

Dlouhodobé skladování pohanky

(Long-term storage of buckwheat grain)

Polišenská¹, Ivana, Sedláčková¹ Irena, Bradna² Jiří, Jirsa¹ Ondřej,
Frydrych³ Jan, Vejchar² Daniel

¹Agrotest fyto, s.r.o., ²Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.,

³Oseva, výzkum a vývoj, s.r.o.

Souhrn: V dlouhodobém skladovacím pokusu s neloupanou pohankou byly sledovány změny vlhkosti pohanky v závislosti na vlhkosti vnějšího prostředí a vliv skladování na složení zrna, kontaminaci mykotoxiny a klíčivost. Ve 2 identických skladovacích boxech o jednotkové kapacitě cca 1000 kg s možností aktivního provzdušňování byla uskladněna suchá pohanka (box I, sklizeň 2016, vlhkost při naskladnění 13,7 %) a vlhká pohanka přímo od kombajnu (box II, sklizeň 2017, vlhkost při naskladnění 24,1 %). Skladování bylo zahájeno v roce 2017 a probíhá dosud, článek hodnotí období do konce roku 2020. Vlhkost pohanky v boxu I kolísala v průběhu 42 skladovacích měsíců mezi 10,0 a 15,4%, s ročními maximy přibližně v měsících leden-únor a minimy v měsících červenec-září. Vlhkost pohanky v boxu II klesla při kontinuálním provzdušňování z 24,1 % na 14 % za 26 týdnů, v průběhu následného skladování bez aktivního provzdušňování měly změny vlhkosti pohanky (11,5–14,1 %) obdobný charakter závislosti na vlhkosti vnějšího prostředí jako u boxu I. Ke kontaminaci pohanky mykotoxiny nedošlo a složení zrna se za dobu skladování nezměnilo, a to ani v jednom z boxů. Klíčivost poklesla u pohanky v boxu I z 96% na 78%, v boxu II z 99% na 90%.

Klíčová slova: pohanka, vlhkost, dlouhodobé skladování, kvalita, mykotoxiny

Abstract: In a long-term storage experiment, changes in moisture of unpeeled buckwheat in relation to humidity of the external environment and the effect of storage on grain composition, mycotoxin contamination and germination were monitored. Dry buckwheat (box I, harvest 2016, initial moisture 13.7%) and moist buckwheat directly from the combine harvester (box II, harvest 2017, initial moisture 24.1 %) were stored in 2 identical storage boxes with a unit capacity of approx. 1000 kg with the possibility of active aeration. Storage was started in 2017 and is still ongoing, the paper evaluates the period until the end of 2020. Buckwheat moisture in box I varied between 10.0 and 15.4% over 42 storage months, with annual maximums during January–February and minimums July–September. Moisture of buckwheat in box II decreased during continuous aeration from 24.1% to 14% in 26 weeks, during subsequent storage without active aeration, changes in buckwheat moisture (11.5–14.1%) had similar character depending on the humidity of the external environment as in box I. Stored buckwheat was not contaminated by mycotoxins and the grain composition did not change during storage in any of the 2 boxes. Germination decreased in buckwheat in box I from 96% to 78%, in box II from 99% to 90%.

