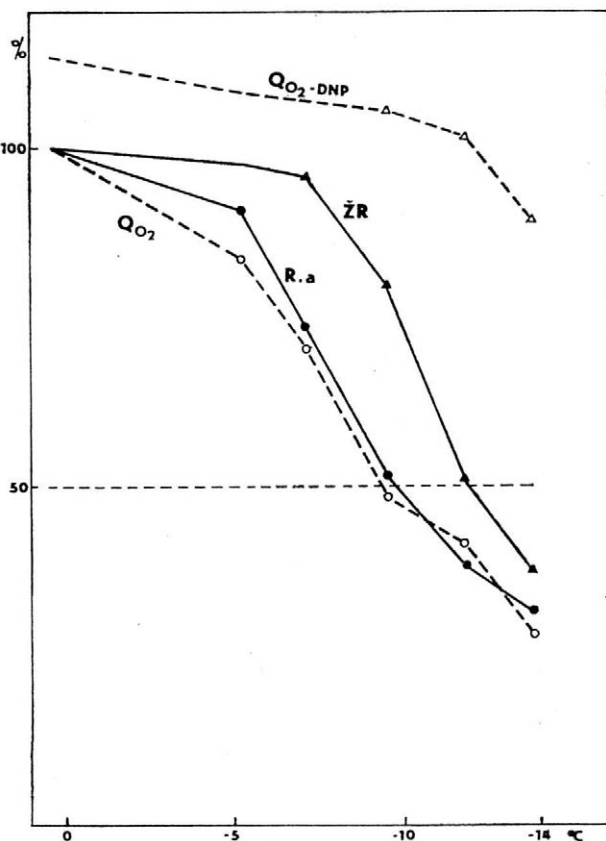
mínek, které sice mohly omezovat průběh reparace způsobených poruch, vylučovaly však změny systému v důsledku interakce růstových pochodů.

Je zřejmé, že transport elektronů dýchacím řetězcem byl stejně jako rychlost přírůstků nové hmoty listů výrazně inhibován již poměrně slabými mrazy. Za takových podmínek nebyly téměř vůbec ovlivněny hodnoty ADP/O a RC. Hodnoty těchto charakteristik spřažení oxidační fosforylace byly sníženy teprve mrazem -12 °C. Mitochondrie izolované z bází rostlin zasažených ještě intenzivnějšími stresy jeví jen velmi nízkou respirační aktivitu a oxidační fosforylace byla rozprávena.

Hodnoty zjištěné u mitochondrií izolovaných z rostlinek uchovaných čtyři dny ve tmě při $+0,5$ °C nebo $+5$ °C prokazují, že intenzita transportu elektronů zůstala ve všech variantách dál na nízké, a intenzitě stresu i redukci růstové aktivity odpovídající úrovni. Naproti tomu vzestup charakteristik spřažení oxidační fosforylace variant zasažených mrazy -12 °C a -15 °C svědčí o reparaci dočasných poruch. To odpovídá také relativně vysoké životnosti, kterou jeví rostliny paralelních vzorků.

V analogickém pokusu s klíčovými rostlinami odrůdy 'Slavia' jsme nemohli z pracovních důvodů sledovat efekt silnějších mrazů na aktivitu izolovaných mitochondrií. Slabé mrazy (-3 °C a $-7,6$ °C), kterým byli klíčenci vystaveni, nezpůsobily letální škody a vedly jen k nepatrné redukci následné růstové aktivity rostlin. Mitochondrie izolované ihned po

2. Relativní změny intenzity příjmu kyslíku *in vivo* (Q_{O_2} — % kontrol), stimulace dýchání DNP (Q_{O_2} — DNP), relativních přírůstků listů (R. a.) i podílu živých rostlin (ŽR) ozimé pšenice 'Mironovská 808' po zásazích mrazů $-5,2$ až $-13,8$ °C — Relative changes in the intensity of oxygen uptake *in vivo* (Q_{O_2} — % of control), DNP stimulated respiration (Q_{O_2} — DNP), relative growth of leaves (R. a.) and in the proportion of surviving plants (ŽR) of winter wheat 'Mironovskaya 808' after freezing stresses (-5.2 to -13.8 °C)

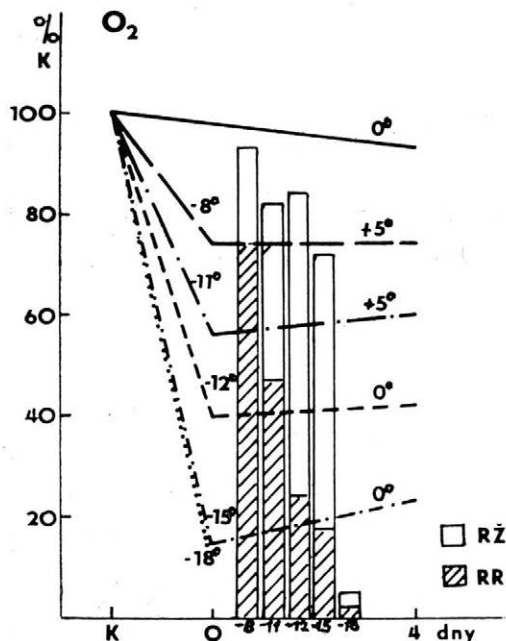


zásahu z takových rostlinek jevíly jak snížení rychlosti transportu elektronů, tak pokles hodnot ADP/O a RC (obr. 6). Po dvoudenním uchování intaktních rostlin při $+0,5$ °C se vyrovnaly nejen malé změny charakteristik spřažení oxidační fosforylace, ale také po silnějším stresu patrná inhibice příjmu kyslíku.

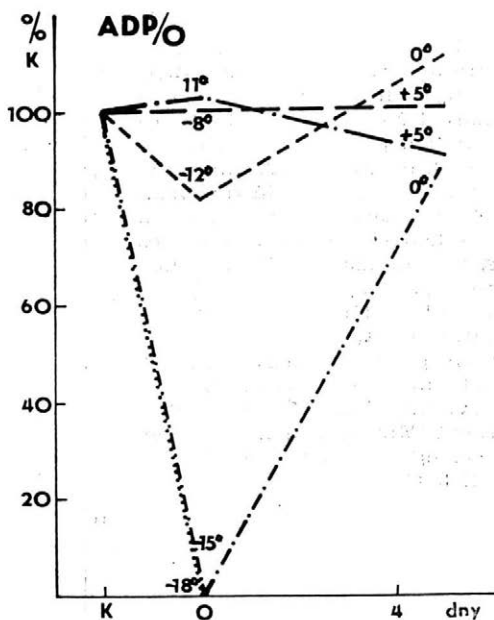
DISKUSE

Logicky dedukovatelný větší obecný význam dýchání pro metabolismus buněk celého rostlinného organismu byl v případě rezistence vůči mrazu doložen menší citlivostí mitochondrií než současně z listů špenátu izolovaných thylakoidů (Thebudová a Santarius, 1981) nebo než paralelně gravimetricky určené aktivity fotosyntézy (Skládál et al., 1983).

Již Tumanov (1941) ukázal, že efektivní průběh procesu adaptace, nezbytně závislý na fotosyntetické aktivitě, je u klíčnic rostlin obilovin v temnotě umožněn dostatkem organických sloučenin v endospermu obilí. Skutečnost, že energetické potřeby metabolismu klíčenců jsou zabezpečovány především funkcí jejich mitochondrií, opodstatňuje použití etiolovaných klíčnic rostlin i při studiu vztahu mezi adaptabilitou a systémem respirace. O tom, že představují vhodný model pro studium



3. Relativní rychlost příjmu O_2 ve stavu 3 (v % kontrol) mitochondriemi izolovanými z klíčících rostlin ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská 808', zasaženými mrazy -8 až $-15^\circ C$, ihned po ukončení stresu a po čtyřech dnech uložení intaktních rostlin při $+0,5^\circ C$ (relativní růstová aktivita ■, podíl klíčenců přežívajících dílejší zásahy □) — Relative rate of O_2 uptake in stage 3 (in % of control) by mitochondria isolated from the seedlings of winter wheat, cv. 'Mironovskaya 808', affected by frosts ranging from -8 to $-15^\circ C$, immediately after the end of stress and after four-day storage of intact plants at $+0,5^\circ C$ (relative growth activity ■, proportion of the seedlings surviving the treatment □)

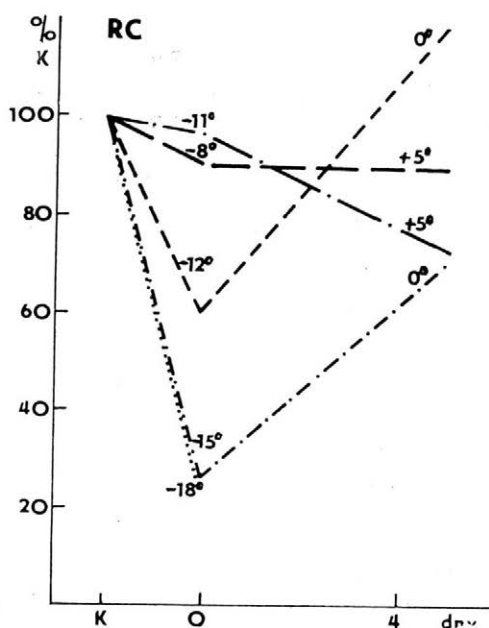
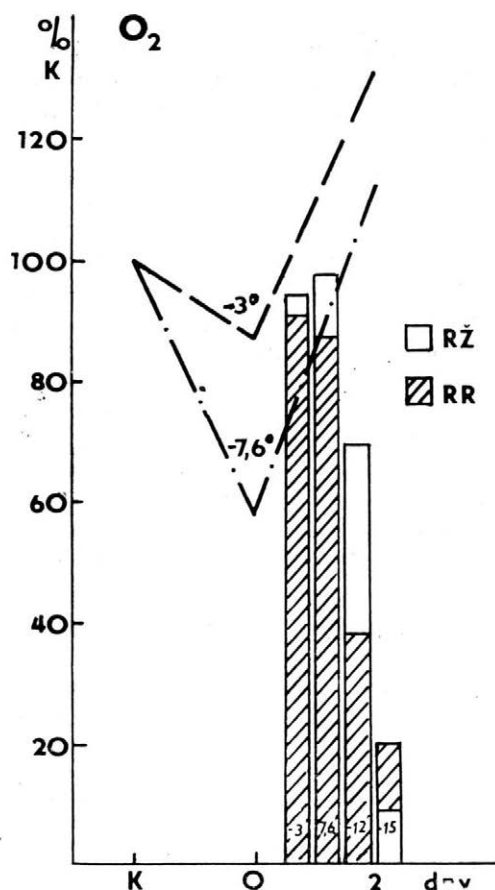


4. Změny respirační kontroly (R/C) a poměru ADP/O mitochondrií izolovaných z klíčících rostlin ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská 808' zasažených mrazy -8 až $-15^\circ C$ ihned po ukončení stresu a po čtyřech dnech uložení intaktních rostlin při $+0,5^\circ C$ — The changes in the respiration control (R/C) and ADP/O ratio of mitochondria isolated from the seedlings of winter wheat, cv. 'Mironovskaya 808', affected by the frosts from -8 to $-15^\circ C$, immediately after the end of stress and after four-day storage of intact plants at $+0,5^\circ C$

fyzilogie rezistence ozimů vůči mrazu svědčí dříve shrnuté poznatky o otužování za různých teplot (Segeřa, 1980, 1982) i výsledky studia efektu mrazu (Segeřa, 1983).

Považujeme za vhodné se zde zmínit o některých skutečnostech a metodických zásadách, jejichž důsledné dodržování mělo ve rovnání s podmínkami pokusů jiných autorů umožnit zjištění případných časových nebo příčinných souvislostí navozeného fyziologického stavu rostlin s aktivitou jejich dýchacího systému. Zajišťovalo současně dobrou reprodukovatelnost výsledků.

Za striktně dodržovaných shodných teplotních podmínek jak při předpěstování etiolovaných klíčenců, tak zvláště během adaptace jsme měli při určitém jejich trvání k dispozici materiál, jehož rezistence odrážela dobře geneticky podmíněné rozdíly a její úroveň mezi jednotlivými dílčími pokusy jen málo kolísala. Za pětidenní kultivace při $20^\circ C$ pokročil růst klíčenců podstatně více, takže z hlediska růstové fáze není



5. Změny relativní rychlosti příjmu O₂ ve stavu 3 (v % kontrol) mitochondriemi izolovanými z klíčnicích rostlin ozimé pšenice odrůdy 'Slavia', zasažených mrazy -3 až -7,7°C, ihned po ukončení stresu a po čtyřech dnech uložení intaktních rostlin při +0,5°C — The changes in the relative rate of O₂ uptake in stage 3 (in % of control) by the mitochondria isolated from the seedlings of winter wheat, cv. 'Slavia', affected by the frosts from -3 to -7.7°C, immediately after the end of stress and after four-day storage of intact plants at +0.5°C

6. Změny R/C a ADP/O mitochondrií izolovaných z klíčnicích rostlin ozimé pšenice odrůdy 'Slavia', zasažených mrazy -3 a -7,6°C, ihned po ukončení stresu a po čtyřech dnech uložení intaktních rostlin při +0,5°C — The changes in the R/C and ADP/O in the mitochondria isolated from the seedlings of winter wheat, cv. 'Slavia', affected by the frosts from -3 to -7.6°C, immediately after the end of stress and after four-day storage of intact plants at +0.5°C

snadné srovnání s velmi málo urostlými rostlinami Vojnikova et al. (1977) i Pomeroye (1976, 1977). Zde i ve starších pracích uvedené hodnoty (Segeta, 1980, 1982) svědčí o dobré adaptabilitě i relativně vysoké úrovni rezistence více vyvinutých klíčnicích rostlin.

Na základě výsledků výzkumu mnoha jiných dílčích otázek i těch, které uvádíme v této práci, probíhalo otužování za kladných teplot při nejnižší možné jejich úrovni nad bodem mrazu. Její konstantní hladina jevila relativně vysokou účinnost a téměř zcela zastavila růstové procesy. Naproti tomu podmínky otužování v pokusech Pomeroye (1976,

1977) umožňovaly jejich pomalý růst. V žádném z našich pokusů jsme neužívali rostliny neotlužené, vypěstované jen za podmínek příznivých pro růst, s kterými experimentovali Vojnikov et al. (1977) nebo Thebudová a Santarius (1981).

Použití smotků z filtračního papíru (Segeřa, 1983) zajišťovalo relativně konstantní podmínky během celého trvání pokusu. Při užití rychlosti mrznutí rostlinek ve vlhkém nosiči nenastávalo jejich podchlazení a ani v této etapě během 24hodinového trvání každého dílčího stresu se podstatně nelišil průběh mrznutí jednotlivých smotků v různých polystyrenových krabičkách. Rychlost mrznutí, s kterou byly navozeny stresy odstupňované intenzity, současně vylučovala výskyt nerovnovážného mrznutí ve smyslu Olieňa (1967), které by zvýšilo rozsah neletálních i smrtelných poškození působených již slabšími stresy. V našich pokusech působily indukční nebo stresové podmínky vždy na mitochondrie klíčenců *in situ* bez ohledu na to, zda navozené změny respirace byly pak hodnoceny v segmentech (*in vivo*) nebo u izolovaných organel (*in vitro*). Segmenty a zvláště mitochondrie jsme připravovali podle metodik za chladu. Přes zjištění (Miller et al., 1974) vlivu teplotních podmínek během sledování dýchání na charakteristiky tohoto procesu, udržovali jsme v baňkách Warburgova přístroje i komůrce polarografického hodnocení spotřeby kyslíku ve všech pokusech teplotu 20 °C.

Skutečnost, že prodloužení účinku indukční teploty nad bodem mrazu na klíčící rostliny neovlivnilo určitým způsobem aktivitu respirace, odpovídá názoru Pomeroye (1976) o biochemické shodnosti strukturně odlišných mitochondrií. Opíral se o srovnání struktury a aktivity mitochondrií izolovaných z klíčenců, kteří rostli buď dva dny při 24 °C nebo 28 dnů při 2 °C.

Bylo by možné dedukovat, že pochody, podmiňující za relativně konstantních indukčních podmínek paralelně zjištěný vzrůst úrovně resistance nejsou limitovány jiným procesem, ani nezávisejí na aktivitě dýchacího systému (Pomeroy, 1977). Změny použitých charakteristik spřažení oxidační fosforylace nedovolují bez dalšího ověření potvrdit názor Usovy a Boržkovské (1970), Chochlovy et al. (1974) i Narijčuka a Babenka (1981), že v průběhu adaptace zvláště za teplot pod bodem mrazu dochází ke stabilizaci spřažení oxidativní fosforylace. To možno dedukovat pouze z toho, že relativní hodnoty příjmu kyslíku po infiltraci DNP klesly u otužovaných variant až po působení silnějšího mrazu (tab. I, II). U méně odolného genotypu došlo vlivem nižší teploty pod 0 °C k poklesu absorpce kyslíku i infiltrací DNP navozené jeho stimulace. Je to v souladu s omezenou schopností méně odolných genotypů reagovat na nižší teploty pod bodem mrazu vzrůstem odolnosti a souvisí též s tím, že již tak slabé mrazy vyvolávají menší neletální poškození (Segeřa, 1982).

Pomocí údajů kvantitativního rozsahu důsledně diferencovaných neletálních a smrtelných poruch jsme mohli konkrétně posoudit změny, které stresy mrazu odstupňované intenzity působí v systému transportu elektronů i oxidační fosforylace. Skutečnost, že se výrazně liší intenzity (teploty) stresů mrazu, jež vedou jen ke zřetelnému snížení aktivity dýchání nebo které působí rozprášení oxidační fosforylace, byla patrna při hodnocení charakteristik respirace *in vivo* i *in vitro*. Faktické difference i obě úrovně stresů byly stejně jako v případě neletálních a letálních po-

škození (Segeřa, 1983) u jednotlivých genotypů různé a závisely též na stupni indukované odolnosti.

Údaje zjištěné v jednotlivých pokusech ukazují, že mrazy působící více než 50% depresi následné růstové aktivity vyvolávají adekvátní pokles rychlosti příjmu kyslíku. Silnější mrazy, způsobující více než 50% mortalitu klíčenců, vedou k téměř úplnému rozpřažení oxidační fosforylace. Zatímco neletální poruchy jsou provázeny jen oslabením aktivity transportu elektronů, je až výskyt uhynulých jedinců v hodnoceném souboru rostlin indikován depresi charakteristik spřažení oxidační fosforylace.

Všechny pokusy současně prokazují, že předpokladem diferenciací a kvantifikace obou typů poruch systému dýchání je paralelní ovlivnění dostatečného počtu rostlin více stresy mrazu, jejichž odstupňované intenzity nejsou navzájem příliš rozdílné (maximálně 2 až 3 °C). Celkový rozsah teplot užitých intenzit stresu mrazu musí — stejně jako při diferenciaci neletálních i smrtelných poruch — odpovídat geneticky nebo indukci podmíněné úrovni rezistence.

Nutno mít na zřeteli, že výraznou závislost změn aktivity dýchání na intenzitě stresu mrazu jsme zjistili potom co intaktní klíčnicí rostliny byly vystaveny stresům a charakteristiky dýchání byly hodnoceny v segmentech bazální části *in vitro* nebo u mitochondrií z nich izolovaných až po úplném odtání pletiv. Nikoliv tedy izolovaných z rostlin před tím než rozmrzly, jak tomu bylo v pokusech Vojníková et al. (1977; Vojníková, 1978). Ze skutečnosti, že v pokusu Singha et al. (1977) jevíly mitochondrie, izolované z klíčenců až po jejich odtání, nižší aktivitu než ty, které byly získány z rostlin před rozmrznutím vyplývá, že nikoliv vlastní stres mrazu nýbrž podle autorů sekundární podmínky, vzniklé v protoplastu až v konečné etapě cyklu mrznutí — tání, jsou příčinou poruch. Tento názor a závěr (z jednoho pokusu s jednou intenzitou stresu), že mitochondrie si uchovávají *in situ* normální aktivitu ačkoliv buňky byly mrznutím zničeny, vyžaduje další ověření. I s ohledem k různým názorům (Levitt, 1972) na úseky cyklu mrznutí, v kterých může k poruchám dojít. Je v určitém rozporu s kvantitativní závislostí rozsahu poruch aktivity mitochondrií na intenzitě stresu, jak vyplývá z našich pokusů.

Když jsme po odtání uložili intaktní klíčence za podmínek, které, jak prokázaly hodnoty u variant kontrolních, nemohly vést k podstatným změnám stresy vyvolaného stavu buněk i organel, byly menší poruchy spřažení oxidace a fosforylace v čase kompenzovány. Naopak vážnější poškození systému dýchání, spojená s větším rozsahem letálních poruch se v čase dále zvětšila. Pouze nepatrné oslabení přenosu elektronů v dýchacím řetězci, vyvolané velmi mírnými stresy, bylo v postresové periodě kompenzováno. Že takové změny na úrovni membránového systému buněk mohou nastat v krátké době po ukončení stresu ukázalo naše (Segeřa, nepubl.) sledování změn relativního výtoku elektrolytů z klíčnicích rostlin pšenice ovlivněných odstupňovanými stresy mrazu. Užitá kritéria i postupy hodnocení takových změn nám zatím nedovolují posoudit závislost reparací, jež probíhají na úrovni organel, na vázané energii získané dýcháním.

S ohledem k výsledkům, shrnutým v této práci, by bylo vhodné v dalším výzkumu objasnit jak mohou rozdílnými stresy mrazu vyvolané po-

ruchy transportu elektronů nebo energetické efektivity dýchání souviset se změnami strukturální a funkční integrity každé z membrán mitochondrií, resp. se změnami aktivity některých alternativních cest dýchání.

Poděkování

Zdroj polarizačního napětí 0,6 V a připojení k zapisovači EZ 10 (Laboratorní přístroje Praha) zhotovil podle *Methods in Enzymology* (Estabrook, 1967) ing. K. Kodýtek, kterému autoři děkují.

Literatura

- BAKUMENKO, I. I.: Izmenenija dychatel'nogo metabolizma u proročkov pšenicy pod dejstvijem zamorozkov. *Fiziol. Rast.*, 21, 1974, s. 135-140.
- ESTABROOK, R. W.: Mitochondrial respiratory control and polarographic measurement of ADP/O ratios. *Meth. Enzymol.*, 1967, č. 10, s. 41-45.
- HEBER, U. — SANTARIUS, K. A.: Loss of adenosine triphosphate synthesis caused by freezing and its relationships to frost hardiness problems. *Pl. Physiol.*, 39, 1964, s. 712-719.
- HEBER, U.: Freezing injury and uncoupling of phosphorylation from electron transfer in chloroplast. *Pl. Physiol.*, 42, 1967, s. 1343-1350.
- HEBER, U. — SANTARIUS, K. A.: Physiological and biochemical aspects of frost damage and winter hardiness in higher plants. In: *Proceed. of Colloq. on winter hardiness of cereals*. Martonvasar (Ed.: Rajki, S.), 1972, s. 7-26.
- CHANCE, B. — WILLIAMS, B. R.: A simple and rapid assay on oxidative phosphorylation. *Nature*, 175, 1955, s. 1120.
- CHISAMUTDINOVA, V. I. — VASILJEVA, I. M.: Izmenenija v energetike dychanija uzlov kuščenija oziměj pšenicy pri zakalivanii. *Fiziol. Rast.*, 17, 1970, s. 896-901.
- CHOCHLOVA, L. P. — DENISOVA, G. A. — RYLAKOVA, N. I. — CHAZINA, R. G.: Izučenje chimičeskogo sostava, sostojanija vody i nekotorych funkcionalnych pokazatelej mitochondrij oziměj pšenicy. *Fiziol. Rast.*, 21, 1974, s. 252-259.
- KARMANENKO, N. M.: Osobenosti energetičeskoy efektivity dychanija i fosforovo obmena u različnyh pozimostojkosti sortov oziměj pšenicy. *Fyziol. Rast.*, 19, 1972, s. 807-812.
- KLEINZELLER, A. — MÁLEK, J. — VRBA, R.: Manometrické metody a jejich použití v biologii a biochemii. Praha, SZN 1954.
- LEVITT, J.: Temperature stresses. Responses of plants to environmental stress. New York Acad. Press. 1972.
- LOWRY, O. H. — ROSENBROUGH, N. J. — FARR, A. L. — RANDALL, R. I.: Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. biol. Chem.*, 193, 1951, s. 266-277.
- MILLER, R. W. — DE LA ROCHE, I. — POMEROY, M. K.: Structural and functional responses of wheat mitochondrial membrane to growth at low temperatures. *Pl. Physiol.*, 53, 1974, s. 426-433.
- NARIJČUK, F. D. — BABENKO, V. I.: Izmenenija funkcionalnoj aktivnosti mitochondrij proročkov oziměj pšenicy v procese zakalivanija. *Fiziol. Biochim. kuľt. Rast.*, 13, 1981, s. 582-586.
- OLIEN, C. R.: Freezing stresses and survival. *A. Rev. Pl. Physiol.*, 18, 1967, s. 387-408.
- POMEROY, M. K.: Swelling and contraction of mitochondria from coldhardened and nonhardened wheat and rye seedlings. *Pl. Physiol.*, 57, 1976, s. 469-473.
- POMEROY, M. K.: Ultrastructural changes during swelling and contraction of mitochondria from cold-hardened and nonhardened winter wheat. *Pl. Physiol.*, 59, 1977, s. 250-255.
- POMEROY, M. K. — ANDREWS, CH. J.: Effect of temperature on respiration of mitochondria and shoot segments from cold-hardened and nonhardened wheat and rye seedlings. *Pl. Physiol.*, 56, 1975, s. 703-706.

