

VPLYV SKLADOVANIA NA ZMENY BIELKOVINOVÉHO KOMPLEXU PŠENICE POTRAVINÁRSKEJ *Triticum aestivum,L.* IMPACT OF STORAGE ON THE CHANGES OF PROTEIN COMPLEX OF THE FOOD WHEAT *Triticum aestivum,L.*

Muchová, Z. – Okrajková, A., Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU Nitra

This work focuses on the impact of the post-harvest technologies, including the storage, on quality changes of *Triticum aestivum,L.* investigated in intervals by every 3 months since the start of storage after the harvest (July, September, November, February, May). In this contribution, the changes of protein complex in the grain of the harvest, characterized by content of crude protein, amino acids (17), gluten and its properties augmented by the falling number (FN), are presented. The crude protein content (%N×5,7) was slightly decreasing during the first 5 months of storage, since November retaining at the level of 12,3%. The variability of amino acids had a similar tendency, but having a longer decline period (7 months). The tendencies observed for gluten (amount, quality) and FN were different. The amount of gluten was initially stabilized (around 26%), later (after November), it declined with swelling ability rising until the February, then stabilizing (19 ml). The activity of α -amylases (FN) was rising until the 5 month period since the start of the storage, then it fell.

Key words: storage, crude protein, amino acids, gluten, gluten swelling ability (Quellzahl), falling number

Úvod:

Formovanie kvality zrna potravinárskej pšenice *Triticum aestivum,L.* sa nekončí jej zberom. Významne ju ovplyvňuje priebeh pozberového ošetrovania, dozrievania a skladovania, úchovy (Prugar a Hraška 1986; Muchová in Surovčík a kol.2001 a i.). Skúmaniu zmien jej kvality počas skladovania sa preto venujú mnohí autori (Pomeranz 1988,1992; Kent a Ewers 1998; Sychra a Hubík 1998; Dale et al.1998; Mareček a Sychra 1999; Zai-Ur Rehman a Shah 1999; Bryce 2000; Muir 2000; Sychra a Mareček 2001; Sychra et al. 2002).

Zmeny sú skúmané často v modelových podmienkach, napr. skladovanie pri rôznych teplotách (Zai-Ur Rehman a Shah 1999); v regulovateľnej atmosfére (Gras a Riorda 1998). Na cereálne potraviny sa v prevažnej miere spracováva zrno uchovávané v nákupných skladovateľských prípadne spracovateľských organizáciách v kontrolovateľných podmienkach rešpektujúcich všeobecné zásady správneho skladovania (čistenie, triedenie, teplota, vetranie, vlhkosť). Napriek tomu variabilita akosti zrna dodávaného do mlynov a tým následne aj múk dodávaných do pekární je veľká (Muchová 2001). Preto nás zaujímalo, k akým zmenám môže dochádzať v takýchto podmienkach skladovania tým viac, že literárne zdroje poskytujú nejednotné informácie. Pomeranz (1992,1998) uvádza, že k zmenám obsahu hrubého proteínu nedochádza ani po 8.rokoch dlhodobého skladovania. Podobne Dale et al. (1998); Kent a Ewers (1999) nespomínajú, nepoukazujú na významnejšie zmeny, prípadne odlišné tendencie niektorých zložiek bielkovinového komplexu uskladnených obilnín.

Ostatní spomínaní autori pripúšťajú zmeny predovšetkým v množstve a vlastnostiach prolaminových zásobných bielkovín.

Z riešenia GP VEGA 1/0609/03 „Optimalizácia skladovania z hľadiska kvality a ekonomiky“ prezentujeme v tomto príspevku časť výsledkov skúmania zmien bielkovinového profilu

dlhodobo skladovanej potravinárskej pšenice charakterizovanom hrubým proteínom, aminokyselinami, lepkom a jeho vlastnosťami. Uvedené charakteristiky sú doplnené o stanovenie aktivity α -amyláz nepriamou metódou.

Cieľ

Cieľom práce bolo skúmanie zmien bielkovinového komplexu počas dlhodobého skladovania potravinárskej pšenice *Triticum aestivum*, L. v prevádzkových podmienkach nákupnej (skladovateľskej) organizácie. Na základe zistených skutočností doplnených výsledkami skúmania zmien aj sacharidového a lipidového profilu skladovaných zásob potravinárskej pšenice riešitelia navrhnú, po ukončení výskumného cyklu (r. 2006) možné riešenia optimalizácie skladovania z hľadiska kvality a ekonomiky.

