

Ověřená technologie

Metodika nového postupu ekologické inaktivace hmyzu v zrninách vypěstovaných v bio-produkci.

Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Agrotest fyto, s.r.o., PRO-BIO, obchodní společnost s.r.o.

Tato nová metoda je výsledkem výzkumné práce projektu QI 101B088, který byl podporován Ministerstvem zemědělství České republiky.

Anotace projektu

Předmětem řešení projektu byl výzkum ekologické metody hubení hmyzích skladištních škůdců napadajících skladovaná semena rostlinné produkce, která je šetrná k ošetřovaným obilovinám i životnímu prostředí a nevyžaduje použití chemických prostředků. Byly hledány sekvence střídavého ošetření pomocí vakua a zákonem povolených plynů, případně jejich směsí (včetně dusíku), aplikovaných na semena v neprodyšných plastových vacích za atmosférického tlaku.

Skladované zemědělské a potravinářské komodity v ČR jsou běžně infestovány širokým spektrem skladištních škůdců (Hubert et al., 2002, Stejskal et al., 2003, Kučerová et al., 2003). Kvalita skladovaných komodit, i jejich bezpečnost je negativně ovlivňována kontaminací alergeny škůdců, mikroorganismy a plísněmi, které škůdci roznášejí. V systému tradiční zemědělské výroby lze na ochranu skladovaných komodit před hmyzími škůdci používat povolené chemické přípravky (kontaktní insekticidy a fumiganty). Necílená ochrana skladovaných komodit pomocí pesticidů, které jsou toxické i alergenní, však přispívá k dalšímu zamořování jak životního prostředí, tak potravin.

Výskyt škodlivých organismů ve skladovaných obilovinách a dalších komoditách vypěstovaných v rámci systému ekologického zemědělství nebo postupy integrované produkce (systém nízkých vstupů) je v ČR ještě závažnějším problémem, protože k hubení škůdců není povoleno používání klasických chemických prostředků. Proto jsou hledány šetrné ekologické metody, které by nahradily 1) přípravky, které nejsou schváleny do systémů ekologického zemědělství a rovněž 2) přípravky dříve používané v systému tradičního zemědělství, které už nejsou nadále povoleny (např. účinný fumigant metylbromid není v ČR od roku 2005 povolen do žádných typů zemědělské výroby a skladování vzhledem k závazkům dodržení Montrealského protokolu, protože patří mezi látky poškozující ozonovou vrstvu).

Mezinárodní výzkum, zaměřený na ochranu skladovaných komodit před skladištními škůdci alternativními nechemickými metodami je orientován nejen na metody biologického boje (např. Trdan et al., 2006), ale i využití dalších nechemických možností – jako např. fyzikální působení tepla (Finkelman et al., 2006), použití přírodních látek nejedovatých pro lidský organismus (Calmasur et al., 2006 Rozman et al., 2006), inertních popraší (Vayias et al., 2006 Athanassiou et al., 2006 Collins a Cook, 2006), potravních inhibitorů (Fields (2006) a jejich kombinací (Ceruti a Lazzari, 2005). Většina těchto metod má však zatím v porovnání s chemickými metodami nevýhodu v pomalejším působení, pracnosti, legislativních omezeních a vyšších nákladech, proto se jejich případné použití v praxi obtížně prosazuje.

Z dalších alternativních metod poskytuje velmi slibné výsledky skladování v modifikované atmosféře. O této problematice existuje rozsáhlá dokumentace – výzkum je

zaměřen na použití ochranné atmosféry se sníženým obsahem O₂, vyšším obsahem inertních plynů, CO₂ (Bera et al., 2004 Kawakami et al, 1996 Locatelli, Daolio, 1993) a jejich kombinací, včetně směsí s fosforovodíkem (Mueller, 1998) v závislosti na tlaku, teplotě a vakuu (Locatelli, Daolio, 1991 Poulsen et al, 1991 Žďárková, Voráček, 1993). Existující alternativní prostředky inaktivace hmyzích škůdců, které se již v zahraničí používají v praxi, zejména vystavení skladovaných obilnin přetlaku CO₂ nebo jiných inertních plynů jsou však velmi investičně a provozně náročné a prodraží tak značně takto vyprodukované rostlinné produkty oproti použití fumigantů Anonymus (1992). K dosažení žádané účinnosti jsou nezbytné speciální aplikační komory nebo sila, která lze dokonale hermeticky uzavřít. Pro řadu na trhu působících producentů v ČR, majících charakter malých a středních podniků, jsou tyto technologie zcela nedostupné. Proto bylo vysoce účelné zabývat se výzkumem postupu, který bude účinný, levný a dostupný, a přitom zcela neškodný pro zdraví konzumentů a intaktní k životnímu prostředí.