- SARAPULCEV, B. I. — VOJNIKOV, V. K. — USOVA, T. K.: Poljarografičeskij analiz funkcionalnoj aktivnosti mitochondrij, izolirovannyh iz promorožennyh proročkov ozimoj rži. Fiziol. Rast., 24, 1977, s. 132-138.
- SEGEŤA, V.: Dynamika a dílčí charakteristiky rezistence ozimé pšenice vůči mrazu. In: Sborník Fyziol. a genet. principy odolnosti rostlín voči meteorogennym činítelom. (Ed.: Kolek, J.) 1979, s. 118-128.
- SEGEŤA, V.: Závislost indukce rezistence ozimé pšenice vůči mrazu na délce působení teplot nad 0 °C. Rostl. Výroba, 26, 1980, č. 5, s. 541-551.
- SEGEŤA, V.: Vliv teplot pod bodem mrazu na indukci rezistence klíčních rostlin vůči mrazu. Rostl. Výroba, 28, 1982, č. 9, s. 957-968.
- SEGEŤA, V.: Vliv intenzity stresu mrazu na růstovou aktivitu klíčních rostlin pšenice. Rostl. Výroba, 29, 1983, č. 6, s. 649-660.
- SINGH, J. — DE LA ROCHE, I. — SIMINOVITCH, D.: Relative insensitivity of mitochondria in hardened and nonhardened rye coleoptile cells to freezing in situ. Pl. Physiol., 60, 1977, s. 713-715.
- SKLÁDAL, V. — HUDEČKOVÁ, E. — SEGEŤA, V. — PRÁŠIL, I. — ZÁMEČNÍK, J.: Freezing effects on physiological functions in excised leaves of winter rape. Věd. Práce Výzk. Úst. rostl. Výr. Praha, 22, 1983 (v tisku).
- THEBUD, R. — SANTARIUS, K. A.: Effects of freezing on isolated leaf mitochondria. Planta, 152, 1981, s. 242-247.
- THEBUD, R. — SANTARIUS, K. A.: Effect of freezing on spinach leaf mitochondria in situ and in vitro. Pl. Physiol., 68, 1981, s. 1156-1160.
- TUMANOV, I. I.: Fiziologičeskije osnovy zimostojkosti kulturnych rastenij. Moskva, Selchoziz 1941.
- USOVA, T. K. — BORŽKOVSKAJA, G. D.: K voprosu ob energetičeskoy effektivnosti dychanija u ozimych rastenij pri modelirovanii temperaturnyh uslovij. Fiziol. Rast., 17, 1970, s. 1164-1168.
- VOJNIKOV, V. K.: Posledejstvije ochlaždenija na funkcionalnuju aktivnost mitochondrij pšenicy, pyreja i pšenično-pyrejnych gibridov. Fiziol. Rast., 25, 1978, s. 764-765.
- VOJNIKOV, V. K. — SARAPULCEV, B. J. — USOVA, T. K.: Metaboličeskije reakcii mitochondrij proročkov ozimoj rži pri dejstvii otrícatelnoj temperatury. Izv. Sib. Otd. AN SSSR Ser. biol. Nauk, 3, 1977, s. 91-98.
- ŽOLKEVIČ, N.: K voprosu o pričinach gibeli rastenij pri nizkych položitelnych temperaturach. Tr. Inst. Fiziol. Rast. Akad. Nauk, SSSR, 9, 1955, s. 3-58.

Došlo dne 19. 1. 1983

SEGETA, B. — GUDČKOVA, E. (Naучно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Изменения в дыхании всходов проростков пшеницы в ходе адаптации и сроса мороза. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6): 605-618.

У проростков оз. пшеницы, закаляемых в регулируемых условиях или подвергаемых параллельно морозы разной инсенсивности, по методу Варбурга *in vivo*, а у изолированных митохондрий — по полярографическому методу *in vitro* определяли изменения скорости переноса электронов и энергоэффективность дыхания. Характеристики дыхания не менялись даже при 20—50-дневной индукции при +0,5 °C или во время непродолжительной закалики при —2 °C. Лишь при индукции в —4 °C у менее устойчивого генотипа отмечено замедленное усвоение кислорода. Оценка *in vitro* и *in vivo* показала, что скорость переноса электронов посредством дыхательной цепи сокращается из-за относительно слабых и нелетальных повреждений (понижение ростовой активности), которые и вызывают стрессы. Разобщение окислительной фосфорилиции вызывают лишь стрессы с летальными воздействиями. Температурный диапазон, в котором преобладают депрессии переноса электронов, и понижение ростовой активности (нелетальные повреждения), как и интервал температур, ведущих к разобщению фосфорилиции, вместе с гибелью растений, представляется специфическим в зависимости от устойчивости растений. В течение непродолжительного сохранения интактных растений после стресса в условиях, исключающих взаимодействие ростовых процессов, небольшие депрессии энергоэффективности дыхания репарируются.

морозостойкость; стресс мороза; митохондрии; перенос электронов; энергоэффективность дыхания; окислительная фосфорилиция

SEGEŤA, V. — HUDEČKOVÁ, E. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *Changes in the Respiration of Winter Wheat Seedlings during Hardening and Freezing Stress*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 605-618.

In the seedlings of winter wheat hardened in the controlled conditions or exposed parallelly to freezing stresses of different intensity, changes in the electron transport and in the energetic effectiveness of respiration were evaluated by the Warburg method *in vivo* and in the isolated mitochondria by the polarographic method *in vitro*. No changes in the respiratory characteristics were observed either during the 20—50 day induction at +0.5°C or during a shorter hardening at -2°C. Only the induction at -4°C evoked a decrease in the oxygen uptake rate in a less resistant genotype. As proved by the *in vivo* and *in vitro* evaluations, the rate of electron transport through the respiratory chain was decreased by the relatively weak stresses causing only non-lethal injuries (decrease in the growth activity). The uncoupling of oxidative phosphorylation results even in the stresses causing lethal damage. The temperature range when solely depressions of electron transport and a decrease in the growth activity prevail (i. e. non-lethal injuries), similarly like the temperature interval causing the uncoupling of oxidative phosphorylation and the death of plants, are specific according to the plant resistance. During a short period of keeping the intact plants after stress under the conditions excluding the interaction of the growth processes, the reparation of minor depressions in the energetic effectiveness of respiration takes place.

frost resistance; freezing stress; mitochondria; electron transport; energetic effectiveness of respiration; oxidative phosphorylation

Adresa autorů:

Doc. ing. Vladimír Segeř, CSc., Eva Hudečková, prom. chem., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

RESPIRACE A UVOLŇOVÁNÍ ETYLÉNU HLÍZAMI BRAMBORŮ JAKO INDIKÁTOR SKLADOVATELNOSTI HLÍZ

J. Bečka, J. Šebánek, B. Míča, B. Vokál

BEČKA, J. — ŠEBÁNEK, J. — MÍČA, B. — VOKÁL, B. (Vysoká škola zemědělská, Brno; Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod): *Respirace a uvolňování etylénu hlízami bramborů jako indikátor skladovatelnosti hlíz*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 619-632.

Dvě odrůdy bramborů byly hnojeny stupňovanými dávkami dusíku. U sklizených hlíz v průběhu jejich skladování od počátku listopadu do počátku května byla metodou plynové chromatografie stanovována intenzita respirace a uvolňování etylénu; současně byl stanoven v hlízách obsah sušiny, škrobu, celkového dusíku, čistých bílkovin a dusičnanů. Dávky dusíku pozitivně ovlivňovaly intenzitu respirace a uvolňování etylénu z hlíz. Napadení skládkovými chorobami bylo přímo úměrné dávce dusíku. Hlízy odrůdy 'Karin', jevící na počátku skladování více než dvojnásobnou intenzitu uvolňování etylénu, podléhaly přitom skládkovým chorobám podstatně více než hlízy odrůdy 'Radka'. Intenzitu uvolňování etylénu hlízami po jejich sklizni je tedy možno považovat za indikátor skladovatelnosti hlíz z hlediska jejich možného napadení skládkovými chorobami.

skladování hlíz; hnojení dusíkem; dormance hlíz; skládkové choroby

Vysoké ztráty při skladovatelnosti hlíz bramborů souvisejí jak s mechanickým poraněním hlíz, tak se skládkovými chorobami. Dispozice k napadení skládkovými chorobami se mění s látkovým složením hlíz, které je významně ovlivňováno především minerální výživou rostlin. Vysoké dávky průmyslových hnojiv, zvláště dusíkatých, mohou negativně ovlivňovat skladovatelnost hlíz. Hloubka endogenního odpočinku (dormance) hlíz bramborů (ostatně podobně jako orgánů jiných druhů rostlin) je dána vnitřní fytohormonální hladinou: čím obsahuje hlíza méně giberelinů a více fytohormonálních látek inhibiční povahy a čím méně uvolňuje etylénu, tím je v hlubším stupni odpočinku (Wareing a Phillips, 1978; Šebánek et al., 1983). Je přitom známo, že hodnoty respirace jsou v přímé korelaci s uvolňováním etylénu (Burg a Thimann, 1959; Thimann, 1972). Intenzitou výdeje CO₂ i etylénu je tak indikován stupeň dormance, jejíž hloubka může být ovšem ovlivněna i faktory vnějšími, z nich zvláště poranění pronikavě snižuje hloubku dormance hlíz bramborů (Dostál, 1941a). Cílem předložené práce bylo pak stanovit vliv stupňované dusíkaté výživy na hloubku odpočinku hlíz indikovanou intenzitou výdeje etylénu a CO₂, a to ve vztahu ke skladovatelnosti hlíz. Pokud by bylo možné nalézt na počátku skladování vztah mezi hloubkou dormance danou intenzitou výdeje CO₂ a etylénu na straně jedné a skladovatelností hlíz danou stupněm poškození

Odrůda	Varianta	Čisté živiny v kg. ha ⁻¹		
		N	P	K
Radka	1	80	52,8	132,8
	2	160	52,8	132,8
	3	200	52,8	132,8
Karin	1	60	150	200
	2	120	150	200
	3	180	150	200
	4	240	150	200

skládkovými chorobami na straně druhé, bylo by možné na podkladě stanovení výdeje etylénu, příp. CO₂ hlízami po jejich sklizni na podzim závčas zjistit, do jaké míry jsou způsobilé k zimnímu uskladnění.

MATERIÁL A METODY

K pokusům bylo použito dvou odrůd 'Radka' a 'Karin' vypěstovaných v roce 1981 na pokusných polích Výzkumného a šlechtitelského ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě na stanici Valečov. Půda středně těžká, slabě šterkovitá, šedohnědě zbarvená v průměrné vrstvě 24 až 26 cm. Ornice přechází v narezavělé středně těžké podloží, s přírůžky křemičitého stmelového písku. Jednotlivé varianty dávek hlavních živin jsou uvedeny v tab. I. Pokusné pozemky byly hnojeny chlévkou mrvou na podzim 1980 v jednotné dávce 35 t. ha⁻¹.

Minerální hnojiva byla aplikována takto: U odrůdy 'Radka' dne 8. 4. 1981 síran amonný, superfosfát a draselná sůl. Odrůda 'Karin' byla hnojena fosforem a draslíkem (superfosfát, draselná sůl) na podzim dne 5. 11. 1980. Dusík byl aplikován na jaře před výsadbou ve formě močoviny (9. 4. 1981). Výsadba byla uskutečněna ve sponu 77 × 30 cm. Termíny výsadby a další údaje jsou uvedeny v tab. II. Hlízy byly uloženy ve sklepě a to u každé varianty pokusu v množství 2000 až 3500 g do exikátorů. Exikátory byly uzavírány před stanovením etylénu na dobu 1 hodiny a před stanovením CO₂ na 3 hodiny. Teplota sklepa kolísala v rozmezí 3 až 9,5 °C

II. Vegetační údaje — The vegetation data

	Radka	Karin
Výsadba	16. 4.	22. 4.
Začátek vzcházení	20. 5. — 25. 5.	26. 5. — 31. 5.
Začátek květu	28. 6. — 2. 7.	28. 6. — 4. 7.
Začátek žloutnutí natě	23. 7. — 28. 7.	29. 8. — 8. 9.
Sklizeň	24. 9.	9. 9.
Hojivé období	24. 9. — 10. 10.	10. 9. — 26. 9.
Uložení do sklepa	11. 10.	27. 9.

(obr. 1), relativní vlhkost dosahovala průměrné hodnoty $80\% \pm 2\%$. Ke stanovení složek kontejnerové atmosféry bylo použito plynového chromatografu GIEDE GCHF 18. 3. (Bečka, Ocelka, 1973; Bečka, Feltl, 1977). Stanovení jednotlivých sloučenin bylo prováděno běžnými usazenými metodami (Davídek et al., 1977).

VÝSLEDKY

Měření respirace hlíz odrůdy 'Radka' (obr. 1) prokázalo největší rozdíly u jednotlivých variant na počátku skladovacího období. Množství vydýchaného CO_2 variantou 1 dosahovalo $1,66 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, u varianty 2 až $4,8 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (tj. 289 %), u varianty 3 až $3,02 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (tj. 182 %). Křivky respirace sledovaly po celé období teplotní křivku skladu. Zpočátku vysoký relativní rozdíl mezi jednotlivými variantami se snížil ke konci jen na 14 až 18 %, protože se intenzita respirace varianty 1 postupně přibližovala hodnotám respirace variant 2 a 3. Ze srovnání průběhu respiračních křivek pozorujeme u varianty 1 nejplynulejší průběh bez prudších výkyvů. Na teplotní změny ve skladu reagovaly mnohem výrazněji respiračními změnami zbývající dvě varianty, především varianta 2. Z endogenního odpočinku vystoupily hlízy varianty 1 po 20. lednu, hlízy varianty 2 a 3 o 14 dní dříve.

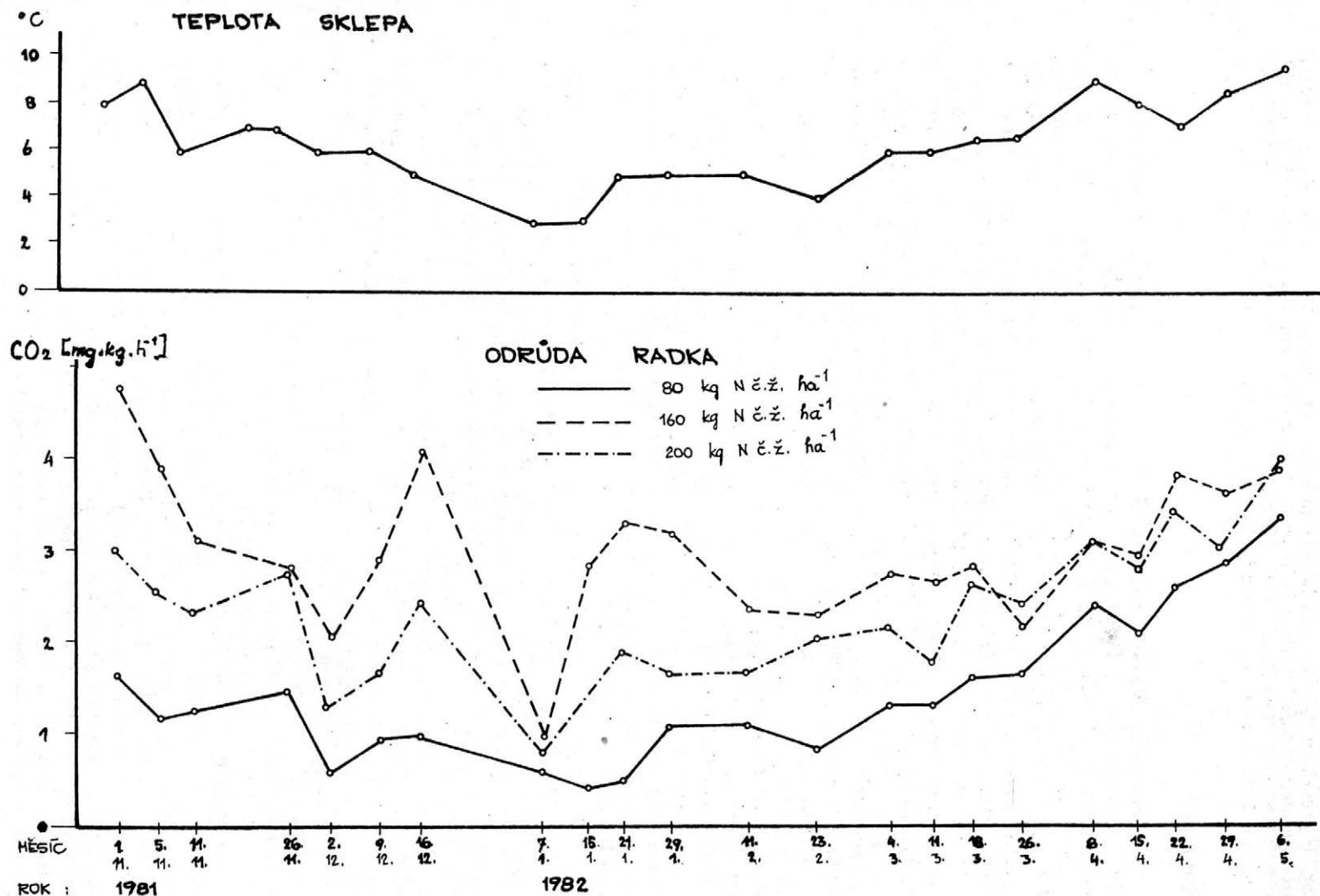
Uvolňování etylénu u odrůdy 'Radka' (obr. 2) vykazuje obdobný průběh jako respirace od začátku skladovací doby až po skončení endogenního odpočinku (dormance). Velké rozdíly v produkci etylénu se projevují opět mezi variantou 1 a variantami 2 (684 % produkce varianty 1) a 3 (614 % produkce varianty 1). V prvním měsíci skladování uvolňování etylénu variantami 2 a 3 prudce klesá, po skončení endogenní dormance však nastává u těchto obou variant strmý vzestup, jehož dosáhla varianta 1 až koncem března, kdy se hladiny produkovaného etylénu u všech variant dosti přiblížily.

Z obr. 3 jsou patrné rozdíly v obsahu sušiny u sledovaných variant odrůdy 'Radka' na začátku a na konci skladovacího období. V měsíci říjnu vykazovala varianta 1 nejvyšší obsah sušiny, varianta 2 nejnižší ve shodě s procentickým obsahem škrobu. Koncem skladovacího období sušina i škrob relativně vzrostly, vzájemné srovnání jejich obsahu jeví stoupající tendenci od varianty 1 k variantě 3.

Obsah celkového dusíku a čisté bílkoviny na začátku skladovacího období je v reciprokém poměru k sušině a škrobu. Ke konci skladovacího období klesl obsah čisté bílkoviny u všech variant, nejvýrazněji však u varianty 2 a 3. Obsah celkového dusíku klesl u všech variant za celé období na jednu polovinu.

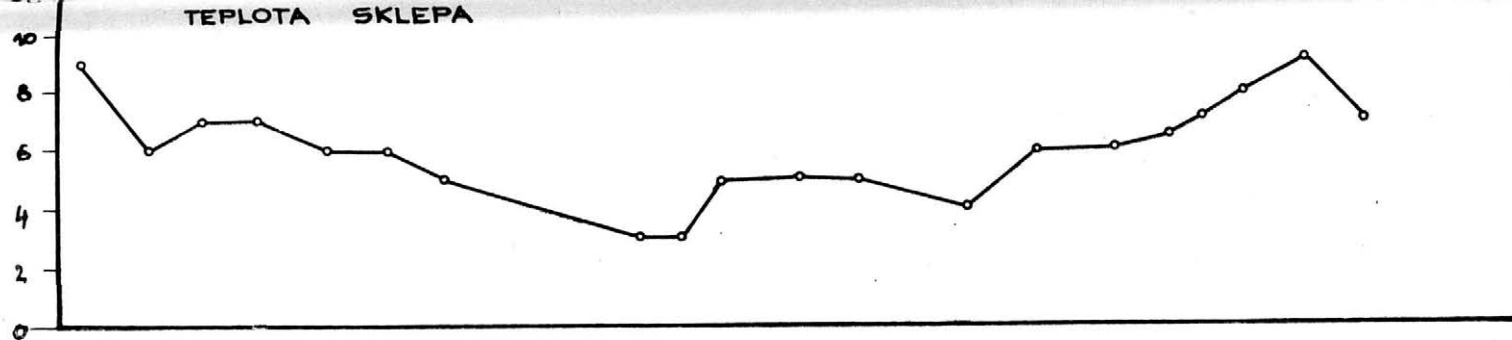
Z tab. III je patrný vzestup obsahu dusičnanů v hlízách při stupňovaných dávkách dusíku po určitou hranici a jejich pokles při jejím překročení u obou sledovaných odrůd.

Respirace odrůdy 'Karin' (obr. 4) vykazuje veliké rozdíly na začátku skladovacího období. U varianty 1 byla zjištěna produkce $1,58 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, u varianty 2 $5,0 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (tj. 316 %), u varianty 3 $8,6 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (tj. 544 %). Pokles respirace byl zřejmý u varianty 4, kde byla stanovena respirace v hodnotě $2,0 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, tj. jen 126 % hodnoty zjištěné u varianty 1. Varianta 1 setrvala na nízké úrovni respirace do skončení endogenní dormance v prvním týdnu ledna. Po tomto termínu je možno pozorovat celkově blízkou tendenci při vzestupu respirace u všech čtyř sledovaných variant.



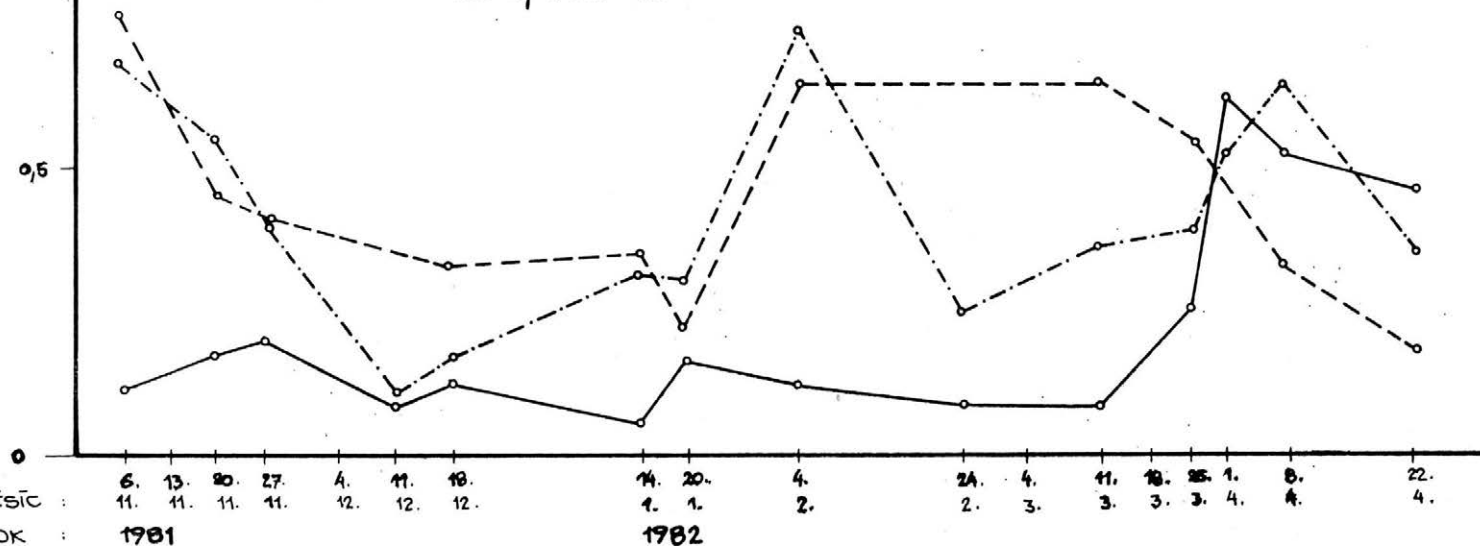
1. Změny respirace hlíz z různě hnojených rostlin odrůdy 'Radka' v průběhu skladování — The storage changes in the respiration of tubers of the 'Radka' cultivar, fertilized by different application rates

TEPLOTA SKLEPA


 $C_2H_4 [mg \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}]$

ODRŮDA RADKA

- 80 kg N č.ž. ha^{-1}
 - - - 160 kg N č.ž. ha^{-1}
 ····· 200 kg N č.ž. ha^{-1}

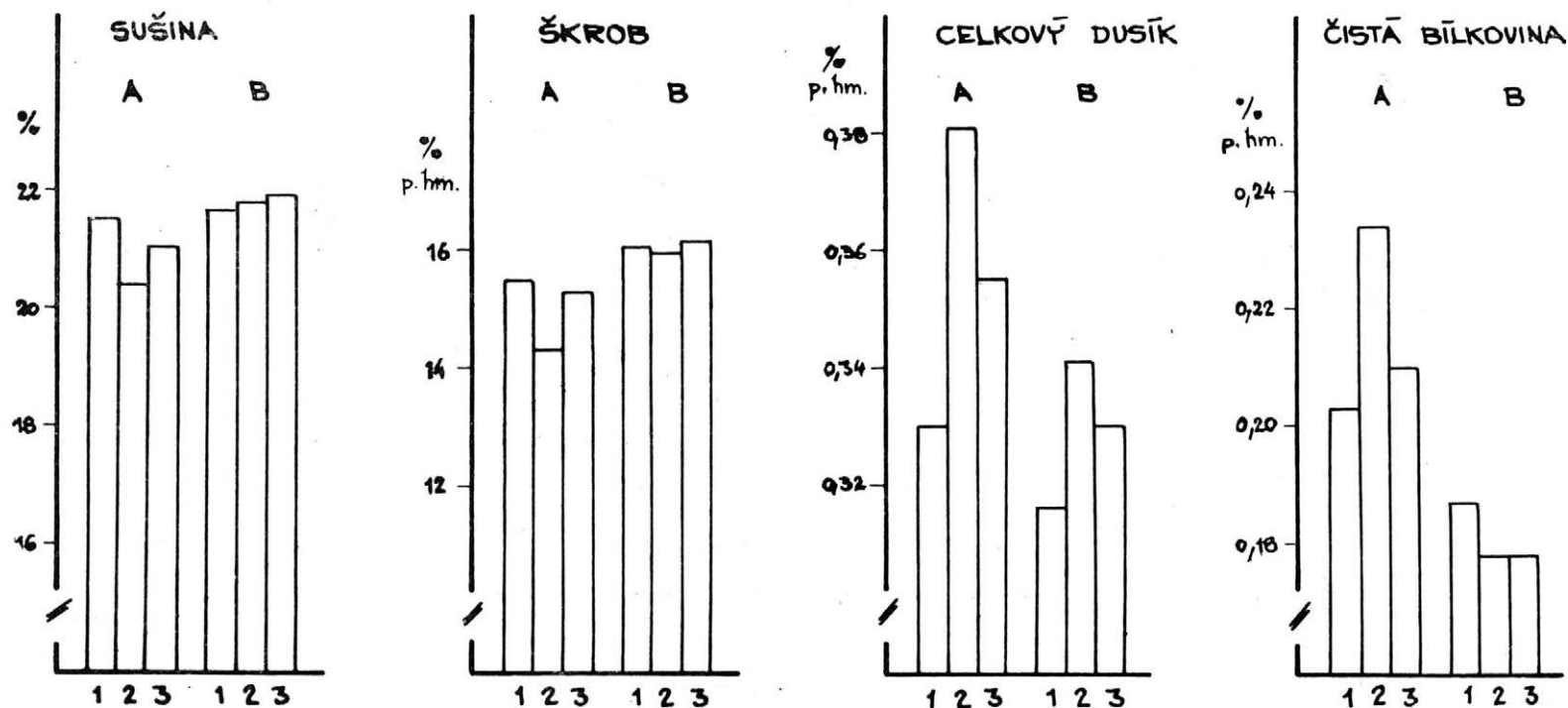


2. Vliv dávek dusíku na průběh uvolňování etylénu z hlíz odrůdy 'Radka' během skladování — The effect of nitrogen application rates on the course of ethylene release from tubers of the 'Radka' cultivar during storage

