

# Efektivní postupy pěstování pšenice pro produkci pšeničného škrobu a bioetanolu

EFFECTIVE METHODS OF WHEAT CULTIVATION FOR STARCH AND BIOETHANOL PRODUCTION

Václav Dvořáček<sup>1</sup>, Tibor Sedláček<sup>2</sup>, Pavel Růžek<sup>1</sup>, Radek Vavera<sup>1</sup>, Ludmila Papoušková<sup>1</sup>, Anna Prohasková<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i; <sup>2</sup>Výzkumné centrum Selton, s. r. o

Pšenice setá má v České republice v rámci všech pěstovaných plodin dominantní postavení s cca 30% podílem pěstitelské plochy (1). Navzdory celosvětově převažujícímu potravinářskému (pekařskému) využití pšenice (2) činí v ČR podíl pšenice pro toto využití pouze kolem 35 %, a to i přesto, že jsou přednostně vysévány materiály pro pekařské využití s pekařskou jakostí E, A a B. Vlivem kolísavých povětrnostních podmínek či nevhodných agrotechnických zásahů je však řada z nich využita pouze ke krmným účelům, které se tak podílí téměř 60 % na celkové produkci pšenice. Zbýlý podíl pšenice (5–7 %) je využit pro průmyslové zpracování na škrob, vitální lepek a v současné době i pro produkci bioetanolu (1, 3, 4).

Škrob je označován za jednu ze strategických surovin budoucnosti a jeho spotřeba stále roste. V celosvětovém měřítku jsou nejvýznamnějšími zdroji kukuřice (50 %), brambory (25 %) a pšenice (25 %). Rozvoj je nejmarkantnější právě u pšeničného škrobu, což potvrzují údaje o rozšiřujících se kapacitách škrobáren ve Francii a v Německu. V EU vzrostla za posledních pět let produkce škrobu o 30 % (1).

Požadavky na jakost pšenice pro produkci škrobu jsou již delší dobu definovány. Vedle vlastního vysokého obsahu škrobu v sušíně zrna (> 67 %) k nim patří i dobře vypratelný lepek střední pekařské kvality (26–29 %) a co největší podíl škrobových zrn typu A (>10 µm, s podílem větším než 40 %). Z dalších parametrů je možno zdůraznit nižší obsah hrubých bílkovin (11–12 %), požadavky na tvrdost zrna v rozsahu 100–150 BJ, hodnoty objemové hmotnosti (760–780 g.l<sup>-1</sup>), čísla poklesu (250–300 s) a SDS sedimentačního testu (40–42 ml) (5, 6).

Cíle Evropské unie jednoznačně směřují ke zvýšení podílů biopaliv na trhu a v roce 2020 by pak biopaliva měla dle EU tvořit až jednu pětinu ze spotřeby klasických pohonných hmot (7). Směrnice EU č. 2003/30/EC z 8. 5. 2003 uložila členským státům (a tedy i ČR) zákonnou povinnost učinit další opatření ke zvýšení podílu biopaliv na trhu. Tento závazek přijala vláda ČR svým usnesením ze 6. 8. 2003 v rámci svého programu „Podpora výroby bioetanolu pro jeho přimíchávání do automobilových benzinů a motorové nafty“. Od září roku 2007 se tak do pohonných hmot začala přimíchávat 2 % obj. biologického aditiva metylester z řepky olejné do nafty a od 1. 1. 2008 pak 2 % obj. bioetanolu do benzínu. Od letošního roku měl být přírůstek bioetanolu do benzínu zvýšen na 3,5 % obj. s výhledem na další roky až na hodnotu 5,75 % obj. (8, 9).

Na základě výše uvedených skutečností významně vzrostl zájem o pěstování pšenice pro tento způsob nepotravinářského využití. Nicméně doposud nebyla v ČR žádná odrůda registrována speciálně k využití pro produkci bioetanolu. Rovněž nejsou jednoznačně definována šlechtitelská kritéria pro tuto kategorii

pšeníc, i když lze předpokládat obdobné požadavky jako v případě pšeníc určených pro produkci škrobu. Údaje o vhodnosti současných registrovaných odrůd pro produkci bioetanolu jsou dosud omezené, je však zřejmé, že se odrůdově liší.

