

## TEPLOTNÉ A VLAHOVÉ PODMIENKY PRE TVORBU ÚROD TRITIKALE V PODMIENKACH ZVOLENSKEJ KOTLINY

### TEMPERATURE AND MOISTURE CONDITIONS OF TRITICALE YIELD FORMATION IN CONDITIONS OF ZVOLENSKA KOTLINA AREA

JURAJ VARGA, EMIL LIŠKA, JOZEF ŽEMBERY

Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky, Bratislava  
Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra  
Central Control and Testing Institute of Agriculture, Bratislava  
Slovak University of Agriculture, Nitra

VARGA, J. – LIŠKA, E. – ŽEMBERY, J.: Temperature and moisture conditions of triticale yield formation in conditions of Zvolenska kotlina area. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 52, 2006, N. 3, pp. 122-131.

From the field polyfactor experiments, where the thermodynamic conditions for triticale yields formation in conditions of Zvolenska kotlina in central part of the Slovak Republic were studied (potato growing region, altitude 345 m), it follows that in the nonvegetation period (i.e. from a forecrop harvest to triticale seeding) the optimal air temperature should range from 10.0 to 12.0°C and precipitations sum from 120 to 150 mm. These conditions are one of the assumptions of successful establishment of triticale stand.

For the optimal regeneration of triticale stand the weather in the prespring period should be rather warm, without long ground frosts. Favourable temperatures from -4.4°C to +4.5°C were in the year 2002 when the maximum yield was achieved. In the year with the lowest yield (2003) the average temperature in February was only -7°C. The early regeneration of vegetation and op-

timal thickening of triticale stand require higher average air temperatures and lower precipitations in the period from the beginning of shooting. Optimal in this regard was again the year 2002. On the contrary, in the period from full heading to generative organs formation triticale needs sufficient moisture and lower air temperatures. The value of internal energy must be negative in these stages, which means that the energy from precipitations must be bigger than the energy from temperature. These criteria for a good yield were again satisfied in the year 2002, when the maximum yield was reached. The variety Presto appeared to be better adaptable to the changing thermodynamic conditions than the other varieties. The difference between the maximum and the minimum yield was only 0.61 t.ha<sup>-1</sup> in Presto Variety, while in the variety Tricolor it was even 2.22 t.ha<sup>-1</sup>.

Key words: triticale, thermodynamic conditions, yields

Porasty pestovaných plodín patria do kategórie zložitých dynamických sústav. Všetky energetické premeny a transformácie sa odohrávajú na štruktúrach aktívnych povrchov rastlinných buniek a na minerálnej a organickej zložke pôdnej hmoty. Na nich prebiehajú ener-

getické transformácie, ktoré sa v konečnom dôsledku premietajú do úrod pestovaných plodín.

Rast rastlín predstavuje prechod energie zo stavu menej usporiadaného a chaotického termického pohybu molekúl do stavu usporiadaného, s určitou štruktúrou a určitým po-

Ing. Juraj Varga, CSc., Workplace of the CCTIA, 960 01 Zvolen, Janka Kráľa 2223. E-mail: varga.juraj@uksupzv.sk  
Prof. Ing. Emil Liška, CSc., Ing. Jozef Žembery, PhD., Faculty of Agrobiolgy and Food Resources of the SUA, Department of plant nutrition, 949 76 Nitra, Trieda A. Hlinku 2. E-mail: Emil.Liska@uniag.sk, Jozef.Zembery@uniag.sk

riadkom, čím sa vyznačuje organická hmota. Porast plodín tak predstavuje otvorenú termodynamickú sústavu.

Stav bioenergetickej sústavy možno vyjadriť jednou z charakteristických funkcií – vnútornou energiou  $\Delta U$ , ktorá je funkciou objemu organickej hmoty ( $Y$ ) a entropie ( $S$ ). Vnútorná energia ( $U$ ) je stavová veličina látky, ktorej prírastok je určený podielom zvratne privedeného tepla a absolútnej teploty, pri ktorej je teplo privádzané, pričom

$$\Delta U = U(Y, S) \quad [1]$$

Termodynamické fázy poľných plodín (vrátane tritikale) predstavujú kontinuálny autoregulačný proces [2]. Jedným z najdôležitejších parametrov stavu sústavy je obsah vnútornej energie (celkovej energie) sústavy. Pri tvorbe úrody pôsobí teplota (ako energetický zdroj biologickej sústavy) a voda (ako činiteľ, ktorý podmieňuje samotnú existenciu rastlín, najmä v podmienkach bezzávlahového režimu hospodárenia na pôde). Kritériom pre posúdenie základných klimatických podmienok v priebehu vegetácie je parameter sústavy  $E_s \rightarrow E_{rs}$  ( $E_s$  – energia slnečného žiarenia,  $E_{rs}$  – energia rastlinných spoločenstiev) a hodnota vnútornej energie  $\Delta U$ .