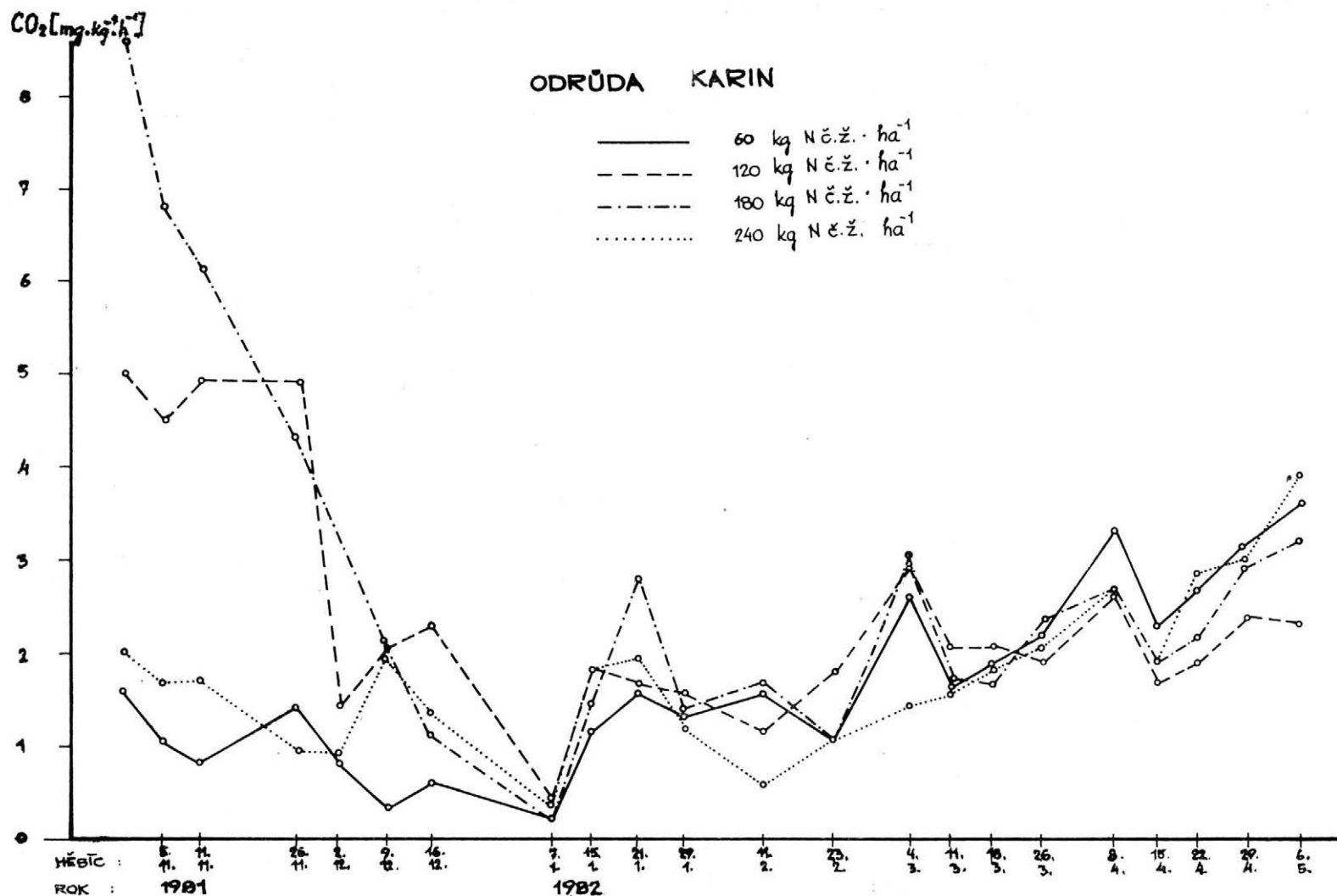
1 RADKA N 80
2 RADKA N 160
3 RADKA N 200

A ŘÍJEN 1981

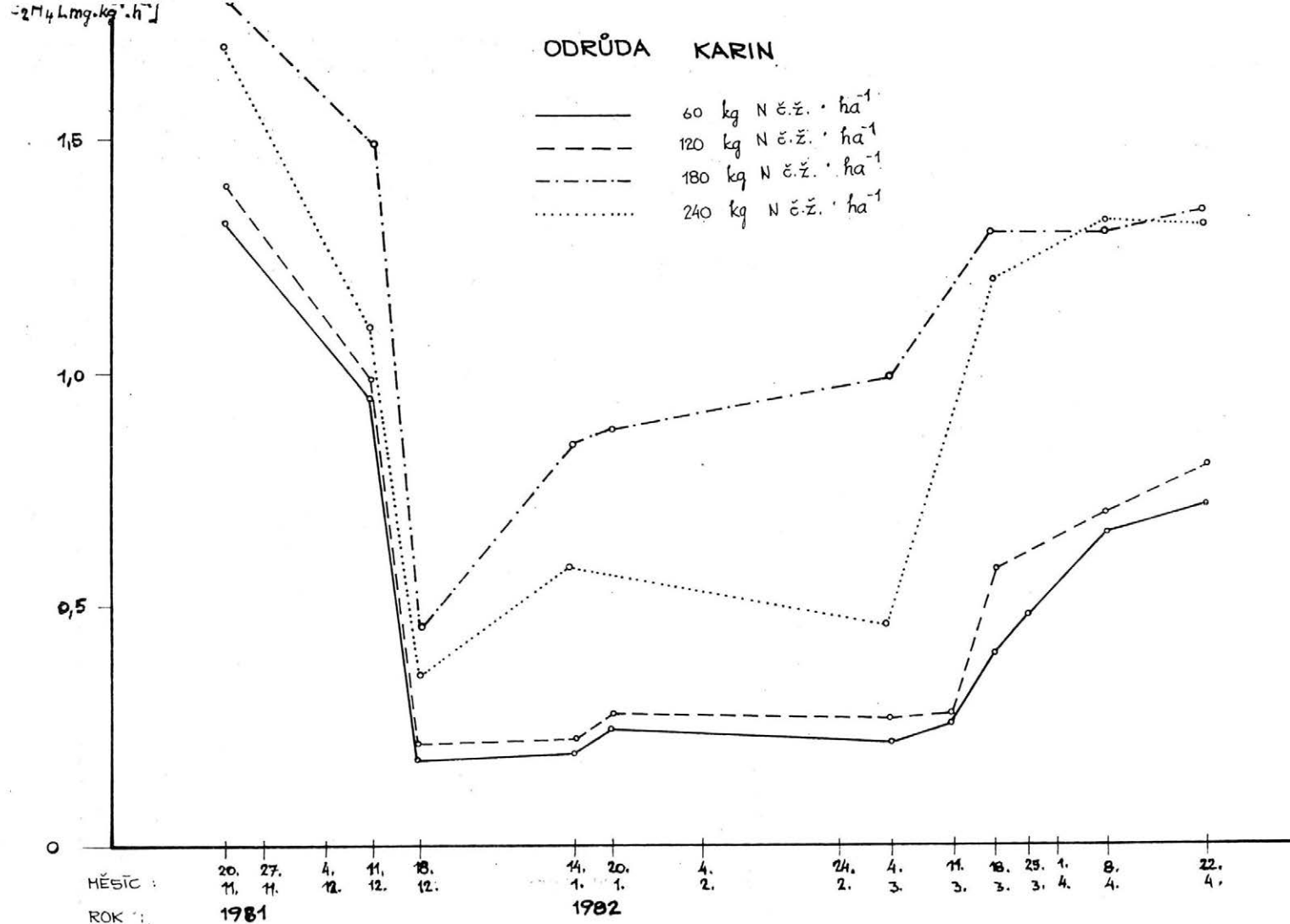
B — KVĚTEN 1982



3. Vliv hnojení dusíkem na obsah sušiny, škrobu, celkového dusíku a čisté bílkoviny v hlízách odrůdy 'Radka' — The effect of nitrogen fertilization on the content of dry matter, starch, total nitrogen and pure protein in tubers of the 'Radka' cultivar



4. Změny respirace hlíz z různě hnojených rostlin odrůdy 'Karin' v průběhu skladování — The storage changes in the respiration of tubers of the 'Karin' cultivar fertilized by different application rates



5. Vliv dávek dusíku na průběh uvolňování etylénu z hlíz odrůdy 'Karin' během skladování — The effect of nitrogen application rates on the course of ethylene release from tubers of the 'Karin' cultivar during storage

1 KARIN N 60

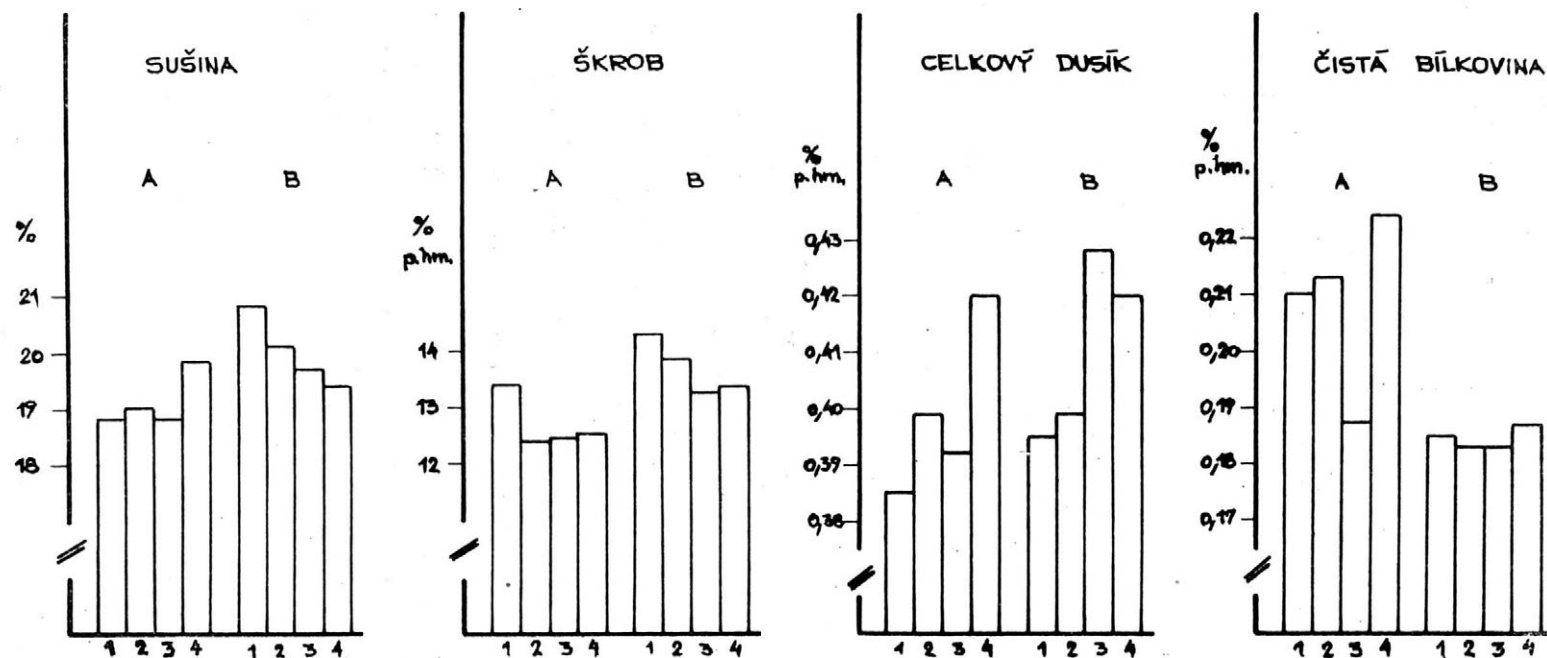
2 KARIN N 120

3 KARIN N 180

4 KARIN N 240

A - ŘÍJEN 1981

B - KVĚTEN 1982



6. Vliv hnojení dusíkem na obsah sušiny, škrobu, celkového dusíku a čisté bílkoviny v hlízách odrůdy 'Karin' — The effect of nitrogen fertilization on the content of dry matter, starch, total nitrogen and pure protein in tubers of the 'Karin' cultivar

III. Obsah dusičnanů v hlízách na začátku skladovacího období — The content of nitrates in tubers at the beginning of storage

Odrůda	Varianta	Obsah dusičnanů v mg/100 g sušiny
Radka	1	55,5
	2	75,0
	3	65,6
Karin	1	85,5
	2	110,0
	3	140,8
	4	50,5

Uvolňování etylénu u odrůdy 'Karin' (obr. 5) bylo u všech čtyř variant na počátku skladování mnohem vyšší než u odrůdy 'Radka'. Diferenciace jednotlivých variant se udržela i po prudkém poklesu produkce etylénu v polovině prosince. Zatím co ve třetím týdnu měsíce ledna je možno pozorovat nepatrný vzestup v uvolňování etylénu u variant 1 a 2, jeví se mnohem prudší vzestup v tomto období u variant 3 a 4. V souhlase s trvajícím tendencí zvyšování teploty skladu vzrůstala úměrně i produkce etylénu u jednotlivých variant.

Jak je patrné z obr. 6, nemění se téměř obsah škrobu mezi variantami 2 až 4. Změny jsou patrné v obsahu sušiny, zejména mezi variantami 3 a 4. Nečekaný vzestup sušiny u varianty 4 je možno zdůvodnit vyšším obsahem neškrobů, mezi něž patří především dusíkaté látky, nižší sacharidy a popeloviny. U varianty 3 se objevila určitá anomálie, pokud se týká obsahu celkového dusíku. Zajímavé je zjištění, že obsah čisté bílkoviny se ke konci skladovacího období vyrovnal na přibližně stejnou hodnotu.

Skladovací období 1981/82 se vyznačovalo značným výskytem skládkových chorob. I na pokusném materiálu, použitém při této práci se objevila plíseň bramborová. Jak vyplývá z tab. IV, projevila se mezi variantami a výskytem této choroby výrazná závislost.

IV. Ztráty způsobené plísní bramborovou během skladovacího období — The losses caused during storage by late blight of potato

Odrůda	Varianta	Procento ztrát
Radka	1	0,00
	2	2,23
	3	4,00
Karin	1	0,00
	2	11,35
	3	19,77
	4	1,71

Je známo, že tvorba hlíz u bramborů je významně ovlivňována dusíkatou výživou, přičemž se dusík pozitivně projevuje jako součást chlorofylu a bílkovin (Steward, 1963). Mothes (1960) a Wagner a Michael (1971) obrátili jako první pozornost na vztah dusíku k regulátorům rostlinného růstu typu cytokininů, jejichž syntéza v kořenech je dusíkem zesilována. Tím dochází, spolu se snížením obsahu kyseliny abscisové v listech, k retardaci stárnutí rostlin, především odbourávání chlorofylu v listech (Goldbach et al., 1975). Dusík však může obecně měnit i vnitřní fytohormonální hladinu v rostlině způsobem příznivým pro tvorbu hlíz (Kraus a Marschner, 1971, 1976). Z fytohormonálních vlivů je známa zejména indukce tvorby hlíz etylénem, na níž nás upozornil již Dostál (1941, 1944). Výsledky naší práce ukázaly jednoznačně, že dusíkatá výživa bramborů zvyšuje syntézu etylénu ve sklizených hlízách. Je to vysvětlitelné tím, že etylén vzniká v rostlinách v rámci dusíkatého metabolismu z aminokyseliny methioninu přes adenosylmethionin a aminocyklopropankarboxylovou kyselinu (Yang, 1969; Adams a Yang, 1979; Lürssen et al., 1979; Yoshii et al., 1980). Dusíkatá výživa zesiluje také syntézu auxinu, jímž je podněcován vznik etylénu (Burg a Burg, 1966, 1969; Abeles, 1973).

Stupňovaná dusíkatá výživa do použité optimální (zpravidla tedy nikoliv maximální) dávky dusíkatého hnojiva zvyšovala v našich pokusech nejen tvorbu etylénu, ale také intenzitu respirace sklizených hlíz. Pro jablka je již delší dobu prokázáno, že produkují etylén v přímém vztahu k respiraci, neboť intenzita uvolňování etylénu klesá po aplikaci inhibitorů respirace (Burg a Thimann, 1959).

Tvorba etylénu byla v našich pokusech u obou odrůd nápadně zesílena optimálními dávkami dusíku zvláště v první etapě skladování (v grafech zachycená na počátku listopadu) a pak opět během ledna. První nápadné zesílení produkce etylénu vlivem dusíkaté výživy souvisí pravděpodobně s dozríváním tzv. hojivého období hlíz po jejich sklizni. Tato domněnka je podepřena faktem, že trauma zeslabuje odpočinek hlíz bramborů a tím zesiluje trend k uvolňování etylénu a CO₂ (Dostál, 1941) a nejnověji zjištěním, že v kulturách pletiv hlíz bramboru „*in vitro*“ je možno přímo prokázat sepětí hojivého procesu jak se vzestupem respirace, tak i s produkcí etylénu (Tran Thanh Van, 1981). Druhé nápadné zesílení tvorby etylénu vlivem vyšších dávek dusíkaté výživy zjištěné během ledna, souvisí nesporně již s úplným výstupem hlíz z endogenního odpočinku. Nepřímý vztah mezi intenzitou uvolňování etylénu a hloubkou endogenní dormance je běžně dokazován u řady rostlinných druhů (Wareing a Phillips, 1978) a aplikací 2-chloretylfosfonové kyseliny uvolňující etylén je proto možno zkrátit nebo dokonce zrušit odpočinek hlíz bramborů (Hradilík, 1973).

Je pozoruhodné, že varianta s nejnižší dávkou dusíku jevila u obou odrůd i vzestup uvolňování etylénu signalizující výstup z endogenní dormance až počátkem března, tedy zhruba o dva měsíce později než varianty s vyššími dávkami dusíku. Vysoké dávky dusíku podle toho urychlují výstup hlíz z dormance a také touto okolností může být zesilován výskyt skládkových chorob. Nejvyšší dávky dusíku však přitom vedly velmi často již k určitému poklesu v intenzitě respirace i uvolňování etylénu a zřejmě

i k celkové depresi v příjmu dusíku, neboť u obou odrůd došlo po nejvyšší dávce dusíku k poklesu obsahu dusičnanů v hlízách ve shodě s naším předchozím zjištěním (Bečka a Míča, 1981).

Výsledky naší práce potvrdily, že intenzita hnojení bramborů dusíkem a výskyt skládkových chorob hlíz jsou (s výjimkou nejvyšší dávky dusíku u odrůdy 'Karin') v pozitivní korelaci. Jeví se tedy současně i pozitivní vztah mezi stupněm napadení skládkovými chorobami a intenzitou uvolňování etylénu popř. CO₂ na počátku skladování hlíz. Odrůda 'Karin', která v našich pokusech podstatně více podléhala skládkovým chorobám, měla i na počátku skladování vyšší intenzitu uvolňování etylénu. Podle toho by tedy bylo možno využít hodnot stanovení uvolňování etylénu, popř. CO₂ hlízami po sklizni k prognóze skladovatelnosti hlíz z hlediska napadení skládkovými chorobami.

Literatura

- ABELES, F. B.: Ethylene in plant biology. Acad. Press, New York 1973.
- ADAMS, D. O. — YANG, S. F.: Ethylene biosynthesis: Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 76, 1979, s. 170-174.
- BEČKA, J. — FELTL, L.: Gas chromatographic determination of trace amounts of hydrocarbons in the atmosphere of experimental biological containers. J. Chromatogr., 131, 1977, s. 179-184.
- BEČKA, J. — MÍČA, B.: Obsah dusičnanů v bramborové hlíze, nati a kořenech za různých podmínek hnojení. Agrochémia, 21, 1981, s. 193-197.
- BEČKA, J. — OCELKA, P.: Gleichzeitige gaschromatographische Bestimmung von Äthylen- und -Kohlendioxidspuren in der Luft biologischer Versuchskontainer. Coll. Czechoslov. chem. Commun., 38, 1973, s. 2242-2248.
- BURG, S. P. — BURG, E. A.: Auxin induced ethylene formation. Science, 152, 1966, s. 1269.
- BURG, S. P. — BURG, E. A.: Auxin-stimulated ethylene formation: its relationship to auxin inhibited growth, root geotropism and other plant processes. In "Biochemistry and physiology of plant growth substances". F. Wightman and G. Setterfield, eds., Runge Press, Ottawa, 1969, s. 1275-1294.
- BURG, S. P. — THIMANN, K. V.: The physiology of ethylene formation in apples. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 45, 1959, s. 335-344.
- DAVÍDEK, J. — HRDLÍČKA, J. — KARVÁNEK, M. — POKORNÝ, J. — SEIFERT, J. — VELÍŠEK, J.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977.
- DOSTÁL, R.: Über das Frühtreiben der Fliederzweige (*Syringa vulgaris*) und der Kartoffelknollen (*Solanum tuberosum*) durch Verletzung und ihre hormonale Deutung. Die Gartenbauwissenschaft, 16, 1941a, s. 195-206.
- DOSTÁL, R.: Über die Wirkung von Leuchtgas und Äthylen auf die Pflanzenmorphogenese und -produktion. Ber. Dtsch. bot. Gesell., 59, 1941b, s. 437-453.
- DOSTÁL, R.: Über die Kartoffelertragssteigerung durch Äthylen, Azetylen, Treib- und Leuchtgas. Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde, 33, 1944, s. 215-235.
- GOLDBACH, E. — GOLDBACH, H. — WAGNER, H. — MICHAEL, G.: Influence of N-deficiency on the abscisic acid content of sunflower plants. Physiol. Plant, 34, 1975, s. 138-140.
- HRADILÍK, J.: Studium fyziologického účinku morforegulatoru Ethrel na některé rostliny. II — Studium vlivu kinetinu (6-furfuryl-aminopurinu) a Ethrelu (kyseliny 2-chlorethylfosfonové) na dormanci hlíz bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Acta Univ. agric. (Brno) D, XI, 1973, s. 205-220.
- KRAUSS, A. — MARSCHNER, H.: Einfluss der Stickstoffernährung der Kartoffeln auf Induktion und Wachstumsrate der Knolle. Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde, 128, 1971, s. 153-168.

- KRAUSS, A. — MARSCHNER, H.: Einfluss von Stickstoffernährung und Wachstoffsapplikation auf die Knolleninduktion bei Kartoffelpflanzen. Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde, 139, 1976, s. 143-155.
- LÜRSSEN, K. — NUMANN, K. — SCHRÖDER, R.: 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid — an intermediate of the ethylene biosynthesis in higher plants. Z. Pfl.-Physiol., 92, 1979, s. 285-294.
- MOTHES, K.: Über das Altern der Blätter und die Möglichkeit ihrer Wiederverjüngung. Naturwiss., 47, 1960, s. 337-351.
- TRAN THANH VAN, K. M.: Control of morphogenesis in *in vitro* cultures. A. Rev. Pl. Physiol., 32, 1981, s. 291-311.
- STEWART, F. C.: Plant physiology, Vol. III (Inorganic nutrition of plants). Acad. Press, New York and London 1963.
- ŠEBÁNEK, J. — SLADKÝ, Z. — PROCHÁZKA, S.: Experimentální morfologie rostlin. Academia Praha, 1983 (v tisku).
- THIMANN, K. V.: The natural plant hormones. In: Plant physiology, Vol. VI B (F.-C. Stewart, ed.). Acad. Press, New York and London, 1972.
- WAGNER, H. — MICHAEL, G.: Der Einfluss unterschiedlicher Stickstoffversorgung auf die Cytokininbildung in Wurzeln von Sonnenblumenpflanzen. Biochem. u. Physiol. Pfl., 162, 1971, s. 147-158.
- WAREING, P. F. — PHILLIPS, I. D.: The control of growth and differentiation in plants. Pergam Press Oxford, 1978.
- YANG, S. F.: Biosynthesis of ethylene. In "Biochemistry and physiology of plant growth substances" (F. Wightman and G. Setterfield, eds.). Runge Press, Ottawa 1969, s. 1217-1218.
- YOSHII, H. — WATANABE, A. — IMASEKI, H.: Biosynthesis of auxin-induced ethylene in mung bean hypocotyls. Pl. Cell Physiol., 21, 1980, s. 279-291.

Došlo dne 4. 1. 1983

БЕЧКА, Я. — ШЕБАНЕК, Й. — МИЧА, Б. — ВОКАЛ, Б. (Сельскохозяйственный институт, Брно; Научно-исследовательский и селекционный институт картофеля, Г. Брод): Респирация и высвобождение этилена клубнями картофеля — индикатор их хранимости. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 619-632.