K základním pěstitelským cílům u pšenice patří, stejně jako u všech ostatních plodin, dosažení maximální produkce při co nejvyšší kvalitě. K tomu je nepochybně třeba volit vedle vhodné odrůdy i optimální agrotechnická opatření, včetně aplikace hnojiv a agrochemikálií, a to ekonomicky výhodně, s ohledem na minimalizaci negativních vlivů na životní prostředí. Lze předpokládat, že výzkumem a výběrem odrůd a vhodných technologií je možné významně zefektivnit produkci pšenice pro oba užitkové směry, a proto byl cíl této práce zaměřen jak na posouzení významu odrůdy, tak intenzity výživy a způsobů zpracování půdy pro efektivní produkci škrobu a bioetanolu u pšenice seté.

## Materiál a metodika

Pro hodnocení bylo vybráno sedm v současnosti registrovaných odrůd ozimé pšenice s potenciálně vysokou produkcí zrna reprezentující různou úroveň pekařské jakosti: Barroko (A), Biscay (C), Cubus (A), Florett (C), Ilias (E-A), Meritto (B) a Rheia (B) pěstovaných při dvou různých způsobech zpracování půdy (O = konvenční s orbou do 0,22 m, M = minimální do 0,1 m), dvou intenzitách výživy a ochrany rostlin.

Zvolené odrůdy byly v letech 2006–2008 pěstovány na dvou lokalitách v Praze-Ruzyni (řepařská výrobní oblast, hnědozem, nadmořská výška 340 m, roční úhrn srážek 472 mm, průměrná roční teplota vzduchu 7,9 °C) a v Chrástanech u Rakovníka (obilnářská výrobní oblast, kambizem, nadmořská výška 398 m, roční úhrn srážek 516 mm, průměrná roční teplota vzduchu 7,3 °C). Intenzita pěstování:

- OI a MI: nižší dávky hnojení N (70–110 kg.ha<sup>-1</sup> N ve 2–3 dávkách), bez fungicidů, bez morforegulátoru růstu.
- OII a MII: vyšší dávky hnojení N (120–160 kg.ha<sup>-1</sup> N ve 2–3 dávkách), 2 fungicidy (Duett 1 l.ha<sup>-1</sup> na začátku sloupkování – BBCH 30–31 a Horizon 1 l.ha<sup>-1</sup> ve fázi metání – BBCH 59), morforegulátor růstu Cycocel 0,8–1,2 l.ha<sup>-1</sup> ve fázi BBCH 30–31.

Postřiky herbicidy a insekticidy byly prováděny na základě výskytů plevelů a škůdců.

Obsah celkového škrobu byl stanoven pomocí NIR spektrometrie na základě kalibrační rovnice čítající soubor cca 600 pšeníc u nichž byl stanoven škrob polarimetricky dle Ewerse (ČSN ISO 56 0512-16). Kvasná zkouška byla provedena podle KINDRED ET AL. (10) s menšími modifikacemi. Výťažnost ethanolu byla

Tab. I. Dosažené průměry sledovaných parametrů u odrůdy, lokality, technologie pěstování a ročníku