Tritikale má výrazne nižšie nároky na teplotu ako pšenica letná f. ozimná, dobre znáša aj chladnejšie počasie (znáša mrazy až  $-26^\circ\text{C}$ ). Vegetačná termická konštanta (suma priemerných denných teplôt) v priebehu vegetácie je  $2\,200 - 2\,950^\circ\text{C}$ . Biologické minimum pre klíčenie tritikale potrebuje  $1,0 - 2,0^\circ\text{C}$ , pre vzhádzanie a formovanie vegetatívnych orgánov  $4,0 - 5,0^\circ\text{C}$  (optimum  $15,0 - 20,0^\circ\text{C}$ ). Pre formovanie generatívnych orgánov a kvitnutie je potrebných  $10,0 - 13,0^\circ\text{C}$  (optimum  $16,0 - 21,0^\circ\text{C}$ ) a pre dozrievanie  $10,0 - 12,0^\circ\text{C}$  (optimum  $16,0 - 22,0^\circ\text{C}$ ). Optimálna teplota v období nalievania zrna obilnín vo všeobecnosti kolíše medzi  $15,0 - 18,0^\circ\text{C}$ . Zvýšenie teploty v tomto fenofázovom intervale na  $20,0^\circ\text{C}$  spôsobuje redukciu úrody zrna o  $2 - 10\%$  a zvýšenie teploty na  $25,0^\circ\text{C}$  spôsobuje redukciu až o  $50\%$ .

Tritikale patrí medzi plodiny samoopelivé s nízkym podielom cudzoopelivosti ( $4 - 5\%$ ), z čoho vyplývajú aj uvedené nároky. Ak sa uvedené kritické teploty nevyskytujú v období od

klasenia do kvitnutia, dochádza k vytvoreniu vyššieho počtu zŕn v klase a k nižšej redukcii ich počtu a hmotnosti v období nalievania zŕn.

Tritikale je pomerne náročné na vodu. Pre optimálne podmienky pri základnej a predsejbovej príprave pôdy, sejbe, pre napučívanie, klíčenie a počiatočné fenofázové intervaly potrebuje v čase 30 dní pred a 30 dní po sejbe úhrn zrážok asi  $100 - 120\text{ mm}$  [3, 6]. Vysoký úhrn zrážok v závere jesenného a počas zimného obdobia znižuje celkovú odolnosť tritikale proti vyzimovaniu a súčasne zvyšuje náchylnosť na hubovité ochorenia.

V našich pôdno-klimatických podmienkach má tritikale v jarnom období dostatočnú zásobu zimnej vlhky, ktorú dokáže efektívne využiť. Pre klíčenie a vzhádzanie sa za optimálnu vlhkosť pôdy považuje  $40 - 60\%$  plnej vodnej kapacity. Pre proces klíčenia a vzhádzania je potrebných ďalších  $15 - 20\text{ mm}$ . Prítom na celkovej hmotnosti zrna sa až  $58 - 65\%$ -ami podieľa voda potrebná pre vzhádzanie, kým pri pšenici letnej f. ozimná to je asi  $47\%$ .

Požiadavky tritikale na vodu sa zvyšujú v procese zvýšenej tvorby fytomasy. Najvyššie nároky na vodu má v intervale od steblovania po tvorbu generatívnych orgánov, t.j. od mája do druhej dekády júna, pričom treba plne rešpektovať určitý časový posun v závislosti od stanovišťa, nadmorskej výšky, odrody a iných faktorov, resp. ich vzájomných interakčných vzťahov.

Transpiračný koeficient tritikale sa pohybuje v rozsahu  $350 - 420$ , čo znamená, že má stredné až vyššie nároky na vodu [4, 5]. Dobre využíva zimnú vlhku v pôde, preto nevyžaduje na jar úhrn zrážok vyšší ako dlhodobý normál. Avšak dlhodobý deficit zrážok na konci jarného obdobia má nepriaznivý vplyv na tvorbu zrna, hmotnosť zŕn a úrodu zrna tritikale.

## MATERIÁL A METÓDA

Skúšobná stanica ÚKSÚP Viglaš sa nachádza v zemiakovej výrobnjej oblasti v nadmorskej výške  $345\text{ m}$ . Pôda je hlinitá až ilovito-hlinitá so stredným obsahom humusu a dobrým obsahom živín (P, K, Mg), s neutrálnou pôdnou reakciou a podlimitným obsahom ťažkých kovov. Vysoký

obsah ílových častíc púta vodu, čím sa vytvára nadmerne uľahnutá podornica, ťažko priepustná pre vodu. V tabuľke 1 uvádzame pôdno-klimatickú charakteristiku stanovišťa, v tabuľke 2 poveternostné podmienky v roku s najvyššou a najnižšou úrodou

V predkladanom príspevku analyzujeme ter-

modynamické podmienky tvorby úrod tritikale za roky 2001–2003, kedy rozdiel medzi najnižšou (5,42 t.ha<sup>-1</sup> v roku 2003) a najvyššou úrodou (8,65 t.ha<sup>-1</sup> v roku 2002) bol veľmi výrazný a predstavoval až 3,23 t.ha<sup>-1</sup>.