Два картофельных сорта удобряли разными дозами азота. В период хранения клубней (с начала ноября до начала мая) по методу газовой хроматографии определяли интенсивность респирации и высвобождение этилена. В то же время определяли содержание сухого вещества и крахмала, общее содержание азота, а также чистых белков и нитратов. Внесенный азот стимулирует и респирацию, и высвобождение этилена из клубней. В начале хранения сорт 'Карин' высвобождает этилен вдвое интенсивнее, но подвергается гораздо сильнее складским болезням, чем сорт 'Радка'. Следовательно, интенсивность высвобождения этилена можно считать индикатором хранимости клубней с точки зр. их повреждаемости складскими болезнями.

хранение клубней; азотное удобрение; состояние покоя; складские болезни

BEČKA, J. — ŠEBÁNEK, J. — MÍČA, B. — VOKÁL, B. (University of Agriculture, Brno; Research Institute of Potato Growing and Breeding, Havlíčkův Brod): The Respiration and Ethylene Release by Potato Tubers as an Indicator of Tuber Storability. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 619-632.

Two potato cultivars were fertilized with graduated nitrogen application rates. The respiration intensity and ethylene release were determined by gas chromatography during the storage of harvested tubers, since the beginning of November to the beginning of May. Simultaneously, the tubers were analyzed for the content of dry matter, starch, total nitrogen, pure protein and nitrates. The application rates of nitrogen affected positively the respiration intensity and ethylene release from tubers. The occurrence of storage rots was directly proportional to the nitrogen application rate. The tubers of the cultivar 'Karin', having at the beginning of

storage more than double intensity of ethylene release, were much more susceptible to storage rots than the tubers of the 'Radka' cultivar. The intensity of ethylene release from the harvested tubers is therefore to be considered as an indicator of the tuber storability in view of their infection with storage rots.

tuber storage; nitrogen fertilization; tuber dormancy; storage rots

Adresy autorů:

RNDr. Jan Bečka, CSc., Vysoká škola zemědělská Brno, jihlavské oddělení, Tolstého 16, 586 01 Jihlava

Prof. dr. ing. Jiří Šebánek, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

Ing. Bohumil Míča, CSc., ing. Bohumil Vokál, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Dobrovského 366, 580 01 Havlíčkův Brod

REAKCE GENOTYPŮ JARNÍHO JEČMENE NA ROZDÍLNÉ PODMÍNKY ZÁSOBENÍ VODOU A MINERÁLNÍMI ŽIVINAMI

M. Zemánek

ZEMÁNEK, M. (Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Reakce genotypů jarního ječmene na rozdílné podmínky zásobení vodou a minerálními živinami*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 633-642.

V nádobových pokusech byl u 17 genotypů jarního ječmene sledován vliv rozdílného zásobení rostlin vodou (70 % a 40 % maximální kapilární kapacity) a dusíkem i fosforem po celou vegetaci. Genotypy reagovaly na různé prostředí významně rozdílnou výší biologického a hospodářského výnosu, spotřebou vody za vegetaci i výší evapotranspiračního koeficientu. Nejvýraznější byla uvedená kritéria ovlivněna podmínkami zásobení vodou. Genotypy reagovaly specificky podle zásobení vodou nebo podmínek jednotlivých pokusných let. V obou podmínkách zásobení vodou byl zjištěn pozitivní vztah mezi biologickým a hospodářským výnosem i spotřebou vody za vegetaci. Byla ověřena negativní souvislost výše biologického výnosu a evapotranspiračního koeficientu. Tyto souvislosti byly rovněž prokázány, když v podmínkách sucha byly užity vyšší dávky dusíku nebo fosforu. V diskusi jsou analyzovány vzájemné souvislosti vlivů jednotlivých faktorů.

biologický výnos; výnos zrna; spotřeba vody na evapotranspiraci; evapotranspirační koeficient

Reakce genotypů na prostředí probíhá na úrovni jednotlivých procesů, membrán, organel, buněk, orgánů, celých rostlin i porostu. Interakce genotypu a prostředí tak ovlivňuje produktivitu rostlin i adaptaci, což se promítá v dosahované výnosové úrovni jednotlivých genotypů (Boyer a McPherson, 1975; Slavík, 1975; Begg a Turner, 1976; Rawson et al., 1977; Biscoe a Gallagher, 1977; Turner, 1979; Turner a Kramer, 1980). K postižení komplexní reakce genotypů na daná prostředí je nutné volit i odpovídající komplexní znaky, kterými mohou být biologický a hospodářský výnos (Finlay a Wilkinson, 1963; Knight, 1970; Seif a Pederson, 1978). Stávající poznatky se shodují v tom, že zvyšování biologického výnosu obilnin v nezávlahových podmínkách je do značné míry podmíněno vyšší účinností využívání vody na tvorbu sušiny, neboť zdroje vody ve vegetačním období využitelné na tvorbu výnosu mohou být omezeny (Ničiporovič, 1963; Fischer a Kohn, 1966; Doyle a Fischer, 1979; Hsiao a Acevedo, 1974; Jones, 1977). Vystává proto do popředí problematika spotřeby vody na evapotranspiraci i na produkci 1 g sušiny u stávajících genotypů ve vztahu k jejich produkčním charakteristikám (Moss et al., 1974; Reitz, 1974; Stone, 1974; Zemánek, 1980). Účinnost využívání vody

I. Hmotnost sušiny nadzemní části a zrna (g.nád.⁻¹) u genotypů jarního ječmene pěstovaných v rozdílných podmínkách zásobenou vodou a minerálními živinami (průměr ročníků 1980 a 1981) — The dry weight of the above-ground parts and the grain yield (g per pot) in the genotypes of spring barley grown under different water and mineral nutrient regimes (the mean values of the trials performed in 1980 and 1981)

Genotyp	Nadzemní část				Zrno			
	70 %	40 %			70 %	40 %		
	N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	N ₃ P ₁ K ₁	N ₁ P ₃ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	N ₃ P ₁ K ₁	N ₁ P ₃ K ₁
1. Spartan	69,17	39,67	36,34	45,25	33,54	16,60	14,45	22,04
2. Topas	82,17	48,84	44,59	50,17	36,80	21,15	18,56	23,78
3. KM-1952	62,50	39,67	44,04	42,00	30,67	19,90	21,69	20,83
4. KM-1038/75	78,50	40,84	43,42	46,84	38,19	20,13	21,11	22,61
5. HE-1292-3	65,83	44,34	40,17	47,59	31,11	22,89	18,56	25,10
6. HE-1440	79,92	50,25	45,67	43,34	37,97	24,28	19,59	20,36
7. HE-1407	78,67	42,67	48,75	44,67	35,54	20,14	22,51	21,08
8. M-63 HE-607	61,00	37,83	45,67	38,34	27,52	18,43	18,96	19,05
9. HVS-1378	77,09	38,75	43,00	42,50	38,92	19,20	22,70	21,76
10. S-170/74	73,25	41,67	53,25	43,67	33,97	18,93	22,97	21,69
11. Zefir	74,17	43,34	51,84	41,84	39,45	19,47	22,18	20,64
12. Karát	74,84	38,83	46,09	46,00	35,06	17,28	21,27	21,81
13. ST-6984/72	77,33	44,67	47,33	49,59	38,91	21,75	23,93	24,90
14. N-480/77	67,34	40,17	41,42	41,59	33,27	20,13	18,76	21,21
15. Q-107/77	75,34	50,17	46,67	38,44	37,85	25,76	23,15	24,01
16. R-1038/79	77,59	48,17	49,59	46,34	37,31	23,10	24,76	24,58
17. BR-1519	79,84	49,92	51,42	48,33	38,69	23,65	23,07	23,27
Průměr QD genotypů	—	0,59	0,62	0,61	—	0,58	0,59	0,63
<i>md</i> pro genotypy při $t_{0,01} =$	4,68				0,22			
$t_{0,05} =$	3,56				0,17			
<i>md</i> pro prostředí při $t_{0,01} =$	2,27				0,11			
$t_{0,05} =$	1,73				0,08			

70 % zásobení vodou v průběhu celé vegetace při variantě výživy N₁P₁K₁

40 % sucho v průběhu celé vegetace při variantách výživy N₁P₁K₁, N₃P₁K₁ a N₁P₃K₁

QD koeficient realizace znaku v suchých podmínkách (Chinoy 1960)

II. Spotřeba vody za vegetaci na evapotranspiraci (g.nád.⁻¹) a evapotranspirační koeficient (g vody.g sušiny⁻¹) u genotypů jarního ječmene pěstovaných v rozdílných podmínkách zásobení vodou a minerálními živinami (průměr ročníků 1980 a 1981)
 — The consumption of water for the evapotranspiration over the vegetation period (g per pot) and the evapotranspiration coefficient (gram of water per gram of dry matter) in the genotypes of spring barley grown under different water and mineral nutrient regimes (the mean values of the trials performed in 1980 and 1981)

Genotyp	Spotřeba vody				Evapotranspirační koeficient			
	70 %	40 %			70 %	40 %		
	N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	N ₃ P ₁ K ₁	N ₁ P ₃ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	N ₃ P ₁ K ₁	N ₁ P ₃ K ₁
1. Spartan	19 040	8205	7645	8568	276	209	224	189
2. Topas	19 023	8965	7886	8176	232	183	179	164
3. KM-1952	17 563	8115	8203	8022	283	205	190	191
4. KM-1038/75	19 285	7690	8002	7967	246	189	184	170
5. HE-1292-3	18 380	8558	7667	8318	281	194	193	175
6. HE-1440	19 226	9100	8398	7431	242	181	184	174
7. HE-1407	19 176	8542	8892	7238	245	200	181	163
8. M-63-HE-607	17 634	8114	9101	7553	291	215	199	203
9. HVS-1378	18 985	7717	8062	7523	247	201	190	178
10. S-170/74	19 045	8664	9603	7730	265	208	181	178
11. Zefír	18 541	7644	9279	6905	251	183	180	166
12. Karát	19 048	7466	9159	7908	255	201	199	172
13. ST-6984/72	19 121	8206	8358	8502	249	187	177	171
14. N-480/77	19 281	8588	8091	7737	291	218	201	188
15. Q-107/77	19 120	9787	8749	8192	260	210	189	171
16. R 1038/79	19 275	9237	8933	7888	251	194	184	174
17. BR-1519	19 853	9542	8990	8246	253	192	176	171
Průměr QD genotypů	—	0,448	0,451	0,146	—	0,762	0,727	0,678
<i>md</i> pro genotypy při $t_{0,01} =$ $t_{0,05} =$	472 359				22 16			
<i>md</i> pro prostředí při $t_{0,01} =$ $t_{0,05} =$	229 174				11 8			

Legenda viz tab. I

na tvorbu sušiny ve vztahu k produkčním charakteristikám zasluhuje zvýšené pozornosti u jarního ječmene, neboť krátkostébelné typy jeví vyšší citlivost na změny dostupnosti půdní vláhy a minerálních živin.

MATERIÁL A METODY

V nádobovém pokuse v roce 1980 a 1981 bylo pěstováno následujících 17 genotypů jarního ječmene: 'Spartan', 'Topas', KM-1952, KM-1038/75, HE-1292, HE-1440, HE-1407, M-63-HE-607, HVS-1378, S-170/74, 'Zefir', 'Karát', ST-6984/72, N-480/77, Q-107-77, R-1038/79 a BR-1519.

Pokus probíhal při vlhkosti půdy 70 % a 40 % maximální kapilární kapacity půdy, která byla udržována vážením v intervalu dvou až tří dnů a doplňováním spotřebované vody na evapotranspiraci. Mitscherlichovy nádoby byly naplněny směsí 4,20 kg ornice a 2 kg písku, do které bylo dodáno u varianty $N_1P_1K_1$ 0,7 g N ve formě síranu amonného, 0,435 g P ve formě superfosfátu a 1,160 g K ve formě chloridu draselného. Na začátku odnožování bylo do každé nádoby dodáno ještě 0,3 g N ve formě dusičnanu amonného. U variant $N_1P_3K_1$ a $N_3P_1K_1$ bylo přidáno trojnásobné množství fosforu nebo dusíku. V 1 kg ornice bylo obsaženo 60 mg P, 100 mg K a 137 mg Mg přijatelných živin. V nádobě bylo pěstováno 20 rostlin a pokus byl veden ve třech opakováních. Proti padlí byly rostliny postříkány Bayletonem.

Sledované znaky: hmotnost sušiny nadzemní části v plné zralosti (g.nád.⁻¹), výnos zrna (g.nád.⁻¹), úhrnná spotřeba vody na evapotranspiraci za vegetační období (g.nád.⁻¹) a evapotranspirační koeficient (ETK) byly hodnoceny analýzou variance. Vztahy mezi sledovanými znaky byly hodnoceny výpočtem korelačních koeficientů a regresních rovnic.

Reakce hodnoceného znaku na podmínky sucha ve srovnání s optimálními podmínkami v zásobení vodou byla vyjádřena poměrem hodnot z obou variant (Chinoy, 1960).

VÝSLEDKY

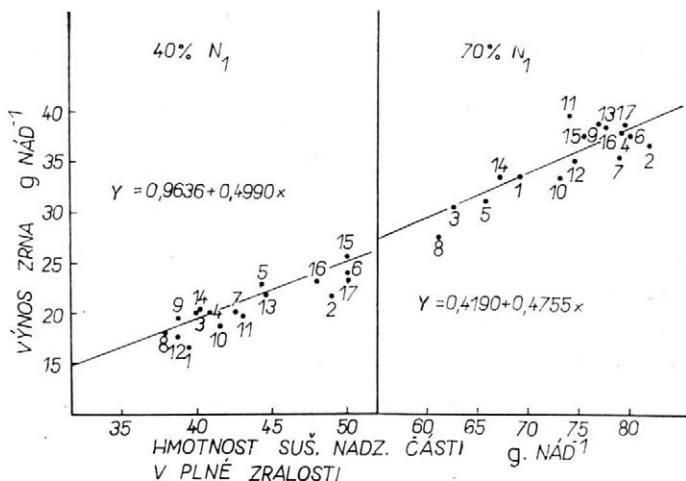
Z tab. I vyplývá, že genotypy se liší biologickým i hospodářským výnosem v podmínkách všech pokusných variant. Mnohem větší jsou však významné difference v úrovni obou výnosů vlivem zásobení rostlin po celou vegetaci vodou a živinami. Lepší zásobení zeminy dusíkem a fosforem vede ke zvýšení realizace výnosového potenciálu v podmínkách sucha. Svědčí o tom průměrné hodnoty realizace jak biologického, tak i hospodářského výnosu u těchto variant. Genotypy se liší také ve spotřebě vody za vegetaci i ve velikosti evapotranspiračního koeficientu (tab. II). Také u těchto charakteristik jsou mnohem větší významné difference vlivem rozdílných podmínek zásobení vodou. Je-li rostlinám dostupné větší množství půdní vláhy, dochází k větší spotřebě vody za vegetaci i ke zvýšení hodnot evapotranspiračního koeficientu. Zvýšená dávka fosforu zejména v suchých podmínkách vedla ke snížení spotřeby vody za vegetaci i snížení hodnot evapotranspiračního koeficientu.

Vztahy mezi biologickým a hospodářským výnosem, mezi biologickým výnosem a spotřebou vody za vegetaci a mezi biologickým výnosem a velikostí evapotranspiračního koeficientu u souboru genotypů pěstovaných v rozdílných podmínkách zásobení vodou jsou zřejmé z obr. 1, 2 a 3.

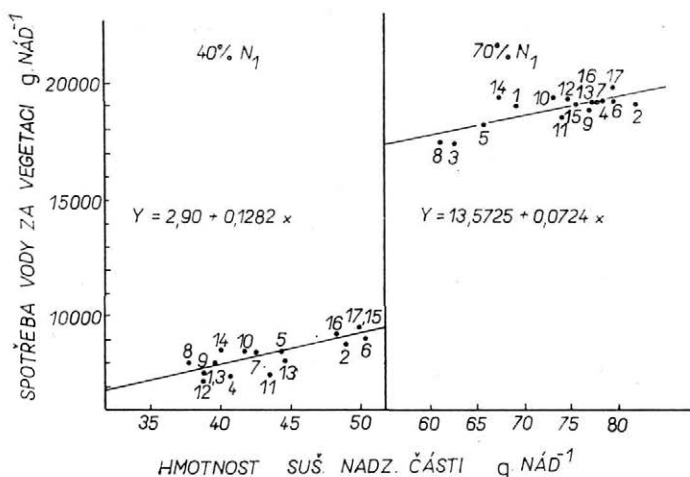
DISKUSE

Ve všech podmínkách pokusů prokazují korelační koeficienty významnou souvislost výše biologického a hospodářského výnosu (tab. IV). Difference mezi genotypy se projevují do značné míry shodně za rozdílných

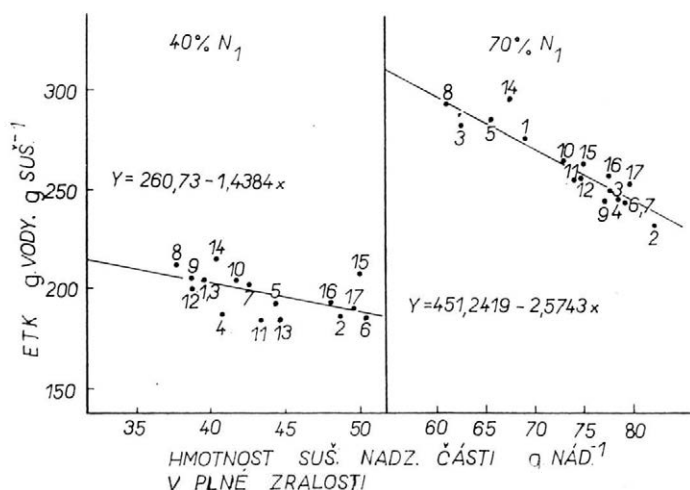
1. Závislost hmotnosti sušiny nadzemní části rostlin v plné zralosti a výnosu zrna v suchých podmínkách (40 % N₁) a optimálních podmínkách zásobení vodou (70 % N₁) — The relation between the dry weight of the above-ground part of plants in full ripeness and the grain yield under conditions of drought (40 % N₁) and under the optimum water supply (70 % N₁)



2. Závislost hmotnosti sušiny nadzemní části v plné zralosti a spotřeby vody za vegetaci na evapotranspiraci v suchých podmínkách (40 % N₁) a optimálních podmínkách zásobení vodou (70 % N₁) — The relation between the dry weight of the above-ground part of plants in full ripeness and the consumption of water throughout the vegetation period, and the evapotranspiration under conditions of drought (40 % N₁) and under optimum water supply (70 % N₁)



3. Závislost hmotnosti sušiny nadzemní části rostlin v plné zralosti a evapotranspiračního koeficientu v suchých podmínkách (40 % N₁) a optimálních podmínkách zásobení vodou (70 % N₁) — The relation between the dry weight of the above-ground part of plants in full ripeness and the evapotranspiration coefficient under conditions of drought (40 % N₁) and under the optimum water supply (70 % N₁)



III. Analýza variance sledovaných znaků — Analysis of variance of individual characters

Zdroj proměnlivosti	N	Hmotnost sušiny nadzemní části	Výnos zrna	Spotřeba vody na evapotranspiraci	Evapotranspirační koeficient
Genotyp (A)	16	302,609 ⁺⁺	0,860 ⁺⁺	22 626,34 ⁺⁺	3 206,399 ⁺⁺
Ročník (B)	1	1 765,628 ⁺⁺	22,460 ⁺⁺	154 895,93 ⁺⁺	190 570,378 ⁺⁺
Voda + výživa (C)	3	21 517,818 ⁺⁺	51,873 ⁺⁺	2 885 609,89 ⁺⁺	140 923,958 ⁺⁺
Interakce AB	16	7,781	0,239 ⁺⁺	6 435,60 ⁺⁺	1 015,492
AC	48	78,879 ⁺⁺	0,297 ⁺⁺	1 887,81 ⁺⁺	360,365
BC	3	336,283 ⁺⁺	2,093 ⁺⁺	10 156,38 ⁺⁺	2 868,669 ⁺
ABC	48	63,760 ⁺	0,113	1 815,27 ⁺⁺	3 170,465 ⁺⁺
Opakování	2	245,383 ⁺⁺	0,955 ⁺⁺	1 176,16	3 974,741 ⁺
Chyba	270	39,171	0,090	399,833	840 000

IV. Korelační koeficienty vztahů mezi znaky v jednotlivých prostředích — The correlation coefficients of the relations between individual characters in different environments

Prostředí	Znak	Výnos zrna	Spotřeba vody	Evapotranspirační koeficient
70 % N ₁ P ₁ K ₁	hmotnost sušiny nadzemní části	0,8782 ⁺⁺	0,7877 ⁺⁺	-0,9506 ⁺⁺
	výnos zrna		0,7200 ⁺⁺	-0,8350 ⁺⁺
	spotřeba vody			-0,5675 ⁺⁺
40 % N ₁ P ₁ K ₁	hmotnost sušiny nadzemní části	0,8763 ⁺⁺	0,8301 ⁺⁺	-0,5465 ⁺
	výnos zrna		0,7953 ⁺⁺	-0,3644
	spotřeba vody			-0,0221
40 % N ₃ P ₁ K ₁	hmotnost sušiny nadzemní části	0,7720 ⁺⁺	0,8728 ⁺⁺	-0,7580 ⁺⁺
	výnos zrna		0,5811 ⁺	-0,7451 ⁺⁺
	spotřeba vody			-0,3804
40 % N ₁ P ₃ K ₁	hmotnost sušiny nadzemní části	0,8778 ⁺⁺	0,6639 ⁺⁺	-0,6665 ⁺⁺
	výnos zrna		0,6827 ⁺⁺	-0,4781
	spotřeba vody			0,1001

ných podmínek zásobení rostlin vodou (obr. 1). Na geneticky podmíněnou shodnou produkční schopnost těchto genotypů v rozdílných podmínkách zásobení vodou lze usuzovat z velikosti příslušného korelačního koeficientu charakteristiky produktivity genotypů v obou variantách zásobení vodou. Pro biologický výnos $r = 0,5982^x$ a pro hospodářský výnos $r = 0,3827$. Z tab. IV dále vyplývá, že za všech rozdílných podmínek zásobení rostlin vodou jsou výnosy podmíněny množstvím skutečně spotřebované vody. Pozitivní vztah výše biologického výnosu a spotřeby vody za vegetaci potvrzují i následující korelační koeficienty a rovnice lineární regrese v jednotlivých pokusných ročnících v obou variantách zásobení vodou.

		$r_{x,y}$	$y = a + bx$
70 %	1980	0,8393 ^{xx}	$Y = 12,5361 + 0,0783x$
	1981	0,5414 ^x	$Y = 15,2018 + 0,0577x$
40 %	1980	0,4466	$Y = 6,2535 + 0,0327x$
	1981	0,8750 ^{xx}	$Y = 2,0967 + 0,1677x$

Nejméně výrazný vztah biologického výnosu a spotřeby vody za vegetaci byl v suchých podmínkách roku 1980, kdy byla zjištěna i nejnižší spotřeba vody za vegetaci.

V obou podmínkách dostupnosti vláhy se rozlišují genotypy s různou spotřebou vody na biologický výnos (obr. 2).

Rozdíly mezi některými genotypy ve výši biologického výnosu a velikosti evapotranspiračního koeficientu se projevují v obou vlhkostních podmínkách (obr. 3).

Tyto výsledky naznačují, že řešení základní otázky dalšího růstu výnosů jarního ječmene buď pomocí závlah nebo zvyšováním výnosového potenciálu a jeho realizace i v méně příznivých podmínkách zásobení vodou šlechtěním musí respektovat změny v utváření orgánů, distribuci sušiny (Ničiporovič, 1963; Nátr, 1981; Příkryl et al., 1981) a také kvalitu zrna. Požadavek, aby i v suchých podmínkách byl dosažen co největší hospodářský výnos dobré kvality, mohou splnit jen genotypy schopné se adaptovat na suché podmínky, kdy adaptační reakce postihují komplex dílčích pochodů, jež vedou k efektivnímu využívání vody na tvorbu sušiny.

Ve sledovaném souboru měly genotypy průkazný vliv na sledované charakteristiky produktivity i vodního provozu. Genotypová specifičnost v produkci sušiny nadzemní části byla, jak bude analyzováno později, dána nejen počtem produktivních odnoží, ale též hmotností internodií, listů, stébel i klasu a jeho složek. Z hlediska spotřeby vody za vegetaci hrají roli transpirační plochy jednotlivých orgánů a částí rostlin a schopnost genotypů za stresových podmínek omezovat výdej vody. Složitost celé této problematiky demonstrují vytýčené dílčí úseky jež nutno při úsilí o vyšší produkční schopnost genotypů v podmínkách sucha respektovat (Hurd, 1976).

Projev genotypové specifičnosti ve spotřebě vody za vegetaci se v našich pokusech ve srovnání s běžnými polními podmínkami liší v tom, že rostlinám byla dodávána voda v pravidelných intervalech dvou až třech dnů, do úrovně 70% resp. 40% maximální kapilární půdy, tím v těchto intervalech byly podpořeny procesy růstu, tvorby sušiny a ovšem též spotřeba vody i případné adaptační procesy v rozdílných pod-

mínkách zásobení vodou. V případě varianty 70 % maximální kapilární kapacity půdy umožnilo zjistit potenciální schopnost genotypů v produkci sušiny i v charakteristikách spotřeby vody.

Podmínky ročníku průkazně více než genotypy ovlivňovaly všechny sledované charakteristiky. Avšak již výše uvedené vztahy mezi charakteristikami produktivity a spotřeby vody byly prokázány jak v podmínkách různého zásobení vodou, tak i jednotlivých ročníků.

Rozdílné zásobení rostlin vodou ovlivňovalo sledované znaky výrazněji než genotypy i ročníky, což vyplývá z obecné funkce vody v tvorbě výnosu jako nezastupitelného faktoru. V suchých podmínkách byly zjištěny podstatně nižší hodnoty charakteristik produktivity než za příznivých vláhvých podmínek.

Rozdíly mezi genotypy jsou u jednotlivých sledovaných znaků podmíněny faktickými podmínkami varianty a pokusného roku. Svědčí o tom významné interakce genotypy $\times$ prostředí i genotypy $\times$ ročník. Naopak nevýznamnost spolupůsobení zmíněných podmínek na reakci genotypů v případě evapotranspiračního koeficientu může souviset s rozdílným efektem na obě složky evapotranspiračního koeficientu.