Faktor (PJ)	Škrob (%)	Výtěžnost ethanolu (l.100kg <sup>-1</sup> )	Výnos zrna (t.ha <sup>-1</sup> )	Produkce ethanolu (hl.ha <sup>-1</sup> )	NL (%)	Mokrý lepek (%)	GI	Zelený sedimentace (ml)
Odrůda								
Barroko (A)	65,23 <sup>a</sup>	41,86 <sup>bc</sup>	8,05 <sup>ac</sup>	33,96 <sup>ac</sup>	13,21 <sup>b</sup>	25,63 <sup>a</sup>	93,25 <sup>ab</sup>	61,88 <sup>e</sup>
Biscay (C)	66,77 <sup>bc</sup>	42,52 <sup>a</sup>	8,71 <sup>b</sup>	37,14 <sup>b</sup>	12,44 <sup>a</sup>	28,41 <sup>ab</sup>	46,41 <sup>d</sup>	32,04 <sup>c</sup>
Cubus (A)	66,84 <sup>c</sup>	42,49 <sup>a</sup>	8,52 <sup>bc</sup>	36,46 <sup>bc</sup>	13,16 <sup>ab</sup>	24,80 <sup>a</sup>	89,35 <sup>ab</sup>	56,58 <sup>d</sup>
Florett (C)	65,99 <sup>ab</sup>	42,21 <sup>abc</sup>	8,72 <sup>b</sup>	37,04 <sup>b</sup>	12,68 <sup>ab</sup>	25,15 <sup>a</sup>	96,94 <sup>d</sup>	50,25 <sup>b</sup>
Ilias (E-A)	65,88 <sup>a</sup>	42,09 <sup>abc</sup>	7,82 <sup>a</sup>	33,05 <sup>a</sup>	13,17 <sup>ab</sup>	27,96 <sup>ab</sup>	84,85 <sup>a</sup>	51,33 <sup>b</sup>
Meritto (B)	65,95 <sup>a</sup>	42,23 <sup>abc</sup>	8,30 <sup>abc</sup>	35,21 <sup>abc</sup>	12,51 <sup>ab</sup>	30,81 <sup>b</sup>	58,87 <sup>c</sup>	43,54 <sup>a</sup>
Rheia (B)	65,49 <sup>a</sup>	41,75 <sup>b</sup>	7,85 <sup>a</sup>	33,06 <sup>a</sup>	14,07 <sup>c</sup>	31,03 <sup>b</sup>	61,10 <sup>c</sup>	43,75 <sup>a</sup>
Lokalita								
Ruzyně	66,38 <sup>b</sup>	42,74 <sup>b</sup>	9,55 <sup>b</sup>	40,90 <sup>b</sup>	12,11 <sup>a</sup>	23,26 <sup>a</sup>	82,11 <sup>b</sup>	44,40 <sup>a</sup>
Chrášťany	65,66 <sup>a</sup>	41,59 <sup>a</sup>	7,01 <sup>a</sup>	29,37 <sup>a</sup>	13,96 <sup>b</sup>	32,10 <sup>b</sup>	69,54 <sup>a</sup>	52,56 <sup>b</sup>
Technologie pěstování (zpracování půdy + intenzita pěstování)								
OI	66,57 <sup>b</sup>	42,38 <sup>bc</sup>	7,98 <sup>a</sup>	34,04 <sup>a</sup>	12,73 <sup>a</sup>	27,54 <sup>ab</sup>	75,41 <sup>a</sup>	46,48 <sup>a</sup>
OII	65,42 <sup>a</sup>	41,81 <sup>a</sup>	8,35 <sup>ab</sup>	35,16 <sup>ab</sup>	13,71 <sup>b</sup>	28,86 <sup>b</sup>	75,67 <sup>a</sup>	49,98 <sup>a</sup>
MI	66,41 <sup>b</sup>	42,42 <sup>c</sup>	8,07 <sup>a</sup>	34,43 <sup>a</sup>	12,36 <sup>a</sup>	25,65 <sup>a</sup>	76,55 <sup>a</sup>	47,48 <sup>a</sup>
MII	65,69 <sup>a</sup>	42,05 <sup>ab</sup>	8,74 <sup>b</sup>	36,90 <sup>b</sup>	13,33 <sup>b</sup>	28,68 <sup>b</sup>	75,67 <sup>a</sup>	50,00 <sup>a</sup>
Ročník								
2006	66,84 <sup>b</sup>	41,16 <sup>a</sup>	7,80 <sup>b</sup>	32,18 <sup>b</sup>	12,48 <sup>a</sup>	25,85 <sup>a</sup>	77,77 <sup>b</sup>	48,38 <sup>ab</sup>
2007	64,78 <sup>a</sup>	41,90 <sup>b</sup>	6,71 <sup>a</sup>	28,32 <sup>a</sup>	14,01 <sup>b</sup>	31,87 <sup>b</sup>	65,50 <sup>a</sup>	51,93 <sup>b</sup>
2008	66,45 <sup>b</sup>	43,44 <sup>c</sup>	10,33 <sup>c</sup>	44,89 <sup>c</sup>	12,61 <sup>a</sup>	25,33 <sup>a</sup>	84,21 <sup>b</sup>	45,14 <sup>a</sup>

Hodnoty jež nemají společný písmenný index jsou statisticky průkazně odlišné na hladině významnosti  $p \leq 0,05$ .

hodnocena na podkladě dříve konstruované regresní rovnice z rozdílů hustoty záparů před a po prokvašení (11).

Stanovení obsahu hrubých bílkovin bylo provedeno na základě referenční metody dle Kjeldahla ČSN 46 1011-18, hodnoty Zelený sedimentačního testu dle ČSN ISO 5529, obsahu mokrého lepku (ML) a hodnoty gluten indexu (GI) dle AACCS 38-12.