Podstatou navrhovaného ošetření je likvidace škůdců pouze fyzikálními metodami v suchých potravinách. Byly hledány sekvence střídavého ošetření pomocí vysokého podtlaku a zákonem povolených plynů, případně jejich směsí, za atmosférického tlaku. Z testovaných variant byla vybrána jako nejúčinnější a zároveň nejekonomičtější kombinace vzájemného působení vakua a kyslíkového absorbéru. Tato metoda zcela nahrazuje chemické ošetření skladovaných zrnin, případně jiných potravin. Podstatou metody je vytěsnění kyslíku z uzavřeného prostředí, a tím usmrcení škůdce. Tato metoda na rozdíl od užívaných metod v zahraničí (vysoký přetlak CO₂ vyžadující velmi nákladné zařízení a přísná bezpečnostní opatření) je jednoduchá, levná a z hlediska bezpečnosti práce neriziková. Je určena pro malé a střední výrobce potravin, kteří nechtějí, případně nemohou používat chemické metody ošetření obilovin proti škůdcům. Metoda je velmi flexibilní, vyžaduje nízké pořizovací náklady s předpokládanou malou náročností na obsluhu. Výzkum dále řešil vliv použitých fyzikálních metod na klíčivost, jako jeden z hlavních ukazatelů biologické kvality zrna a vybrané ukazatele vitality semen (energii a rychlost klíčení). Dále byl sledován vliv metody na další nutriční a technologicky významné parametry. Výzkum také řešil účinnost jednotlivých fyzikálních metod v závislosti na délce expozice. Rozšíření této metody by mohlo napomoci výrobcům potravin účinně a levně řídit kvalitu potravin, minimalizovat náklady podniků, což je důležité především ve vztahu k zákazníkům a obchodním řetězcům. Jde o jednu z mála použitelných a levných metod pro výrobce a zpracovatele biopotravin.

Zařízení a materiál – jednorázová dlouhodobá investice

Vývěva olejová - R5 0040 F

Firma Busch Vakuum s.r.o. ,Jugoslávská 4613 00 Brno
tel.: (+420) 530 504 410 , Fax: (+420) 530 504 420

Hadice pro vakuování – AIRDUC PUR 355, 32/42 mm (3,26 bar/-0,97 bar.) 5-7 m

Spona na spirálové hadice AIRDUC DN30-35 2 ks.

Firma GUMEX spol. s r.o. , Za Drahou 1856, 696 62 Strážnice

Kuželové hrdlo pro přivaření asept. obj.č.: 2014 DN 32 – 2 kusy

Převlečná matice obj.č.: 2003 DN 32 – 2 kusy

Hadicový nástavec přivařovací obj.č.: 7306 DN 32 - 2 kusy

Těsnění gumové obj.č.: 2004 DN 32 – 2 kusy

Nátrubek s vnějším závitem obj.č.: 7501 G 5/4" 1 kus

Závítové hrdlo pro přivaření asept. obj.č.: 2013 DN 32 – 1 kus

Firma BUPOSPOL, armaturka Koukol, spol. s.r.o., Vrbenská 25/1, 370 01 České Budějovice (společnost na zakázku provede i svaření dílů).

Návod pro montáž – k oběma koncům hadice montujeme svařený komponent kuželového hrdla (2014) a hadicového nástavce (7306). Před montáží nasuneme převlečné matice (2003). Vlastní nástavce tmelíme do hadice silikonovou gumou a upevníme sponou Airduc. K filtru vývěvy namontujeme svařenec nátrubku s vnějším závitem 5/4“ (7501) a závitového hrdla (2013). Závit též tmelíme silikonovou gumou.

Svářecí kleště s teflonovými čelistmi – š. 300 mm, speciálně na bariérové hliníkové fólie.

BRANOPAC CZ s.r.o., Kollárova 1694, 698 01 Veselí nad Moravou, Ing. Ida Petráturová, tel.:(+420) 518328035, E-mail: petraturova@branopac.cz

Vakuovací koncovka s ventilem – upevňuje se na každý ochranný vak. Tato koncovka je opatřena na výstupu závitem který je kompatibilní se závitem v převlečné matici která je na šroubení u hadice. Těchto koncovek si objednáte tolik, kolik vaků se zrninou zamýšlíte ošetřovat. Koncovky vyrábí zakázkově společnost DSH – projekt s.r.o. Nádražní 232, 67167 Hrušovany nad Jevišovkou, tel.: (+420) 725515544. Odpovědný pracovník Stanislav Barák.

Digitální vakuoměr GMH 3161 – 12 - měřící přístroj pro kontrolu hodnoty tlaku ve vacích.

AMT měřící technika spol.s r.o., Leštínská 2418/11, 193 00 Praha – Horní Počernice, Fax: 281 924 344

Zařízení a materiál spotřebního charakteru (individuální ošetření)

Zakázková výroba ochranného obalu

Ochranný obal pro 1000 litrů zrniny - rozměr: obvod 3800 mm, výška 2500 mm
Zhotovení z materiálu: 134g/m²-12 my PET+7 my ALU+ 25gLDPE+ 70g ROLAMIT
BRANOPAC CZ s.r.o., Kollárova 1694, 698 01 Veselí nad Moravou, Ing. Ida Petráturová, tel.:(+420) 518328035, E-mail: petraturova@branopac.cz
U šetrného zacházení předpokládáme použitelnost až 5x.

Kyslíkový absorbér ATCO – LH 3000 (pro objem zrniny 1000 litrů 3 kusy)

Indikátor kyslíku ATCO – postačí jeden kus na jeden vak.

BMC Brno s.r.o., Jugoslávská 9, 613 00 Brno, tel.:(+420) 545 245 221

www.bmcbrno.cz

Absorbér i indikátor kyslíku jsou pouze pro jednorázové použití.

Způsob inaktivace hmyzích škůdců v ekologicky vypěstovaných zrninách

K inaktivaci hmyzu v ekologicky vypěstovaných zrninách používáme upravenou atmosféru bez obsahu kyslíku. Z uzavřeného prostředí se skladovanou zrninou, vývěvou odsajeme vzduch. Před tím na povrch obilí vložíme chemický absorbér kyslíku, který eliminuje zbytkový kyslík ve vakuu. Dochází tak k dokonalému odstranění kyslíku z celého prostoru ochranného vaku. Jeho naměřené hodnoty v ošetřeném vaku jsou pod koncentrací 0,1%. K inaktivaci hmyzu dochází ihned po ošetření vakuováním. To znamená, že od samého počátku ošetření se škodlivý hmyz nehýbe, nežere a nepůsobí tedy materiální škody. K 100% mortalitě všech vývojových stádií škůdců dojde ale až za 1 – 6 týdnů. Tato doba je dána druhem hmyzu a teplotou prostředí ve kterém ošetřené vaky skladujeme. Při tomto způsobu ošetření ekologicky vypěstovaných zrnin je dodržena podmínka na zachování jejich dokonalé kvality. Není snížena klíčivost ošetřené zrniny a

nedochází ani k chemickým změnám v zrnině.

Podmínky za kterých inaktivaci můžeme provádět

1. Zrnina nesmí obsahovat více vody než 14%. Při vyšší vlhkosti a současně vyšší teplotě skladování (nad 25°C) ošetřeného vaku, může dojít k anaerobnímu kvašení a znehodnocení zrniny pro další potravinářské použití.
2. Hodnota počátečního tlaku ihned po ošetření musí být menší než 3 kPa. Během skladování ošetřeného vaku tlak vzroste. To je způsobeno uvolněním a odparem vody, která je v zrnině. Nikterak se však nezvýší obsah kyslíku ve vnitřní atmosféře vaku.
3. Ideální teplota pro skladování ošetřených vaků je 18 – 25°C. Při nižší teplotě se doba mortality hmyzu značně prodlužuje. Naopak při vyšších teplotách dochází k mortalitě rychle, je ale větší nebezpečí mikrobiální aktivity v zrnině.

Postup ošetření zrniny uložené v přepravních textilních vacích s objemem 600 – 1000 litrů

1. Textilní přepravní vak se zrninou uchopíme zvedacím zařízením se závěsem pro uchopení za horní pouta a vyzdvihneme do výšky cca 40 – 50 cm nad přepravní paletu.
2. Na paletu položíme pevnou hladkou podložku (např. staré rozložené kartónové krabice, gumovou podložku, polystyrénovou desku apod.) aby se po návratu vaku na paletu neprotrhl ochranný obal.
3. Na textilní vak navlečeme ochranný obal (vak) z hliníkové folie.
4. Opatrně spustíme vak zpět na paletu. Dbáme, aby ochranný vak byl napnutý bez zbytečných přehybů.
5. Ochranný vak ručně vytáhneme a upravíme jeho horní hranu tak, aby šla dobře svařit. Naměříme si také vhodné místo pro vytvoření otvoru do kterého upevníme vakuovací koncovku s ventilem. Ideální je $\frac{1}{4}$ od horní hrany vaku. Průměr otvoru je cca 30 mm. Jeho nejspolehlivější vytvoření je vyseknutím pomocí ručního průbojníku.
6. Vyšroubováním spodní matice demontujeme vakuovací koncovku s ventilem. Sejmeme pohyblivý disk. Na pevný disk nanese souvislý pás (housesku) silikonové gumy vytlačené z kartuše. Trubku se závitem pro spodní matici na ventilu s diskem provlečeme vyseknutým otvorem. Z druhé strany navlečeme pohyblivý disk tak, aby plech dosedl na folii ochranného vaku, našroubujeme zpět matici a tím pevně přitáhneme oba disky k folii ochranného vaku.
7. Kyslíkové absorbéry ATCO , vložíme na horní vrstvu zrniny. Případně též vložíme i indikátor kyslíku.
8. Uchopíme ochranný vak za oba horní konce, napneme a provedeme uzavření vaku svařením fólií.
9. Přimontujeme šroubením hadici vývěvy k vakuovací koncovce. Nasadíme měřicí přístroj tlaku, otevřeme kohoutek a spustíme vývěvu. Vak se pozvolna začne splaskávat. Postupně upravujeme jeho tvar, aby nedošlo ke zbytečnému deformování a vak jsme mohli použít několikanásobně. Z počátku vakuování držíme vakuovací koncovku pevně přitisknutou k vybranému místu. Po zpevnění vaku vnějším tlakem bude koncovka držet sama.
10. Po dosažení vnitřního tlaku 2 – 3 kPa uzavřeme ventil, uzavřeme ventilek k měřicímu přístroji, přístroj odpojíme, vypneme vývěvu a odpojíme hadici. Ošetřený vak se zrninou umístěný na paletě, odvezeme na místo skladování. V tomto

okamžiku jsou veškerá imaga, vajíčka, kukly a larvy hmyzích škůdců inaktivována. K jejich mortalitě je však zapotřebí ponechat takto ošetřenou zrninu déle ve skladu.

Praktická doporučení

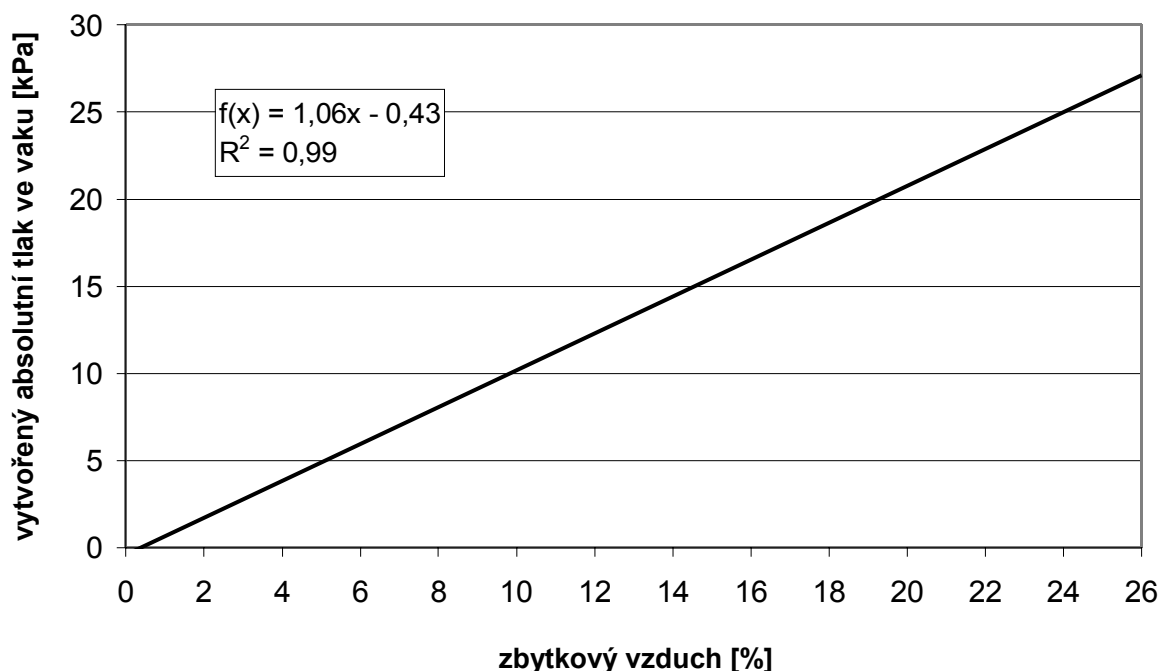
1. Kyslíkový absorbér ATCO – LH 1000 (LH 3000) v ochranném obalu si dáme cca 5 hodin před ošetřováním do mrazáku. Vyndáváme ho těsně před vložením do vaku. Je to z důvodu delší časové manipulace (svařování obalu a ostatní přípravy před vakuováním). Absorbér je založen na chemické reakci s kyslíkem a jeho podchlazením oddálíme jeho činnost, která nastane ihned po vyjmutí z ochranného obalu, který má kyslíkovou bariéru. Získáme tak dost času k dokonalému provedení sváru.
2. Spolu s kyslíkovým absorbérem doporučujeme vkládat i indikátor kyslíku. Je to malá tableta, která na vzduchu změní barvu z růžové na fialovou. Ta se v atmosféře bez obsahu kyslíku opět změní na růžovou. Při otevření vaku po uplynutí skladování ošetřené zrniny máme ihned dokonalou kontrolu, jak ošetření proběhlo. Je-li tableta růžová, nedošlo k průniku kyslíku do zrniny nad 0,1%. Je-li po otevření tableta fialová, nemáme jistotu dokonalého ošetření a 100% mortality hmyzu. Tabletou nedáváme do mrazáku ale po odstranění bariérového obalu ji vkládáme do vaku tak, abychom ji při otevření ihned našli. Změna barvy tablety je rychlá, přechod do fialové barvy je cca za 5 minut.

Stanovení objemu zbytkového vzduchu v závislosti na vytvořeném tlaku

Textilní vak o objemu 1000 litrů naplněný zrninou obsahuje cca 360 – 400 litrů vzduchu, který je mezi jednotlivými zrny. Toto množství je přirozeně závislé na druhu zrniny. Pro zjednodušení a jistotu dokonalého ošetření budeme předpokládat vyšší hodnotu, v našem případě 400 litrů. Po uzavření ochranného vaku a snížení tlaku například na 10 kPa, vidíme po odečtení z grafu zbytkového vzduchu (obr.1) že v zrnině je ještě 10% celkového množství vzduchu, to je 40 litrů. Tento vzduch obsahuje 20% kyslíku, který musíme odstranit absorbéry ATCO. V našem případě to je 8 litrů kyslíku. Do vaku bychom museli vložit 3 kusy absorbéru ATCO 3000, které pohltnou 9 litrů kyslíku.

Z našich zkušeností víme, že není problém s uvedenou vývěvou snížit absolutní tlak na 3 kPa. Snížíme tak objem zbytkového vzduchu na 3,5%, která představují z celkového počátečního množství již jen 14 litrů vzduchu a z nich 20% je pouze již 2,8 litrů kyslíku. V tomto případě postačí vložit do vaku jeden kus absorbéru ATCO 3000 nebo 3 kusy ATCO 1000.

Naměřené hodnoty objemu zbytkového vzduchu při absolutním tlaku



Obr. 1. Zbytkový vzduch v zrnině v závislosti na vytvořeném tlaku.

Nutná doba ošetření v atmosféře bez obsahu kyslíku k dosažení 100% mortality škůdců

V tabulce na obr.2. je uvedena doba, po kterou musíme ošetřenou zrninu skladovat v ochranném vaku abychom dosáhli 100% mortality hmyzích škůdců. Vzhledem k tomu, že nikdy nebudeme vědět jakým škůdcem může být zrnina napadena, musíme se držet vždy údajů pro druh *Sitophilus granarius* (pilous černý). Tento druh hmyzu je považován v našem zeměpisném pásmu za nejodolnější. O této skutečnosti jsme se přesvědčili i během řešení projektu. Uvedené údaje jsou výsledkem výzkumné práce a byly ověřeny vždy několika sériemi pokusů.

Expozice V+A (týdny)	1	2	3	4	5	6	7
<i>Sitophilus granarius</i>							
15°C	-	71,7	99,7	99,9	99,9	100%	100%
20°C	-	-	99,0	99,9	100%		
25°C	64,8	94,7	99,9	100%			
29°C	100%						
<i>Tribolium castaneum</i>							
15°C		100%					
25°C	100%						
<i>Liposcelis bostrychophila</i>							
15°C	-	-	100%				
20°C	-	100%	100%				
25°C	100%						

Obr. 2. Mortalita (%) všech vývojových stádií skladištních škůdců v závislosti na druhu, teplotě prostředí a délce expozice (V+A)

Vliv modifikované atmosféry bez obsahu kyslíku na vybrané ukazatele biologické kvality semen

Metodika:

Pro hodnocení testace vlivu modifikované atmosféry bez obsahu kyslíku byly zvoleny odrůdy ječmene jarního (AF Lucius, Bojos, Sebastian), pšenice jarní (Vánek), ovsa setého (Neklan, Pogon) a hrachu polního (Zekon). Vzorokly semen byly umístěny do plastových obalů s tenkou hliníkovou vrstvou jako bariérou proti propustnosti kyslíku. Byl vložen absorbér kyslíku ATCO 400 a indikátor přítomnosti kyslíku. Z obalu byl vývěvou odsát vzduch na tlak 1,4kPa a obal uzavřen tepelným svařením. Takto upravené vzorky byly uloženy v teplotně nekorigovaném prostředí skladové haly HARD (kolísání teploty od $-8,3^{\circ}\text{C}$ po $33,7^{\circ}\text{C}$) po dobu 5 měsíců (od 7.6.2011 do 5.12.2011). V daném období byly vždy po 2 měsících skladování hodnoceny ukazatele klíčivosti a vitality vzorků semen (měřeno jako energie klíčivosti a rychlost klíčení – viz. Obr. 1) podle platných metodik (ČSN 46 1011-13, ČSN 46 1011-14). Klíčivost (v %) byla hodnocena jako celková klíčivost po uplynutí doby klíčení dle metodiky. Počet vyklíčených semen po 24, 48 a 72 h. (n_{24} , n_{48} , n_{72}) byl použit pro výpočet energie klíčení ($EK \text{ v } \% = n_{24}+n_{48}+n_{72}$) a rychlosti klíčení ($RK \text{ v } \% = (5n_{24}+3n_{48}+n_{72})/5$). Výsledky byly znázorněny graficky s využitím programu Excel.

Dosažené výsledky:

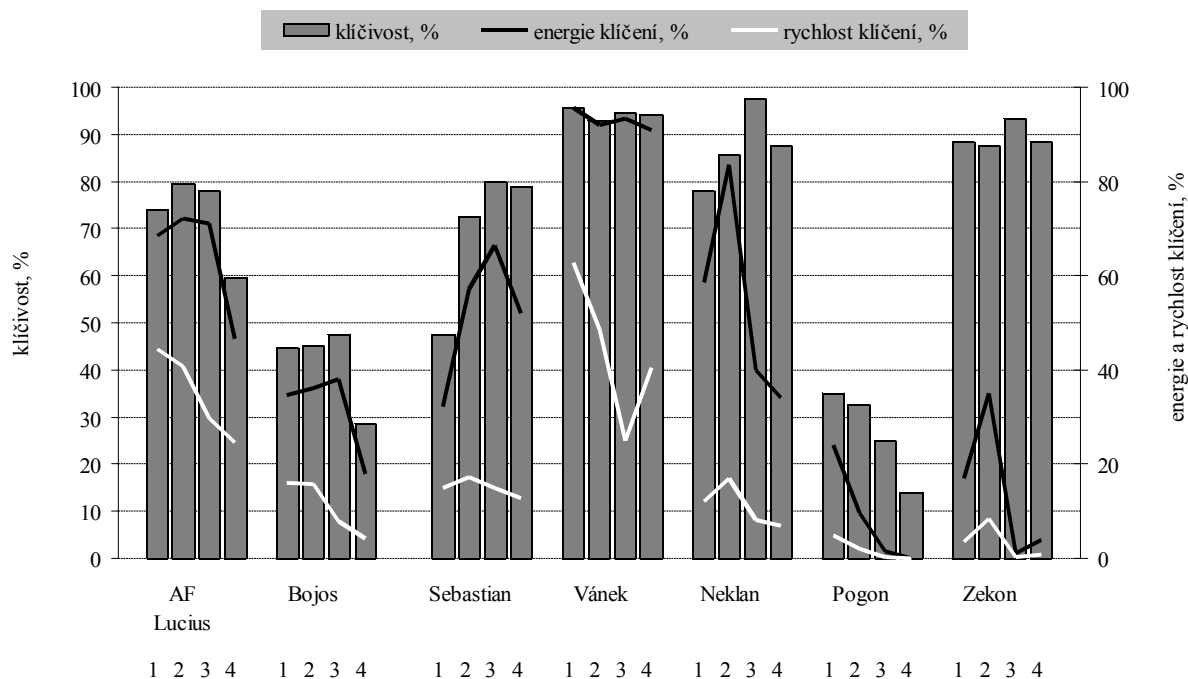
Jak je zřejmé z grafu (Obr. 3), hodnocené ukazatele biologické hodnoty osiva, t.j. klíčivost, energie a rychlost klíčení se lišily v závislosti na použité odrůdě, stavu semen na počátku pokusu i délce pokusu. U většiny sledovaných plodin i odrůd byla celková klíčivost po 2 měsíčním uskladnění v modifikované atmosféře bez kyslíku vyšší nebo jen neprůkazně snižená oproti původním hodnotám. Tento trend byl pozorován i po dalším hodnocení, tedy cca 4 měsíce od počátku uskladnění. Výjimkou byla odrůda ovsa Pogon, kde byl zjištěn klesající trend všech ukazatelů s dobou uskladnění a odrůda ječmene jarního Sebastian, kde naopak s dobou uskladnění hodnoty klíčivosti rostly. Obdobně jako klíčivost se choval také ukazatel energie klíčení. U ječmene, hrachu a odrůdy ovsa Neklan byly hodnoty energie klíčení po 2 a v některých případech i po 4 měsících skladování (odrůdy ječmene Bojos a Sebastian) vyšší než na počátku hodnocení. Nejvyšší průměrné hodnoty klíčivosti, energie i rychlosti klíčení byly naměřeny u pšenice jarní, odrůdy Vánek (přes 90%). Ukazatele charakterizující vitalitu semen (tedy energie a rychlost klíčení) byly celkově nižší než hodnoty klíčivosti a s délkou uskladnění klesaly (zejména hodnoty ukazatele rychlosti klíčení).

Naměřené průměrné hodnoty vynesené do grafu svědčí o tom, že u obilnin všechny ukazatele v podstatě "kopírovaly" původní kvalitu výchozí šarže osiva. Nejsilnější pokles vitality byl pozorován v případě odrůdy ovsa Pogon, kde ale byla již na počátku pokusu naměřena klíčivost pouze na úrovni 35%, energie klíčení 24% a rychlost klíčení 4,8%. Ze souboru sledovaných zrnin se vyčleňoval hrách polní, u něhož přes vysokou klíčivost ve všech termínech hodnocení (88,5 – 93,5%) byly naměřeny poměrně nízké hodnoty energie (1-35%) a rychlosti klíčení (0,2-8,4%), což ovšem může souviset s odlišnými teplotními požadavky na klíčení tohoto druhu oproti obilninám.

Závěr:

Skladování semen v prostředí modifikované atmosféry bez přístupu kyslíku se v prvních 2-3 měsících neprojevuje negativně na hodnotách sledovaných biologických ukazatelů, tedy zejména klíčivosti a energie klíčení, v některých případech byly dokonce naměřeny vyšší hodnoty než v počátku pokusu. Pro dosažení optimálních výsledků je nezbytné k uskladnění semena vyčistit od příměsí a vysušit na bezpečnou úroveň vlhkosti tak, aby v nich nebyla přítomna volná voda. Při plánovaném uskladnění delším než uvedená doba

(2-3 měsíce) je rovněž důležité znát výchozí kvalitu skladovaných semen, protože v teplotně nekorigovaném prostředí lze očekávat pokles některých ukazatelů vitality semen (v našem případě rychlosti klíčení), což by mohlo mít následný vliv na ukazatele vzcházivosti, hlavně v půdně a teplotně nepříznivých podmínkách.



Obr.3 . Graf změn ukazatelů klíčivosti a vitality vzorků semen (měřeno jako energie klíčení a rychlost klíčení) odrůd ječmene jarního (AF Lucius, Bojos, Sebastian), pšenice jarní (Vánek), ovesa setého (Neklan, Pogon) a hrachu polního (Zekon) v modifikovaném prostředí s vakuem a absorbérem kyslíku ATCO 3000.

Vysvětlivky – datum hodnocení klíčivosti: 1 = 7.6.2011; 2 = 2.8.2011; 3 = 4.10.2011; 4 = 5.12.2011.

Náklady na ošetření 1000 kg zrniny

Odpis základního vybavení (vývěva, ventil, svářecí lišta)	25 Kč
Pořizovací cena ochranného vaku (předpokládáme 3x použití)	166 Kč
Absorbéry a indikátor kyslíku ATCO (4 ks x 1000 litrů)	32 Kč
El. energie	5 Kč
Údržba vývěvy	2 Kč
Pracovní síla (3 pracovníci 30 minut)	150 Kč
Celkem	380 Kč

Náklady na ošetření jednoho kila zrniny jsou **0,38 Kč**. V těchto nákladech je počítáno s maloobchodní cenou včetně DPH 21% a nejsou uvažovány množstevní slevy, které je možno získat při větším odběru zboží (např. odběr 100 ks vaků). Rovněž není uvažovaná organizace práce, kterou při dokonalém zvládnutí postupu ošetření lze ušetřit min. 0,10 Kč na 1 kg.

Použitá literatura:

ČSN 46 1011-13 (461011) - Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin - Část 13: Zkoušení obilovin - Stanovení klíčivosti sladovnického ječmene. http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=461011-csn-46-1011-13&kat=74444

ČSN 46 1011-14 (461011) Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin – Část 14: Zkoušení obilovin – Stanovení energie klíčení sladovnického ječmene. http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=461011-csn-46-1011-14&kat=92036

Anonymus, Fumigation gives a higher success rate, International-Food-Hygiene. 1992 3(1):11

Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Dimizas CB, Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec((R)) against adults of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera : Curculionidae) , APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY 41 (2): 201-207 MAY 2006

Bera A, Sinha SN, Singhal NC, et al., Studies on carbon dioxide as wheat seed protectant against storage insects and its effect on seed quality stored under ambient conditions ,SEED SCIENCE AND TECHNOLOGY 32 (1): 159-169, 2004

Calmasur O, Kordali S, Kaya O, et al., Toxicity of essential oil vapours obtained from *Achillea* spp. to *Sitophilus granarius* (L.) and *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val) , JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION 113 (1): 37-41 FEB 2006

Ceruti FC, Lazzari SMN, Combination of diatomaceous earth and powder deltamethrin for insect control in stored corn, REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA 49 (4): 580-583 OCT-DEC 2005

Collins DA, Cook DA, Laboratory evaluation of diatomaceous earths, when applied as dry dust and slurries to wooden surfaces, against stored-product insect and mite pests , JOURNAL OF STORED PRODUCTS RESEARCH 42 (2): 197-206 2006

Fields PG, Effect of *Pisum sativum* fractions on the mortality and progeny production of nine stored-grain beetles, JOURNAL OF STORED PRODUCTS RESEARCH 42 (1): 86-96, 2006

Finkelman S, Navarro S, Rindner M, et al., Use of heat for disinfestation and control of insects in dates: Laboratory and field trials , PHYTOPARASITICA 34 (1): 37-48 JAN 2006

Hubert, J., Stejskal, V., Lukáš, J., 2002 Current importance of various groups of arthropods as sources of allergens in stored grain in Czech republic. Alergie 1/2002 p21-27.

Kawakami F., Soma Y., Kishino H., Goto M., 1996: Disinfestation tests for stored grains in commercial silos by karbon dioxide. Research Bulletin of the Plant Protection Service Japan, 32: 51-55.

Kučerová Z., Aulický R., Stejskal V., 2003: Accumulation of pest-arthropods in grain residues found in an empty store. Z. Pflkrank. und Pflschutz, 110 (5): 499-504.

Liu YB, Effects of vacuum and controlled atmosphere treatments on insect mortality and lettuce quality , JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY 96 (4): 1100-1107 AUG 2003

Locatelli D.P., Daolio E, 1991: Effectiveness of CO₂ in a vacuum autoclave at different temperatures on *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae*. *Tecnica Molitoria*, 42: 605-610.

Locatelli D.P., Daolio E., 1993: Effectiveness of carbon dioxide under reduced pressure against some insects infesting packaged rice. *Journal of Stored Products Research*, 29: 81-87.

Mueller,-D-K, ECO2FUME(R) an alternative to methyl bromide, *Bulletin,-Association-of-Operative-Millers*. September 1998

Poulsen K.P., Skade S., Johst H., 1991: Vacuum treatment and freezing of seeds. *Proceedings of an international conference, Davis, Kalifornia, 9-12 July 1989*: 349-354.

Rozman V, Kalinovic I, Liska A, Insecticidal activity of some aromatic plants from Croatia against granary weevil (*Sitophilus granarius* L.) on stored wheat , *CEREAL RESEARCH COMMUNICATIONS* 34 (1): 705-708 Part 2 2006

Stejskal V.,Hubert J., Kučerová Z., Munzbergová Z.,Lukáš J.,Žďárková E.,2003: The influence of the type of storage on pest infestation of stored grain in the Czech Republic. *Plant, Soil and Environment*.,49 (2): 55-62.

Trdan S, Vidrih M, Valic N, Activity of four entomopathogenic nematode species against young adults of *Sitophilus granarius* (Coleoptera : Curculionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera : Silvanidae) under laboratory conditions, *JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION* 113 (4): 168-173 AUG 2006

Vayias BJ, Athanassiou CG, Kavallieratos NG, et al., Susceptibility of different European populations of *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae) to five diatomaceous earth formulations, *JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY* 99 (5): 1899-1904 OCT 2006

Žďárková, Voráček, 1993: The effects of physical factors on survival of stored food mites. *Experimental and Applied Acarology*. 17: 197-204.

Obrazová dokumentace



obr. 4. Vývěva s hadicí – konstrukční uspořádání



Obr. 5. Vakuovací koncovka s ventilem (nadhled) – upevňuje se na každý ochranný vak.



Obr. 6. Vakuovací koncovka s ventilem (spodní pohled)



Obr.7. Ošetřené vaky s obilím (objem obilí 900 litrů)