V roce 1980 byl u varianty s příznivými vlhkostními podmínkami v průměru genotypů biologický výnos o 12,3 %, počet produktivních stébel o 21,4 %, počet zrn na nádobu o 9,7 % a průměrná hmotnost obilky o 11,3 % vyšší než v roce 1981. Spotřeba vody v roce 1981 byla o 2,9 % a evapotranspirační koeficient o 17,6 % vyšší než v pokusu provedeném v roce předcházejícím. Rozdíly mezi oběma pokusnými roky byly vyvolány zřejmě teplotními podmínkami. Počasí vegetační doby 1980 bylo chladnější. Významnost interakce ročník $\times$ prostředí naznačuje, že zvláště vliv rozdílného zásobení vodou závisí na průběhu povětrnostních podmínek. Podmíněnost reakce genotypů v různých prostředích na povětrnostních podmínkách naznačuje průkazná interakce genotyp $\times$ ročník $\times$ prostředí. Významnost diferencí mezi opakováním svědčí o tom, že blokové uspořádání pokusných nádob nevylučuje uplatnění dalších nekontrolovaných faktorů.

Z pokusů vyplývá, že rozhodující podmínkou k dosažení vysokého hospodářského výnosu je dosažení maximální produkce sušiny v plné zralosti. To by umožňovalo při vysokém a šlechtitelskou cestou zvyšovaném sklizňovém indexu zvyšovat i hospodářský výnos. Avšak i výše biologického výnosu a sklizňového indexu jsou závislé na ročníku i na vlhkostních podmínkách. Sklizňový index v podmínkách dobrého zásobení vodou činil v roce 1980 0,507 a v roce 1981 0,448. Při snížení dostupnosti vody dosahovaly takové hodnoty 0,503 a 0,435.

Výsledky pokusů dokazují, že při úsilí o zvyšování hospodářského výnosu je třeba brát v úvahu komplex faktorů, mezi které patří stav zásobení rostlin vodou, produkční schopnost genotypů i schopnost genotypů efektivně využívat vodu na tvorbu sušiny.

Literatura

- BEGG, J. E. — TURNER, N. C.: Crop water deficits. Adv. Agron., 1976, č. 28, s. 161-217.
BISCOE, P. V. — GALLAGHER, J. N.: Weather, dry matter production and yield. Ve: Environmental effects on crop physiology. (Eds. J. J. Landsberg and C. V. Cuttings) Acad. Press, London, New York, San Francisco, 1977, s. 75-100.

- BOYER, J. S. — McPHERSON, H. G.: Physiology of water deficits in cereal crop. Adv. Agron., 1975, č. 27, s. 1-23.
- CHINOY, J. J.: Physiology of drought resistance in wheat. Fyton, 14, 1960, s. 147-157.
- DOYLE, A. D. — FISCHER, R. A.: Dry matter accumulation and water use relationships in wheat crops. Austr. J. agric. Res., 30, 1979, s. 815-829.
- FINLAY, K. W. — WILKINSON, G. N.: The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Austr. J. agric. Res., 4, 1963, s. 742-754.
- FISCHER, R. A. — KOHN, G. D.: The relationship between evapotranspiration and growth in the wheat crop. Austr. J. agric. Res., 17, 1966, s. 255-267.
- HSIAO, T. C. — ACEVEDO, E. E.: Plant responses to water deficits, water-use efficiency and drought resistance. Agric. Meteorol., 14, 1974, s. 59-84.
- HURD, E. A.: Plant breeding for drought resistance. In: Kozłowski, T. T.: Water deficit and plant growth. Academic Press 1976, 4, s. 317-353.
- JONES, H. C.: Aspects of the water relations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to induced drought. J. Agric. Sci., 88, 1977, s. 267-282.
- KNIGHT, R.: The measurement and interpretation of genotype-environment interactions. Euphytica, 19, 1970, s. 225-235.
- MOSS, Dale N. — WOODLLEY, J. T. — STONE, J. F.: Plant modification for more efficient water use: the challenge. Agric. Meteorol., 14, 1974, s. 311-320.
- NÁTR, L.: Teorie tvorby výnosu. Zborník zo spoločného zasadnutia kolektívov šľachtiteľov jačmena jarného v ČSR a SSR. Slovosivo Bratislava, 1981, 36 s.
- NIČIPOROVIC, A. A.: O putjach povyšeniya produktivnosti fotosinteza rastenij v posevach. In: Fotosintez i voprosy produktivnosti rastenij. Izv. AN SSSR, 1963, s. 5-36.
- PRIKRYL, K. et al.: Fyziologie a biochemie tvorby výnosu obilnin. Stud. Inform. ÚVTIZ. Rostl. Výroba, 27, 1981, č. 3, 68 s.
- RAWSON, H. M. — BAGGA, A. K. — BREMNER, P. M.: Aspects of adaptation by wheat and barley to soil moisture deficits. Austr. J. Plant. Physiol., 1977, č. 4, s. 389-401.
- REITZ, L. P.: Breeding for more efficient water use — is it real or a mirage? Agric. Meteorol., 14, 1974, s. 3-11.
- SEIF, E. — PEDERSON, D. G.: Effect of rainfall on the grain yield of spring wheat, with an application to the analysis of adaptation. Austr. J. agric. Res., 29, 1978, č. 6, s. 1107-1115.
- SLAVÍK, B.: Water stress, photosynthesis and the use of photosynthates. In: Photosynthesis and productivity in different environments (ed. J. P. Cooper, IBP 3), Cambridge University Press, 1975, s. 511-536.
- STONE, J. F. (ed): Plant modification for more efficient water use. Agric. Meteorol., 14, 1974.
- TURNER, N. C.: Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In: Stress physiology in crop plants. Ed. by Harry Mussell and Richard C. Staples. John Wiley and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 1959, 510, s. 343-372.
- TURNER, C. — KRAMER, P., Eds.: Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, Inc. Publishers, New York, 1980, 482 s.
- ZEMÁNEK, M.: Genotypové rozdíly v efektivnosti využívání vody na tvorbu sušiny u jarního ječmene. Rostl. Výroba, 26, 1980, č. 5, s. 517-531.

Došlo dne 19. 1. 1983

ZEMÁNEK, M. (Научно-исследовательский и селекционный институт зернового хозяйства, Кромержиж): Реакция генотипов ярового ячменя на разные условия снабжения водой и минеральными веществами. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6): 633-642.

В ходе опытов в сосудах с 17 генотипами яр. ячменя определяли влияние разного снабжения водой (70 и 40 % максим. водоемкости), азотом и фосфором весь вегетативный период. Генотипы реагировали на разную среду разными размером биологической и хозяйственной продукции, водорасходом и коэффициентом эвапотранспирации. Эти критерии больше всего обуславливало водоснабжение. Генотипы реагировали специфически в зависимости от водоснабжения или о условий года. В обоих уровнях водоснабжения отмечено положительное отношение между биологической, хозяйственной продукцией и водорасходом за вегетацию. Проверена отрицательная зависимость между размером биологической продукции и коэффициентом эвапотранспирации. Те же зависимости имели место, когда

в засушливый период вносили повышенные норма азота или фосфора. В дискуссии анализируются взаимозависимости между отдельными факторами.

биологическая продукция; урожай зерна; водорасход на эвапотранспирацию; коэффициент эвапотранспирации

ZEMÁNEK, M. (Research Institute of Cereal Growing and Breeding, Kroměříž): *The Response of Spring Barley Genotypes to Different Water and Mineral Nutrient Regimes*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 633-642.

Seventeen genotypes of spring barley were used in pot trials aimed at studying the influence of different water supply (70 % and 40 % of the maximum capillary capacity) and nitrogen and phosphorus levels throughout the whole vegetation period. Genotypes responded to different environmental conditions by significant differences in the level of biological and economic yield, water consumption throughout the vegetation period and evapotranspiration coefficient. The above-mentioned criteria were influenced most markedly by different water regimes. A specific response of genotypes according to the water supply or conditions in different experimental years was observed. Both variants of water supply resulted in a positive relation between biological and economic yield and water consumption during the vegetation period. A negative relation between the biological yield and evapotranspiration coefficient was proved. These relations were also observed when under conditions of drought higher nitrogen or phosphorus rates were applied. The interactions of different factors are analyzed in the part Discussion.

biological yield; grain yield; water consumption by evapotranspiration; evapotranspiration coefficient

Adresa autora:

Ing. Miroslav Zemánek, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž

VLIV INTENZITY STRESU MRazu NA RŮSTOVOU AKTIVITU KLÍČNÍCH ROSTLIN PŠENICE

V. Segeřa

SEGEŘA, V. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv intenzity stresu mrazu na růstovou aktivitu klíčnicích rostlin pšenice*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 643-654.

Analýza prokázala normálovou distribuci velikosti přírůstků nové hmoty listů sestřižených klíčnicích rostlin ozimé pšenice jak u kontrolních rostlin tak i těch, které byly zasaženy stresi mrazu odstupňované intenzity. Deprese je úměrná intenzitě stresu mrazu a je citlivým kritériem rozsahu neletálních poruch rostlin. Stresy slabé intenzity nebo též indukce odolnosti za teplot pod bodem mrazu ovlivňují zřetelně následnou růstovou aktivitu sestřižených rostlin. Je navržena korekce absolutních přírůstků, aby takové změny, související s rezistencí genotypu i úrovní působící teploty neovlivňovaly hodnocení odolnosti vůči mrazu. Prokázána byla paralelita změn rozsahu neletálních a letálních poškození rostlin působených odstupňovanými mrazy. Deprese relativních přírůstků listů nastávají vlivem podstatně slabších mrazů než snížení podílu rostlin přežívajících stresi. Deprese jak růstové aktivity tak podílu přežívajících rostlin shodně charakterizují rozdíly v geneticky nebo ekologicky indukované rezistenci pouze za adekvátní intenzity stresu mrazu.

ozimá pšenice; rezistence vůči mrazu; indukce odolnosti; rychlost růstu; poškození rostlin

Základem hodnocení rezistence zemědělských plodin pomocí přímých metod v regulovaných podmínkách je zjištění reakcí rostlin na podmínky simulující především stresové situace, čímž je odstraněna závislost takového posuzování na jejich málo spolehlivém výskytu v zimě v ČSR. Geneticky nebo ekologickými poměry podmíněná odolnost je pak charakterizována velikostí poškození, způsobeného mrazem u souboru rostlin vystavených jednomu nebo paralelně více rozdílným mrazům. Rozsah poškození každé rostliny pokusného souboru je hodnocen vizuálně po delším pěstování v podmínkách příznivých pro růstové pochody. Nebo je velikost a charakter poruch hodnocen krátce po ukončení cyklu mrznutí — tání pomocí různých fyzikálních nebo fyzikálně-chemických i biochemických metod [Levitt, 1972]. Tento princip se též používá, když i etapy počátečního růstu a adaptace probíhají v regulovaných podmínkách simulujících průběh určujících faktorů povětrnosti.

Kretschmer [1960] zjistil, že délkové přírůstky listů, stanovené po několikadenní kultivaci u rostlin předtím sestřižených a ovlivněných mrazem velmi dobře charakterizují rozsah způsobených poškození. Na základě důkazů shody velikosti přírůstků a procenta rostlin přežívajících různé mrazy považoval změny relativní růstové aktivity za spolehlivé kritérium rezistence genotypů vůči mrazu. Vypracovaná metoda se osvěd-

čila při hodnocení odolnosti rostlin různých odrůd, které byly během zimy odebrány z parcel polních pokusů (Kretschmer a Beger, 1966; Warnes a Johnson, 1972). Schwarzbach (1967) ji použil u klíčnicích rostlin pšenice vystavených jedné teplotě pod bodem mrazu. Později (1972) však odkazem na dvouvrcholové křivky relativních četností velikostních skupin přírůstků odmítl vhodnost metody pro hodnocení geneticky podmíněných rozdílů rezistence u klíčnicích etiolovaných rostlin ozimého ječmene.

Vzhledem ke známé velmi výrazné citlivosti růstových procesů k abiotickým stresům (Hsiao et al., 1976) a také s ohledem k dříve ověřené vhodnosti určení přírůstků nové hmoty listů a kořenů pro hodnocení rozsahu škod vyvolaných během zimy na porostech ozimů (Segal, 1963) věnujeme v této práci pozornost závislosti změny růstové aktivity klíčnicích rostlin ozimé pšenice na intenzitě stresu mrazu. Této otázce stejně jako srovnání úrovně mrazů působících změny deprese přírůstků nebo letální poruchy nebyla dosud věnována potřebná pozornost.

MATERIÁL A METODY

Osivo odrůd ozimé pšenice jsme získali ze šlechtitelských stanic n. p. Oseva, které vedou jejich udržovací šlechtění, nebo z oddělení genetických zdrojů a taxonomie našeho ústavu.

Stejněměrně předklíčené obilky byly vysazeny ve stejné vzdálenosti 20 mm od okraje vodou navlhčeného, 60 mm širokého a 500 mm dlouhého pruhu filtračního papíru vždy tak, aby koleoptile směřovaly k hornímu okraji. Po vysazení všech 20 zrn byl svrchu přiložen stejně veliký pás celofánu a od jednoho kraje byl pak celý pruh smotan opatrně v ruličku tak, aby se nezměnila v žádném směru poloha jednotlivých obilek. Celofán zabráňoval prorůstání kořínků klíčnicích rostlin v průřezu vzniklého smotku a snižoval riziko mechanického poškození kořenů při manipulaci spojené se sestřížením klíčků. Po svinutí byl každý smotek kryt proužkem polyetylenové fólie, čímž byla zajištěna jeho rovnoměrná vlhkost. Každá varianta byla představována minimálně třemi až čtyřmi opakováními (smotky). Smotky byly staveny svisle do polystyrenových krabiček (19 X 9,5 X 6,5 cm), které byly svrchu kryty vždy stejnou krabičkou.

Krabičky byly umístěny v termostatu ve tmě při 20 °C. Po určené době kultivace (obvykle po pěti dnech) byly krabičky s klíčenci uloženy do chladicí komory s teplotou +0,5 °C, kde byly ponechány celou dobu adaptace při kladné teplotě. Před zásahy mrazu nebo otužováním za teplot pod bodem mrazu byly po rozvinutí smotků klíčky sestříženy žiletkou 20 mm od báze rostliny (tj. při horním okraji nosného filtračního papíru). Pak byly smotky ihned svinuty a uloženy do krabiček podle plánu otužování i zásahů mrazů pokusu.

Pro ovlivnění jednotlivých variant odstupňovanými mrazy byl veškerý materiál pokusu umístěn ve větší mrazicí komoře a její teplota byla postupně snižována tak, aby rychlost změny teploty nepřesáhla 1,8 až 2,2 °C · h⁻¹. V době dosažení první z plánovaných teplot zásahů byly krabičky se smotky příslušných variant přeneseny do menší mrazicí skříně, která byla předem vytemperována na uvedenou teplotu. Stejně se postupovalo, když při následujícím snížení teploty vzduchu v mrazicí komoře byly dosaženy teploty dalších variant. Každý pokus zahrnoval minimálně tři až čtyři, často pět i více teplot zásahů, lišících se navzájem o 2 až 3 °C. Délka trvání vlivu teploty každé varianty činila 24 hodin. Po této době byl vypnut chladicí agregát a odtávání probíhalo s rychlostí 1,6 až 2,0 °C · h⁻¹. Z údajů teplot vzduchu mrazicích skříní opakovaně sledovaných během celého trvání expozice pomocí rtuťových teploměrů a termografů byla vymezena skutečná průměrná teplota, charakterizující každou variantu při hodnocení výsledků pokusu. Kontrolní, mrazy neovlivněné varianty každé ze skupin diferencované adaptace byly po dobu trvání cyklu mrznutí — tání umístěny za teploty blízké bodu mrazu a omezující téměř úplně růst nových pletiv.

Když po odtání dosáhly teploty všech mrazicích skříní +1 až +2 °C, byly krabičky vyjmuty a spolu s kontrolními variantami byly po přidání 1 ml vody do kaž-

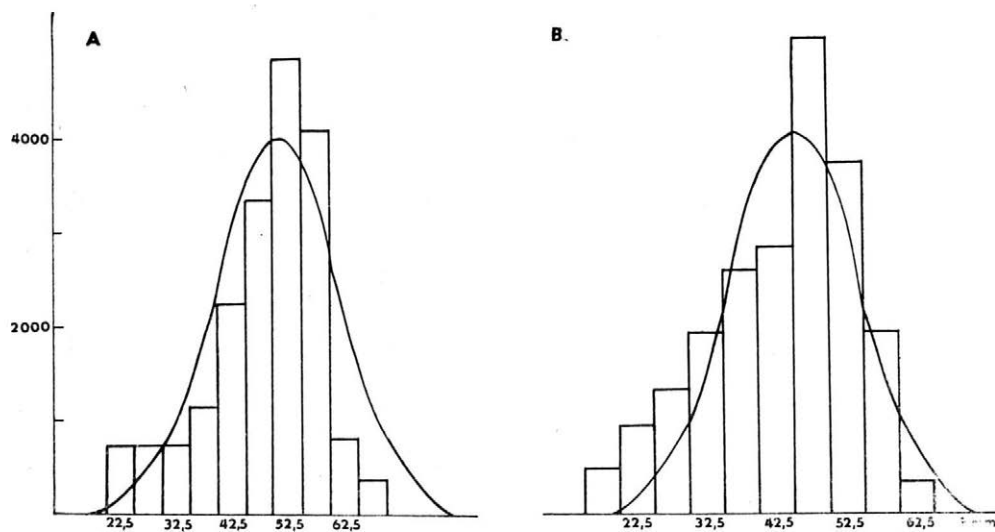
dého smotku přeneseny do termostatu (20 °C) a tam byly ve tmě ponechány tři nebo čtyři dny. Pro všechny varianty jednoho pokusu byla délka periody postresové kultivace stejná. Při hodnocení změn přírůstku byla měřena délka nově vyvinuté hmoty listů nad rovinou řezu koleoptilí každého klíče (s přesností 1 mm). Jedinci, kteří nevyklíčili nebo jejich koleoptile při seřezávání nedosáhly délky 20 mm, nebyly v dalších propočtech respektovány. Do skupiny uhynulých rostlin jsme zařazovali nejen klíče nejvíce žadný přírůstek, ale také ty, u kterých délkový přírůstek listů nepřesáhl 3 mm. Již dříve jsme totiž (Segeta, 1963) zjistili, že takový růst není projevem vitality rostlin. U každého opakování byl pak vypočtený průměrný přírůstek a procentický podíl živých klíčenců užit při charakterizování vlivu každé intenzity stresu mrazu.

Výsledky pokusů byly hodnoceny příslušnými metodami biometrie (Hrubý, 1950; Rod a Vágnerová, 1958).

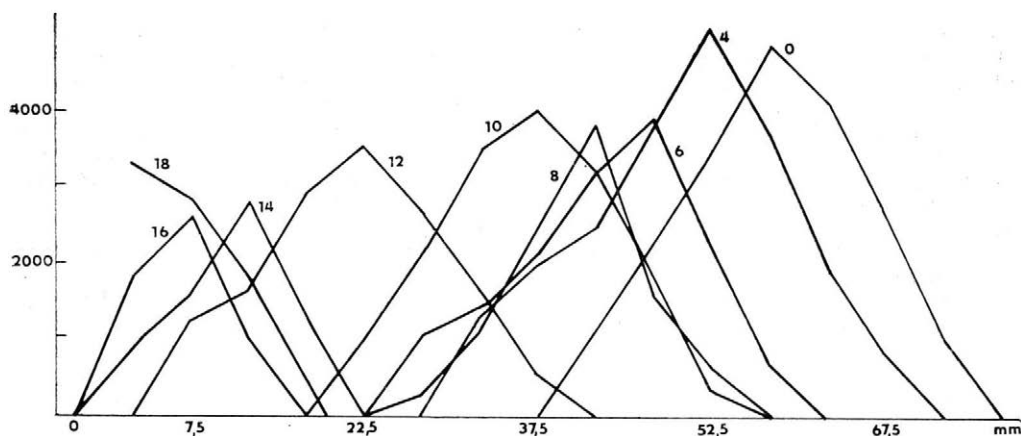
VÝSLEDKY

Úvodem zařazujeme výsledky pokusů, které mají vysvětlit námitku, že distribuce velikosti přírůstků listové hmoty klíčících rostlin po sestřizání jejich klíčků a ovlivnění mrazem nesplňuje premisu aplikace biometrických metod pro hodnocení celkové variability růstové aktivity i jejich dílčích zdrojů.

Normálovou distribuci rychlosti růstu listů sestřizaných klíčících rostlin demonstrují relativní frekvence různě velkých přírůstků zjištěných po třech dnech kultivace sestřizaných klíčenců ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská 808'. Rostliny nebyly ovlivněny mrazem, nýbrž jen otužovány při + 0,5 °C (A) nebo též tři dny při - 2,0 °C (B). Srovnání histogramů (obr. 1) pro uvedené varianty umožňují současně znázorněné rovnoploché normály. Je zřejmé, že u obou variant pokusu jsou odchylky distribuce od normály jen malé a že vlivem indukce za teploty pod bodem mrazu se zvýšila frekvence skupin s většími přírůstky.



1. Srovnání normály a průměrné relativní frekvence (v jednotkách standardní deviation) skupin velikosti přírůstků kontrolních rostlin ozimé pšenice otužovaných při +0,5 °C (A) nebo též -3,0 °C (B) — A comparison of normal and relative mean frequency (in the units of standard deviation) of leaf growth groups of the winter wheat control plants hardened at +0,5 °C (A) and at -3,0 °C (B)



2. Distribuce průměrných relativních frekvencí velikosti přírůstků klíčenců (mm), zjištěných u klíčenců vystavených dílčím stresům mrazu (-4 až -18°C) — The distribution of the relative mean frequencies of leaf growth groups (mm), as found in the seedlings exposed to partial frost stresses (-4 to -18°C)

Další pokus s klíčními rostlinami odrůdy 'Mironovská 808', které byly po pětidenní kultivaci při 20°C otužovány 45 dnů při $+0,5^{\circ}\text{C}$ a pak tři dny při $-3,0^{\circ}\text{C}$, zahrnoval osm variant odstupňovaných stresů mrazu. Protože každá taková varianta byla představována 10 opakováními (tj. smotky), byly přírůstky listů určeny minimálně u 150 rostlin. Aby byla zachována přehlednost, nedoplnili jsme křivky, znázorňující distribuční frekvence [v jednotkách standardní deviace] absolutních přírůstků u každé varianty intenzity stresu zakreslením příslušné normály. Přesto je z obr. 2 zřejmé, jak vlivem odstupňovaných mrazů klesá nejen velikost nejčastěji se vyskytujících přírůstků listů, ale také četnost u nejvíce zastoupené skupiny přírůstků. Relativní rozmezí přírůstků v jednotlivých dílčích stresech (a kontrolní variantě) se v celém rozsahu užitých teplot zásahu příliš nemění. Výjimku představuje varianta ovlivněná nejsilnějším mrazem, u které se projevil negativní exces a extrémně kladná asymetrie. Silné stresy vedly samozřejmě nejen ke snížení růstové aktivity sestřižených rostlin (patrné z hodnot nejčastějších přírůstků i poklesu frekvence v takové skupině), ale také ke vzrůstu mortality klíčenců. U žádné varianty dílčích stresů se však při použitém způsobu diferenciaci letálních a subletálních efektů nevyskytují odchylky od normální distribuce.

Výsledky tohoto rozsáhlého pokusu nejen dokládají oprávněnost biometrického hodnocení výsledků určení mrazy působených změn růstové aktivity, nýbrž současně demonstrují variabilitu, kterou jsou zatíženy odvozené průměrné hodnoty. Tuto skutečnost třeba mít na zřeteli zvláště tehdy, když u některých variant stresů mrazu současně vyvolaná mortalita způsobuje, že přírůstky možno určit jen u malého počtu jedinců. Tato otázka je velmi důležitá v případě, že v testu je možné hodnotit rezistenci po účinku jen stresu pouze jedné intenzity.

V žádném z mnoha pokusů, ve kterých byly klíční rostliny otužovány za kladné teploty, jež v maximální možné míře omezovala další růst rostlin, jsme zatím nezjistili souvislost změn následného růstu sestřižených kontrolních, mrazy neovlivněných rostlin s trváním takové indukce.

I. Průměrný absolutní (mm) a relativní (%) přírůstek listů klíčících rostlin dvou odrůd ozimé pšenice, které po předpěstování čtyři a šest dnů při 20 °C a 42denní adaptaci při +0,5 °C byly různě dlouho otužovány při -2 a -4 °C — The mean absolute (mm) and relative (%) leaf growth in the seedlings of two winter wheat cultivars hardened at -2 and -4 °C for a different period of time, after being pre-cultivated at 20 °C for four and six days and adapted at +0.5 °C for 42 days

Odrůda	Indukce		4 dnů		6 dnů	
	°C	dnů	mm	%	mm	%
Bezostaja 1	+0,5	—	34,5		26,8	
	-2	2	35,5	103,2	27,3	101,9
		4	37,1	107,5	29,0	108,2
		6	38,0	100,5	30,0	111,9
		8	34,3	99,7	31,0	115,7
	-4	2	35,0	101,7	28,5	106,3
		4	36,8	107,0	31,9	119,0
		6	35,8	104,1	33,3	124,2
		8	37,0	107,6	30,0	111,9
Jubilar	+0,5		39,2		31,2	
	-2	2	38,1	97,2	33,3	106,7
		4	41,0	104,6	35,2	112,8
		6	42,2	107,6	31,6	101,3
		8	43,0	109,7	30,8	98,7
	-4	2	38,5	98,2	30,3	97,1
		4	37,6	95,9	29,5	94,5
		6	38,5	98,2	28,0	89,7
		8	34,3	87,5	29,0	92,9

Jen velmi dlouhá adaptace (více než 60 dnů) nebo nestabilní teplotní podmínky vedly k oslabení růstové aktivity klíčenců.