Pro statistická vyhodnocení dat byly využity metody analýzy rozptylu (ANOVA) v kombinaci s Tukey HSD testem a korelační analýzou pomocí programu Statistika 7.0.

### Výsledky a diskuze

Z příložené tab. I. a příklady grafů na obr. 1. a 2., hodnotících obsah škrobu a výtěžnost bioetanolu, byl zřejmý velký vliv ročníku, odrůdy a lokality pro obě výše uvedené charakteristiky i pro ostatní hodnocené parametry. Zpracování půdy v kombinaci s dávkou hnojení ovlivňovaly variabilitu sledovaných parametrů o něco méně. Z výsledků je patrné, že v rámci orební technologie byla pro většinu parametrů významná pouze dávka dusíkatého hnojení a vlastní způsob orby ovlivňoval sledované parametry jen v omezené míře. Minimalizační technologie s prokazatelně nižší pracovní náročností ve srovnání s klasickým zpracováním

půdy (12) se tak jevíly v tomto experimentu jako ekonomicky výhodnější.

Nejvyšší hodnoty výtěžnosti bioetanolu v průměru sledovaných let docílily odrůdy Biscay (42,52 l.100 kg<sup>-1</sup>) a Cubus (42,49 l.100 kg<sup>-1</sup>). V důsledku vysokého výnosu zrna u odrůdy Florett vykazovala tato odrůda společně s odrůdou Biscay nejvyšší produkci bioetanolu z plochy (tab. I.). Neprůkazně nižší výnos bioetanolu pak zaznamenala odrůda Cubus. Ve srovnání s odrůdou Biscay by dosažené vysoké hodnoty GI u pekařsky kvalitní odrůdy Cubus, tak i u odrůdy Florett s pekařskou jakostí „C“, mohly více predisponovat oba materiály pro produkci škrobu při současném využití vysoce ceněného vitálního lepku.

Při porovnání celkové hodnoty variačního koeficientu (vk) u obsahu škrobu (2,29 %), výtěžnosti bioetanolu (3,04 %) a výnosu zrna (26,09 %) je zcela zřejmé, že základním intenzifikačním faktorem vysokého zisku (produkce) škrobu a bioetanolu z plochy je výnosová schopnost odrůdy. V rámci současných vědeckých publikací jsou dosud výsledky tohoto typu omezené, nicméně obdobné úrovně výtěžnosti u pšenice byly dosaženy i v práci autorů KINDER ET AL. (10). Při srovnání běžně tabelovaných hodnot výtěžnosti bioetanolu u pšenice v rozsahu 370–420 l.t<sup>-1</sup> lze tak považovat zjištěné hodnoty pro pšenice za velmi vysoké (9).

Tab. II. Korelační vztahy mezi hodnocenými parametry

Parametr	Obsah škrobu (%)	NL (%)	ML (%)	GI	Zelený sed. (ml)
Obsah škrobu (%)		-0,57**	-0,37**	0,08	-0,34**
Výnos zrna (t.ha <sup>-1</sup> )	0,37**	-0,70**	-0,62**	0,25**	-0,38**
Výtěžnost ethanolu (hl.100kg <sup>-1</sup> )	0,57**	-0,80**	-0,58**	0,16*	-0,42**
Produkce ethanolu (hl.ha <sup>-1</sup> )	0,40**	-0,73**	-0,62**	0,25**	-0,39**

\* statisticky průkazné na hladině významnosti  $p \leq 0,05$ ;\*\* statisticky průkazné na hladině významnosti  $p \leq 0,01$ .

Vyšší intenzita hnojení zvyšovala obsah bílkovin a snižovala podíl škrobu, což vedlo ke snížení výtěžnosti bioetanolu z jednotky zrna. Zároveň ovšem významně zvyšovala výnos zrna a celková produkce bioetanolu byla především v kombinaci s minimalizačním zpracováním půdy (var. MII) průkazně vyšší, cca o 5–6 % (cca 200 l.ha<sup>-1</sup>). To bylo dáno především výrazným zvýšením výnosu zrna resp. produkce bioetanolu na lokalitě v Chrástanech (obr. 3.), kde se jevila minimalizace po této produkční stránce jako výhodnější v důsledku lepšího hospodaření s vláhou v půdě, a tím lepší využití dodané minerální výživy (12).