Pri hodnotení mien vnútornej energie ( $\Delta U$ ) vychádzame z toho, že zrážky predstavujú od-

T a b u ľ k a 1

Pôdno-klimatická charakteristika stanovišťa  
Soil and climatic characteristics of research site

Ukazovateľ <sup>(1)</sup>		Hodnota <sup>(2)</sup>		
		ornica <sup>(3)</sup>	podornica <sup>(4)</sup>	
pôdne podmienky <sup>(5)</sup>	nadmorská výška <sup>(6)</sup> výrobná oblasť <sup>(7)</sup> pôdny typ <sup>(8)</sup> pôdny druh <sup>(11)</sup>	345 m zemiaková <sup>(8)</sup> luzizem pseudoglejová na spraši <sup>(10)</sup> hlinitá až ílovito-hlinitá <sup>(12)</sup>		
	obsah ílovitých častíc (%) <sup>(13)</sup> kationová výmenná sorpčná kapacita (mvol.100g <sup>-1</sup> ) <sup>(14)</sup>	39,06 – 44,08 19,00 – 21,50	43,12 – 45,64 18,50 – 23,50	
	stupeň nasýtenia sorpčného kom-plexu <sup>(15)</sup>	93,78 – 100 %		
	obsah <sup>(16)</sup> P K Mg humus (Tj.)	83 mg.kg <sup>-1</sup> 205 mg.kg <sup>-1</sup> 203 mg.kg <sup>-1</sup>	1,74 – 2,00 %   1,06 – 1,41 %	
	obsah ťažkých kovov <sup>(17)</sup> pH/KCl	pod hranicou referenčných hodnôt <sup>(18)</sup> 6,8		
	klimatické podmienky <sup>(19)</sup>	agroklimatická oblasť <sup>(20)</sup> $\Sigma t \geq 10^\circ\text{C}$ $t_{\min}$ KVI.–VIII.	mierne teplá <sup>(21)</sup> 2 000 – 2 400 <sup>o</sup> C –20 <sup>o</sup> C až –24 <sup>o</sup> C 50 – 150 mm	
		úhrn zrážok* <sup>(22)</sup>	za rok <sup>(24)</sup> za veg. <sup>(25)</sup>	605 mm 378 mm
príemerná teplota vzduchu* <sup>(23)</sup>		za rok za veg.	7,8 <sup>o</sup> C 14,4 <sup>o</sup> C	

\*dlhodobý (30-ročný) normál za roky 1951–1980

\*long-time (30-year) normal for years 1951–1980

Tj. – stanovené metódou Tjurina – determined by Tyurin method

Sch. – stanovené metódou Schachtschabela – determined by Schachtschabel method

M – stanovené metódou Mehlich III – determined by Mehlich III method

veg. – vegetačné obdobie – vegetation period

K VI.–VIII. – ukazovatele zavlažovania – indicator of irrigation

$\Sigma t \geq 10^\circ\text{C}$  – teploty nižšie ako 10<sup>o</sup>C – temperature lower than 10<sup>o</sup>C

až – to

(1) Parameter, (2) value, (3) soil, (4) subsoil, (5) soil conditions, (6) altitude, (7) production area, (8) potato growing region, (9) soil type, (10) stagnic glossisols, (11) soil kind, (12) loamy soil to clay-loamy soil, (13) content of clayey elements, (14) exchangeable capacity, (15) saturation of sorptive complex, (16) content of, (17) content of heavy metals, (18) below bounds refence values, (19) climatic conditions, (20) agroclimatic region, (21) moderate warm, (22) sum of precipitations, (23) average air temperature, (24) for a year, (25) for vegetation period

por, ktorý energia slnečného žiarenia prekonáva cez rastlinné spoločenstvo. Potom platí, že

$$\Delta U = Y_t - Y_{hs} \quad [2]$$

kde  $Y_t$  – úroda, ktorá sa teoreticky získava vplyvom príkonu teplôt

$Y_{hs}$  – úroda, ktorá sa teoreticky získava vplyvom atmosferických zrážok.

Počas vegetácie tritikale sú obdobia, kedy sa vnútorná energia akumuluje, teda hodnota zmeny vnútornej energie je kladná. V takomto období prevláda vplyv teploty nad vplyvom zrážok. Naopak v období, kedy sa vnútorná energia spotrebovávajú, je hodnota zmeny vnútornej energie záporná, čiže vplyv zrážok prevláda nad vplyvom teploty. Pri vytváraní úrod tritikale sú

jednotlivé obdobia časovo prísne vymedzené. Každé porušenie optimálnej teplotnej rovnováhy má za následok zníženie úrody a často aj nepriaznivý dopad na kvalitatívne parametre finálneho produktu. Dosiachnutie maximálnej úrody je viazané podmienkou, aby vplyv atmosferických zrážok vždy predchádzal alebo prichádzal súčasne s vplyvom teplôt a nie obrátene. Obrátený sled je totiž príčinou minimálnych úrod s nepriaznivým dopadom aj na kvalitatívne parametre úrody.

Hodnota úrody  $Y_t$  alebo  $Y_{hs}$  predstavuje určité množstvo energie sústavy  $E_s \rightarrow E_{rs}$ , ktorá je v príslušnom období (mesiac, rastová fáza a pod.) k dispozícii pre určitú výšku úrody, t.j. predstavuje zmenu celkovej vnútornej energie sústavy ( $\Delta U$ ). Uvedené hodnoty možno vyjadriť aj rovnicou

T a b u l k a 2

Poveternostné podmienky v roku s najvyššou a najnižšou úrodou  
Atmospheric conditions in the year with the highest and the lowest yield

Mesiac (month)	$\bar{x}T_d$ (°C)			$\Sigma mm$		
	n30 (1951-1980)	$Y_{min}$ (2003)	$Y_{max}$ (2002)	n30 (1951-1980)	$Y_{min}$ (2003)	$Y_{max}$ (2002)
VIII.	17,3	18,7	19,6	58	158,0	56,7
IX.	13,2	12,6	12,8	49	47,1	118,3
$\bar{x}_{nv_{(VIII-IX)}}^{(7)}$	15,2	15,6	16,2	107	205,1	175,0
X.	8,1	7,1	11,6	45	71,3	10,4
XI.	3,0	5,0	1,4	52	47,9	41,1
XII.	-1,6	-4,2	-7,8	44	51,2	35,4
$\bar{x}_{(VIII-XII)}^{(9)}$	8,0	7,8	7,5	248	375,5	261,9
I.	-3,8	-4,5	-4,4	30	41,8	11,2
II.	-1,5	-7,0	1,7	31	12,0	36,0
III.	2,8	2,4	4,5	33	2,5	20,6
$\bar{x}_{(I-III)}^{(11)}$	-0,8	-3,0	0,6	94	56,3	67,8
IV.	8,4	7,4	8,0	46	24,6	20,2
V.	13,1	15,9	16,1	64	77,1	78,9
VI.	16,3	19,1	18,3	85	8,3	58,7
VII.*	17,8	19,8	20,4	23**	6,1	7,2
$\bar{x}_{(VIII-VII)}^{(15)}$	7,8	7,7	8,5	560	547,9	494,7
%n	100,0	98,7	109,0	100,0	97,8	88,3

$\bar{x}T_d$  - priemerná teplota vzduchu - average air temperature

$\Sigma mm$  - úhrn zrážok - sum of precipitations

n30 - dlhodobý (30-ročný) normál - long-time (30-year) normal

$Y_{min}$  - rok s minimálnou úrodou - year with minimum yield

$Y_{max}$  - rok s maximálnou úrodou - year with maximum yield

%n - relatívne (percentuálne) vyjadrenie k normálu - relative (percentual) expression to normal

\* average temperature for corresponding rate of days in month - priemerná denná teplota v mesiaci

\*\* aliquot ratio from the beginning of month till end of harvesting

aliquotný podiel od začiatku mesiaca do termínu zberu

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{Y}{tc} tnc - \frac{Y}{hs} hns = \\ &= T \cdot tnc - S \cdot hns = \\ &= Yt - Yhs \quad [3] \end{aligned}$$

kde Y – úroda (t.ha<sup>-1</sup>) pri 14%-nej vlhkosti zrna

tc – suma priemerných mesačných teplôt za vegetáciu plodiny

tcn – priemerná denná teplota vzduchu v príslušnom období (za mesiac, dekádu a pod.)

hs – úhrn mesačných zrážok za vegetáciu plodiny

hsn – zrážky v príslušnom období (za mesiac, dekádu a pod.)

T – súčiniteľ pre teploty

S – súčiniteľ pre zrážky

Ortogonalne priemety kriviek hodnôt vnútornej energie ( $\Delta U$ ) na časovú súradnicu vyjadrujú obdobie (rastovú fázu), kedy v analyzovanej oblasti prevládal vplyv zrážok nad príkonom teplôt pre maximálne resp. minimálne úrody tritikale. Pre tvorbu maximálnej úrody predstavuje tento interval kritické obdobie rastu. Nedostatok zrážok v kritickom období spôsobuje výrazné zníženie úrody. Toto obdobie je kritickou termodynamickou fázou plodiny. Podľa zisteného parametra možno takto stanoviť kritickú termodynamickú fázu tritikale v presne definovaných podmienkach a maximálnu úrodu možno charakterizovať všeobecnou klimatickou rovnicou.

Pokus na skúšobnej stanici Vígfaš bol v rokoch 2001–2003 založený metódou náhodne usporiadaných pokusných členov. Plocha pokusných variantov bola 10 m<sup>2</sup> (8 x 1,25 m) a mala štyri opakovania. Príprava pôdy, hnojenie i ošetrovanie porastu v rokoch s najvyššou a najnižšou úrodou je prehľadne znázornené v tabuľke 3.

V pokuse sme použili odrody Presto a Tricolor:

Presto – hexaploidná odroda vyšľachtená v Poľsku, má polovzpriamené steblo, ihlancovitý, previsnutý klas, zrno červenohnedé až tmavohnedé, HTZ 40,4 g. Vyznačuje sa vysokými a

stabilnými úrodami, dobrou kvalitou zrna a skorosťou.

Tricolor – ozimná forma tritikale vhodná na pestovanie na zrno i na kŕmne účely. Je to skorá odroda, stredne vysoká (1,16 m) s odolnosťou proti poliehaniu 7–8, s vyššou odolnosťou voči hrdzi a plesni snežnej. Je úrodná, vhodná pre pestovanie v kukuričnej, repnej a zemiakovej oblasti SR. Nemá špecifické požiadavky na agrotechnické operácie. Odporúčaný výsevok v repnej výrobnnej oblasti (za optimálnych podmienok) je 4,0 mil. klíčivých zrn, v ostatných oblastiach 5,0 mil. zrn na hektár. Odporúčaná dávka dusíka (v závislosti od predplodiny a úrodnosti pôdy) je 60–90 kg č.ž. na hektár.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre úrodu tritikale je dôležité, aby sa teploty v jesennom období (september–október) pohybovali na úrovni dlhodobého normálu, prípadne mierne vyššie, avšak bez výskytu mrazových dní. Z údajov v tabuľke 2 vyplýva, že v roku s maximálnou úrodou (2002) bola priemerná teplota vzduchu v septembri až októbri 12,2°C, v roku s minimálnou úrodou (2003) len 9,8°C, pričom dlhodobý normál je 10,6°C.