Naproti tomu je vždy zřetelný účinek adaptace za slabých mrazů, tj. podmínek, které velmi výrazně zvyšují rezistenci (Segeta, 1982) na následný růst i kontrolních, mrazy nezasažených klíčenců. Demonstrují to dobře přírůstky uvedené v tab. I, jež byly zjištěny po čtyřdenní kultivaci sestřižených klíčenců dvou odrůd ozimé pšenice. Rostliny byly předpěstovány čtyři nebo šest dnů a pak otužovány buď jen při + 0,5 °C nebo též dva až osm dnů při - 2,0 °C nebo - 4,0 °C.

Je zřejmé, že průměrná délka přírůstků listů je u obou genotypů odlišná a je menší u déle předpěstovaných klíčenců. U rostlin odolnější odrůdy stimulovaly obě záporné teploty následnou růstovou aktivitu nad úroveň zjištěnou u varianty ovlivněné pouze teplotou nad bodem mrazu. Tento efekt, dobře demonstrováný relativními hodnotami, s prodloužením působení konstantních mrazů ve většině případů vzrůstal. Naproti tomu byl takový vliv u klíčenců odrůdy 'Jubilar' zřejmý pouze po účincích - 2,0 °C, kdežto i krátký vliv - 4,0 °C vedl k oslabení růstu listové hmo-

Zdroj variability	N	V	F	P
Genotypy (A)	1	546,7	7,0	0,01
Kultivace při 20 °C (B)	1	1105,3	14,1	0,01
Délka indukce (C)	3	119,8	1,5	
Teplota indukce (D)	1	752,1	9,6	0,01
Opakování	3	7,0	0,1	
Interakce: A × B	1	236,2	3,0	0,05
A × C	3	186,8	2,4	
A × D	1	218,4	2,8	
B × C	3	552,5	7,1	0,01
B × D	1	61,6	0,8	
C × D	3	488,5	6,2	0,01
Nekontrolovatelné faktory	164	78,0		

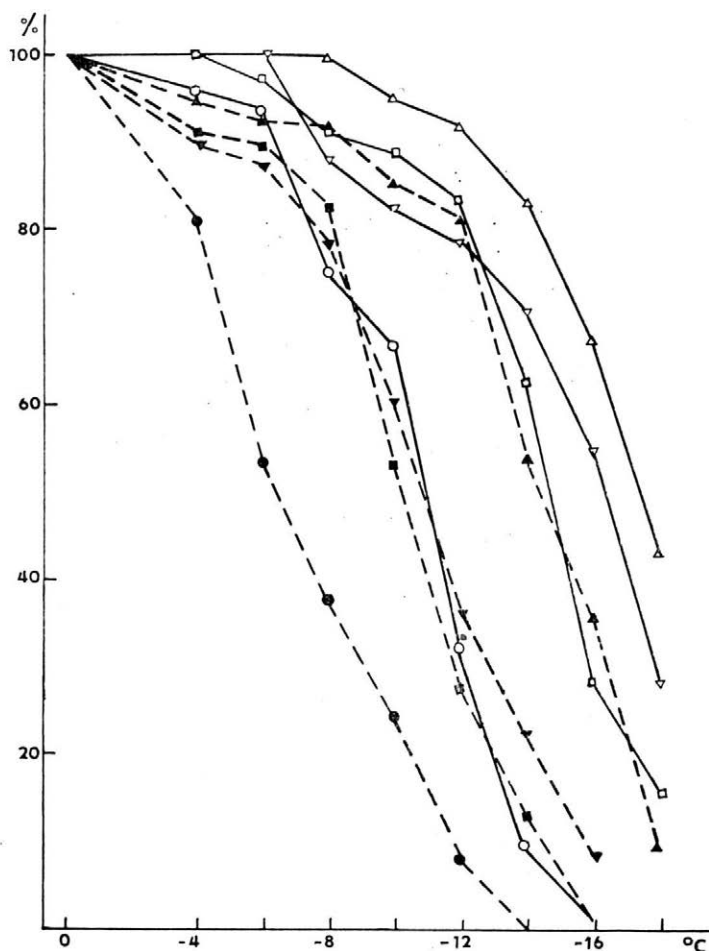
ty sestřižených klíčenců. Čím déle trvalo takové ovlivnění, tím byla deprese následného růstu větší.

Tyto závěry potvrzuje hodnocení výsledků analýzou variance (tab. II). Přírůstky, zjištěné u všech opakování jednotlivých variant otužených při záporných teplotách jsme přepočítali na průměrné hodnoty stanovené u klíčenců každé odrůdy a růstové fáze ovlivněných pouze + 0,5 °C. Významné jsou rozdíly mezi odrůdami i jejich různě vyvinutými klíci a také variantami otužovanými při různých záporných teplotách. Trvání indukce za teplot pod 0 °C však nejevilo významný vliv. Jeho účinek byl podmíněn růstovým stavem a byl specificky rozdílný podle teploty indukce.

Srovnání vlivu mrazů odstupňované intenzity na přírůstky listů sestřižených rostlin různých odrůd umožňují hodnoty zjištěné v jednom z dalších pokusů. Klíčící rostliny čtyř odrůd ozimé pšenice byly po šesti-denní kultivaci při 20 °C otužovány 42 dnů při +0,5 °C a tři dny při — 3,0 °C. Přírůstky listů všech rostlin každého opakování všech devíti variant odstupňované intenzity stresu mrazu byly stanoveny po čtyřdenní kultivaci při 20 °C. V obr. 3 znázorněné křivky byly konstruovány z relativních (v procentech údajů určených u kontrolních klíčenců každé odrůdy) hodnot vypočítaných průměrných přírůstků listů připadajících na jednu živou rostlinu v každé variantě stresu.

Průběh křivek ukazuje velmi názorně citlivost systému regulujícího přírůstky listů sestřižených klíčenců ke stresům působeným odstupňovanými mrazy. Podobně jako pokles podílu přežívajících rostlin, také deprese růstové aktivity stoupá se zesílením intenzity stresu. Změny růstu odpovídají geneticky podmíněným rozdílům rezistence. Mírné mrazy vyvolávají jen malé snížení přírůstků. Růstová aktivita však velmi prudce klesá v poměrně úzkém teplotním rozmezí (4 °C až 6 °C). Tento interval je přibližně stejný u všech odrůd, avšak úrovně faktických teplot, které ho ohraničují, jsou genotypově specifické.

3. Změny relativních přírůstků (— —) a podílu přežívajících rostlin (—), působené u klíčenců čtyř odrůd ozimé pšenice stresy mrazu -4°C až -18°C — The changes in relative leaf growth values (— —) and in the proportion of the surviving plants (—) caused in the seedlings of four winter wheat cultivars by the frost stresses from -4°C to -18°C



Paralelně se změnami růstové aktivity probíhají křivky procentického podílu rostlin přežívajících odstupňované stresy mrazu. Je zřetelné, že letální efekty se projevují až za podstatně silnějších mrazů než jsou ty, při kterých dochází k redukci přírůstků. Je též patrné, že difference ve schopnosti jednotlivých odrůd přežít stresy odpovídají těm, které ukazují změny růstové aktivity.

Rozdíly mezi oběma kritérii reakce na odstupňované stresy jsou u jednotlivých odrůd odlišné. Značně rozdílné jsou difference mezi jednotlivými odrůdami z hlediska teplot působících redukci přírůstků listů a těch, které vedou k výraznému snížení podílu přežívajících rostlin. Po slabých stresech byly deprese obou charakteristik klíčenců odrůdy 'Bezosta 1' větší než odrůdy 'Grana'. Teprve za silnějších mrazů se projevila z hlediska růstu i mortality vyšší rezistence prvního genotypu. Podobné difference v reakci genotypů na neadekvátní mrazy jsou časté při srovnání větších souborů odrůd a svědčí o tom, že geneticky nebo také ekologicky podmíněná úroveň rezistence rostlin vůči mrazu se projeví pouze za adekvátní intenzity stresu mrazu. Tato skutečnost může hrát roli při hodnocení odolnosti na základě výsledků expozice pokusných rostlin jen při jedné intenzitě stresu mrazu.

Etioloované klíčnické rostliny byly užity v mnoha pracích (Segeřa, 1980) jako model vhodný pro studium některých aspektů fyziologie rezistence obilovin vůči mrazu. Použitím smotků z filtračního papíru jako nosiče klíčenců (Segeřa a Našinec, 1973) byly dále sníženy nároky na energii, prostorové i technické vybavení a usnadněna manipulace v průběhu různých etap výzkumu vedeného v regulovaných podmínkách.

Podobně jako u rostlin vyvinutých na podzim v přirozených podmínkách odstraňuje také u klíčenců Kretschmerem (1960) navržený postup komplikace a subjektivnost, která zatěžovala hodnocení rozsahu poškození rostlin vyvolaných experimentálním cyklem mrazů — tání. Určení délky přírůstků hmoty listů po několika dnech kultivace sestrížených a mrazem ovlivněných rostlin umožňovalo podle Kretschmera (1960), Kretschmera a Begerové (1966) i Schwarzbacha (1967) spolehlivé hodnocení geneticky podmíněných rozdílů rezistence. Důležité bylo i zkrácení doby kultivace nutné pro zřetelnou diferenciaci účinků mrazu. Dvoudenní perioda umožňovala Marshallovi (1965) v podstatě pouze rozlišení rostlin, které mraz přežily.

Kretschmerův postup plně respektuje Olienem (1967), Olienem a Marchettim (1976) zdůrazněný význam bazálních částí pro životnost rostlin i složitý a pomalý průběh projevů primárních i sekundárních poruch báze a odnožovacího uzlu obilovin. Tyto skutečnosti třeba mít na zřeteli i v případě jednodušší struktury báze klíčnických rostlin.

Výsledky výzkumu různých aspektů fyziologie a ekologie rezistence ozimých plodin vůči mrazu (Segeřa, 1979) nás vedly ke zjištění dosud nevymezené závislosti rozsahu poškození rostlin na odstupňované intenzitě stresu mrazu. Na základě výsledků předběžných pokusů jsme se v této práci pokusili diferencovat a kvantitativně vymezit pouze velikost neletálních poškození a nesměšovat je současně s příp. mrazem způsobenými poruchami smrtelnými. Proto jsou průměrné přírůstky listů přepočteny na počet živých rostlin každého opakování a nikoliv na počet, který podle metodiky přicházel v úvahu. Předpokladem je možnost v krátké době a přesně odlišit jedince, kteří vlivem mrazu uhynuli.

Tato otázka nás zajímala již dříve (Segeřa, 1963), když jsme se snažili vypracovat postup hodnocení stavu rostlin porostů ozimů ke konci surovější zimy. Opírali jsme se o údaje zjištěné postupně u rostlin kultivovaných delší dobu (14 až 21 dnů) za příznivých podmínek buď přímo v ornici odebraných monolitů nebo ve vodě misek tak, že báze rostlin byly drženy nad hladinou gázou nebo polyetylenovou fólií, napnutou přes okraje nádoby. Kromě velikosti přírůstků listů rostlin nebo odnoží nad rovinou řezu jsme respektovali až po delší kultivaci patrný stav kořenů a vývin nových kořínků na bázi či odnožovacím uzlu. Na základě shody jsme dedukovali, že živé rostliny jeví po třech až čtyřech dnech přírůstek větší než 2 mm.

Výsledky pokusů demonstrují vysokou citlivost pochodů podmiňujících růst listů sestrížených klíčnických rostlin ke stresům mrazu. Prokázali jsme, že absolutní přírůstky jeví v rámci každé dílčí varianty

stresu normálovou distribuci, takže získané výsledky možno hodnotit metodami biometrie. Ve většině pokusů jsme zjistili významně rozdílné průměrné přírůstky listů rostlin variant ovlivněných stresem mrazu různé intenzity i tehdy, když difference faktických teplot mezi nimi byly velmi malé (1,5 až 2,0 °C). V prostoru mrazicích skříní, v kterém jsou krabičky s jednotlivými smotky vystaveny dílčím stresům, se jen minimálně liší teploty panující během 24hodinové etapy každého pokusu. Přesto se délkové přírůstky listů jednotlivých rostlin v každém smotku lišily i v případě, že bylo užito osivo, jehož parametry semenářské jakosti svědčily o jeho maximální kvalitě a minimální variabilitě. Nutno proto kriticky uvažoval názor Marshalla a Kolba (1982), že podle vizuálního odhadu mrazem způsobené relativní deprese přírůstků jedné rostliny, je možné vybírat genotypy ozimého ovsa odpovídající rezistence.

Zatímco délka adaptace za teplot nad 0 °C neovlivňuje velikost přírůstků kontrolních variant, reagují takové rostliny na krátké otužení za teplot pod bodem mrazu v souladu s jeho indukční účinností. Zvláště u odolných genotypů se pravidelně projevují dočasné stimulační účinky indukce klíčků za teplot pod 0 °C. Jsou patrné nejen ze srovnání přírůstků rostlin příslušných variant kontrolních, ale často také těch, které byly zasaženy slabšími mrazy. Jsou specifické podle odrůd.

Abychom tento efekt vyloučili, přepočítali jsme přírůstky určené u dílčích stresů na průměrné hodnoty stanovené u odpovídající varianty kontrolní. Současně byly tak eliminovány případné difference mezi genotypy a osivem různého původu. Takové přehodnocení je zvláště nutné v případě, že rezistence různých variant je určována na základě efektu mrazu jedné intenzity. Nutnost srovnání s přírůstkem kontrolních rostlin uvádějí Marshall a Kolb (1982) při zmínce o posuzování účinku jednoho stresu vizuálním oceněním přírůstku každé rostliny do čtyř možných kategorií.

Protože v našich pokusech je při otužování za teplot pod 0 °C zcela zastaven růst a mrznutí je stejné v celé rostlině, není možné vysvětlit stimulaci následného růstu různou citlivostí embryonálního a expanzního růstu nebo rozdílnou teplotou různých částí organismu, jak je Kleinenendorst (1975) konstatoval v případě účinku chladu na kukuřici.

Podstata takových vlivů není zatím jasná, stejně jako dosud chybí vysvětlení mechanismu neletálních, negativních efektů mrazů na následnou aktivitu růstu. Dřívější naše pokusy (Segeřa a Papazisovskí, 1971a, b, 1973) s dobře vyvinutými a odnoženými rostlinami ozimé pšenice ukázaly, že opakovaný postřik sestrížených bazálních částí směsí β -indolyloctové a gibberelové kyseliny urychluje růst listů ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{h}$). Nešlo ovšem o rostliny postižené stresem. Odstřížení nadzemních částí mělo simulovat úplné zničení fotosynteticky aktivních částí rostlin. Podobně kladný vliv jevila kyselina naftyloctová (Sarsenbajev, 1975).

Účast hormonů v regulaci růstu i po skončení stresových situací mnohem lépe prokazují výsledky mnoha studií, v kterých je zvl. studován vliv sucha na metabolismus i hladiny, formy a vzájemné poměry endogenních sloučenin regulujících růstovou aktivitu (Barassi et al., 1980). Tyto otázky totiž souvisejí se skutečností, že právě růstové pochody jeví podstatně větší citlivost ke stresům, spojeným se změnou hydratace buněk, než jiné fyziologické pochody (Hsiao et al., 1976).

Není zatím jasné zda během cyklu mrznutí — tání navozené dočasné změny distribuce vody v protoplastu, buňkách i pletivech a tedy jen slabé vodní deficity jsou příčinou přímých poškození membránových systémů buněk, nebo zda podobně jako za sucha způsobená ztráta turgoru vede ke vzrůstu hladiny kyseliny abscisové (Pierce a Raschke, 1980). Roli mohou hrát ovšem i poruchy distribuce hormonů, způsobené poškozením citlivějších kořenů.

Je možné předpokládat, že v našich pokusech prokázaná výrazná závislost rozsahu neletálních, oslabením růstové aktivity se projevujících poruch na teplotě stresu mrazu umožní další výzkum této teoreticky i prakticky důležité problematiky mechanismu negativních vlivů mrazu.

Uvedená závislost a poměrně úzké teplotní rozmezí, v kterém dochází ke zřetelné depresi přírůstků naznačuje možnost využít takto získané hodnoty pro odvození kritické hodnoty stresu. Ta by ve smyslu letální dose (LD_{50}), běžně užívané ve farmakologii, objektivně charakterizovala geneticky nebo indukci podmíněné úrovně odolnosti rostlin nebo přesněji systému, který reguluje pochody růstu v postresové periodě. Celá tato otázka i s ohledem k faktoru časového trvání a různých podmínek panujících při kultivaci rostlin po zásazích mrazu a ovšem také vzhledem k rozsahu letálních poruch i reakci genotypů pšenice bude analyzována ve speciální práci. Zde je nutné zdůraznit, že teploty mrazů, za kterých většina neletálních poruch růstové aktivity nastává, jsou mnohem vyšší než ty, které jsou příčinou mortality valné většiny rostlin.

Literatura

- BARASSI, C. A. — CRUPKIN, M. — SUELDO, R. J. — INVERNATI, A.: Osmotic stress in coleoptiles and primary leaves of wheat. *J. exper. Bot.*, 31, 125, 1980, s. 1565-1572.
- HRUBÝ, K.: Variabilita a korelace v biologii. *Rozpr. II. tř. Čes. Akad.*, 60, 1950, s. 1-99.
- HSIAO, T. C. — ACAVEDO, M. — FERERES, E. — HENDERSON, D. W.: Water stress, growth and osmotic adjustment. *Philos. Trans. R. Soc. London, ser. B*, 273, 1976, s. 479-500.
- KLEINENDORST, A.: An explosion of leaf growth after stress condition. *Netherl. J. agric. Sci.*, 23, 1975, s. 139-144.
- KRETSCHMER, G.: Die Torsomethode, ein direktes Schnellverfahren für Frost-resistenzprüfungen mit Getreide. *Züchter*, 30, 1960, s. 251-254.
- KRETSCHMER, G. — BEGER, B.: Zur Torsomethode. Die Nachwuchslängen als Indikator für Frostschäden und Frostresistenz. *Züchter*, 36, 1966, s. 328-340.
- LEVITT, J.: Temperature stresses. Responses of plants to environmental stress. New York Acad. Press, 1972.
- MARSHALL, H. G.: A technique of freezing plant crowns to determine the cold resistance of winter oats. *Crop Sci.*, 5, 1965, s. 83-86.
- MARSHALL, H. G. — KOLB, F. L.: Individual crown selection for resistance to freezing stress in winter oats. *Crop Sci.*, 22, 1982, s. 506-510.
- OLIEN, C. R.: Freezing stresses and survival. *A. Rev. Pl. Physiol.*, 18, 1967, s. 387-408.
- OLIEN, C. R. — MARCHETTI, B. L.: Recovery of hardened barley from winter injuries. *Crop Sci.*, 16, 1976, s. 201-204.
- PIERCE, M. — RASCHKE, K.: Correlation between loss of turgor and accumulation of abscisic acid in detached leaves. *Planta*, 148, 1980, s. 174-182.
- ROD, J. — VÁGNEROVÁ, V.: Základy biometriky. Praha, SNP 1958.
- SARSENBAJEV, K. N.: Regeneracija u rastenij sortov ozimnoj pšenicy različajuščichsja po zimostojkosti posle mehaničeskich povreždenij. *Fiziol. Biochim. kuft. Rast.*, 7, 1975, s. 470-473.

SEGETA, V.: Expositivní metoda určení životnosti a stavu porostů ozimů. Věd. Práce Výzk. Úst. rost. Vyr., Praha, 7, 1963, s. 63-70.

SEGETA, V.: Dynamika a charakteristiky rezistence ozimé pšenice vůči mrazu. In: Sborník Fyziol. a genet. principy odolnosti rostlin voči meteorogenným činitelům (Ed. J. Kolek), 1979, s. 118-128.

SEGETA, V.: Závislost indukce rezistence ozimé pšenice vůči mrazu na délce působení teplot nad 0 °C. Rostl. Výroba, 26, 1980, č. 5, s. 541-551.

SEGETA, V.: Vliv teplot pod bodem mrazu na indukci rezistence klíčících rostlin vůči mrazu. Rostl. Výroba, 28, 1982, č. 9, s. 957-968.

SEGETA, V. — NAŠINEC, V.: Studium procesu adaptace ozimé pšenice z hlediska fyziologie a frakčního složení rozpustných bílkovin. [Záv. zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV, 1973, s. 1-77.

SEGETA, V. — PAPAŽISOVSKI, K.: Příspěvek k hodnocení intenzity regenerace ozimých obilnin během zimy. Rostl. Výroba, 17, 1971a, č. 6, s. 557-564.

SEGETA, V. — PAPAŽISOVSKI, K.: Einfluss von Giberellin und Auxin sowie der äusseren Bedingungen auf die Regenerationsfähigkeit von Winterweizen. Věd. Práce Výzk. Úst. rost. Vyr., Praha, 17, 1971b, s. 257-266.

SEGETA, V. — PAPAŽISOVSKI, K.: Závislost regenerační schopnosti ozimé pšenice na růstové fázi rostlin. Rostl. Výroba, 19, 1973, č. 2, s. 153-157.

SCHWARZBACH, E.: Der Vergleich der Überlebensrate mit der Nachwuchslänge bei der Prüfung der Abhärtungsfähigkeit von Weizen-Keimpflanzen mit dem Dekapitationstest. Z. Pfl.-Zücht., 57, 1967, s. 382-384.

SCHWARZBACH, E.: Determination of hardening ability in barley by measuring the electrical resistance of seedlings after freezing. *Proced. Colloq. on winter hardiness of cereals*. Martonvasar (Ed. S. Rajki), 1972, s. 173-180.

WARNES, D. D. — JOHNSON, V. A.: Crown freezing and natural survival comparison in winter wheat. *Agron. J.*, 64, 1972, s. 285-289.

Došlo dne 19. 1. 1983

СЕГЕТА, В. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние интенсивности стресса мороза на ростовую активность проростков пшеницы. *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (6) : 643-654.

Анализ показал нормальное распределение приростов новой массы листьев с состриженных всходов оз. пшеницы как на контроле, так и на растениях, затронутых морозами разной интенсивности. Депрессия соответствует интенсивности этого стресса и является чутким критерием объема нелетальных повреждений. Слабые стрессы или индукции устойчивости при температурах ниже точки замерзания заметно влияют на последующую ростовую активность срезанных растений. Предлагается коррекция абсолютных приростов, чтобы изменения, связанные с устойчивостью генотипа и уровнем воздействующей температуры, не влияли на оценку морозостойкости. Показана параллельность между размером нелетальных и летальных повреждений, вызываемых морозами разной интенсивностью. Депрессия относительных приростов листьев наступает после слабых морозов, а не из-за сокращения доли растений, выживающих после мороза. Депрессия как ростовой активности, так и доли выживающих растений аналогично характеризует различия в генетически обусловленной или экологическими условиями индуцированной морозостойкости только в условиях адекватной интенсивности стресса мороза.

озимая пшеница; морозостойкость; индукция устойчивости; скорость роста; повреждение растений

SEGETA, V. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Influence of Freezing Stress Intensity on the Growth Activity of Wheat Seedlings*. *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (6) : 643-654.

The leaf growth intensity evaluated in basal parts of winter wheat seedlings whose coleoptile and first leaf were cut off showed the normal frequency distribution both in control unfrozen plants and in those exposed to individual freezing stresses of gradually increased intensity. The reduction in the growth ability is proportional to the freezing stress intensity and represents a sensitive criterion of the extent of non-lethal freezing in plants. The stresses of low intensity or even the induction of hardiness at temperatures below zero affect obviously the subsequent growth activity

in the cut off plants. A correction of absolute leaf growth intensity was proposed to exclude the effects of such changes on the freezing hardiness evaluation. The experimental results demonstrated the parallelism of changes in the extent of non-lethal and lethal plant injuries caused by freezing stresses of gradually increased intensities. The depressions of the relative growth activity are caused by substantially weaker frosts than the decrease in the proportion of plants surviving the stresses. The depressions of the growth activity and of the proportion of surviving plants characterize concurrently the differences in the genetically or ecologically induced resistance only under frost stress of adequate intensity.

winter wheat; frost resistance; induction of hardiness; growth rate; plant injuries

Adresa autora:

Doc. ing. Vladimír Segeřa, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507,
161 06 Praha - Ruzyň

VLIV VNĚJŠÍCH PODMÍNEK NA GENERATIVNÍ RŮST U JEČMENE JARNÍHO

J. Úlehla

ÚLEHLA, J. (Výzkumný ústav základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Vliv vnějších podmínek na generativní růst u ječmene jarního*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 655-662.

Ve třech pokusných sériích s postupnými výsevy se sledoval dlouhivý růst klasů u jarního ječmene 'Safir'. V prvních dvou sériích se pěstovaly rostliny v neklimatizovaném skleníku, ve třetí sérii na pokusném dílci. U dvou sérií se prokázala exponenciální závislost délky klasů na teplotních úhrnech. Rozdíly v dynamice růstu mezi sériemi i některé rozdíly mezi různými výsevy v rámci sérií bylo možno uvést v souvislost s rozdílnými pokusnými podmínkami, tj. délkou dne, hloubkou setí, intenzitou záření a fototermickým podílem.

růst klasu; teplota; hloubka setí; fototermický podíl

Vývoj generativních orgánů u obilnin se dosud častěji popisuje a hodnotí jako řada vývojových stadií (Kupermanová, 1955; Petr et al., 1974) než jako nepřetržitý růstový proces provázený diferenciací. Výskyt jednotlivých stadií se váže v různých letech k různým datům. Zčásti je to důsledek rozdílného data setí, avšak uplatňují se zde i rozdílné teplotní podmínky jednotlivých let. U jarního ječmene, vysévaného v polních podmínkách, dynamika počátečního vegetativního růstu úzce souvisí s průběhem teplot. Dosaženou pokryvností listoví lze pro standardní výsevek vypočítat z kumulativních úhrnů průměrných denních teplot v „den-stupních“ na základě jednoduché exponenciální závislosti (Úlehla, 1981). Uvedeného vztahu lze použít téměř až do doby, kdy porost dosáhne plného zápoje, tj. do pokryvnosti listoví rovné 2 až 3. Pátá etapa organogeneze podle Kupermanové u jarního ječmene 'Diamant' byla obvykle ukončena, když pokryvnost listoví dosáhla hodnoty 1 (Úlehla, Zichová, nepubl.). Z uvedeného vyplývá, že diferenciacie klasů probíhá v období, kdy dynamika vegetativního růstu úzce souvisí s teplotním režimem. Iniciace klasů, tj. přechod od první k druhé etapě organogeneze podle Kupermanové, je u jarního ječmene podmíněna dostatečnou délkou dne. V případě, že jsou světelné nároky rostlin splněny, měl by generativní růst, tj. růst klasů, alespoň v určitém teplotním rozmezí záviset podobně na teplotě jako růst vegetativní. U generativního růstu na rozdíl od růstu vegetativního je přitom možno očekávat při různých teplotách specifické rozdíly, odpovídající nepřímému vlivu teploty na počet založených klásků a na počet zrn v klasu (Rawson a Bagga, 1979; Frank, 1980), který způsobuje, že s vyššími průměrnými teplotami klesá výnosový potenciál klasů. V této souvislosti je možno

uvést, že rozbor 10leté výnosové řady pro ozimou pšenici v Pohořelicích ukázal větší podíl březnových a dubnových teplot na ročníkovém kolísání výnosů než vláhové zabezpečení porostů (Úlehla, 1978). Z výše uvedených důvodů je možno počítat i s případnými termoregulačně podmíněnými výnosovými účinky závlah (Hladík, osobní sdělení; Kudrna, 1967).