V případě systému výkupu zrna pšenice pro bioetanol, oceňovaného dle úrovně obsahu škrobu v zrně, je však nutno dobře ekonomicky zvážit celkovou rentabilitu pěstování a zakalkulovat v případě pěstování při vyšší intenzitě a očekávaném vyšším výnosu nejen vyšší náklady za hnojiva, ale i ztrátu v důsledku nižší výkupní ceny za jednotku v důsledku nižšího obsahu škrobu (13).

Jako vodítko v rozhodování může posloužit i hrubý odhad efektivity u obou rozdílných dávek dusíku. Zatímco na jednotku dodaného dusíku při nižší intenzitě hnojení (100 kg.ha<sup>-1</sup> N) vykazoval přírůstek produkce bioetanolu hodnotu okolo 34 litru, další zvýšení hnojení o 50 kg dusíku na hektar vedlo k jednotkovému přírůstku o pouhé 4 litry. To vede k závěrům aplikovat dusíkatá hnojiva při nižší intenzitě do období regenerační a produkční dávky tedy obdobným způsobem, jež je doporučován pro pěstování pšenice pro produkci škrobu (1).

Přestože i z našich celkových výsledků vyplývalo, že konverze škrobu na bioetanol nebyla významně ovlivněna variabilitou bílkovin v zrně jednotlivých odrůd (10) a s úbytkem škrobu klesala proporcčně i výtěžnost bioetanolu, v případě minimalizace (var. MI a MII) se na stanovišti Chrástany jevila konverze škrobu na bioetanol o něco nižší ve srovnání s Ruzyní (obr. 1. a 2.). To potvrzuje existenci dalších potenciálních faktorů ovlivňujících kvasný proces a konverzi škrobu, jimiž mohou být především různá napadení zrna (14). Tuto skutečnost částečně potvrdila i korelační analýza (tab. II.), jež zaznamenala pozitivní, nicméně pouze středně silnou korelaci mezi obsahem škrobu a výtěžností bioetanolu (0,57). Naproti tomu vysoká negativní korelace byla zjištěna mezi výtěžností bioetanolu a obsahem hrubých bílkovin (-0,80). Výrazné rozdíly korelačních hodnot škrobu resp. hrubých bílkovin ve vztahu k výtěžnosti bioetanolu však rovněž souvisí s výrazně nižší přesností stanovení obsahu škrobu. Chyba predikce (SEP) se v případě naší NIR analýzy pohybovala kolem 1 % ve srovnání s deklarovanou chybou 0,4 % pro obsah bílkovin. Podobnou chybu stanovení potvrzují i ČSN normy pro tato stanovení (13). Současné oceňování pšenice pro produkci bioetanolu při výkupu s nastavením citlivosti měření obsahu škrobu na 0,5 % tak rozhodně není korektní.

Vedle negativní průkazné korelace parametru ML k výtěžnosti ethanolu, vyplývající ze souvislosti jeho přímé vazby k obsahu bílkovin, je pozitivním zjištěním i signifikantní negativní korelace geneticky významně stabilnějšího znaku Zelený sedimentace (-0,42). Tento parametr by tak mohl být vedle predikce bílkovin a obsahu škrobu vhodnou screeningovou technikou ve šlechtění pšenice i pro produkci lihu.

## Závěr

Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že pšeničné materiály s obecně vyšším obsahem škrobu vykazují i vyšší produkci bioetanolu. Nižší vstupy (hnojení N, ochrana rostlin) u orby i minimalizace vedly k vyššímu podílu obsahu škrobu v zrně, a tím vyšší výtěžnosti bioetanolu na hmotnostní jednotku zrna. Celková produkce bioetanolu z plochy však byla významně ovlivněna výnosovým potenciálem odrůdy pšenice a intenzivnější úroveň výživy a ochrany rostlin zvyšovala produkci bioetanolu z plochy o 5–6 %. Z testovaných odrůd vykázaly nejvyšší produkci bioetanolu především odrůdy s pekařskou jakostí „C“ – Biscay, Florett a rovněž pekařsky kvalitní odrůda Cubus (A). Zjištěná vysoká pevnost (síla) lepku u odrůd Cubus a Florett by měla oba materiály předurčovat k vysoké výtěžnosti škrobu při současném získání kvalitního vitálního lepku. Z hlediska vyšší přesnosti metody stanovení hrubých bílkovin, včetně vyšší negativní korelace k produkci bioetanolu, ve srovnání se stanovením škrobu by bylo vhodnější nastavit výkupní parametry dle úrovně tohoto kritéria.

## Souhrn

Získané výsledky tříletého hodnocení vybraných sedmi odrůd ozimé pšenice s rozdílnou pekařskou jakostí (Barroko (A), Biscay (C), Cubus (A), Florett (C), Ilias (A-E), Meritto (B) a Rheia (B)) pěstovaných při dvou různých způsobech zpracování půdy (O = konvenční s orbou do 0,22 m, M = minimální do 0,1 m), dvou intenzitách výživy a ochrany rostlin a na dvou lokalitách (Praha-Ruzyně a Chrástany u Rakovníka) jednoznačně potvrdily významnou závislost produkce škrobu a bioetanolu na lokalitě, odrůdě i technologii pěstování. Nižší vstupy (hnojení N, ochrana rostlin) u orby a minimalizace vedly k vyššímu podílu obsahu škrobu v zrně, a tím vyšší výtěžnosti bioetanolu na hmotnostní jednotku zrna. Celková produkce bioetanolu z plochy však byla významně ovlivněna výnosovým potenciálem odrůdy pšenice a intenzivnější úroveň ošetření a výživy zvyšovala produkci bioetanolu z plochy o 5–6 %. Z testovaných odrůd vykázaly nejvyšší obsah škrobu resp. produkci bioetanolu především odrůdy s pekařskou jakostí „C“ – Biscay, Florett a rovněž pekařsky kvalitní odrůda Cubus (A).

**Klíčová slova:** pšenice, škrob, bioetanol, technologie pěstování.

Práce vznikla za podpory projektu NAZV č. 1G58076 a výzkumného záměru MZE 0002700604.

## Literatura

- PRUGAR J. ET AL.: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. VÚPS, a. s., Praha, 2008, s. 96–99.
- ROSE S. P.: The nutritional value of different wheat cultivars for farm animals. In *Problematika krmné jakosti*. 2003, VÚRV Praha, s. 2–6.

- PETR J.: Pěstování pšenice podle užitkových směrů. ÚZPI Praha, *Zemědělské informace*, 20, 2001, s. 43.
- VACULOVÁ K., HORÁČKOVÁ S.: Neškrobové polysacharidy v znu ozimé pšenice. *Obilnářské listy*, 15, 2007, s. 25–31.
- LINHAUER M. G., ZWINGELBERG H.: Weizen für besondere Verwendungszwecke. 2 Mitt. Stärkegewinnung. *Getreide Mehl und Brot*, 51, 1997, s. 59–63.
- JUREČKA D., NOVOTNÝ F.: Hodnocení jakosti. Speciální příloha k pěstování a kvalitě pšenice. *Zemědělec*, 1998, s. 14–17.
- ALTEROVÁ L.: *Na startu je bionafta*. [on line] [http://www.agroweb.cz/Na-startu-je-bionafta\\_s43x28815.html](http://www.agroweb.cz/Na-startu-je-bionafta_s43x28815.html), 2007.
- DVOŘÁČEK V. ET AL.: Vliv odrůdy, technologie pěstování a lokality na produkci škrobu a bioetanolu u vybraných odrůd pšenice seté. *Listy cukrov. řepář.*, 123, 2007 (12), s. 380–382.
- HÖNIG V., MILER P., HROMÁDKO J.: Bioetanol jako inspirace do budoucna. *Listy cukrov. řepář.*, 124, 2008 (7/8), s. 203–206.
- KINDRED D. R. ET AL.: Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. *J. Cereal Sci.*, 48, 2008, s. 46–57.
- SEDLÁČEK T., HORČIČKA P.: Wheat wort density as a tool for prediction of ethanol yield. *J. Agrobiolology* (v tisku).
- KRUPINSKY J. M. ET AL.: Nitrogen and Tillage Effects on Wheat Leaf Spot Diseases in the Northern Great Plains. *Agron. J.*, 99, 2007, s. 562–569.
- DVOŘÁČEK V., PAPOUŠKOVÁ L., FAMĚRA O.: Mez. konference Polysacharidy 2007, *Chem. listy*, 101, 2007b, s. 745–763.
- SMITH T. C. ET AL.: *Wheat as a feedstock for alcohol production*. HGCA Research Review No. 61, 2006, [on line]: <http://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/HGCA%20RR61%20Wheat%20for%20alcohol.pdf>.

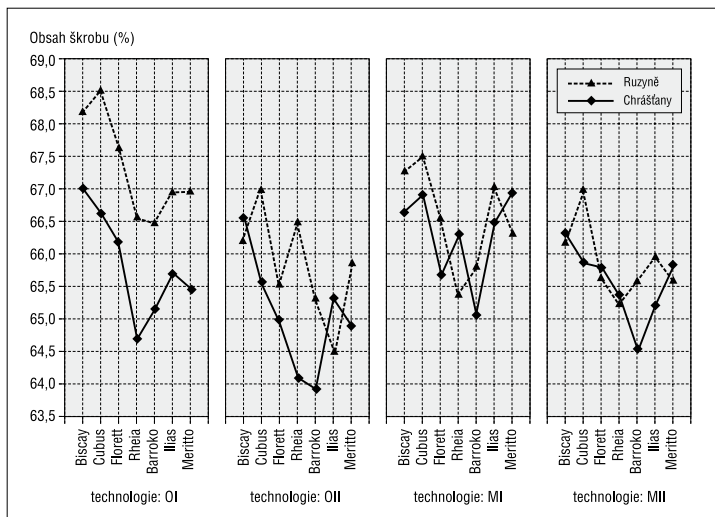
**Dvořáček V., Sedláček T., Růžek P., Vavera R., Papoušková L., Prohaskova A.: Effective methods of wheat cultivation for starch and bioethanol production**

The seven selected winter wheat varieties with different bread-making quality (Barroko (A), Biscay (C), Cubus (A), Florett (C), Ilias (A-E), Meritto (B) a Rheia (B)) and cultivated in the two different tillage systems (conventional vs. minimal tillage) and two intensity levels of plant nutrition in the two localities (Prague-Ruzyně and Chrášťany u Rakovníka) were evaluated with regard to starch and bioethanol production. The obtained results unambiguously confirmed the significant dependency of starch and bioethanol production on locality, variety and crop management. The lower inputs of N-fertilizers and the lower level of plant protection in both tillage systems conducted to higher starch content in grain and higher bioethanol extraction on the weight unit of grain as well. Nevertheless, the total bioethanol production on the cropping area was essentially influenced by a yield effectiveness of each wheat variety. The more intensive level of fertilization and plant protection increased yield of bioethanol about 5–6 % on the unit of area. On the other hand, we didn't confirm the significant differences in starch and bioethanol production depending on soil tillage. The highest starch and bioethanol production were mainly found in the varieties with the baking quality "C" – Biscay and Florett and also in the wheat variety Cubus with the high baking quality "A".

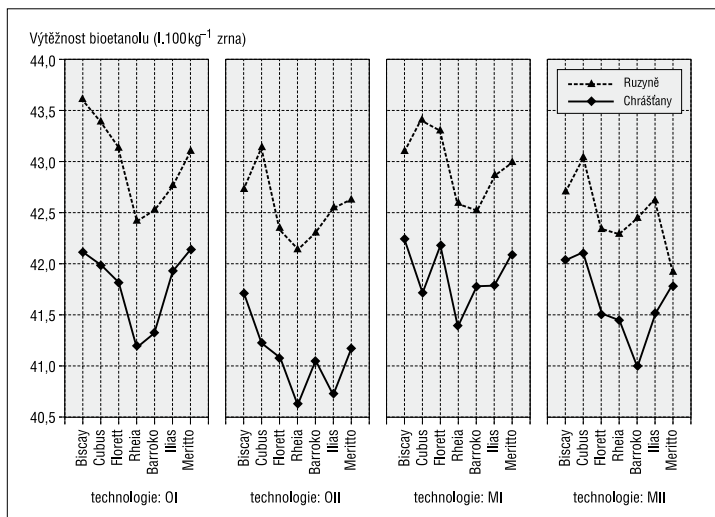
**Key words:** wheat, starch content, bio-ethanol, crop management.

Ing. Václav Dvořáček, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 Ruzyně, Česká republika, e-mail: dvoRacek@vurv.cz

Obr. 1. Vliv odrůdy, technologie pěstování (zpracování půdy + intenzita pěstování) a lokality na průměrný obsah škrobu v znu



Obr. 2. Vliv odrůdy, technologie pěstování (zpracování půdy + intenzita pěstování) a lokality na průměrnou výtěžnost bioetanolu



Obr. 3. Vliv odrůdy, technologie pěstování (zpracování půdy + intenzita pěstování) a lokality na produkci bioetanolu