Úhrn zrážok v jesennom období v interakcii s teplotnými podmienkami rozhoduje o kvalite predsejbovej prípravy pôdy, kvalite sejby, poľnej vzhádzavosti a zapojení porastu tritikale. Od podmiety po zbere predplodiny po sejbu (10.8.2001 až 12.10.2001) v roku s maximálnou úrodou (2002) bol úhrn zrážok výrazne vyšší v porovnaní s rokom s minimálnou úrodou (2003). V roku s maximálnou úrodou bola teda vytvorená dostatočná zásoba vody v pôde, ktorú tritikale dokáže efektívne využiť aj v prípade mierneho deficitu vody v jarnom období. Teplotné a vlhové podmienky v nevegetačnom a vegetačnom období tritikale sú uvedené v tabuľke 4.

Podľa V y h n á n e k a a B e d n á ě a [7] priebeh poveternostných podmienok v

predjarnom období a na jar by mal mať teplý charakter, aby boli vytvorené priaznivé podmienky pre optimálnu regeneráciu porastov tritikale. V roku s najvyššou úrodou (2002) teploty v mesiacoch január až marec kolísali od  $-4,4^{\circ}\text{C}$  (január) do  $+4,5^{\circ}\text{C}$  (marec), v roku s najnižšou úrodou boli menej priaznivé a pohybovali sa od  $-7,0^{\circ}\text{C}$  (február) do  $+2,4^{\circ}\text{C}$  (marec). Najmä február 2003 bol hlboko pod dlhodobým normálom (ktorý je  $-1,5^{\circ}\text{C}$ ), čo nepriaznivo ovplyvnilo regeneráciu porastov tritikale v predjarnom období.

Podľa H u b í k a [1], U l m a n a [5]

a iných včasné obnovenie vegetácie tritikale na jar, vyššia priemerná teplota vzduchu a nižší úhrn zrážok od začiatku steblovania vytvárajú vhodné podmienky pre optimálne zahustenie porastu tritikale. V čase od steblovania po kľasenie by mali prevládať relatívne nižšie teploty, vyšší úhrn zrážok a vyššia relatívna vlhkosť vzduchu. Práve to bolo charakteristické pre rok 2002 s maximálnou úrodou, v ktorom priemerná teplota vzduchu v uvedenom intervale bola  $13,7^{\circ}\text{C}$ . V roku 2003 s minimálnou úrodou bola výrazne vyššia ( $15,4^{\circ}\text{C}$ ) pri takmer rovnakom úhrne zrážok 67,8 resp. 67,2 mm.

T a b u ľ k a 3

Príprava pôdy, hnojenie a ošetrovanie porastu v rokoch s najvyššou a najnižšou úrodou  
Preparation of soil, fertilization and treatment of stand in years with the highest and the lowest yield

Úkon <sup>(1)</sup>		$Y_{\text{max}}$ (2002)	$Y_{\text{min}}$ (2003)
predplodina <sup>(2)</sup> zber predplodiny <sup>(5)</sup>		jačmeň jarný <sup>(3)</sup> 31.7.2001	ovos siaty <sup>(4)</sup> 27.7.2002
podmietka a valcovanie hladkým valcom <sup>(6)</sup>		0,10 – 0,12 m 10.8.2001	0,10 – 0,15 m 7.8.2002
stredne hlboká orba <sup>(7)</sup>		0,20 – 0,25 m 2.9.2001	0,20 – 0,25 m 4. – 6.9.2002
bránenie <sup>(8)</sup> sejba tritikale <sup>(9)</sup> hlbka sejby <sup>(10)</sup> výsevok <sup>(11)</sup> medziriadková vzdialenosť <sup>(12)</sup> zber tritikale <sup>(13)</sup>		2.10.2001 (1x) 2.10.2001 40 mm 5 mil. kľúčivých zŕn na hektár <sup>(22)</sup> 12.7.2002	1.10.2002 (2x) 1.10.2002 125 mm 15.7.2003
hnojenie <sup>(14)</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> )	základné* (NPK) <sup>(15)</sup> regeneračné (LAV) <sup>(16)</sup> produkčné (LAV) <sup>(17)</sup>	30 N + 20 P + 20 K 30 N 40 N	
ošetrovanie <sup>(18)</sup>	preemergentné <sup>(19)</sup> proti škodcom <sup>(20)</sup> postemergentné <sup>(21)</sup>	tank-mix A+L D -	- D S

LAV – liadok amónno-vápenatý (27 % N) – calcium-ammonium nitrate (27 % N)

A – Agritox 50 SL (1,50 l.ha<sup>-1</sup>)

L – Logran 75 WG (0,07 kg.ha<sup>-1</sup>)

D – Decis 25 Flow (0,30 l.ha<sup>-1</sup>)

S – Satis (0,18 kg.ha<sup>-1</sup>)

A, L, S – prípravky na reguláciu zaburinenosti – preparations for regulation of weed infestation

\*pri predsejbovej príprave pôdy (pri bránení)

\*at pre-sowing soil preparation (during harrowing)

<sup>(1)</sup> Operation, <sup>(2)</sup> forecrop, <sup>(3)</sup> spring barley, <sup>(4)</sup> oat, <sup>(5)</sup> harvesting of forecrop, <sup>(6)</sup> skim plowing and rolling by smooth land roller, <sup>(7)</sup> medium deep ploughing, <sup>(8)</sup> harrowing, <sup>(9)</sup> tritikale sowing, <sup>(10)</sup> sowing depth, <sup>(11)</sup> sowing rate, <sup>(12)</sup> row spacing, <sup>(13)</sup> tritikale harvesting, <sup>(14)</sup> fertilization, <sup>(15)</sup> basic, <sup>(16)</sup> regenerative, <sup>(17)</sup> productive, <sup>(18)</sup> treatment, <sup>(19)</sup> pre-emergence, <sup>(20)</sup> by insecticides, <sup>(21)</sup> post-emergence, <sup>(22)</sup> 5 millions of germinable grains per hectare

T a b u ľ k a 4

Teplotné a vlhové podmienky v nevegetačnom a vegetačnom období tritikale  
Temperature and moisture conditions in non-vegetation and vegetation period of triticale

Rastová fáza podľa BBCH (1)	Interval (od - do) (2)	2002 Y <sub>max</sub> (8,65 t.ha <sup>-1</sup> )			Interval (od-do) (2)	2003 Y <sub>min</sub> (5,42 t.ha <sup>-1</sup> )			
		počet dni (3)	ΣT (°C)	ᄡT (°C)		Z (mm)	počet dni	ΣT (°C)	ᄡT (°C)
predpl.	31.7. - 10.8.2001	11	236,7	21,5	27.7. - 16.8.2002	21	403,9	19,2	174,1
podm.	10.8. - 2.10.2001	53	810,7	15,3	16.8. - 1.10.2002	46	661,2	14,4	58,5
BBCH 00	2.10. - 12.10.2001	10	144,8	14,5	1.10. - 15.10.2002	14	106,2	7,6	38,3
BBCH 13	12.10. - 27.10.2001	15	148,0	9,9	15.10. - 19.11.2002	35	194,2	5,5	66,0
BBCH 29	27.10. - 18.4.2002	48*	275,5	5,7	19.11. - 2.5.2003	48*	391,7	8,2	45,4
BBCH 49	18.4. - 20.5.2002	32	437,5	13,7	2.5. - 25.5.2003	23	354,2	15,4	67,8
BBCH 69	20.5. - 28.5.2002	8	142,1	17,8	25.5. - 1.6.2003	7	122,9	17,6	10,6
BBCH 92	28.5. - 12.7.2002	45	851,8	18,9	1.6. - 15.7.2003	44	831,9	18,9	13,1
celkom (4)	31.7.2001 - 12.7.2002	222	3 047,1	13,7	27.7.2002 ... 15.7.2003	238	3 066,2	12,9	473,8

\*počet dní s priemernou teplotou vzduchu ≥5°C

\*number of days with average air temperature ≥5°C

ΣT - suma teplôt vzduchu - sum of average air temperatures

ᄡT - priemerná teplota vzduchu - average air temperature

Σmm - úhrn zrážok - sum of precipitation

predpl. - zber predplodiny - forecrop harvesting

podm. - podmietka - shallow tillage

BBCH - univerzálna stupnica rastových plodín - universal crop growth stage scale

BBCH 00 - sejba - sowing

BBCH 13 - plné klíčenie - full germination

BBCH 29 - plné odnožovanie - full tillering

BBCH 49 - plné steblovanie - full shooting

BBCH 59 - plné kľasenie - full heading

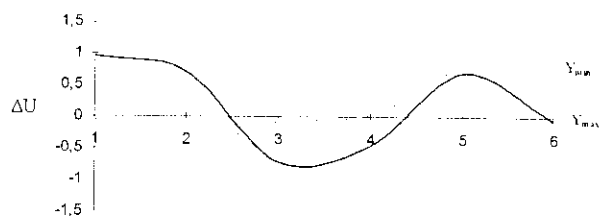
BBCH 69 - plné kvitnutie - full flowering

BBCH 92 - zrenie - ripening

(1) Growth stage according to BBCH, (2) interval (from-to), (3) number of days in a period, (4) total

Po ukončení klasenia a plného kvitnutia až po vypĺňanie endospermu sú pre tritikale vhodnejšie nižšie teploty vzduchu. V roku s najvyššou úrodou boli teplotné podmienky v uvedenom intervale priaznivejšie pre tvorbu takého dôležitého úrodotvorného prvku, akým je hmot-

nosť tisícich zŕn (HTZ). Nižšie teploty a dostatočné vlhové zabezpečenie pozitívne ovplyvňujú tvorbu endospermu, a tým aj hodnoty HTZ. Priemerné denné teploty vzduchu v období september–júl, t.j. od prvého vstupu do pôdy na jeseň (podmietka) až po plnú zrelosť tritikale, by sa mali pohybovať okolo 7,0°C. V roku 2002 s maximálnou úrodou boli v uvedenom intervale mierne vyššie (7,5°C), v roku 2003 s minimálnou úrodou mierne nižšie (6,7°C). Súčasne úhrn zrážok v roku 2003 ( $Y_{min}$ ) predstavoval 97,8 % dlhodobého normálu, kým v roku 2002 ( $Y_{max}$ ) 88,3 % normálu. Z toho vyplýva, že pre tritikale (podobne ako pre iné plodiny) nie je rozhodujúci celkový úhrn zrážok, ale ich rozdelenie v nevegetačnom, ale najmä vo vegetačnom období.



Obr. 1. Charakteristická krivka zmien ( $\Delta U$ ) tritikale v rokoch s maximálnou (2002) a minimálnou úrodou (2003)

Fig. 1. Characteristic curve of internal energy changes ( $\Delta U$ ) in triticale in the years with the maximum (2002) and the minimum yield (2003)

1–6 – rastové fázy podľa BBCH (viď tabuľku 3)

– growth stages according to BBCH (see table 3)

$Y_{max}$  – maximálna úroda – maximum yield

$Y_{min}$  – minimálna úroda – minimum yield

Tieto tendencie sú potvrdené výpočtom zmien vnútornej energie  $\Delta U$  a hodnotami  $Y_t$  (energetický podiel teplôt na vytvorenie určitého množstva organickej hmoty) a  $Y_{hs}$  (energetický podiel zrážok), ktoré majú významný podiel na určitej hodnote úrody dosiahnutej v príslušnom vegetačnom období, resp. v časti vegetačného obdobia. Zmeny vnútornej energie ( $\Delta U$ ) sú uve-

T a b u ľ k a 5

Zmeny vnútornej energie ( $\Delta U$ ) tritikale pri úrodách  $Y_{max}$  a  $Y_{min}$   
Changes of internal energy ( $\Delta U$ ) of triticale in grain yields  $Y_{max}$  and  $Y_{min}$

Fáza podľa BBCH (1)	$Y_{max}$ (8,65 t.ha <sup>-1</sup> )			$Y_{min}$ (5,42 t.ha <sup>-1</sup> )		
	$Y_t$	$Y_{hs}$	$\Delta U$	$Y_t$	$Y_{hs}$	$\Delta U$
zber predplodiny (2) – podmietka (3)	1,58	0,38	+1,20	0,97	1,99	-1,20
podmietka – BBCH 00	1,13	3,47	-2,34	0,73	0,66	+0,07
BBCH 00 – BBCH 13	1,06	0,09	+0,97	0,38	0,43	-0,05
BBCH 13 – BBCH 29	0,73	0,01	+0,72	0,27	0,75	-0,48
BBCH 29 – BBCH 49	0,42	1,13	-0,71	0,41	0,51	-0,10
BBCH 49 – BBCH 59	1,01	1,48	-0,47	0,78	0,77	+0,01
BBCH 59 – BBCH 69	1,31	0,62	+0,69	0,89	0,12	+0,77
BBCH 69 – BBCH 92	1,39	1,46	-0,06	0,96	0,15	+0,81

$Y_t$  – ratio of temperatures on the yield – podiel teploty na úrode

$Y_{hs}$  – ratio of precipitations on the yield – podiel zrážok na úrode

$\Delta U$  – changes of internal energy – zmeny vnútornej energie

Ostatné symboly ako v tabuľke 3.

Other symbols are identical with those in table 3.

(1) Growth stage according to BBCH, (2) forecrop harvesting, (3) shallow tillage



dené v tabuľke 5. Ak sú hodnoty  $\Delta U$  kladné, znamená to, že sa vnútorná energia organizmov akumuluje a prevláda vplyv energie teploty nad vplyvom energie zo zrážok. V prípade zápornej hodnoty vnútornej energie sa energia organizmov spotrebováva.

Každé porušenie optimálnej teplotnej rovnováhy v priebehu ontogenézy rastlín má nepriaznivý dopad na výšku úrody. Pre tritikale je kritickým obdobím mája, až začiatok júna, kedy by hodnota  $\Delta U$  mala byť záporná (obr. 1). V tomto období má tritikale zvýšené nároky na vodu, prebiehajú rastové fázy plného steblovania až tvorby generatívnych orgánov. Orto-gonálne priemety kriviek hodnôt vnútornej energie na časovú súradnicu vyjadrujú obdobia, kedy v oblasti Zvolenskej kotliny pre tvorbu maximálnej resp. minimálnej úrody prevládal vplyv zrážok nad teplotami. Pre tvorbu maximálnej úrody je takýmto kritickým obdobím rastu. Nedostatok zrážok v kritickom období spôsobuje významné zníženie úrod tritikale. Pre tvorbu úrody bolo rozhodujúce aj vhodné rozdelenie zrážok v intervaloch od plného odnožovania po plné klasenie a od plného steblovania po tvorbu generatívnych orgánov. Pri tvorbe maximálnej úrody (v roku 2002) boli hodnoty  $\Delta U$  záporné, pri tvorbe minimálnej úrody (v roku 2003) kladné.

Použitie odrody reagovali na termodynamické podmienky stanovišťa rozdielne. Odroda Presto dala v roku 2002 maximálnu úrodu  $6,89 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , v roku 2003 minimálnu úrodu  $6,28 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a ukázala sa v porovnaní s odrodou Tricolor (ktorá poskytla v roku 2002 úrodu až  $8,27 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , ale v roku 2003 výrazne nižšiu len  $6,06 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) ako plastickejšia.

## ZÁVER

Zo sledovania vplyvu termodynamických podmienok na úrody tritikale v rokoch 2001–2003 vo Zvolenskej kotline vyplývajú nasledovné závery:

1. Z poľných polyfaktorových pokusov vyplýva, že v nevegetačnom období (t.j. od zberu predplodiny do sejby tritikale) by mala teplota vzduchu kolísať v rozsahu od  $10,0^\circ\text{C}$  do  $12,0^\circ\text{C}$  a úhrn zrážok by mal byť 120–150 mm. Takéto podmienky sú jedným z predpo-

kladov úspešného založenia porastu tritikale.

