

RELATIONS BETWEEN PROTEIN COMPOSITION AND RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WINTER WHEAT FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMING

VZTAH MEZI SKLADBOU BÍLKOVIN A REOLOGICKÝMI CHARAKTERISTIKAMI OZIMÉ PŠENICE Z EKOLOGICKÉHO A KONVENČNÍHO ZPŮSOBU PĚSTOVÁNÍ

Krejčířová L., Capouchová I.

Katedra rostlinné výroby, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká, Česká republika.

E-mail: krejcirova@af.czu.cz, capouchova@af.czu.cz

ABSTRACT

The quality of gluten for specific final utilization depends on optimal combination of storage proteins – gliadins and glutenins. Gliadins influence viscosity and glutenins elasticity and tolerance to elongation of dough. Technological quality and protein composition of the wheat grain are influenced significantly by the system of growing. A selected set of winter wheat varieties from different groups of quality (E, A, B, C), from organic and conventional farming was evaluated in relation to rheological parameters and protein composition of grain. Wheat from organic farming was characterized, in compare with wheat growed conventionally, by worse values of baking quality parameters, but better values of nutritional quality, given by higher content of albumins and globulins and lesser content of HMW glutenins in grain.

Key words: wheat quality, organic farming, conventional farming, protein composition,

ABSTRAKT

Kvalita lepku pro specifické finální užití je určena zejména optimální kombinací zásobních glutenových proteinů – gliadinů a gluteninů. Každý z nich přispívá unikátním způsobem reologii – viskozita je ovlivňována především gliadiny a elasticita gluteniny. Technologická kvalita a skladba bílkovin zrna pšenice je významně ovlivněna způsobem pěstování. Cílem práce bylo vyhodnotit vtahy mezi reologickými charakteristikami a skladbou bílkovin u vybraného souboru pšenice ozimé z různých skupin jakosti (E, A, B, C) z ekologického a konvenčního způsobu pěstování. Ekologicky vypěstovaná pšenice, v porovnání s konvenční, byla charakterizována horšími hodnotami pekařských parametrů, ale lepší kvalitou z nutričního hlediska, což je dáno vyšším obsahem albuminů a globulinů a nižším zastoupením HMW gluteninů v zrně.

Klíčová slova: kvalita pšenice, ekologické zemědělství, konvenční zemědělství, skladba bílkovin

ÚVOD

Kritéria pro posuzování technologické jakosti zrna odrůd pšenice jsou předmětem mnoha studií, v zásadě však rozhodují o jakosti zrna znaky vypovídající o obsahu a viskoelastických vlastnostech lepkových bílkovin. K tomu přistupuje posuzování hmotnosti a tvrdosti zrna, vaznosti a výtěžnosti mouky, obsahu minerálních látek a viskozity (aktivity hydrolytických enzymů) (Šíp et al., 2000). Znaky technologické jakosti zrna pšenice jsou ovlivněny jak odrůdou, tak podmínkami stanoviště a ročníků a intenzitou pěstování.

V případě pšenice vypěstované ekologickým způsobem lze očekávat vzhledem ke způsobu produkce (bez průmyslových hnojiv a pesticidů) v řadě aspektů vyšší kvalitu ve srovnání s pšenicí z konvenčního způsobu pěstování. V technologické jakosti, která vymezuje vhodnost produkce k určitému zpracování a využití, je však třeba u ekologicky vypěstované pšenice počítat s řadou odlišností ve srovnání s technologickou jakostí pšenice vypěstované konvenčním způsobem. K nejvýraznějším rozdílům mezi kvalitativními ukazateli obilovin vypěstovaných v konvenčním a ekologickém způsobu pěstování patří rozdíly v obsahu N-látek a mokrého lepku. Řada dosavadních studií však ukázala, že geneticky podmíněné rozdíly např. ve znacích pekařské kvality zrna, stanovené u zrna pšenice z konvenčního zemědělství, se zachovávají i při ekologickém způsobu pěstování (Prugar, 1999).

MATERIÁL A METODIKA

Ve dvouletých pokusech (sklizňové ročníky 2004 a 2005) jsme hodnotili vzájemné vztahy mezi skladbou bílkovin zrna a reologickými parametry u souboru odrůd ozimé pšenice z různých skupin jakosti (E, A, B, C) vypěstovaných konvenčním způsobem pěstování na šlechtitelské stanici Stupice a ekologickým způsobem pěstování na pokusné stanici Katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze – Uhřetěvesi.