Key Words: buckwheat, moisture, long-term storage, quality, mycotoxins

Úvod

Posklizňové ošetření a odpovídající uskladnění zrnin je nezbytnou podmínkou pro uchování jejich kvality. U základních obilovin, jako jsou pšenice, ječmen a kukuřice, je technologie posklizňového ošetření a skladování obecně známá a v zemědělské praxi většinou technologicky dobře zvládnutá. Problémem mohou být maloobjemové zrniny, které často vyžadují specifické zacházení, a není pro ně možné použít standardní vybavení. Typickým příkladem takové komodity je pohanka. Vzhledem k pozdnímu a nestejnomyrnému dozrávání je běžně sklízena za vyšší sklizňové vlhkosti, pohybující až 22 – 27 % (obr. 1). Vlhké, právě sklizené nažky pohanky jsou citlivé na zapaření a plesnivění a doporučuje se dosušet zrno rozprostřené na roštech se síty studeným vzduchem. V prvních dnech po sklizni se pak doporučuje pohanku častěji přehazovat, a to alespoň 1× denně (Janovská et al., 2008). Pro dlouhodobé skladování pohanky je za bezpečnou považována vlhkost menší než 14,5 % (ČSN 46 1200-8), některé údaje uvádějí optimálně do 14 % (Janovská et al., 2008), některé však až do 16 % (<http://www.hort.cornell.edu/bjorkman/lab/buck/guide/dry.html>). V dokumentu Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority – EFSA) se pohanka řadí mezi rizikové komodity s ohledem na kontaminaci aflatoxiny (EFSA, 2013). Na druhou stranu, u polyfenolických látek obsažených v pohance byly popsány antimykotické účinky a bylo zjištěno, že extrakty z pohankových slupek růst některých mikroskopických

hub, včetně producenta aflatoxinů, houby *Aspergillus flavus*, inhibují (Nobili et al., 2019; Mošovská et al., 2012). Je zřejmé, že v technologii vhodného posklizňového ošetření pohanky panují určité nejasnosti. Navíc, doporučované časté přehazování pohanky na roštech za účelem provzdušňování může vlhké nažky mechanicky poškodit a ty pak mohou být na kontaminaci mikroskopickými houbami ještě více náchylné.

Vypracování technologie pro vhodné posklizňové ošetření a oddělení uskladnění pohanky bylo jedním z cílů projektu podporovaného Ministerstvem zemědělství QJ1510204 „Technologie a metody pro zachování kvality, bezpečnosti a nutriční hodnoty vybraných rostlinných surovin“. Na řešení projektu se podílely výzkumné organizace Agrotest fyto, s.r.o. z Kroměříže, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. a Výzkumný ústav



Obr. 1: Pohanka dozrává nestejnomyrně

rostlinné výroby v.v.i. z Prahy a OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. ze Zubří. Impulsem pro vývoj této technologie – speciálních skladovacích boxů s možností ventilace – byl požadavek spolupracujícího podniku PRO-BIO ze Starého Města. Článek shrnuje výsledky dlouhodobého uskladnění dvou šarží pohanky o rozdílné počáteční vlhkosti v těchto nově vyvinutých boxech.

Materiál a metoda

Skladovací boxy a jejich umístění

Skladovací boxy byly navrženy a vyrobeny ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky. Jsou složeny ze svařené ocelové konstrukce, stěn z voděodolné překližky o tloušťce 12 mm a dna s provzdušňovacím roštem o tloušťce 30 mm s výměnnými síty

Článek shrnuje výsledky skladovacích pokusů od jejich založení v roce 2017 do konce roku 2020.

Schéma skladovacích pokusů

Box I – uskladnění suché pohanky. Pokus byl založen 1. 6. 2017. Do boxu byla naskladněna neloupaná pohanka odrůdy Zoe ze sklizně 2016 s vlhkostí 13,7 %. Pohanka byla vyčištěná a obsahovala minimální množství příměsí a nečistot (0,1 %). Aktivní provětrávání bylo zahájeno hned od naskladnění a trvalo 20 týdnů (1. 6. 2017–17. 10. 2017). Poté následovalo období bez aktivní ventilace, ta byla zahájena opět 23. 2. 2018 a trvala 35 týdnů (do 27. 10. 2018).

Box II – uskladnění vlhké pohanky. Pokus byl založen 17. 10. 2017. Do boxu byla naskladněna neloupaná pohanka

Tab. 1: Kvalitativní parametry pohanky uskladněné v boxu I (sklizeň 2016, suchá pohanka)

| Datum odběru | Vlhkost % | Klíčivost % | NL % | Škrob % | Popel % | Tuk % | OTA µg/kg | AFB ₁ µg/kg |
|--------------|-----------|-------------|------|---------|---------|-------|-----------|------------------------|
| 01.06.2017* | 13,7 | 96 | 12,4 | 58,3 | 2,12 | 3,43 | <0,2 | <0,1 |
| 15.12.2017 | 14,9 | 96 | 12,8 | 59,5 | 2,03 | 2,36 | <0,2 | <0,1 |
| 15.12.2018 | 12,5 | 90 | 13,2 | 60,6 | 2,22 | 2,85 | <0,2 | <0,1 |
| 15.12.2019 | 13,2 | 80 | 12,6 | 60,2 | 1,98 | 3,12 | <0,2 | <0,1 |
| 15.12.2020 | 12,8 | 78 | 12,4 | 58,8 | 1,99 | 2,45 | <0,2 | <0,1 |