Materiál a metodika:

Zmeny vybraných znakov vlastností zrna *Triticum aestivum*, L boli sledované v 3-mesačných intervaloch od naskladnenia úrody z r.2003 do silovej komory o kapacite 950t so zavedeným systémom aktívnej ventilácie. Teploty vo vnútornej vrstve obilia sa pohybovali v jednotlivých pásmach silovej komory od max.29°C do 20°C v prvých 4 mesiacoch skladovania, v ďalšom období od 17°C do 5°C. V jednotlivých termínoch odberu od naskladnenia boli teploty odobraných vzoriek nasledovné: 21°C (júl 2003); 20°C (september 2003); 12°C (november 2003); 5°C (február 2004); 9°C (máj 2004); 16°C (august 2004). Vzorky prezentovali zmes 3 odrôd potravinárskej pšenice. Obsah **hrubého proteínu** v %(HP) bol stanovený klasickou metódou podľa Kjeldahla (%N \times 5,7); obsah **17 aminokyselín** v g.kg⁻¹ zrna: lyzín (LYS), fenylalanín (PHE), metionín (MET), treonín (THR), leucín (LEU), izoleucín (ILE), valín (VAL), histidín (HIS), arginín (ARG), kyselina glutámová (GLU), cystín (CYS), tyrozín (TYR), kyselina asparágová (ASP), serín (SER), prolín (PRO), glycín (GLY), alanín (ALA) chromatograficky na prístroji AAA 400; obsah **mokrého lepku** v % podľa ISO 5531 a jeho vlastností **napúčavosť** v ml a **ťažnosť** v cm klasickým postupom podľa Berlinera. Nepriame stanovenie aktivity α -amyláz bolo uskutočnené v zmysle ICC standar No 107, zohľadneným v ISO 3093 na prístroji Falling Number 1500 firmy Perten.

Výsledky a diskusia:

Počas 13 mesačného skladovania potravinárskej pšenice boli zistené zaujímavé tendencie zmien jej bielkovinového profilu. Pokles obsahu hrubého proteínu voči čerstvo naskladnenému materiálu sa pohyboval v rozpätí od 0,52% do 1%. Najvýraznejšie pokles bol zistený po 3 mesiacoch skladovania, čo súvisí s heterogénnosťou zmesi, ktorá v interakcii s podmienkami skladovania v období pozberového dozrievania mohla byť príčinou takejto zmeny. V ďalšom období, po úprave vlhkosti a teploty materiálu sa hodnota tohto znaku ustálila na vyhovujúcej úrovni okolo 12,3% (tab.1).

Pri množstve mokrého lepku, tvorenom predovšetkým tzv.zásobnými frakciami bielkovín (gliadíny, gluteníny) sa pokles zistil až po 9 mesačnom skladovaní (4.odber). Toto zistenie je v súlade so všeobecne uznávaným názorom, že v prvom období skladovania, pokiaľ je vedené správne, dochádza k dobudovaniu terciárnych a kvartérnych štruktúr biopolymérov endospermu (Příhoda a kol. 2003). Nami zistený pokles po 9 mesačnom skladovaní na úroveň pod 24% ukazuje, že uskladnené zásoby už v tomto období nespĺňali jednu z odporúčaných a našimi odberateľmi (spracovateľmi) zrna preferovaných požiadaviek na potravinársku pšenicu (STN-461100-2).

Poznatky ohľadne pozitívnych zmien ohľadom elasticity lepkového komplexu v priebehu dlhodobého skladovania uvádzaných napríklad Hubíkom a kol.(1999) sa v nami skúmaných podmienkach potvrdili pri napúčavosti lepku (Q). Tento znak však nákupcovia a hlavný

spracovateľ zrna (mlynári) nezohľadňujú (nie je zakotvený v príslušných štandardoch kvality).

Sledovaná aktivita α -amyláz hodnotená nepriamo tzv.čísлом poklesu (Falling Number) sa skladovaním spočiatku zlepšovala od veľmi nízkej v čerstvom materiáli (po zbere) až na takmer prijateľnú po 6.mesiacoch skladovania (3.odber-november 2003). Po tomto období však opäť nastal pokles aktivity. Sychra a kol. (2002) uvádzajú nevýznamné zmeny tohto znaku vplyvom skladovania. Zdôrazňujú len význam odrody a roku zberu.

Výsledky stanovenia 17 aminokyselín, z toho 7 esenciálnych + 2 semiesenciálne (tab.2) a 8 neesenciálnych (tab.3) naznačujú určité pozitívne tendencie vo variabilite väčšiny významných aminokyselín v prospech dlhšej doby skladovania (4.odber-február 2004).