Pokusné plochy šlechtitelské stanice Stupice i pokusné stanice Uhřetěves leží v takřka shodných půdně-klimatických podmínkách (cca 2 km) v řepařské oblasti středních Čech. Pokusy byly zakládány podle zásad platných pro vedení Státních odrůdových pokusů v ČR – metodou znárodněných bloků, ve 4 opakováních, velikost pokusné parcely cca 15 m². Pokusy byly vedeny na ŠS Stupice s použitím mořeného osiva, celková dávka dusíku 130 kg N.ha⁻¹, herbicid, fungicid, morforegulátor, dle potřeby i insekticid.

Na pokusné stanici KRV FAPPZ ČZU v Praze – Uhřetěvesi, byly pokusy vedeny v rámci Státních odrůdových pokusů ÚKZÚZ ekologickým způsobem pěstování, podle zásad IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) a Metodického pokynu pro ekologické zemědělství Mze ČR. Pokusy byly zakládány stejným způsobem jako na ŠS Stupice, bylo používáno nemořené osivo, pokusy byly vedeny bez použití průmyslových hnojiv a pesticidů.

Po sklizni pokusů byly každého opakování odebrány cca 3 kg vzorky zrna k laboratornímu hodnocení. U vzorků zrna byl stanoven obsah N-látek ČSN ISO 1871, Zeleného sedimentační test (ČSN ISO 5529), reologické vlastnosti na farinografu (ČSN ISO 5530-1) a pekařský pokus (metodika VÚ MPP Praha).

Pro hodnocení skladby bílkovin zrna pšenice byla použita elektroforetická analýza zásobních bílkovin - metoda SDS-PAGE v polyakrylamidovém gelu. Kvantitativní vyhodnocení elektroforeogramů byl provedeno s použitím software Bio1D firmy Vilber-Lourmat (Francie).

Vzájemné vztahy mezi skladbou bílkovin a parametry technologické jakosti pšenice byly statisticky vyhodnoceny korelační analýzou v programu Statgraphics 5.1, s vyjádřením statistické průkaznosti korelačních koeficientů na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Tab. 1 Vybrané kvalitativní parametry a elektroforetická analýza zásobních bílkovin pšenice z ekologického a konvenčního systému pěstování – 2004, 2005

Rok	Pěst. System	Jak. sk.	Obsah N-látek (%)	Zelený test (ml)	Farinografické hodnocení				Měrný objem pečiva (ml/100g)	HMW gluteniny (%)	LMW gluteniny + gliadiny (%)	Alb. + globuliny (%)
					Vaznost (%)	Vývin těsta (min.)	Doba stability (min.)	Pokles konz. (F.j.)				
2004	Konvenční	E	9,52	33	55,25	1,50	3,75	95	342	28,74	67,19	4,06
		A	11,01	34	52,83	1,25	3,67	107	344	25,85	66,59	8,10
		B	11,65	25	52,93	1,75	4,33	87	331	25,82	69,07	5,11
		C	9,94	22	48,35	0,88	2,13	100	300	24,77	59,88	15,35
	Ekologický	E	8,58	22	52,30	1,00	2,00	180	271	15,40	71,16	13,44
		A	8,27	20	51,90	1,00	2,33	147	290	10,66	69,86	18,81
		B	8,28	16	53,15	0,88	1,75	165	225	10,92	68,76	20,28
		C	7,61	12	50,84	0,85	1,65	174	238	7,73	67,71	24,50
2005	Konvenční	E	11,95	30	63,50	1,25	3,75	100	358	34,90	62,34	2,75
		A	12,24	33	54,90	1,25	3,00	120	317	30,05	64,22	5,67
		B	11,42	29	32,66	1,00	3,25	150	265	23,60	70,51	5,53
		C	11,78	23	52,10	1,50	1,75	163	242	20,13	70,65	8,43
	Ekologický	E	11,59	29	54,70	1,50	3,08	100	314	17,52	70,56	11,92
		A	10,94	35	35,85	1,17	3,58	120	292	14,78	69,90	14,02
		B	10,61	32	51,10	1,17	2,83	140	269	14,20	70,98	14,87
		C	10,10	18	50,90	1,13	2,33	147	251	10,88	70,78	18,40

Dosažené výsledky přesvědčivě dokumentují vliv ekologického a konvenčního způsobu pěstování na skladbu zásobních bílkovin zrna pšenice a parametry technologické jakosti, vypovídající jednak o množství bílkovin (obsah N-látek), jednak o vlastnostech bílkovinného komplexu (Zeleného sedimentačního testu, reologické charakteristiky stanovené na farinografu a měrný objem pečiva).