2. Vo fenofázovom intervale od sejby po plné vzhádzanie tritikale bol pre tvorbu úrod významným faktorom príkon tepelnej energie, kedy vnútorná energia  $\Delta U$  mala v roku s maximálnou úrodou hodnotu  $+0,97$ , v roku s minimálnou úrodou hodnotu  $-0,05$ .
3. Pre optimálnu regeneráciu porastov tritikale by počasie v predjarom období malo byť teplé, bez dlhotrvajúcich prízemných mrazov. Podmienky v roku s maximálnou úrodou boli priaznivé, priemerné teploty vzduchu kolísali od  $-4,4^\circ\text{C}$  do  $+4,5^\circ\text{C}$ .
4. Včasným obnovením vegetácie na jar pri vyššej priemernej teplote vzduchu a nižšom úhrne zrážok od začiatku steblovania sa vytvorili vhodné podmienky pre optimálne zahusťovanie porastu v roku s maximálnou úrodou.
5. Vo fenofázovom intervale od plného klasenia po tvorbu generatívnych orgánov sú pri nižších teplotách a dostatočnom vlhkovom zabezpečení vhodné podmienky pre tvorbu maximálnych úrod tritikale a dôležitého úrodotvorného prvku – hmotnosti tisícich zrn. V tomto období musí byť hodnota  $\Delta U$  záporná, teda energia zo zrážok musí prevládať nad energiou z teploty. Deficit zrážok v tomto kritickom období spôsobuje zníženie úrod tritikale, čo potvrdzuje minimálna úroda v roku 2003.
6. Odroda Presto sa v porovnaní s odrodou Tricolor prejavila ako prispôsobivejšia na zmeny termodynamických podmienok pre tvorbu úrody.

*Do redakcie došlo 12. septembra 2005*

## LITERATÚRA

1. HUBÍK, E. (1991): Vliv povětrnostních podmínek na tvorbu výnosů obilnin (The influence of weather conditions on production of cereals yield). In: Úroda (Praha), vol. 39, 1991, N. 9, pp. 392–394.
2. KUDRNA, K. (1979): Zemědělské soustavy (angl.). Prague : Státní zeměd. nakl., 1979, 708 p.
3. LÍŠKA, E. – VARGA, J. (1993): Vplyv termínu sejby, výsevku a hnojenia dusíkom na tvorbu úrod tritikale (Agricultural systems). In: Poľnohospodárstvo, vol. 39, 1993, N. 3, pp. 210–218.
4. PROCHÁZKA, S. et al. (1998): Fyziologie rostlin (Plant physiology). Prague : Academia, 1998, 484 p.

5. ULMAN, L. (1992): Vliv vybraných agrotechnických opatření na výnos tritikale Grado (The influence of selected agrochemical arrangement on triticale Grado produce). In: Rostl. Vyr., vol. 38, 1992, N. 12, pp. 995-1000.
6. VARGA, J. – LÍŠKA, E. et al. (2000): Tritikale (Triticale). Nitra : Inst. Sci.-tech. Inform. for Agric., 2000, 104 p. ISBN 80-85330-71-7.
7. VYHNÁNEK, T. – BEDNÁŘ, J. (2005): Identifikace a rozlišení odrůd tritikale pomocí polymorfizmu zásobních bílkovin obilky. In: Osívo a sadba (Identification and separation of triticale varieties through the use of grain reserve albumins polymorphism). Prague : Czech Univ. Agric., 2005, pp. 133-136. ISBN 80-213-1286-6.

## SÚHRN

Z poľných polyfaktorových pokusov, v ktorých sa sledovali termodynamické podmienky pre tvorbu úrod tritikale v podmienkach Zvolenskej kotliny (zemiakárska výrobná oblasť, nadmorská výška 345 m), vyplýva, že v nevegetačnom období (t.j. od zberu predplodiny do sejby tritikale) by mala teplota vzduchu variovať v hraniciach 10,0 – 12,0°C a úhrn zrážok medzi 120–150

mm. Takéto podmienky sú jedným z predpokladov úspešného založenia porastu tritikale.

Pre optimálnu regeneráciu porastov tritikale by počasie v predjarnom období malo byť skôr teplé, bez dlhotrvajúcich prízemných mrazov. Priaznivé teploty v rozmedzí od -4,4 do +4,5°C boli v roku 2002 s maximálnou úrodou. V roku s najnižšou úrodou (2003) priemerná teplota vzduchu vo februári klesla až na -7,0°C.

Pre včasné obnovenie vegetácie a optimálne zahustenie porastu tritikale vyžaduje v čase od začiatku steblovania vyššie priemerné teploty vzduchu a slabšie zrážky. Vyhovujúci v tomto smere bol opäť rok 2002.

V intervale od plného klasenia po tvorbu generatívnych orgánov tritikale naopak vyžaduje dostatočné vlhové zabezpečenie pri nižších teplotách vzduchu. Hodnota vnútornej energie DU musí byť v týchto fázach záporná, to znamená, že energia zo zrážok musí prevládať nad energiou z teploty. Uvedené kritériá pre dobrú úrodu boli opäť splnené v roku 2002 s maximálnou úrodou.

Z odrôd sa ako prispôsobivejšia meniacim sa termodynamickým podmienkam javila odroda Presto. Rozdiel medzi maximálnou a minimálnou úrodou predstavoval len 0,61 t.ha<sup>-1</sup>, kým pri odrode Tricolor to bolo až 2,21 t.ha<sup>-1</sup>.

**Kľúčové slová:** tritikale, termodynamické podmienky, úrody