Předložené sdělení je zaměřeno na vztah počátečního generativního růstu k teplotě u jarního ječmene.

MATERIÁL A METODY

V průběhu podzimu 1981 a jara 1982 byl v nevytápěném skleníku postupně vyséván v týdenních intervalech jarní ječmen, odrůda 'Safír', do nádobek obsahujících ornici (degradovaná černozem). Na jaře 1982 byly také provedeny opakované výsevy na záhon. Získaly se tři pokusné série, v nichž postupná data setí představovala jednotlivé varianty. Pokusné série se značně lišily růstovými podmínkami. V sérii A (podzim 1981, skleník) byly vysety obilky do hloubky 5 cm a ornice se nepřihnožovala. V sérii B (jaro 1982, skleník) byl proveden výsev do hloubky 2 cm a k zalévání byl použit čtyřnásobně ředěný Knopův živný roztok. V sérii C (jaro 1982, záhon) byly vysety obilky do hloubky 8 cm, aby se při všech postupných výsevech zajistila dostatečná vláha pro vzházení.

V průběhu vegetačního období se odebíraly jednotlivé rostliny pro vegetační rozbor a pro hodnocení generativního růstu vypreparovaných vrcholů (klasů). V rámci hodnocení se určovala pod binokulárním mikroskopem jejich délka a šířka, etapa organogeneze (Kuperman, 1955; Petr et al., 1974) a počet kláskových základů. Jakmile to velikost budoucích klasů dovolila, stanovovala se jejich čerstvá a suchá hmotnost.

Teplotní úhrny v „den-stupních“ ($D^{\circ}C$), pro série A a B počítaly se z teplot vzduchu měřených přímo ve skleníku pomocí zastíněného termografu, teplotní úhrny pro sérii C (záhon) se počítaly z průměrných teplot vzduchu určených běžným způsobem z termínových měření v meteorologické budce. V předloženém sdělení se vesměs uvažují pouze teplotní úhrny pro prahovou teplotu $0^{\circ}C$. Intenzita slunečního záření se počítala z údajů o slunečním svitu (Úlehla, 1982). Vypočítané hodnoty se pro skleník snižovaly o 20 %.

VÝSLEDKY

Obr. 1 ukazuje závislost délky klasů na čase, tj. na počtu dnů od setí pro sérii C. Z grafu vyplývá, že zjevný růst klasů v uvedeném případě probíhá v krátkém období, přibližně mezi 40. a 60. dnem. Graf rovněž ukazuje, že po 50 dnech od setí dosahovaly klasy rostlin z posledních dvou výsevů (27. 4. a 4. 5.) téměř plné délky, zatímco klasy rostlin z prvního výsevu (6. 4.) měřily teprve asi 5 mm. Příčinou rozdílu byly teplotní podmínky, za kterých probíhal růst jednotlivých variant série C, jak vyplývá z přehledu průměrných teplot vzduchu za 50 dnů od setí pro jednotlivé výsevy:

Datum setí:	6. 4.	14. 4.	20. 4.	27. 4.	4. 5.
Prům. teplota:	10,8	13,0	15,0	16,1	16,9

Obr. 2 ukazuje závislost délky klasů, vyjádřené v přirozených logaritmech, na teplotních úhrnech. Na grafu je patrné lineární uspořádání bodů, které při daném zobrazení vyjadřuje exponenciální závislost, pro období od setí do teplotního úhrnu 600 $D^{\circ}C$, případně 900 $D^{\circ}C$.

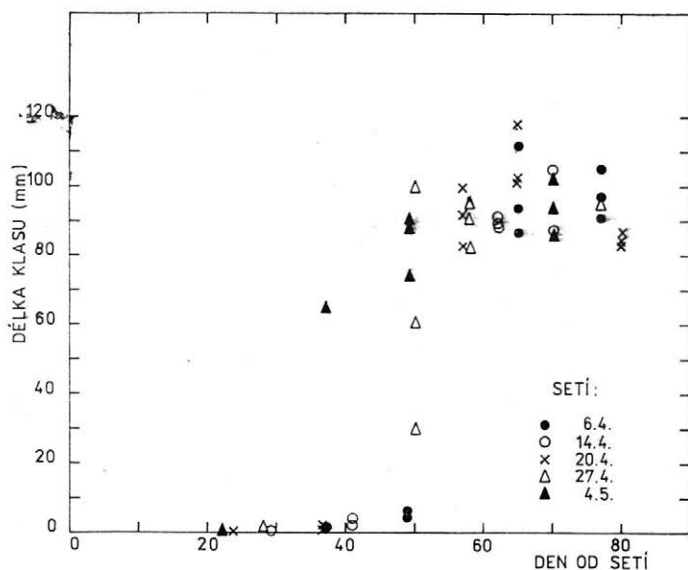
Dynamiku počátečního generativního růstu u všech tří pokusných sérií ukazují obr. 3 až 5. Přehled regresních vztahů, které charakterizují

I. Regresní vztahy délky klasů (v mm) vyjádřené v přirozených logaritmech, k teplotním úhrnům pro prahovou teplotu 0°C, teplotní a radiační podmínky v hodnoceném intervalu — Regressions of the ear length (in mm) expressed in natural logarithms to the temperature sums for the threshold temperature of 0°C; temperature and radiation conditions in the evaluated interval

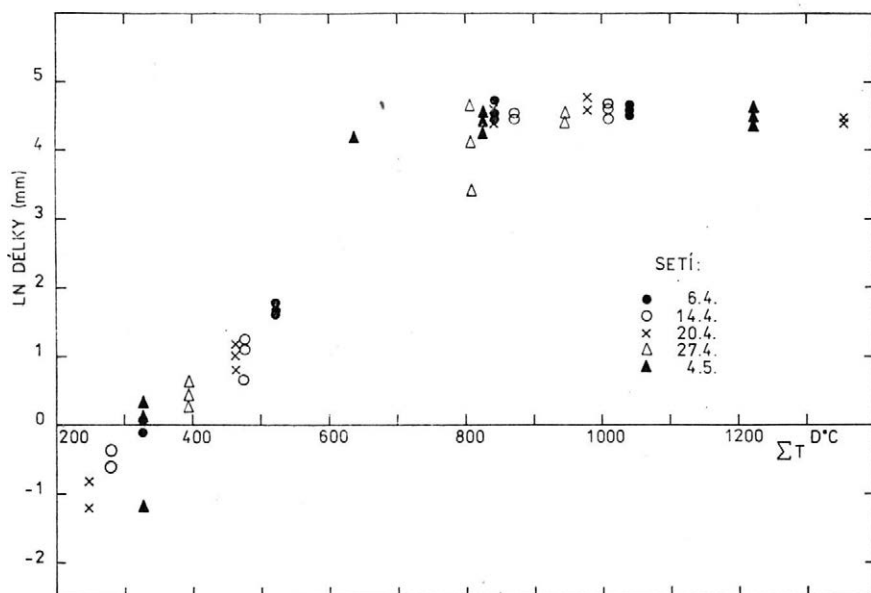
Série (fáze, varianta)	Interval	Dny	Absolutní člen (ln L _o)	Počáteční délka L _o (mm)	Sklon	N	r	r ²	Průměrná teplota $\bar{t}$ (°C)	Průměrné záření, r. (MJ m ⁻² .den ⁻²)	$\bar{r}/\bar{t}$
A — podzim, skleník	11. 8. — 14. 10.	64	-2,55	0,078	0,00515	50	0,851	0,724	18,2	9,8	0,54
B — jaro, skleník	15. 3. — 27. 5.	73	-1,96	0,141	0,00552	57	0,909	0,828	13,1	12,7	0,97
C — jaro, záhon	6. 4. — 10. 6.	65	-2,89	0,056	0,00854	21 ^{a)}	0,963	0,927	13,0	18,6	1,43
A — 2. fáze (rychlý růst)	160 — 440 D°C	—	-3,16	0,042	0,00710	32	0,768	0,590	—	—	—
A — 3. fáze (pomalý růst)	380 — 660 D°C	—	-1,75	0,174	0,00356	24	0,775	0,601	—	—	—
B — 1. výsev	15. 3. — 6. 5.	51	-2,56	0,077	0,00608	9	0,974	0,949	11,5	11,9	1,03
B — 2. až 4. výsev	29. 3. — 19. 5.	51	-1,85	0,157	0,00590	24 ^{b)}	0,959	0,921	13,6	13,2	0,97
B — 5. až 7. výsev	20. 4. — 27. 5.	37	-1,82	0,162	0,00508	20	0,978	0,956	16,7	14,4	0,86
B — 1. až 2. odběr 7. výsevu	17. 5. — 27. 5.	10	-1,42	0,242	0,00290	6 ^{c)}	0,905	0,818	20,6	14,6	0,71

a) — 2 extrémní hodnoty vyloučeny; b) — 1 extrémní hodnota vyloučena; c) — orientační údaje pro interval mezi dvěma posledními odběry posledního výsevu

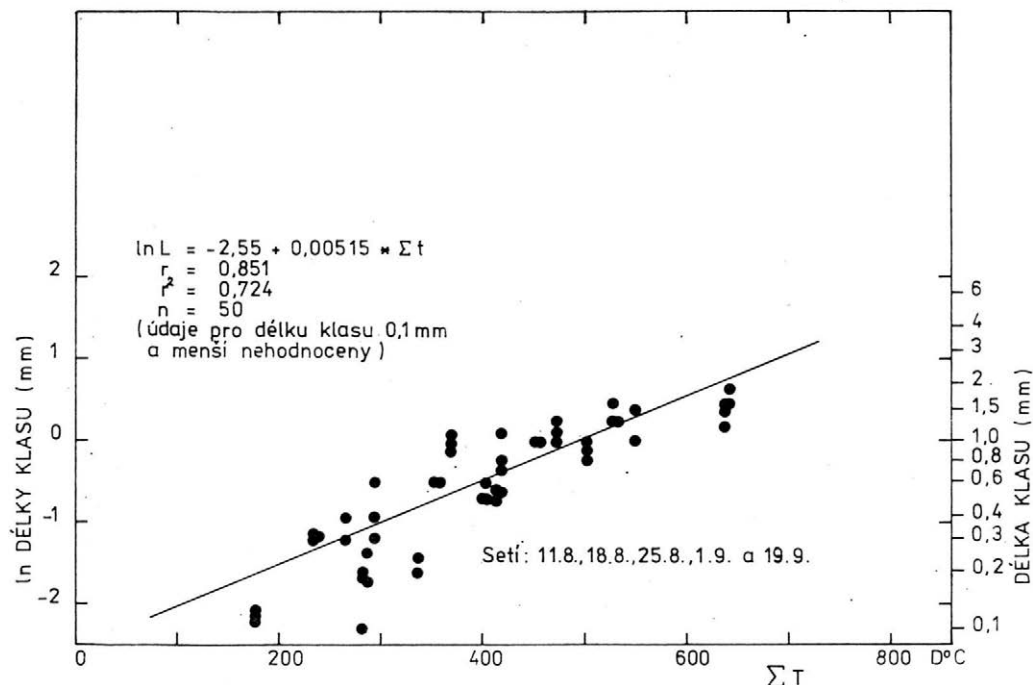
1. Závislost délky klasu ječmene 'Safír' na čase — The relation between the ear length in the 'Safír' barley cultivar and the time (days from sowing)



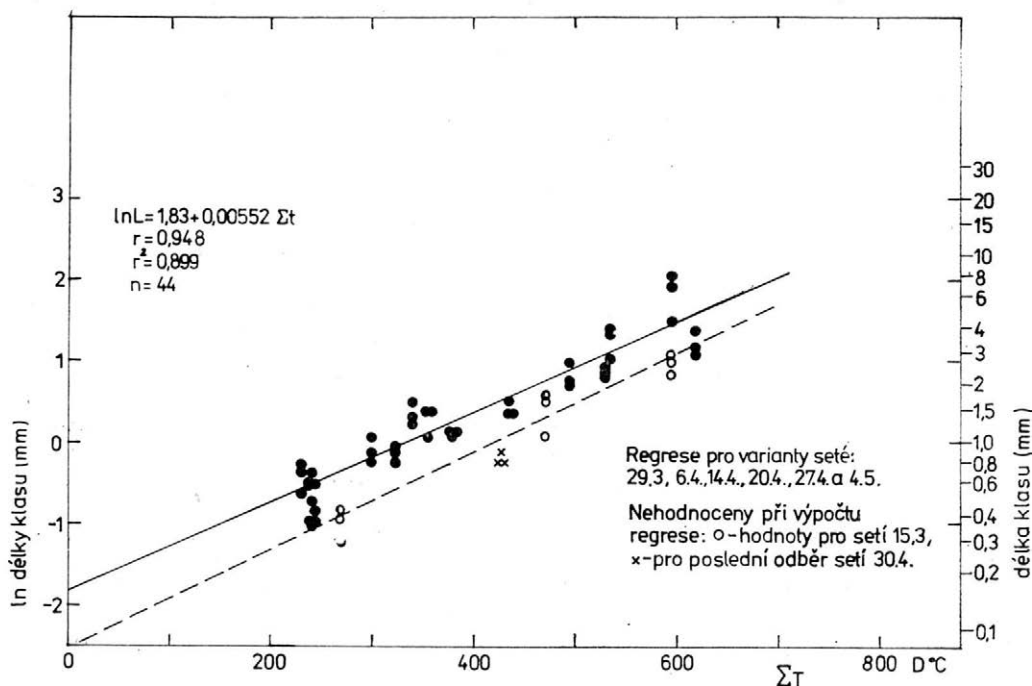
růst klasů v závislosti na růstu teplotních úhrnů, podává tab. I. Z obr. 4 a 5 jednoznačně vyplývá exponenciální ráz růstu klasů vztaženého k teplotním úhrnům v případě sérií B a C. U série A (obr. 3)* se však generativní růst vyznačuje odlišnou dynamikou, jak vyplývá z nepravidelného rozložení bodů kolem proložené přímky. Pro přehlednost obr. 3 nezahrnuje 12 bodů pro rozmezí teplotních úhrnů 130 až 230 D°C, kdy vzrostné vrcholy měřily 0,1 mm. Rozložení bodů na obr. 3 naznačuje přítomnost zlomu v teplotní závislosti růstu při teplotním úhrnu ca 400 D °C.



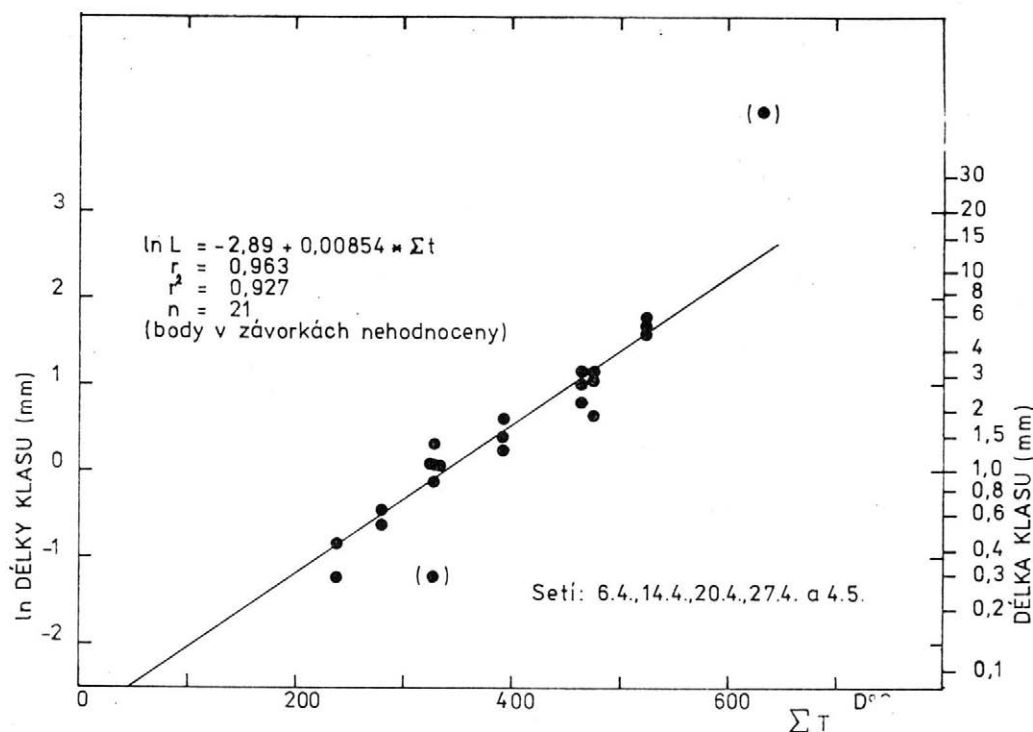
2. Závislost logaritmicky vyjádřené délky klasů na úhrnu teplot — The relation between the logarithmically expressed ear length and the temperature sum



3. Závislost logaritmicky vyjádřené délky klasů ječmene 'Safir' na úhrnu teplot (podzim 1981 — skleník) — The relation between the logarithmically expressed ear length in the 'Safir' barley cultivar and the temperature sum (the autumn of 1981 — glasshouse)



4. Závislost logaritmicky vyjádřené délky klasů ječmene 'Safir' na úhrnu teplot (jaro 1981 — skleník) — The relation between the logarithmically expressed ear length in the 'Safir' barley cultivar and the temperature sum (the spring of 1981 — glasshouse)



5. Závislost logaritmičsky vyjádřené délky klasů ječmene 'Safir' na úhrnu teplot (jaro 1982 — záhon) — The relation between the logarithmically expressed ear length in the 'Safir' barley cultivar and the temperature sum (the spring of 1982 — outdoor plot)

DISKUSE

Absolutní členy regresních závislostí pro celé soubory měření z jednotlivých sérií udávají po odlogaritmování hypotetické počáteční délky klasů, L_0 , v době setí. U série A (skleník, podzim) odpovídá tato hodnota 0,078 mm (tab. I). Všechny 12 vrcholů měřených v rozmezí teplotních dnů 120 až 230 D°C mělo však u této série stejnou délku 0,1 mm. To znamená, že prodlužování vrcholů, tj. přechod od první vegetativní fáze ke generativní, začalo u série A později. Rozložení bodů na obr. 3 ukazuje, že mezi 200 a 400 D°C probíhalo již prodlužování budoucích klasů poměrně rychle, avšak dále se zpomalilo. Samostatné regrese byly proto odvozeny pro rozmezí 160 až 440 D°C a 380 až 660 D°C. Hodnota L_0 odvozená z regrese pro fázi rychlého růstu odpovídá 0,042 mm.

U série B (skleník, jaro) je počáteční hypotetická délka klasů výrazně vyšší, $L_0 = 0,141$, než série A, zatímco hodnota $L_0 = 0,056$ pro sérii C leží mezi oběma hodnotami odvozenými pro sérii A. U série B proběhla iniciace zřejmě rychleji než u sérií A a C. Rozdíly mezi B a C mohou souviset s rozdílnou hloubkou setí, 2 a 8 cm. Zvedání odnožovací uzliny do obvyklé vzdálenosti ca 2 cm od půdního povrchu kontrolují světelné podmínky zprostředkované koleptyl jako světlovodičem. U série A, při hloubce setí 5 cm, vrchol se vždy prodlužoval až když zvedací článek, hypokotyl, ukončil růst. Je proto pravděpodobné, že délka dne se může uplatnit jako faktor, který rozhoduje o přechodu

od fáze vegetativní do fáze generativní, až když světelný počíteč překročil hodnotu, při níž hypokotyl zastavuje růst. Urychlené vzcházení rostlin z menší hloubky vede k lepšímu využití zásob endospermu pro tvorbu fotosynteticky aktivních nadzemních orgánů, a pokud jsou světelné podmínky příznivé, pak i k urychlenému růstu generativnímu. Zvláštní pozornost v této souvislosti zaslouží výrazný rozdíl v hypotetické počáteční délce klasů u rostlin z prvního výsevu série B a mezi ostatními dílčími soubory uvedené série (tab. I), který naznačuje, že u prvního výsevu byl přechod do generativní fáze brzděn nedostatečnou délkou dne.

Kromě rozdílů navozených pokusným uspořádáním lišily se jednotlivé pokusné série i povětrnostními podmínkami. V tab. I jsou uvedeny pro sledovaná období průměrné teploty vzduchu, průměrné denní příkony sluneční energie a jejich podíly, tj. fototermické kvocienty, které do biometeorologie zavedl Nix (1976, cit. Rawson, Bagga, 1979). Podle posledních uvedených autorů fototermický podíl vyjadřuje zhruba poměr mezi potenciální dostupností asimilátů (příkon záření) a mezi jejich potenciální potřebou rostlinami (průměrná teplota).

Z tab. I vidíme, že u série A až C roste v příslušném regresním vztahu hodnota sklonu, tj. relativní rychlost růstu klasu vztažená na 1 °C, ale i hodnota korelačního koeficientu s rostoucí intenzitou slunečního záření a s hodnotou fototermálního podílu. Podobné vztahy pozorujeme i u dílčích souborů série B.

Literatura

- FRANK, R.: Grain yield and ear development of spring barley as influenced by environmental conditions during early stages of plant development. *Biol. Plantarum*, 22, 1980, č. 4, s. 274-281.
- KUDRNA, K.: Termodynamický charakter vlivu klimatických faktorů na utváření výnosů polních plodin. *Rostl. Výroba*, 6, 1967, č. 3, s. 112-121.
- KUPERMAN, F. M.: Etapy formirovanija organov plodonosenija zlakov. Moskva, Izd. Moskovs. Univ., 1955.
- PETR, J. et al.: Biologická kontrola v agrotechnice obilnin. Mladá Boleslav, Čs. zem. spol., 1974.
- RAWSON, H. M. — BAGGA, A. K.: Influence of temperature between floral initiation and flag leaf emergence on grain number in wheat. *Austr. J. Plant. Physiol.*, 6, 1979, s. 391-400.
- ÚLEHLA, J.: Vliv březnových a dubnových teplot na výnosy ozimé pšenice. *Rostl. Výroba*, 24, 1978, č. 12, s. 1293-1300.
- ÚLEHLA, J.: Vliv teploty na růst listové plochy u jarního ječmene. *Rostl. Výroba*, 27, 1981, č. 6, s. 567-574.
- ÚLEHLA, J.: Závlahové režimy a počasie. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe. Nitra, ÚVTIP 1982.

Došlo dne 19. 1. 1983

УЛЕГЛА, И. (Научно-исследовательский институт основной агротехники, Грушованы-у-Брно): Влияние внешних условий на генеративный рост ярового ячменя. *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (6): 655-662.

В трех опытных сериях с постепенным высевом прослеживали за ростом в длину колосьев ярового ячменя 'Сапфир'. В первых двух сериях выращивали растения в парнике без кондиционирования воздуха, а в третьей — на опытной делянке. Первые две серии показали зависимость экспоненциальной длины колоса от температурных сумм. Различия

как в динамике роста между сериями, так и между посевами в рамках серий можно коррелировать с разными условиями проведения опыта, т.е. с продолжительностью дня, глубиной сева и фототермической долей.

ÚLEHLA, J. (Agricultural Research Institute, Hrušovany u Brna): *Generative Growth in Spring Barley as Affected by Environmental Conditions*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 655-662.

The linear growth of ear in the 'Safir' cultivar of spring barley was studied in three experimental series with gradual sowings. In the first two series the plants were grown in an unconditioned greenhouse, in the third series on the experimental plot. The exponential relation of the ear length and the temperature sums was proved in two of these series. The differences in the growth dynamics between the series, and the sowing rates within the series, could be correlated with different experimental conditions, i. e. length of day, sowing depth, radiation and photothermic coefficient.

ear growth; temperature; sowing depth; photothermic coefficient; radiation

Adresa autora:

RNDr. Jiří Úlehla, CSc., Výzkumný ústav základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

SYNERGISMUS GIBERELINU A KYSELINY INDOL-3-OCTOVÉ PŘI STIMULACI ZELENÉ HMOTY LUSKOVINO-OBILNÍCH SMĚSEK

J. Podešva, J. Šebánek

PODEŠVA, J. — ŠEBÁNEK, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Synergismus giberelinu a kyseliny indolyl-3-octové při stimulaci zelené hmoty luskovino-obilních směrek*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 663-667.

V polním pokuse byla stimulována směska jarní pšenice s hrachem a směska jarního ječmene s peluškou trojím postřikem roztokem giberelinu (GA) v koncentraci 100 mg.l^{-1} , roztokem indolyl-3-octové kyseliny (IAA) v koncentraci 50 mg.l^{-1} a roztokem GA 100 + IAA 50 mg.l^{-1} . Po aplikaci GA došlo ke zvýšení hmotnosti zelené hmoty o 12 až 17 %, po aplikaci IAA o 4 až 5 % a po aplikaci GA + IAA o 18 až 20 %, aniž se přitom průkazně změnil obsah sušiny. V růstu lodyžního systému a z něho vyplývající tvorby zelené hmoty pokusných rostlin se tak projevil nápadný synergismus mezi účinkem GA a IAA.

směsky na zelené krmení; stimulace zelené hmoty; synergismus giberelinu a auxinu

Záhy po objevu giberelinu jako účinného fytohormonu lodyžního prodlužovacího růstu se počaly zvažovat i možnosti jeho využití v rostlinné výrobě [Krekule a Ullman, 1958; Čajlachan, 1958, 1961; Šebánek, 1965]. Ukázalo se, že pro stimulaci masy zelené píce není giberelin využitelný u vytrvalých píceň, neboť se tam záhy projeví negativně jeho nepříznivý vliv na růst kořenů. Vznikla však možnost stimulace zelené hmoty u jednoletých píceň, což se pozitivně projevilo u kukuřice [Šebánek, 1960] i u hrachu [Šebánek, 1964].