V zastoupení LMW gluteninů a gliadinů jsme nezaznamenali výrazné rozdíly mezi ekologickým a konvenčním způsobem pěstování; u ekologicky vypěstované pšenice bylo dokonce jejich zastoupení mírně vyšší ve srovnání s pšenicí konvenční. V případě HMW

gluteninů bylo zjištěno výrazně vyšší zastoupení u konvenčně vypěstované pšenice; v případě ekologické pšenice jsme naproti tomu zaznamenali výrazně vyšší zastoupení nutričně nevhodnějších albuminů a globulinů.

Tyto výsledky jsou v souladu se závěry Prugara (1980) a Gravelanda (1996), podle kterých aplikace dusíku všeobecně zvyšuje podíl bílkovinných frakcí typických pro lepek – gluteninů a gliadinů.

Tab. 2 korelační analýza vybraných jakostních znaků pšenice z ekologického a konvenčního systému pěstování – 2004, 2005

Znak	HMW Glut.	LMW Glut. +Gliad.	Alb.+ Glob.	Obsah N-látek	Zelený test	Far.inograf. vaznost	Farinograf. vývin	Stabilita těsta	Pokles konzistence	Objem pečiva
HMW Glut.	1									
LMW Glut. +Gliad.	-0,36 -0,68*	1								
Albuminy + Globuliny	-0,78* -0,23	-0,62* -0,60*	1							
Protein content	0,64* 0,29	0,29 0,25	-0,66* -0,52*	1						
Zelený test	0,65* 0,44	0,36 -0,10	-0,76* -0,39	0,73* 0,18	1					
Far.inograf. Vaznost	0,27 0,27	0,05 0,27	-0,26 -0,63*	0,15 0,07	0,20 0,34	1				
Farinograf. vývin těsta	0,54* 0,24	0,20 0,37	-0,58* -0,68*	0,67* 0,24	0,48* 0,41	-0,08 0,41	1			
Stabilita těsta	0,50* 0,62*	0,29 -0,25	-0,59* -0,38	0,71* 0,34	0,73* 0,47	0,14 -0,06	0,73* 0,70*	1		
Pokles konzistence	-0,44* -0,57*	-0,22 0,37	0,46* 0,29	-0,58 0,19	-0,49 -0,37	0,11 0,31	-0,77* -0,44	-0,67* -0,72*	1	
Objem pečiva	0,53* 0,60*	-0,11 -0,23	-0,41 -0,38	0,42* -0,15	0,43 0,55*	0,17 0,13	0,40 0,38	0,47 0,52*	-0,19 -0,73*	1

* Statisticky průkazné korelace, 1. číslo = ekologický, 2. číslo = konvenční systém pěstování

Kromě rozdílů ve skladbě zásobních bílkovin zrna pšenice z ekologického a konvenčního způsobu pěstování jsme však zaznamenali i určité rozdíly ve skladbě bílkovin i mezi jednotlivými jakostními skupinami odrůd. V konvenčním i ekologickém způsobu pěstování bylo zjištěno nejvyšší zastoupení HMW gluteninů a současně nejnížší zastoupení albuminů a globulinů u odrůd zařazených do jakostní skupiny „E“ – elitní a „A“ kvalitní a nejnížší u odrůd zařazených do jakostní skupiny „C“ – ostatní, nevhodné pro pekárenské zpracování. To potvrzuje výsledky Michalíka (1992), podle kterého jsou změny v poměru jednotlivých frakcí bílkovin ovlivněny nejen celkovým obsahem bílkovin v zrna pšenice, ale i genotypem a Prugara (1999), který uvádí, že odrůdy z jakostních skupin „E“ a „A“ si zachovávají své geneticky podmíněné rozdíly ve znacích pekařské jakosti a chovají se jako technologicky lepší, kvalitnější odrůdy i při ekologickém způsobu pěstování.

Rozdíly ve skladbě zásobních bílkovin zrna pšenice se odráží i v úrovni hodnocených parametrů technologické jakosti a ve vzájemných vztazích mezi nimi.

Byly zjištěny záporné korelace mezi HMW gluteniny a LMW gluteniny + gliadiny; v případě konvenčního způsobu pěstování byla korelace statisticky průkazná a poměrně těsná, u ekologického způsobu pěstování byl vztah statisticky neprůkazný. Záporné korelace byly zjištěny i mezi albuminy + globuliny a HMW gluteniny; v tomto případě byla statisticky průkazná, poměrně těsná korelace zjištěna u ekologického způsobu pěstování, zatímco u konvenčního způsobu pěstování byla korelace statisticky neprůkazná. Opět záporné, tentokrát u obou způsobů pěstování statisticky průkazné korelace byly zaznamenány mezi albuminy+ globuliny a LMW gluteniny + gliadiny.

Z dosažených výsledků je dále zřejmý výrazný vliv konvenčního a ekologického způsobu pěstování na obsah N-látek v sušině zrna pšenice. Vyšší obsah N-látek v zrnu konvenčně vypěstované pšenice potvrdili ve svých pokusech se souborem odrůd pšenice vypěstovaných ekologickým a konvenčním způsobem též Petr et al. (1998).

Kladné, statisticky průkazné korelace byly zjištěny i mezi obsahem N-látek a zastoupením LMW gluteninů+gliadinů a HMW gluteninů. Naopak záporný, statisticky průkazný vztah byl zjištěn mezi obsahem N-látek a zastoupením albuminů + globulinů. Tyto výsledky jsou v souladu se závěry Michalíka (1992), podle kterého se zvyšujícím se obsahem N-látek a lepku v zrnu pšenice dochází i k navyšování podílu gliadinů a gluteninů a snižování podílu albuminů a globulinů.

Z hodnocení vzájemných vztahů mezi skladbou bílkovin a Zelenyho testem vyplynuly u obou způsobů pěstování statisticky průkazné, kladné korelace mezi Zelenyho testem a zastoupením HMW gluteninů, rozhodujících o síle a elasticitě lepku. To naznačuje, v souladu se závěry Hanišové, Horčíčky (2002), že sedimentační test podle Zelenyho je ukazatel, který má skutečně velmi dobrou vypovídací schopnost o viskoelastických vlastnostech lepkových bílkovin a o technologické kvalitě pšenice. Kladné, avšak statisticky neprůkazné korelace byly u obou způsobů pěstování zaznamenány mezi Zelenyho testem a zastoupením LMW gluteninů+gliadinů. Naproti tomu, korelace mezi Zelenyho testem a zastoupením albuminů+globulinů byly statisticky průkazné a záporné.

Ve farinografickém hodnocení se lépe osvědčila konvenčně vypěstovaná pšenice, která dosáhla ve srovnání s pšenicí ekologickou vyšší vaznosti, delší doby stability těsta a nižšího poklesu konzistence; větší rozdíly ve prospěch konvenčně vypěstované pšenice byly přitom zaznamenány ve sklizňovém roce 2004. Lepší reologické charakteristiky konvenčně vypěstované pšenice uvádí i Capouchová (2003).

Byly zjištěny kladné, statisticky průkazné i neprůkazné korelace mezi zastoupením hlavních frakcí lepkových bílkovin (HMW gluteninů i LMW gluteninů+gliadinů) a vazností, dobou vývinu i stability těsta a naopak statisticky průkazné, záporné korelace mezi těmito farinografickými charakteristikami a zastoupením albuminů+globulinů. V případě poklesu konzistence pak měly výsledky opačný charakter. Tyto poznatky opět potvrzují názory Bushuka, Bekese (2002) o rozhodující roli gluteninů a gliadinů pro formování

viskoelastických vlastností těsta, zatímco vliv albuminů a globulinů na kvalitu těsta je spíše negativní.

Rovněž jsme zaznamenali kladné, většinou statisticky průkazné korelace mezi dobou stability a dobou vývinu těsta a obsahem N-látek a Zeleného testem. Mezi poklesem konzistence a ostatními hodnocenými parametry technologické jakosti pak převažovaly korelace záporné. Záporné, statisticky průkazné korelace mezi poklesem konzistence a ostatními reologickými ukazateli uvádí i Hubík (1995).