* datum uskladnění, NL – obsah bílkovin, OTA – ochratoxin A, AFB₁ – aflatoxin B₁

Tab. 2: Kvalitativní parametry pohanky uskladněné v boxu II (sklizeň 2017, vlhká pohanka)

| Datum odběru | Vlhkost % | Klíčivost % | NL % | Škrob % | Popel % | Tuk % | OTA µg/kg | AFB ₁ µg/kg |
|--------------|-----------|-------------|------|---------|---------|-------|-----------|------------------------|
| 17.10.2017* | 24,1 | NA | 12,1 | 56,5 | 2,15 | 2,62 | NA | NA |
| 07.02.2018 | 17,7 | 98 | 11,9 | 55,3 | 2,19 | 2,70 | <0,2 | <0,1 |
| 15.12.2018 | 12,5 | 95 | 12,0 | 57,5 | 2,17 | 2,81 | <0,2 | <0,1 |
| 15.12.2019 | 13,0 | 89 | 12,0 | 55,6 | 2,03 | 2,93 | <0,2 | <0,1 |
| 15.12.2020 | 12,0 | 90 | 11,9 | 56,65 | 2,07 | 2,31 | <0,2 | <0,1 |

* datum uskladnění, NL – obsah bílkovin, OTA – ochratoxin A, AFB₁ – aflatoxin B₁, NA – analýza nebyla provedena

s volitelnou roztečí ok pro daný typ zrniny (obr. 2). Při rozměrech 1200 × 1200 × 1200 mm mají jednotkovou kapacitu maximálně 1000 kg a hmotnost jednoho boxu je cca 185 kg. Pro dosušení a stabilizaci naskladněných zrnin je použita jednoventilátorová vzduchotechnická soustava s možností regulace tlaku a množství vzduchu. Aktivní provzdušňování zajišťuje radiální ventilátor s výkonností 0,4 m³ vzduchu za sekundu při max. tlaku 1080 Pa a jmenovitým výkonem elektromotoru 1,1 kW. Box je konstruován pro možné využití v modulární sestavě 2–3 boxů umístěných na sobě a umožňuje tak skladovat odděleně jednotlivé oddělené šarže nebo maloobjemové druhy zrnin (obr. 3). Dva tyto boxy jsou od roku 2017 umístěny ve venkovním zastřešeném prostoru výzkumného ústavu Agrotest v Kroměříži, chráněné pouze proti dešti. V letech 2017–2018 zde probíhal testovací provoz konstrukce boxů a účinnosti vzduchotechnické soustavy. Byly testovány možnosti regulace tlaku a množství vzduchu potřebné pro dosušení a skladování neloupané pohanky i doba potřebná pro aktivní provětrávání. Po ukončení testovacího provozu byla naskladněná pohanka v boxech ponechána a až dosud je průběžně sledována její vlhkost a kvalita, spolu s podmínkami okolního prostředí. Údaje o vlhkosti a teplotě vzduchu jsou čerpány z meteorologické stanice, která se nachází ve vzdálenosti přibližně 30 m od skladovacích boxů.

odrády Kora, sklizená předcházející den. Pohanka nebyla vyčištěná a obsahovala 1,4 % nečistot, zejména částí rostlin. Její vlhkost při naskladnění byla 24,1 %. Aktivní provětrávání bylo zahájeno ihned po naskladnění a trvalo po dobu 53 týdnů (17. 10. 2017 do 27. 10. 2018).