Předložená práce ověřuje v polních podmínkách využití giberelinu při stimulaci zelené hmoty jarních luskovino-obilních směsek, přičemž současně zkoumá v daném fyziologickém působení interakci giberelinu a kyseliny indolyl-3-octové.

MATERIÁL A METODY

K pokusům bylo využito dvou luskovino-obilních směsek. Směska A: jarní pšenice 'Rena' s hrachem 'Smaragd' v poměru 1 : 1. Směska B: jarní ječmen 'Spartan' s obchodním osivem pelušky (*Pisum sativum* var. *arvense*) v poměru 1 : 1.

Směsky byly vysety do řádků 15 cm v pásech 1,5 m širokých s mezerou 30 cm mezi jednotlivými pásy. V každém pásu byly vymezeny parcelky o ploše 6 m² (4 × 1,5 m). Obě směsky byly vysety 16. 4. 1982 na pokusném pozemku školního statku VŠZ v Žabčicích. Jak v případě směsky A, tak i směsky B, bylo šachovnicovitě ošetřeno vždy 12 políček postřikem v těchto pokusných variantách:

I. Růst rostlin ve směsce A (jarní pšenice s hrachem) a ve směsce B (jarní ječmen s peluškou) po postřiku stimulačními roztoky — The growth of plants in mixture A (spring wheat and pea) and mixture B (spring barley and field pea) after application of stimulator solutions

Směska	Druh rostliny	Výška rostlin v cm po ošetření											
		GA			GA + IAA			IAA			kontrola		
		9. 6.	16. 6.	22. 6.	9. 6.	16. 6.	22. 6.	9. 6.	16. 6.	22. 6.	9. 6.	16. 6.	22. 6.
A	hrách	51,8 ± 1,6	59,9 ± 1,9	72,3 ± 1,2	51,5 ± 1,4	60,4 ± 2,6	73,6 ± 2,4	47,5 ± 1,3	56,6 ± 2,4	66,2 ± 3,1	45,7 ± 1,6	56,1 ± 2,2	65,3 ± 2,2
	pšenice	44,4 ± 0,8	61,2 ± 2,1	81,6 ± 2,3	43,5 ± 1,2	61,5 ± 1,2	82,9 ± 1,8	43,6 ± 0,3	58,0 ± 1,5	77,4 ± 1,3	42,4 ± 0,6	57,0 ± 2,0	74,3 ± 2,6
B	peluška	80,4 ± 1,6	109,8 ± 3,1	113,2 ± 3,2	79,8 ± 1,8	108,0 ± 2,2	112,4 ± 2,8	74,9 ± 1,5	84,6 ± 1,8	94,2 ± 1,3	72,4 ± 0,8	82,3 ± 1,5	93,4 ± 1,9
	ječmen	58,5 ± 1,3	77,3 ± 0,8	83,0 ± 2,2	57,0 ± 0,9	76,8 ± 1,2	84,8 ± 2,0	49,6 ± 1,2	70,8 ± 0,6	79,6 ± 2,0	48,9 ± 1,3	70,6 ± 0,8	81,7 ± 2,5

1. GA₃ v koncentraci 100 mg.l⁻¹,
2. GA₃ v koncentraci 100 mg.l⁻¹ + IAA v koncentraci 50 mg.l⁻¹,
3. IAA v koncentraci 50 mg.l⁻¹,
4. kontrola (postřik vodou).

K pokusům bylo využito těchto preparátů: giberelinu GA₃, výrobek firmy Phylaxia, Budapest, IAA, výrobek Croft Laboratories Ltd, Brackley, Northans, England.

Každá ze čtyř pokusných variant měla tři opakování, přičemž na 6 m² bylo vždy užito 300 ml roztoku, a to 2. 6., 9. 6. a 15. 6. 1982. V době prvního postřiku byly obilniny v obou směskách ve fázi sloupkování se čtyřmi vyvinutými listy. Výška porostu činila u směsky A 34 cm (u pšenice i hrachu) a u směsky B činila výška porostu ječmene 25 cm a u pelušky 38 cm. Stav porostu v obou dalších dvou datech postřiku a v den sklizně, vykonané 22. 6. 1982, byl vyjádřen výškou rostlin v porostu i charakteristikou dané etapy vývinu rostlin, v den sklizně pak i hmotností sklizené zelené hmoty.

VÝSLEDKY

Tab. I ukazuje průměrnou výšku jednotlivých komponent směsky A i B ve dnech druhého a třetího postřiku (9. a 16. 6.) a v den sklizně (22. 6.).

Z tab. I vyplývá, že již za týden po prvním postřiku (tj. 9. 6., kdy oba druhy hrachu začínají kvést, ječmen je ve fázi metání a pšenice na počátku metání) se projevila stimulační účinek všech užitých roztoků (nejslabší po aplikaci samotné IAA) a to podstatně silněji u obou druhů hrachu než u obilnin. Za 13 dní po prvním postřiku (tj. dne 15. 6., kdy obilniny byly již po vymetání a oba druhy hrachu v plném květu) bylo možno zaznamenat stimulaci prodlužovacího růstu jen po aplikaci GA, popř. GA + IAA, a to opět velmi nápadnou u hrachů a slabší u obilnin. Konečně za 20 dní po prvním postřiku (tj. v den sklizně 22. 6., kdy pšenice byla v plném květu, ječmen na počátku mléčné zralosti a oba druhy hrachu s prvními nasazenými lusky) přetrvával stále stimulační účinek GA, popř. GA + IAA na prodlužovací růst rostlin u obou druhů hrachu a také u pšenice.

Hmotnost zelené hmoty při sklizni uvádí tab. II.

V případě směsky A došlo tak k vysoce statisticky průkaznému zvýšení hmoty zelené píce (sledováno metodou analýzy rozptylu pro ša-

II. Stimulace zelené hmoty ve směsce A (jarní pšenice s hrachem) a ve směsce B (jarní ječmen s peluškou) — The stimulation of green matter in mixture A (spring wheat and pea) and in mixture B (spring barley and field pea)

Varianty	Sklizeň zelené hmoty v kg							
	směska A				směska B			
	GA	GA + IAA	IAA	kontrola	GA	GA + IAA	IAA	kontrola
1. opakování	23,4	25,2	22,8	21,2	41,2	43,0	37,4	35,6
2. opakování	24,2	25,8	21,2	20,6	40,4	41,6	36,2	34,8
3. opakování	23,9	24,3	22,1	21,8	42,6	42,8	37,8	35,2
Souhrn	23,8	25,1	22,0	21,2	41,4	42,5	37,1	35,2

chovnicovitě uspořádné dílce] po aplikaci GA + IAA (o 18,4 %) a po aplikaci samotné GA ke statisticky průkaznému zvýšení (o 12,4 %). V případě směsky B nastalo vysoce statisticky průkazné zvýšení hmoty po aplikaci GA + IAA (o 20,6 %) i po aplikaci samotné GA (o 17,6 %). Také samotná IAA působila slabou stimulací zelené hmoty, v případě směsky A jen neprůkaznou (o 3,9 %), v případě směsky B průkaznou (o 5,5 %). Obsah sušiny přitom nebyl aplikací růstových regulátorů snížen, neboť v případě směsky A kolísal obsah sušiny u jednotlivých variant pokusu neprůkazně mezi 17,5 až 18,1 % a v případě směsky B mezi 13,3 až 13,7 %.

DISKUSE

Je známo, že exogenní auxin (IAA) sám o sobě stimuluje prodlužovací růst lodyžních internodií intaktních rostlin jen slabě (nebo jej nestimuluje vůbec), zatímco exogenní giberelin působí u lodyh intaktních rostlin nápadnou stimulací prodlužovacího růstu. Naproti tomu růst lodyžních segmentů je naopak stimulován exogenní IAA a nikoliv exogenním giberelinem. Je-li však při tom aplikována IAA spolu s GA, dojde k dalšímu zesílení stimulačního účinku giberelinu (Wareing a Phillips, 1978). To svědčí o tom, že k prodlužovacímu růstu lodyh giberelinem podnícenému je třeba zvýšeného přísunu IAA. Je tedy aplikace giberelinu na intaktní rostlinu vždy výsledkem jeho interakce s endogenní IAA v ní přítomnou. Podle toho je možno i u intaktních rostlin v určitých pokusných podmínkách zesílit giberelinem stimulovaný prodlužovací růst lodyh aplikací IAA. O tomto synergismu GA a IAA svědčí i výsledky polního pokusu v této naší práci ve vztahu ke stimulaci zelené hmoty tvořené lodyžním systémem dvou druhů obilnin a dvou druhů hrachu. Obdobný synergismus byl již dříve popsán ve skleníkových pokusech na hrachu (Šebánek, 1963). Již tehdejší i další pokusy (Šebánek, 1964) svědčily o tom, že je možno docílit i giberelinem, resp. giberelinem a IAA stimulace zelené hmoty, aniž přitom dochází ke snížení její sušiny i karoténu. Polní pokus, popsáný v této naší práci, tak plně potvrzuje závěry získané v předchozích letech a ukazuje na reálnou možnost praktického využití giberelinu, resp. giberelinu + IAA v našem pěstování.

Literatura

- ČAJLACHJAN, M. CH.: Vlivy gibberellinů na rost i rozvoj rostlin. Bot. Ž., 43, 1958, č. 7, s. 927-952.
- ČAJLACHJAN, M. CH.: Gibberelliny rostlin. Moskva 1961.
- KREKULE, J. — ULLMANN, J.: Nové poznatky z chemie a biologie giberelinů a jejich využití v zemědělství. Přehl. zahr. zeměd. liter., 8, 1958, č. 10, s. 1297-1307.
- ŠEBÁNEK, J.: Příspěvek k řešení otázky praktického využití giberelinu v našem zemědělství se zřetelem na vodní provoz v rostlině. Acta Univ. agric. A, 1960, č. 3-4, s. 277-292.
- ŠEBÁNEK, J.: O vztahu giberelinu a auxinu se zřetelem k využití giberelinu v rostlinné výrobě. Acta Univ. agric. A, 2, 1963, č. , s. 173-183.
- ŠEBÁNEK, J.: O možnosti využití giberelinu při hydroponickém pěstování zimní zelené píce. Acta Univ. agric. A, 3, 1964, s. 589-596.

ŠEBÁNEK, J.: O perspektivě využití růstových regulátorů v rostlinné výrobě. Acta Univ. agric. A, 2, 1965, s. 321-333.

WAREING, P. F. — PHILLIPS, I. D.: The control of growth and differentiation in plants. Oxford 1978.

Došlo dne 4. 1. 1983

ПОДЕШВА, Я. — ШЕБАНЕК, Й. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Синергизм гиббереллина и 3-уксусной кислоты в процессе стимулирования зеленой массы бобово-зерновых смесей. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 663-667.

В ходе полевого опыта стимулировали наращение смеси яровой пшеницы с горохом и смеси ярового ячменя с пелюшкой с помощью трехкратного опрыскивания раствором гиббереллина (GA) в концентрации 100 мг. л⁻¹, раствором индолил-3-уксусной кислоты (IAA) в концентрации 50 мг. л⁻¹ и раствором GA 100 + IAA 50 мг. л⁻¹. После обработки GA зеленая масса была увеличена на 12—17 %, после обработки IAA — на 4—5 %, а GA + IAA — на 18—20 %, причем содержание сухой массы не менялось. Таким образом в росте стеблевой системы и вытекающего из нее образования зеленой массы был проявлен заметный синергизм между действием GA и IAA.

зеленые кормосмеси; стимулирование зеленой массы; синергизм гиббереллина и ауксина

PODEŠVA, J. — ŠEBÁNEK, J. (University of Agriculture, Brno): *Synergism of Gibberellin and 3-acetic Acid in the Stimulation of Green Matter in the Legume-Cereal Mixtures*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (6) : 663-667.

A field trial was performed to stimulate the mixture of spring wheat and pea and the mixture of spring barley and field pea by triple spraying with the gibberellin solution (GA), concentration 100 mg.l⁻¹, with the solution of indolyl-3-acetic acid (IAA), concentration 50 mg.l⁻¹ and with the GA 100 + IAA 50 mg.l⁻¹ solution. After the application of GA, the weight of green matter increased by 12 to 17 %, after the application of IAA by 4 to 5 % and after the application of GA + IAA by 18 to 20 %, without any significant changes in the dry matter content. The growth of the stem system resulting in the formation of green matter of experimental plants thus manifested a marked synergism between the effect of GA and IAA.

mixtures for green fodder; green matter stimulation; gibberellin and auxin synergism

Adresa autorů:

Doc. dr. ing. Jaroslav P o d e š v a, CSc., prof. dr. ing. Jiří Š e b á n e k, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

Při přepočtech na nový způsob vyjadřování rostlinných živin se používají tyto přepočítávací koeficienty:

Koeficienty pro přepočty

z kyslíčnicků na prvky

P_2O_5	$\times 0,44 = P$
K_2O	$\times 0,83 = K$
CaO	$\times 0,71 = Ca$
MgO	$\times 0,60 = Mg$
Na_2O	$\times 0,74 = Na$
SO_3	$\times 0,40 = S$
SO_4	$\times 0,33 = S$
Fe_2O_3	$\times 0,70 = Fe$
SiO_2	$\times 0,47 = Si$
Al_2O_3	$\times 0,53 = Al$
MnO	$\times 0,77 = Mn$
MnO_2	$\times 0,63 = Mn$
ZnO	$\times 0,80 = Zn$
CuO	$\times 0,80 = Cu$
CoO	$\times 0,79 = Co$
MoO_3	$\times 0,66 = Mo$
B_2O_3	$\times 0,31 = B$

z prvků na kyslíčnický

P	$\times 2,29 = P_2O_5$
K	$\times 1,20 = K_2O$
Ca	$\times 1,40 = CaO$
Mg	$\times 1,66 = MgO$
Na	$\times 1,35 = Na_2O$
S	$\times 2,50 = SO_3$
S	$\times 3,00 = SO_4$
Fe	$\times 1,43 = Fe_2O_3$
Si	$\times 2,14 = SiO_2$
Al	$\times 1,89 = Al_2O_3$
Mn	$\times 1,29 = MnO$
Mn	$\times 1,58 = MnO_2$
Zn	$\times 1,24 = ZnO$
Cu	$\times 1,25 = CuO$
Co	$\times 1,27 = CoO$
Mo	$\times 1,50 = MoO_3$
B	$\times 3,22 = B_2O_3$

Pozn. Přepočty se uvádějí pro N, Cl, I, které se vesměs počítají ve formě prvku (koeficient 1,00).

*Doc. ing. Vladimír Segeta, CSc.
jubilantem*



Doc. ing. Vladimír Segeta, CSc., se narodil 18. května 1923 v Rožnově pod Radhoštěm. Podstatná část jeho mladých let se váže k Brnu. Tam absolvoval reálné gymnázium, do konce války našel zaměstnání u Svazu chovatelů hospodářských zvířat a v Brně na VŠZ také prožil svá vysokoškolská léta. Po složení druhé státní zkoušky v roce 1949 působil krátce ve Státních výzkumných ústavech rostlinné výroby a v biochemické laboratoři Čs. chemických závodů. V té době došlo k reorganizaci zemědělského výzkumu a byl založen i Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze, jehož se stal zaměstnancem od samého vzniku ústavu v roce 1951. V roce 1953 byl pověřen vybudováním oddělení fyziologie rostlin a tím začala jeho vlastní vědecká dráha.

Z počátku věnoval pozornost objasnění některých aspektů individuálního vývoje dvouletých okopanin. Začal pak rozvíjet studium do té doby u nás neřešené problematiky fyziologických základů odolnosti zemědělských plodin vůči nízkým teplotám a vyzimování a tomuto tematickému zaměření zůstal věrný dodnes. Soustředil se především na vypracování metod a pracovních postupů, které by přesně charakterizovaly dílčí reakce rostlin na podmínky indukce i stresů působených různými abiotickými faktory. Záhy na základě analýzy vlastních výsledků studia rostlin z regulovaných i přirozených podmínek dedukoval, že změny a stavy charakteristik velmi různých biochemických pochodů neodrážejí specificky a kvantitativně rozdíly dobře patrné v úrovni odolnosti ať jsou podmíněny geneticky nebo ekologicky. Nejsou proto jeho studie zatíženy neopodstatněnými a ve světové literatuře často nekriticky přeceňovanými názory na mechanismy škodlivých efektů stresů nebo principy odolnosti rostlin proti jejich vlivu.

Výsledky celoživotní výzkumné práce doc. Segeti možno rozdělit na několik problémových okruhů:

Při hodnocení geneticky nebo původem osiva podmíněných rozdílů v odolnosti teplobytných plodin vůči chladu přinesl původní vysvětlení podstaty interakce patogenních mikroorganismů, které se podílejí na výrazném hynutí vzcházejících semen.

Cenné jsou důkazy, že příčinou chladem vyvolávaných poruch fyziologických funkcí (fotosyntézy, respirace, růstu) teplobytných rostlin jsou primárně vyvolané poruchy vodní bilance rostlin a rozsah poruch různých procesů je přitom úměrný velikosti způsobeného vodního deficitu.

Za původní výsledky studií doc. Segeti možno označit také rozlišení přímých a nepřímých efektů škodlivých faktorů zimy jako je vymokání, ledová vrstva, vytahování nebo půdní sucho i důkazy, že v našich podmínkách jsou důležité a časté jejich nepřímé účinky. Vedou k oslabení účinnosti adaptace nebo urychlení ztráty odolnosti vůči mrazu. Nebo je jejich vlivem modifikován typ mrznutí rostlin, takže hynou i za slabších stresů mrazem.

Cetné jubilantovy studie demonstrovaly negativní vliv lability vlhkostních poměrů ornice během zimy a vliv jejich fyzikálních vlastností na rozsah působených škod a objasnily závislost odolnosti ozimů na růstové fázi, které rostliny před nástupem zimy dosáhly.

Velkou pozornost věnoval objasnění ekologie adaptace ozimů. Jak u klíčících rostlin jako modelu, tak u normálně vyvinutých rostlin z přirozených podmínek prokázal geneticky a růstovým stavem podmíněné rozdíly v indukční účinnosti různých teplot kolem bodu mrazu.

Základem těchto i dalších výzkumů bylo rozpracování teorie kritické teploty jako kritéria rezistence. Spočívá na vymezení rozsahu letálních i neletálních poruch působených v regulovaných podmínkách paralelními stresy mrazu odstupňované intenzity. Originálním přínosem k poznání mechanismu vlivu mrazu jsou důkazy, že fotosyntetický aparát listů je citlivější než systém respirace, jakož i zjištění heterogenity rostlin ozimů z hlediska rezistence i adaptability jejich různých orgánů.

Změny aktuální odolnosti ozimů během zimy prokázaly sezónní charakter takových změn. Jeho specifická v každé zimě záleží v různé době maxima i faktické úrovni dosažené rezistence a také v odchylkách svědčících o labilitě stavu odolnosti. Tyto původní Segetovy poznatky se staly základem vypracování metody prognózy mrazů, které by v dalším průběhu zimy vedly k vážnému riziku poškození porostů na území ČSR. Srovnání teplot, které se v pozdějším období skutečně vyskytly s předpovězenou úrovní rezistence, umožňuje řídicím orgánům zajistit včas opatření nutná pro zlepšení stavu případně poškozených porostů.

Doc. Segeta obhájil za dlouhá léta své výzkumné činnosti přes třicet závěrečných zpráv a v odborném tisku publikoval téměř sto původních sdělení. Nejméně další stovka pak připadá na vědecko-populární články, rozhlasové a televizní relace a mnoho a mnoho přednášek — to vše pro širokou odbornou veřejnost i vlastní zemědělskou praxi. Segetou vypracované metodiky jsou široce využívány ve šlechtění i zkušebnictví pro hodnocení rezistence odrůd i nových šlechtění.

Doc. ing. V. Segeta, CSc., zastává po řadu let funkci koordinátora výzkumných úkolů z oboru fyziologie rostlin, je členem koordinačních komisí v oblasti biologie, vědeckých rad tří výzkumných ústavů, komise pro obhajoby kandidátských disertačních prací, odborných komisí při odboru RV i předsednictvu ČSAZ atd. Více než 25 let zastával funkci předsedy Komise pro fyziologii a biochemii rostlin při ČSAZV resp. ČSAZ.

Kromě dlouholeté velmi aktivní činnosti v redakční radě našeho časopisu je členem ještě dalších dvou redakčních rad. Za vynikající výsledky ve vědecké práci a za zásluhy o rozvoj fyziologie rostlin byla docentu Segetovi udělena různá vyznamenání jak resortní, tak od ČSAZ. Jako vedoucí oddělení a školitel vychoval v průběhu let mnohé odborníky a aspiranty ve své disciplíně. Záslužná je i jeho pedagogická činnost na agronomické fakultě VŠZ Praha, kde také získal venia docendi.

O odborné práci doc. Segeti by se ještě dalo psát mnohem podrobněji, rozsah této drobné gratulace to nedovoluje. Dovoluje však připojit názor dlouholetých spolupracovníků a přátel na docenta Segetu jako na vyhraněnou osobnost našeho vědeckého života.

Jubilant je přímým člověkem, kritickým — v první řadě sám k sobě. Názory, které vysloví, jsou vždy dobře zváženy, a proto respektovány. Sám v práci i v celém životě byl vždy nanejvýš poctivý a vede k poctivosti i druhé. Máme ho rádi a k jubileu mu přejeme pevné zdraví, aby mohl ve stejné aktivitě jako dosud sloužit své celoživotní odborné lásce — fyziologii rostlin.

Doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc.

Segefa V.: Úvodník	561
Zrůst J.: Rychlost fotosyntézy různých genotypů bramborů	563
Nátrová Z.: Vztah morfologických a fyziologických charakteristik k tvorbě výnosu klasu pšenice	577
Repka J.: Rast a fotosynteticko-rešpiračná aktivita rastlín pri vyšších dávkach minerálnych živín	587
Hrušková H.: Změny obsahu cukrů v kořenových krčcích vojtěšky v průběhu vegetace	593
Procházková S., Dundelová M., Blažková J.: Aktivita volných a vázaných giberelinů během vývinu obilok pšenice ozimé (<i>Triticum aestivum</i> L.)	599
Segefa V., Hudečková E.: Změny dýchání klíčnic rostlin ozimé pšenice během adaptace a stresu mrazu	605
Bečka J., Šebánek J., Míča B., Vokál B.: Respirace a uvolňování etylénu hlízami brambor jako indikátor skladovatelnosti hlíz	619
Zemánek M.: Reakce genotypů jarního ječmene na rozdílné podmínky zásobení vodou a minerálními živinami	633
Segefa V.: Vliv intenzity stresu mrazu na růstovou aktivitu klíčnic rostlin pšenice	643
Úlehla J.: Vliv vnějších podmínek na generativní růst u ječmene jarního	655
Podešva J., Šebánek J.: Synergismus giberelinu a kyseliny indolyl-3-octové při stimulaci zelené hmoty luskovino-obilných směsek	663
Prugar J.: Doc. ing. Vladimír Segefa, CSc. jubilantem	669

СОДЕРЖАНИЕ — Физиология растений

Зруст Я.: Скорость фотосинтеза у разных генотипов картофеля	575
Натрова З.: Отношение между морфологическо-физиологическими характеристиками и образованием урожая колоса пшеницы	585
Репка Й.: Рост и фотосинтетическо-респирационная активность растений при повышенных дозах питательных веществ	591
Грушкова Г.: Изменения сахаросодержания в корневых шейках люцерны в период вегетации	598
Прохазка С., Дунделова М., Блажкова Я.: Активность свободных и связанных гибберелинов в процессе развития зерновок озимой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.)	603
Сегетя В., Гудечкова Э.: Изменения в дыхании всходов проростков пшеницы в ходе адаптации и стресса из-за мороза	617
Бечка Я., Шебанек Й., Мича Б., Вокал Б.: Респирация и высвобождение этилена клубнями картофеля — индикатор их хранимости	631
Земанек М.: Реакция генотипов ярового ячменя на разные условия снабжения водой и минеральными веществами	641
Сегетя В.: Влияние интенсивности стресса мороза на ростовую активность проростков пшеницы	653
Улегла Й.: Влияние внешних условий на генеративный рост ярового ячменя	661
Подешва Я., Шебанек Й.: Синергизм гиббереллина и 3-уксусной кислоты в процессе стимулирования зеленой массы бобово-зерновых смесей	667

CONTENTS — Plant Physiology

Zrůst J.: The Photosynthetic Rate in Different Potato Genotypes	576
Nátrová Z.: The Relationship of Morphological and Physiological Characteristics to the Yield Formation in Wheat Ear	585
Repka J.: The Growth and Photosynthetic and Respiration Activity of Plants at Higher Mineral Nutrient Rates	592
Hrušková H.: The Changes in Sugar Content in Root Crowns of Alfalfa during the Vegetation Period	598
Procházka S., Dundelová M., Blažková J.: The Activity of Free and Bound Gibberellins during the Development of Kernels in Winter Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	603
Segeta V., Hudečková E.: Changes in the Respiration of Winter Wheat Seedlings during Hardening and Freezing Stress	618
Bečka J., Šebánek J., Míča B., Vokál B.: The Respiration and Ethylene Release by Potato Tubers as an Indicator of Tuber Storability	631
Zemánek M.: The Response of Spring Barley Genotypes to Different Water and Mineral Nutrient Regimes	642
Segeta V.: The Influence of Freezing Stress Intensity on the Growth Activity of Wheat Seedlings	653
Úlehla J.: Generative Growth in Spring Barley as Affected by Environmental Conditions	662
Podešva J., Šebánek J.: Synergism of Gibberellin and 3-acetic Acid in the Stimulation of Green Matter in the Legume-Cereal Mixtures	667

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.