Pekařský pokus je konečným přímým ukazatelem pekařské jakosti pšenice. Podle Hanišové, Horčíčky (2002) měrný objem pečiva zpravidla významně koreluje se sedimentačním testem, reologickými charakteristikami a bodovou hodnotou gluteninového spektra. Statisticky průkazné, kladné korelace mezi měrným objemem pečiva a zastoupením HMW gluteninů jsme z našich výsledků zaznamenali i my, a to u konvenčního i ekologického způsobu pěstování. Naproti tomu, vztah mezi měrným objemem pečiva a zastoupením LMW gluteninů+gliadinů a albuminů+globulinů byl záporný. Kladné, ve většině případů statisticky průkazné korelace jsme zjistili mezi měrným objemem pečiva a obsahem N-látek, vazností, dobou vývinu a dobou stability těsta. Mezi měrným objemem pečiva a poklesem konzistence byla korelace záporná.

ZÁVĚR

Dosažené výsledky přesvědčivě dokumentují vliv ekologického a konvenčního způsobu pěstování na skladbu zásobních bílkovin zrna pšenice a parametry technologické jakosti, vypovídající o množství bílkovin a o vlastnostech bílkovinného komplexu.

Konvenčně vypěstované pšenice se vyznačovaly vyšším zastoupením HMW gluteninů. Současně byl zaznamenán vyšší obsah HMW gluteninů u odrůd z jakostní skupiny E a A. Odrůdy pšenice s vyšším obsahem HMW gluteninů dosahovaly vyšších hodnot farinograficky stanovené vaznosti vody, delší doby vývinu těsta, delší doby stability těsta a nižšího poklesu konzistence těsta. Tyto odrůdy jsou tedy z technologického hlediska vhodnější pro pekárenské využití, pro výrobu výrobků z kynutých těst.

Odrůdy z ekologického systému pěstování a současně odrůdy z jakostní skupiny C z obou systémů pěstování se vyznačovaly nízkým zastoupením HMW gluteninů a horšími reologickými charakteristikami. U těchto odrůd byl však zaznamenán vyšší obsah nutričně plnohodnotných albuminů a globulinů.

Projekt byl podpořen grantem GA FAPPZ 21160/1312/3116, výzkumným záměrem CUA 6046070901 a grantem NAZV QG 50034.

LITERATURA

- Bushuk, W., Bekes, F. (2002): Contribution of protein to flour quality. Proceedings of the ICC Conference "Novel Row Materials, Technologies and Products - new Callange for the Quality Control" Budapešť, pp. 14-19.
- Capouchová,I. (2003): Vliv odrůdy a agroekologických faktorů na škrobářenskou a pečivářenskou jakost ozimé pšenice. Habilitační práce, ČZU Praha, 198 s.
- Graveland, A., Henderson, M.H., Paques, M., Zandbelt, P.A. (1996): Composition and functional properties of gluten proteins. Sb. „Gluten '96“, Proceedings of the Sith International Gluten Workshop, held in Sydney, 2-4.9.1996, in association with the 46th Australian Cereal Chemistry Conference,p. 218-223.
- Hanišová,A., Horčíčka,P. (2002): Šlechtění pšenice na jakost pro různé směry využití. Sb. 8. semin. „Nové poznatky z genetiky a šlachtenia polnohosp. rastlín – šlachtenie obilnín na kvalitu“, VÚRV Piešťany, 29.5.2002, pp.18-25
- Hubík,K. (1995): Vliv hnojení a ročníku na jakost potravinářské pšenice. Rostlinná výroba, 41(11):521-527
- Michalík, I. (1992): Rostlinná výroba, 38, 8, s. 643-649.
- Petr,J.sen., Petr,J.jr., Škeřík,J., Horčíčka,P. (1998): Quality of wheat from different growing systems. Scientia Agriculturae Bohemica, 29(3-4):161-182
- Prugar, J. (1980): Otázky vlivu hnojenia na jakosť pšeničného zrna vo svetovej literature. III. část, Agrochémia, 20, 1, s. 105-107.
- Prugar,J. (1999): Kvalita rostlinných produktů z ekologického zemědělství. Stud. informace ÚZPI, 5/1999 (rostlinná výroba), 79 s.
- Šíp,V., Škorpík,M., Chrpová,J., Šottníková,V., Bártová,Š. (2000): Vliv odrůdy a pěstitelských opatření na výnos zrna a potravinářskou jakost ozimé pšenice. Rostlinná výroba, 46(4):159-167