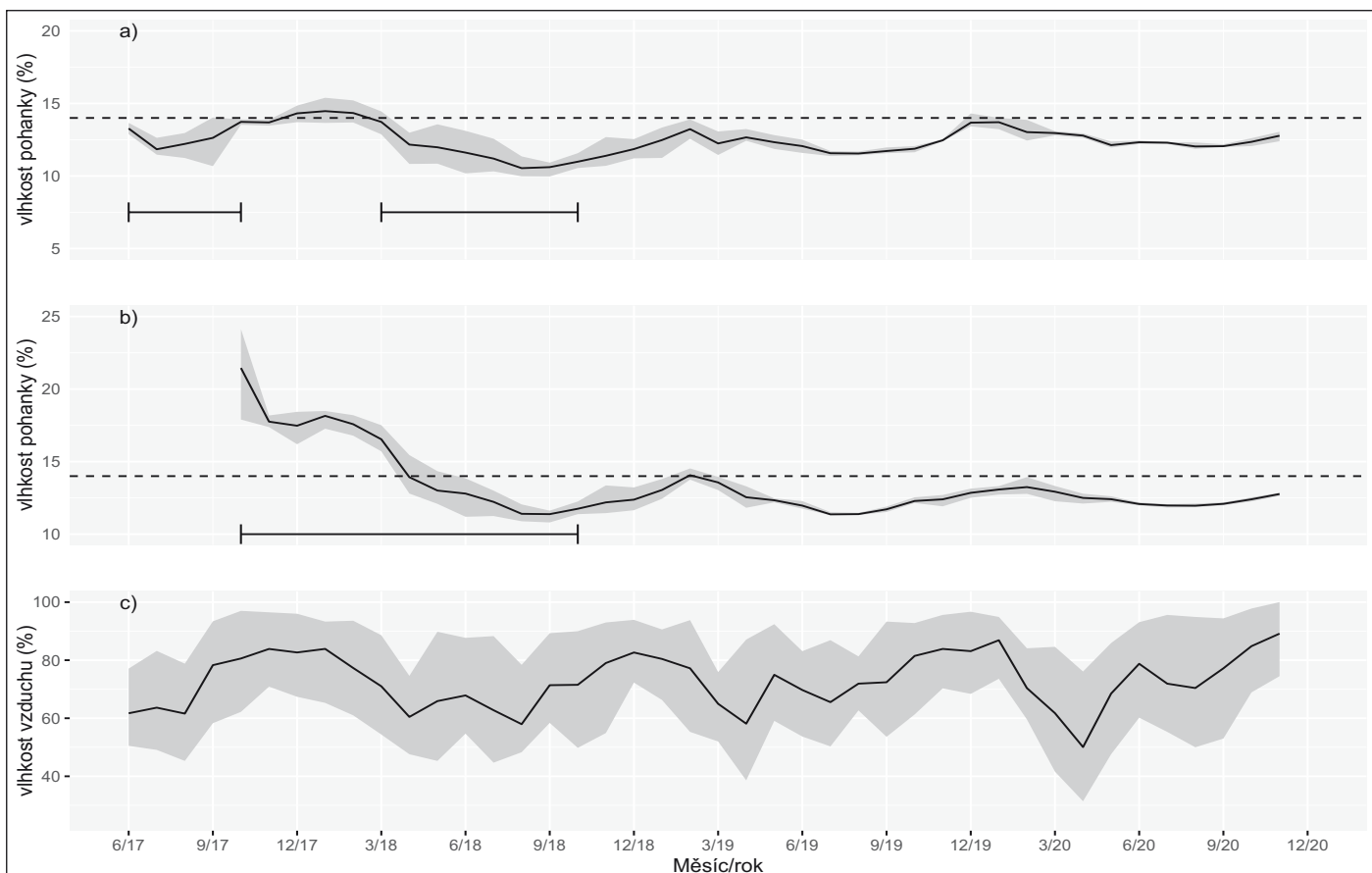
Analýzy pohanky

V zru pohanky byla průběžně sledována vlhkost (podle ČSN EN ISO 712). Při naskladnění a na konci každého kalendářního roku byla stanovena klíčivost (metodika ISTA), obsah mykotoxinů (ochratoxin A a aflatoxin B₁ – metodou kapalinové chromatografie HPLC/FLD) a některé kvalitativní parametry: obsah dusíkatých látek v sušině (NL – podle ICC č. 167) a obsah popela (ČSN ISO 2171), škrobu (polarimetricky podle Ewerse) a tuku (ČSN EN ISO 659).

Výsledky

Box I – skladování suché pohanky

Vlhkost: Vlhkost pohanky naskladněné do boxu v suchém stavu se v celém skladovacím období 42 měsíců pohybovala mezi 10,0 % a 15,4 %. Na křivce znázorňující vlhkost pohanky v čase jsou zřejmá 3 dílčí maxima a 3 dílčí minima, které



Obr. 4: Změny vlhkosti uskladněného zrna pohanky. Křivka udává průměrné měsíční hodnoty, stínování okolo křivky znázorňuje rozpětí hodnot. Úsečky pod křivkami udávají období aktivní ventilace pohanky v boxech.
a: box I - suchá pohanka, b: box II - vlhká pohanka, c: hodnoty vlhkosti vnějšího prostředí

odpovídají průběhu ročních období během 3 kalendářních let (obr. 4a). Nejvyšší vlhkost měla pohanka v období od poloviny ledna do začátku února 2018 (dílní max 15,4 %), dále v únoru 2019 (dílní max 13,9 %) a v období leden-únor 2020 (dílní max 14,0 %). Naopak nejnižší vlhkost byla zaznamenána v průběhu srpna a začátku září 2018 (10,0–11,0 %), dále od začátku července do konce září 2019 (převážně konstantní okolo 11,5 %) a pak v období květen až září 2020, kdy se vlhkost měnila pouze minimálně v rozmezí 12,0–12,5%. Matematicky vyjádřená závislost mezi vlhkostí pohanky a vlhkostí okolního vzduchu (obr. 4c) je rozdílná pro období aktivní ventilace (korelační koeficient $kk=0,67^{**}$, průkazný pro $p=0,01$) a pro období bez ventilace ($kk=0,1$, neprůkazný).

Kontaminace mykotoxiny: Kontaminace pohanky v boxu I mykotoxiny (aflatoxin B₁, ochratoxin A) nebyla zjištěna v žádné fázi skladování.

Kvalita, klíčivost: V hodnotách kvalitativních parametrů pohanky uskladněné v boxu I nebyla za sledovaných 42 měsíců skladování zjištěna s výjimkou klíčivosti změna (tab. 1). Hodnoty NL (průměr 12,7 %), škrobu (59,5 %), popela (2,07 %) i tuku (2,84 %) se pohybovaly okolo průměru v rozmezí přibližně daném nejistotou stanovení. Klíčivost poklesla z původních 96 % na 78 %.

Box II - skladování vlhké pohanky

Vlhkost: Vlhkost této pohanky při naskladnění byla 24,1 %. Pohanka byla od prvního dne naskladnění kontinuálně provětrávána, v průběhu 2 týdnů došlo k poklesu vlhkosti o 6 % (obr. 4b). Poté se pokles zpomalil a vlhkost se až do poloviny února pohybovala mezi 17,5–18 %. Od poloviny února 2018 začala vlhkost klesat rychleji, pod 16 % klesla trvale

na konci března, pod 15 % začátkem dubna a pod 14 % dne 20. 4. 2018. Při ukončení provětrávání byla vlhkost pohanky 12,0 %. V následném období byly změny vlhkosti podobné, jako u pohanky v boxu I, tj. maxima dosahovala vlhkost pohanky v zimních měsících (únor 2019 – 14,1 %, únor 2020 – 13,9 %), minima v letních měsících (červenec až září 2019 – s drobnými výkyvy okolo 11,5 %, červen až září 2020 – mezi 12,0 až 12,5 %). Matematicky vyjádřená závislost mezi vlhkostí pohanky a vlhkostí okolního vzduchu (obr. 4c) je velmi podobná jako u pohanky v boxu I. V období aktivní ventilace byla závislost vlhkosti pohanky a na okolním vzduchu průkazná (korelační koeficient $kk=0,79^{**}$, průkazný pro $p=0,01$), pro období bez ventilace neprůkazná ($kk=0,1$).

Kontaminace mykotoxiny: Kontaminace pohanky v boxu II mykotoxiny nebyla zjištěna v žádné fázi skladování.

Kvalita, klíčivost: V hodnotách kvalitativních parametrů pohanky uskladněné v boxu II nebyla za sledovaných 38 měsíců skladování zjištěna s výjimkou klíčivosti významná změna (tab. 2). Hodnoty NL (průměr 12,0 %), škrobu (56,3 %), popela (2,12 %) i tuku (2,67 %) se pohybovaly okolo průměrné hodnoty v rozmezí daném nejistotou stanovení. Klíčivost poklesla z původních 98 % na 90 %.

Diskuse

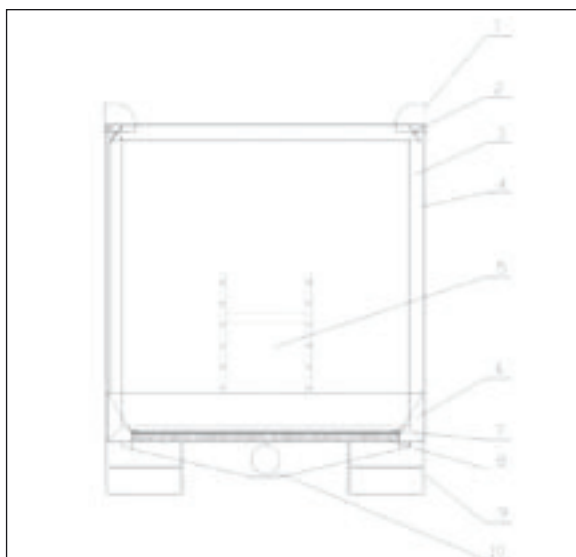
Na pohanku jsou normou ČSN 46 1200-8 kladeny požadavky na vlhkost (max. 14,5 %) a na obsah příměsí a nečistot (max. 12 %). Pro nezpracovanou pohanku určenou k výrobě potravin platí také požadavky na limitní obsah některých mykotoxinů,

a to aflatoxinů, ochratoxinu A, deoxynivalenolu a zearalenonu (nařízení Komise ES č. 1881/2006).

Pohanka je v současné době z hlediska výživy nedoceněnou potravinou. Bílkovin obsahuje přibližně stejně jako pšenice (10,0–14,5 %), bílkoviny pohanky jsou však velmi bohaté na některé esenciální aminokyseliny a mají proto vyšší nutriční hodnotu. Škrob obsažený v pohance je pomaleji tráven než škrob pšeničný a má podobné účinky jako vláknina. Byl prokázán pozitivní vliv konzumace pohanky na snížení glykemického indexu i na prevenci rakoviny tlustého střeva (Stefan et. al. 2018). Pohanka je bohatá na vitamíny, a to zejména B1, B2, B6 a E a na minerály (P, Fe, Zn, K a Mg) (Yildiz, 2012). Hlavním důvodem pro její zařazení mezi funkční potraviny je vysoký obsah bioflavonoidního glykosidu rutinu, který snižuje riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění a aterosklerózy. Tato látka významně zlepšuje pružnost cévních stěn a léčí křehkost krevních kapilár. Patří rovněž mezi důležité antioxidanty, pomáhá snižovat hladinu LDL frakce cholesterolu a zvyšuje účinek vitamínu C, protože zabraňuje jeho oxidaci.

Pohanka jako komodita je náročná na posklizňové ošetření a skladování. Obvykle je totiž sklizena za vysoké vlhkosti, a kromě nážek v různém stadiu zralosti obsahuje také zelené části rostlin. Vlhké zrno vytváří svým dýcháním teplo, které může způsobit zapaření a následné znehodnocení zrna. Podstata konzervace zrna v navržené technologii skladovacích boxů vychází z metody aktivního provzdušňování. Vzduch dodávaný ventilátorem do mezizrnového prostoru uvnitř skladovacího boxu účinně zabraňuje nadměrnému vzniku tepla. Pokles vlhkosti nevyčištěné pohanky uskladněné v boxu II byl i za kontinuálního provětrávání poměrně pozvolný. Po počátečním poklesu v období 2 týdnů od uskladnění v polovině října 2017 z 24,1 % na 18 % se proces postupného snižování vlhkosti na téměř 13 týdnů zastavil. Důvodem byla pravděpodobně vysoká vzdušná vlhkost tohoto období – v listopadu 2017 byl měsíční průměr denních vlhkostí 83,9 % (rozmezí denních průměrů 71,5–96,1 %) a v prosinci 82,4 % (67,4–96,0 %). Přesto nedošlo ke kontaminaci pohanky mykotoxiny ani ke snížení její kvality. Roli mohla hrát jak dostatečná výměna vzduchu v mezizrnovém prostoru, která zabránila zahřívání pohanky, tak v pohance prokázaná přítomnost látek s antimykotickými účinky.

Vhodnost nově vyvinutých boxů pro skladování neloupané pohanky v boxech byla ověřena na vyčištěné pohance s vlhkostí splňující požadavek na dlouhodobé skladování i na právě sklizené, nevyčištěné pohance s vysokou vlhkostí. Ani v jednom případě nedošlo ke zhoršení kvality skladované pohanky a k její kontaminaci mykotoxiny. Pokles klíčivosti byl výraznější u pohanky sklizené 2016 ve srovnání s pohankou sklizenou 2017.



Obr. 2: Skladovací box – popis konstrukčních částí: 1 – bezpečnostní zářezka skladovacího boxu pro přesné sestavení, 2 – zkosný náběh pro bezzbytkové vyskladňování, 3 – nosný rám boxu, 4 – boční stěna boxu (překlíčka), 5 – výsypka, 6 – zkosné dno pro lepší rozvod vzduchu, 7 – děrované síto + krycí síťka, 8 – rošt, 9 – spodní manipulační patka, 10 – nátrubek pro přívod vzduchu do zkosného prostoru pod roštem

Literatura:

European Food Safety Authority (EFSA) 2013. Aflatoxins (sum of B1, B2, G1, G2) in cereals and cereal derived food products. Supporting Publications 2013:EN-406.

Janovská, D., Kalinová, J., Michalová, A. 2008. Metodiky pěstování pohanky obecné v ekologickém a konvenčním zemědělství. Metodika pro praxi. VÚRV, v.v.i., ZF JU v Českých Budějovicích.

Mošovská, S., Bírošová, L. 2012. Antimycotic and Antifungal activities of Amaranth and Buckwheat Extracts. Asian Journal of Plant Sciences, 2012. DOI:10.3923/ajps.2012.

Nobili, C., De Acutis, A., et al., 2019. Buckwheat Hull Extracts Inhibit Aspergillus flavus Growth and AFB1 Biosynthesis. Front. Microbiol.10:1997. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01997

Stefan, E.-M., Voicu, G., Constantin, G.-A., Ipate, G., Munteanu, M. (2018): Effect of whole buckwheat flour on technological properties of wheat flour and dough. Engineering for rural development, s. 1533-1538, DOI: 10.22616/ERDev2018.17. N393

Vombergar, B., Kraft, I., Horvat, M., Vorih, S. (2014): Buchweat. ČZD Kmečki Glas, D.O.O., Ljubljana, ISBN 978-961-203-432-0, 132 p..

Yildiz, G., Bilgiçli, N. (2012): Effects of Whole Buckwheat Flour on Physical, Chemical and Sensory Properties of Flat Bread, Lavaş. Czech J. Food Sci.. Vol. 30, No. 6: 534 - 540 (Recenzováno)

Dedikace

Výsledky byly získány za podpory Ministerstva zemědělství, projekt MZe ČR QJ1510204 a institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj MZE-RO1118, MZE-RO0621 a MZE RO1818.



Obr. 3: Sestava skladovacích boxů v halovém skladu uživatele ověřené technologie