Tieto pozitívne zistenia ohľadne určitého zlepšenia nutričnej hodnoty bielkovín sú čiastočne v súlade so zisteniami Rehmana a Shaha (1999), ktorí pri sledovaní zmien lyzínu počas skladovania pri rôznych teplotách (10°C, 25°C, 45°C) zistili najlepšie výsledky pri t=10°C. V nami skúmaných podmienkach skladovania teplota prekročila hodnotu 25°C len krátkodobo pri naskladňovaní úrody. Aktívnym vetraním sa v spodných pásmach silovej komory dosiahlo už v 1.odbere (17.7.2003) prijateľných 21°C. Teplotné pomery sa v ďalšom období udržiavali v požadovaných hodnotách (viď Materiál a metodika).

Vo výskume sa pokračuje a až ďalšie výsledky ukážu, či prezentované tendencie majú všeobecnejšiu platnosť. V tomto období hodnotíme súčasne pokračujúce skladovanie časti z úrody r.2003 a začiatok nového skladovacieho cyklu zrna z úrody r.2004.

Hodnoty vybraných ukazovateľov pšeničného zrna

Tabuľka 1

| odbery | HP(%) | Lepok(%) | Q(ml) | ČP(s) |
|----------------------|-------|----------|-------|-------|
| 1.-17.07.2003 | 12,94 | 26,1 | 15,0 | 350 |
| 2.-12.09.2003 | 11,85 | 25,9 | 16,0 | 335 |
| 3.-11.11.2003 | 12,34 | 26,1 | 16,5 | 274 |
| 4.-27.02.2004 | 12,42 | 23,8 | 20,0 | 351 |
| 5.-07.05.2004 | 12,38 | 23,0 | 19,0 | 370 |

Obsah esenciálnych a semiesenciálnych aminokyselín (g.kg⁻¹)

Tabuľka 2

| AMK (g.kg ⁻¹) odbery | LYZ | PHE | MET | THR | LEU | ILE | VAL | HIS | ARG |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.odber | 3,28 | 5,91 | 1,91 | 3,60 | 8,40 | 3,79 | 4,53 | 3,22 | 5,69 |
| 2.odber | 3,13 | 5,03 | 1,82 | 3,67 | 7,93 | 4,08 | 4,38 | 2,93 | 5,31 |
| 3.odber | 3,31 | 5,12 | 2,14 | 3,50 | 8,04 | 3,76 | 4,95 | 2,99 | 5,30 |
| 4.odber | 4,81 | 6,27 | 2,38 | 4,88 | 9,49 | 4,47 | 6,18 | 3,71 | 8,78 |
| 5.odber | 5,03 | 5,96 | 2,30 | 4,67 | 9,26 | 4,36 | 5,97 | 3,65 | 8,51 |

Obsah neesenciálnych aminokyselín (g.kg⁻¹)

Tabuľka 3

| AMK (g.kg ⁻¹) | GLU | CYS | TYR | ASP | SER | PRO | GLY | ALA |
|---------------------------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 1.odber | 36,06 | 2,71 | 4,58 | 5,91 | 6,01 | 14,50 | 4,80 | 3,85 |
| 2.odber | 34,81 | 2,44 | 3,40 | 6,32 | 5,74 | 15,56 | 4,62 | 3,59 |
| 3.odber | 33,72 | 2,68 | 3,21 | 6,06 | 5,77 | 12,74 | 4,55 | 3,64 |
| 4.odber | 40,40 | 2,92 | 4,19 | 9,26 | 7,38 | 15,62 | 6,37 | 5,66 |
| 5.odber | 35,16 | 2,50 | 3,82 | 9,07 | 6,80 | 14,27 | 5,96 | 5,17 |

Záver:

Výsledky ukázali, že počas 13-mesačného skladovania potravinárskej pšenice dochádza aj v podmienkach aktívnej ventilácie k určitým zmenám v jej bielkovinovom profile, pričom tendencie zmien v jednotlivých zložkách sú odlišné. Obsah hrubého proteínu v priebehu prvých 5.mesiacov skladovania (od zberu) klesal, v ďalšom období od novembra sa udržiaval na úrovni 12,3%. Lepok si po zbere udržiaval rovnakú hodnotu (okolo 26%), neskôr (od novembra) nastal pokles pod požadovanú hodnotu (min. 25%) pričom jeho napúčavosť stúpala resp. sa udržiavala na vysokej úrovni až do konca sledovaného obdobia.

Aktivita α -amyláz stúpala až do 5 mesiacov skladovania, potom nastal pokles. Inhibícia proteolýzy ako aj nízke teploty skladovania prakticky v celom období (pod 25°C) mohli byť príčinou stability zastúpenia významných aminokyselín.

Literatúra:

1. Dale, A.Blasi- Gerry,L.Kuhl- Carl, L.Reed. 1998.Wheat Middlings Composition, Feeding value, and Storage Guidelines. Contribution No. 99-35-E from Kansas Agricultural Experiment Station.
2. Gras,P.W.- Kaur,S.- Lewis,D.A.- Riordan,B.Ó.- Suter,D.A.I.- Thomson,W.K.T. 2000. How and why to keep grain quality constant. Australian Postharvest Technical Conference 2000 (on-line), dostupné na: http://www.sgrl.csiro.au/aptc2000/gras_et_al.pdf
3. Gras,P.W.- Riordan,B.Ó.1998. Why Wheat quality changes in storage .Australian Postharvest Technical Conference 1998(on-line),dostupné na: http://www.sgrl.csiro.au/aptc1998/56_gras_orirdan.pdf
4. Kent,N.L.-Evers,A.D.1994.Technology of cereals. Fourth edition. Anintroduction for students of food science and agriculture.p.304,ISBN 0-80-040833-8 (hardcover).
5. Mareček,J.-Sychra,L..1999.The Changes of Wheat Quality by Long-Term Storage. In:Technology for Competitive Agriculture and Food Industrie. Brno:MZLU Brno,p.16.
6. Morris,C.P.-Bryce,J.H.2000.Cereal Biotechnology.p.252,ISBN 1-85573-498-2.
7. Muchová, Z. 2001. Zber, pozberová úprava a skladovanie potravinárskej pšenice. In: Surovčík a kol. „Technológia pestovania potravinárskej pšenice“ VÚRV Piešťany, s. 50, ISBN 80-968553-2-8
8. Muchová, Z. 2001. Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie (vedecká monografia), SPU v Nitre, s. 112, ISBN 80-7137-923-9.

9. Muir, W.U.2000. Grain presentation Biosystem 2000.(on-line), dostupné na: http://res2.aqr.ca/winnipeg/storage/pubs/presbios/pabes/presbios_e.htm#02
10. Pomeranz, Y.1988. Wheat Chemistry and Technology, Volume I. In: American Association of Cereal Chemist, p.514, ISBN: 0-913 250-65-1.
11. Pomeranz, Y.1992. Storage of cereal grain and their products. In: American Association of Cereal Chemist, p.615, ISBN: 0-913 250-74-0.
12. Prugar, J.-Hraška, Š.1986. Kvalita pšenice 1.vydanie, Bratislava, Príroda 1986, s.224.
13. Příhoda, J.-Skřivan, P.-Hrušková, M.2003 Cereální chemie a technologie I., s.202, ISBN 80-7080-530-7.
14. Rehman, Zia-Ur-Shah, W.H.1999. Biochemical changes in wheat during storage at three temperatures. In: Plant Foods for Human Nutrition. 54(2): p.109-117.
15. Sychra, L.-Hřivna, L.-Hubík, K.-Mareček, J.2001. Long-term storage of wheat and its effect on grain quality. In: Konference k problematice N-látek v rostlinných produktech: 1.vyd.-Brno: MZLU, Agronomická fakulta, 2001., s.34-37, ISBN 80-7157-554-2.
16. Sychra, L.-Hřivna, L.-Mareček, J.2002. Effect of active ventilation on baking quality of wheat by long-term storage. In: research agricultural engineering, 48, 2002(1), p. 23-28.
17. Sychra, L.-Hubík, K.1998. The influence of storage on the technological quality of wheat and malting barley grain. In: The issue of N-substances in plant products. Kroměříž. ZVU, p.66-68.
18. ISO 5531: Wheat flour – Determination of wet gluten, 1978
19. ISO 3093: Cereals – Determination of falling number, 1982
20. STN 461100-2: Zrno potravinárskej pšenice. Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, Bratislava, 2000.

Táto práca bola finančne podporovaná GP VEGA 1/0609/03 „Optimalizácia skladovania rastlinných produktov z hľadiska kvality a ekonomiky“ ako aj štátnym podprogramom výskumu a vývoja „Potraviny-kvalita a bezpečnosť“ č.2003 SP 270 280 E 010 280 E01.

Autori si dovoľujú poďakovať Poľnoslužby Bebrava a.s. Rybany za poskytnutie biologického materiálu a laboratóriu kvality Ústavu výživy zvierat VÚŽV v Nitre za realizáciu stanovenia AMK.

Kontaktná adresa: prof. Ing. Zdenka Muchová, CSc., zdenka.muchova@uniag.sk, Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov, FBP, SPU, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra