

Katarzyna JANDA, Agata MARKOWSKA-SZCZUPAK¹

ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY WYBRANYMI CECHAMI JAKOŚCIOWYMI NASION SŁONECZNIKA A ICH ZASIEDLENIEM PRZEZ GRZYBY

CORRELATION BETWEEN SOME QUALITATIVE FEATURES OF SUNFLOWER SEEDS AND OCCURRENCE OF FUNGI

Zakład Biochemii i Żywienia Człowieka, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

¹Zakład Biotechnologii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Abstract. There is lack of work in which correlation between chosen qualitative features of sunflower seeds and settled of the fungi colonies have been investigated. The study was aimed to evaluate selective qualitative characteristics of sunflower seeds, to determine the quantitative analysis of fungi including different media and temperature incubation and to specify the correlation between sunflower seed's qualitative characteristics and the number of colonies of fungi that inhabit them. Investigated material of sunflower seeds was 20 samples of seeds. The characteristics of seeds included calculation of thousand seed weights, volumetric weight, amount, pH of seeds, seeds moisture content, seeds water activity (a_w), fat content, fat acidity, critical moisture of seeds and hull content. Number of fungi contaminating sunflower seeds were investigated with using different culture media (RBA, DG18, YpSs) and incubation temperatures (25°C, 37°C and 45°C). The largest number of fungi colonies was isolated when DG18 medium was used at 25°C. The negative correlations between volumetric weight and amount of fungi has been revealed. The negative statistically significant correlation between pH of seeds and amount of fungi isolated on YpSs at 37°C was found. The positive, statistically significant correlations between amount of fungi colonies isolated on YpSs at, respectively 37°C and 45°C and water activity and humidity and fat acidity, has been revealed. Received correlations proved, that contamination seeds by fungi may cause decrease of volumetric weight and pH of seeds. This results demonstrated, that large colonies of fungi is directly related with count of impurities.

Słowa kluczowe: jakość nasion, korelacje, liczebność grzybów, słonecznik.

Key words: count of fungi, correlations, quality of seeds, sunflower.

WSTĘP

Światowa produkcja roślin oleistych obejmuje osiem upraw jednorocznych (soja, bawełna, arachidy, słonecznik, rzepak, sezam, len, łącznik) oraz trzy kultury wieloletnie (palma olejowa, kokosowa i oliwki). Słonecznik (*Helianthus annuus* L.) jest jedną z najczęściej uprawianych roślin oleistych (Giner i Gely 2005). W globalnej strukturze produkcji nasion oleistych zajmuje trzecie miejsce, a w strukturze produkcji krajów Unii Europejskiej drugie

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr hab. Katarzyna Janda, Zakład Biochemii i Żywienia Człowieka, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, ul. Broniewskiego 24, 71-460 Szczecin, e-mail: kjanda@pum.edu.pl

miejsce (odpowiednio ok. 10% i 19% powierzchni upraw). Ponad połowa zasiewów tego gatunku znajduje się w Europie, głównie w Rosji i na Ukrainie, ale także w: Bułgarii, Rumunii, Hiszpanii, Francji, na Węgrzech, Słowacji i w Czechach. Obserwuje się tendencję wzrostową w powierzchni zasiewów tego gatunku (Rosiak 2004). W naszym kraju słonecznik uprawia się przede wszystkim na nasiona do łuskania. Bardzo często istnieje konieczność przechowywania zebranych nasion. O jakości nasion po ich przechowywaniu decyduje wyjściowy stan jakościowy nasion, a także ich czystość mikrobiologiczna. Szczególne znaczenie ma obecność grzybów strzępkowych z powodu ich potencjalnych zdolności do biosyntezy mikotoksyn. W dostępnej literaturze są prace dotyczące grzybów pleśniowych zasiedlających nasiona słonecznika, jednak do ich wyodrębniania stosowano zazwyczaj jedną pożywkę i jedną temperaturę inkubacji, ograniczając się tym samym do określenia liczebności wybranej grupy grzybów (Robertson i in. 1984; Jimenez i in. 1991; Hadanich i in. 2008).

Celem pracy było określenie cech jakościowych i zasiedlenia przez grzyby nasion słonecznika. Podjęto również próbę zbadania zależności pomiędzy wybranymi cechami jakościowymi nasion słonecznika a stopniem zasiedlenia ich przez grzyby.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 20 próbek nasion słonecznika krajowego niewyłuskanego, pochodzących z sieci handlowej, o potencjalnie zróżnicowanym stopniu zagrzybienia, wynikającym z różnej wilgotności nasion oraz ilości zanieczyszczeń (mineralnych, organicznych). Pobieranie próbek odbyło się zgodnie z zaleceniami, według których próbka laboratoryjna powinna być reprezentatywna dla badanej partii (Krełowska-Kułas 1993). Charakterystyka nasion obejmowała określenie masy tysiąca nasion (Krełowska-Kułas 1993), ciężaru objętościowego (gęstość w stanie zsypanym, ciężar gatunkowy, masa hektolitra) za pomocą gęstościomierza (PN-ISO 7971-2), ilości zanieczyszczeń mineralnych (np. piasek, kamyki itp.), organicznych (nasiona słonecznika niewykształcone i uszkodzone, fragmenty liści, pędów, nasiona innych roślin) – zawartości poszczególnych grup zanieczyszczeń nie wyodrębniano, traktując je wszystkie jako zanieczyszczenia ogółem (Krełowska-Kułas 1993), wartości pH nasion metodą potencjometryczną, za pomocą wodoszczelnego pehametru typ CPC-401 firmy Elmetron, wilgotności nasion metodą suszarkową (Krełowska-Kułas 1993), aktywności wody (a_w) nasion za pomocą miernika aktywności wody firmy Decagon: DE 202 Aqua Lite (PN-ISO 21807:2005), zawartości tłuszczu metodą Soxhleta (Krełowska-Kułas 1993), kwasowości tłuszczu (PN-ISO 729:1999). Na podstawie otrzymanych danych wyliczono również wilgotność krytyczną nasion (Tys 2006). Masę tysiąca nasion (MTN) oraz ciężar objętościowy oznaczano na nasionach niewyłuskanych, pozostałe parametry – po wyłuskaniu nasion.

W celu określenia liczby grzybów zasiedlających nasiona wykonywano posiewy metodą rozcieńczeń. Do wykonania 10-krotnych rozcieńczeń wykorzystano jałowy roztwór o składzie: 8,5 g NaCl, 1 g peptonu, 1000 cm³ wody destylowanej (Samson i in. 2000). Aby ocenić, jakie grupy grzybów zasiedlają nasiona oraz ocenić ich liczebność, wykorzystano trzy pożywki agarowe, a inkubację prowadzono w trzech temperaturach:

1. RBA – Rose Bengal Agar (pepton mykologiczny – 5 g, glukoza – 10 g, K_2HPO_4 – 1 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5 g, róż bengalski – 0,05 g, agar – 15 g, woda destylowana 1000 cm^3), pH – 7,2 (Merck 2006) w 25°C;

2. YpSs – Yeast Powder Soluble Starch Agar (ekstrakt drożdżowy – 4 g, skrobia rozpuszczalna – 15 g, K_2HPO_4 – 1 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5 g, agar – 15 g, woda destylowana – 1000 cm^3), pH – 7,0 w 37°C i 45°C do określenia liczby grzybów, odpowiednio mezofilnych oraz termofilnych i termotolerancyjnych (Del Fratte i Caretta 1990);

3. DG 18 – Dichloran Glicerol (DG18) Agar (pepton – 5 g, glukoza – 10 g, KH_2PO_4 – 1 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5 g, dichloran – 0,002 g, agar – 15 g, woda destylowana – 1000 cm^3), pH – 5,6 (Merck 2006) w 25°C do określenia liczby grzybów kserotolerancyjnych i kserofilnych.

Do wszystkich pożywek dodawano antybiotyk – chloramfenikol w ilości 100 mg \times 1 dm^{-3} pożywki (Samson i in. 2000) i sterylizowano je w autoklawie (121°C – 20 minut). Posiewy wykonywano w trzech powtórzeniach. Liczbę grzybów obliczono na podstawie normy PN-ISO 7218:1998/A1:2004 i podano w jednostkach tworzących kolonie w 100 g świeżej masy (jtk \cdot 100 g^{-1} ś.m.).

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, używając arkusza kalkulacyjnego Excel oraz programu Statistica 8.0 (StatSoft®) w środowisku Windows (statystyki opisowe, analiza korelacji). Statystyczną istotność różnic określano na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono cechy jakościowe nasion słonecznika oraz liczbę grzybów je zasiedlających. Wilgotność nasion mieściła się w przedziale od 2,74% do 5,41% i wartości te były zbliżone (4,5%) do uzyskanych przez Hadanich i in. (2008). Z kolei nasiona badane przez Robertson i in. (1985) były bardzo zróżnicowane pod tym względem – ich wilgotność wahała się od 4,9% do 13,0%. Najmniejszym współczynnikiem zmienności charakteryzowały się sucha masa nasion, pH nasion i zawartość tłuszczu (odpowiednio 0,01; 0,02 i 0,06), natomiast największymi – liczba grzybów. Największym zróżnicowaniem (współczynnik zmienności 2,26) charakteryzowała się liczba grzybów termofilnych wyrosłych na YpSs w 45°C, a najmniejszym (współczynnik zmienności 1,22) grzybów mezofilnych wyizolowanych w temperaturze 25°C na pożywce RBA. Próbkę nasion słonecznika różniły się między sobą najwyraźniej ilością zanieczyszczeń (od 2,86% do 21,67%), masą tysiąca nasion (od 58,83 g do 161,30 g) i kwasowością tłuszczu (od 0,24% do 0,67%). Zaobserwowano również duże zróżnicowanie próbek nasion w zawartości łupin (od 25,8% do 50,5%).

Stwierdzono znaczące różnice pomiędzy próbkami pod względem liczby grzybów je zasiedlających. Można przypuszczać, że wynikały one między innymi ze zróżnicowanych warunków termiczno-wilgotnościowych, jakie panowały w czasie transportu i późniejszego przechowywania nasion w punktach sieci detalicznej. Niewykluczone, że wpłynęły na to także warunki agrometeorologiczne panujące podczas wzrostu roślin przed zbiorem nasion. Największe zróżnicowanie nasion stwierdzono pod względem liczby grzybów termofilnych wyizolowanych na podłożu YpSs w 45°C, począwszy od próbek, z których nie wyizolowano grzybów (stanowiły one 6,6%) do takich, w których liczba grzybów wyniosła $3,3 \cdot 10^6$ jtk \cdot 100 g^{-1} .

Tabela 1. Cechy jakościowe nasion słonecznika oraz liczba grzybów je zasiedlających
 Table 1. Quality parameters of sunflower seeds and amount of settled fungi

Parametr Parametr	Średnia Mean	Odch. stand. Standard deviation	Współ. zmienności Coefficient of variation	Mediana Median	Min. Min.	Maks. Max.
Ciężar objętościowy (kg · hl ⁻¹) Volumetric weight (kg · hl ⁻¹)	34,39	3,85	0,11	33,68	29,56	45,72
Zanieczyszczenia (%) Impurities (%)	10,03	5,12	0,51	9,10	2,86	21,67
Sucha masa (%) Dry mass (%)	95,72	0,65	0,01	95,75	94,59	97,26
Aktywność wody nasion Water acitivity of seeds	0,58	0,06	0,11	0,58	0,48	0,71
Zawartość tłuszczu (%) Fat content (%)	56,16	3,38	0,06	56,69	48,85	61,44
Wilgotność krytyczna (%) Critical humidity (%)	6,34	0,48	0,08	6,28	5,59	7,41
Masa tysiąca nasion (g) Thousand seed weights (g)	104,61	25,67	0,25	96,98	58,83	161,30
Zawartość łupin (%) Hull content (%)	36,63	6,39	0,17	34,52	25,82	50,53
Wilgotność (%) Humidity (%)	4,28	0,65	0,15	4,26	2,74	5,41
Kwasowość tłuszczu (%) Fat acidity (%)	0,49	0,10	0,21	0,49	0,24	0,67
pH nasion pH of seeds	6,44	0,10	0,02	6,43	6,31	6,70
Liczba grzybów Amount of fungi (RBA, 25°C)	3,9 · 10 ⁶	4,7 · 10 ⁶	1,22	2,0 · 10 ⁶	2,0 · 10 ⁴	1,5 · 10 ⁷
Liczba grzybów Amount of fungi (DG18, 25°C)	6,4 · 10 ⁶	8,8 · 10 ⁶	1,38	3,3 · 10 ⁶	1,0 · 10 ³	3,3 · 10 ⁷
Liczba grzybów Amount of fungi (YpSs, 37°C)	6,5 · 10 ⁵	1,2 · 10 ⁶	1,88	1,3 · 10 ⁵	nie stwierdzono not detected	4,7 · 10 ⁶
Liczba grzybów Amount of fungi (YpSs, 45°C)	3,3 · 10 ⁵	7,5 · 10 ⁵	2,26	8,1 · 10 ⁴	nie stwierdzono not detected	3,3 · 10 ⁶

*jtk – jednostki tworzące kolonie.

*cfu – colony forming unit.

Najmniejsze zróżnicowanie zaobserwowano w liczbie grzybów mezofilnych wyrosłych na pożywce RBA w 25°C (od 2,0 · 10⁴ do 1,5 · 10⁷ jtk · 100 g ś.m⁻¹). Z nasion słonecznika wyizolowano najwięcej grzybów kserofilnych (6,4 · 10⁶ jtk · 100 g ś.m⁻¹) na podłożu DG18 w 25°C, co wskazuje że ta pożywka jest najodpowiedniejsza do określania liczebności grzybów mikroskopowych zasiedlających nasiona tego gatunku.

Badania wykazały wiele statystycznie istotnych zależności pomiędzy cechami jakościowymi nasion słonecznika (tab. 2). Współczynnik determinacji wahał się od 0,21 (wilgotność nasion – kwasowość tłuszczu) do 0,99 (zawartość tłuszczu – wilgotność krytyczna). Najsilniejszą, ujemną korelacją była zależność pomiędzy zawartością tłuszczu w nasionach

a ich wilgotnością krytyczną (-1,0). Silną ujemną korelację stwierdzono pomiędzy zawartością tłuszczu a zawartością łupin (-0,87), natomiast dodatnie – pomiędzy wilgotnością krytyczną a zawartością łupin i suchą masą nasion a wilgotnością krytyczną (odpowiednio 0,88 i 0,80).

Tabela 2. Statystycznie istotne zależności pomiędzy cechami jakościowymi nasion słonecznika
Table 2. Statistically significant correlations between the quality properties of sunflower seeds

Lp. No	Badane zależności Investigated features	Współczynnik korelacji Correlation coefficient	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik determinacji Coefficient of determination
1.	ciężar objętościowy – zanieczyszczenia volumetric weight – impurities	-0,53	$y = -2,512x + 11,240$	0,28
2.	ciężar objętościowy – sucha masa volumetric weight – dry mass	0,57	$y = 0,038x + 4,438$	0,32
3.	ciężar objętościowy – wilg. krytyczna volumetric weight – critical humidity	-0,67	$y = -0,423x + 3,497$	0,46
4.	ciężar objętościowy – masa tysiąca nasion volumetric weight – thousand seed weights	-0,70	$y = -1,677x + 10,606$	0,50
5.	ciężar objętościowy – zawartość łupin volumetric weight – hull content	-0,68	$y = -1,130x + 7,639$	0,46
6.	ciężar objętościowy – wilgotność volumetric weight – humidity	-0,58	$y = -0,727x + 4,246$	0,34
7.	ciężar objętościowy – kwasowość tłuszczu volumetric weight – fat acidity	-0,66	$y = -0,463x + 2,046$	0,43
8.	sucha masa – masa tysiąca nasion dry mass – thousand seed weights	-0,57	$y = -20,61x + 98,839$	0,32
9.	sucha masa – zawartość tłuszczu dry mass – fat content	0,77	$y = 6,891x - 27,46$	0,59
10.	sucha masa - wilg. krytyczna dry mass – critical humidity	0,80	$y = -7,577x + 36,630$	0,63
11.	sucha masa – kwasowość tłuszczu dry mass – fat acidity	-0,45	$y = -4,797x + 22,331$	0,20
12.	zawartość tłuszczu – ciężar objętościowy fat content – volumetric weight	0,64	$y = 1,073x - 0,777$	0,40
13.	zawartość tłuszczu – wilg. krytyczna fat content – critical humidity	-1,00	$y = -1,054x + 6,252$	0,99
14.	zawartość tłuszczu – masa tysiąca nasion fat content – thousand seed weights	-0,57	$y = -2,3x + 13,934$	0,33
15.	zawartość tłuszczu – zawartość łupin fat content – hull content	-0,87	$y = -2,430x + 13,441$	0,76
16.	zawartość tłuszczu – wilgotność fat content – humidity	-0,74	$y = -1,561x + 7,97$	0,54
17.	wilgotność krytyczna – zawartość łupin critical humidity – hull content	0,88	$y = 2,316x - 0,998$	0,77
18.	wilgotność krytyczna – wilgotność critical humidity – humidity	0,77	$y = 1,545x - 1,420$	0,60
19.	wilgotność krytyczna – kwasowość tłuszczu critical humidity – fat acidity	0,51	$y = 0,57551x - 0,7477$	0,26
20.	masa tysiąca nasion – wilgotność krytyczna thousand seed weights – critical humidity	0,60	$y = 1,5973x + 1,2517$	0,36
21.	masa tysiąca nasion – zawartość łupin thousand seed weights – hull content	0,60	$y = 0,41687x + 1,6834$	0,36
22.	masa tysiąca nasion – wilgotność thousand seed weights – humidity	0,54	$y = 0,28251x + 0,34719$	0,29
23.	masa tysiąca nasion – kwasowość tłuszczu thousand seed weights – fat acidity	0,50	$y = 0,1497x - 0,2952$	0,25
24.	wilgotność – kwasowość tłuszczu humidity – fat acidity	0,46	$y = 0,25636x - 0,0260$	0,21

Zbadano również zależności pomiędzy cechami jakościowymi nasion a liczbą grzybów je zasiedlających (tab. 3).

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy liczbą grzybów wyizolowanych na różnych pożywkach a cechami jakościowymi nasion słonecznika

Table 3. The correlation coefficients between the number of fungi isolated on different media and quality properties of sunflower seed

Cechy nasion Seeds' features	Pożywka i temperatura inkubacji Medium and temperature of the incubation			
	RBA, 25°C	DG18, 25°C	YpSs, 37°C	YpSs, 45°C
Masa tysiąca nasion Thousand seed weights	-0,22	-0,09	0,28	0,29
Ciężar objętościowy Volumetric weight	-0,35	-0,49*	-0,63*	-0,62*
Zanieczyszczenia Impurities	0,52*	0,52*	0,31	0,28
pH	-0,38	-0,38	-0,45*	-0,37
Wilgotność Humidity	0,10	0,24	0,46*	0,55*
Aktywność wody Water activity	0,25	0,26	0,51*	0,47*
Zawartość tłuszczu Fat content	0,06	-0,03	-0,15	-0,25
Kwasowość tłuszczu Fat acidity	0,17	0,26	0,46*	0,49*
Zawartość łupin Hull content	-0,02	0,10	0,26	0,31

* korelacje istotne statystycznie $p < 0,0500$.

* correlations statistically significant at the significance level of $p < 0.0500$.

Najwięcej zależności zaobserwowano pomiędzy cechami jakościowymi a liczbą grzybów mezofilnych i termofilnych wyrosłych na podłożu YpSs w temperaturze 37°C i 45°C. Wynikać to może z faktu, że nasiona słonecznika charakteryzowały się znacznym udziałem grzybów termofilnych wyizolowanych w 45°C. Stwierdzono ujemne korelacje pomiędzy ciężarem objętościowym a liczbą grzybów wyrosłych na wszystkich zastosowanych pożywkach. Były one statystycznie istotne między ciężarem objętościowym a liczbą grzybów termofilnych wyrosłych na pożywce YpSs w 45°C oraz liczbą grzybów mezofilnych wyizolowanych na RBA i YpSs (odpowiednio w temperaturze 25°C i 37°C). Zależność ta była statystycznie nieistotna tylko w odniesieniu do liczby grzybów mezofilnych wyrosłych na podłożu RBA w 25°C. Wykazano odwrotnie proporcjonalną statystycznie istotną zależność między wartością pH nasion a liczbą grzybów mezofilnych wyrosłych na YpSs w 37°C. Dodatkowo, statystycznie istotne korelacje wystąpiły również między ilością zanieczyszczeń a liczbą grzybów mezofilnych i kserofilnych wyrosłych w temperaturze 25°C na odpowiednio RBA i DG18. Zależność ta była nieistotna dla liczby grzybów wyrosłych na pożywce YpSs w temperaturze 37°C i 45°C. Ponadto wykazano występowanie statystycznie istotnych dodatnich korelacji pomiędzy liczbą grzybów mezofilnych i termofilnych, wyrosłych na YpSs w temperaturze odpowiednio 37°C i 45°C, a aktywnością wody i wilgotnością nasion oraz

kwasowością tłuszczu. Oznacza to, że 1) im wyższa była wilgotność nasion słonecznika, tym większa liczba grzybów oraz 2) im wyższa była liczba grzybów, tym wyższa kwasowość tłuszczu w nasionach.

Ciężar objętościowy jest wskaźnikiem dorodności nasion – im nasiona są dorodniejsze, tym ich ciężar objętościowy jest wyższy. Obniżony ciężar objętościowy nasion może być spowodowany obecnością zanieczyszczeń (organicznych i mineralnych), podwyższoną wilgotnością nasion, obecnością nasion słabo wykształconych lub uszkodzonych. Czynniki te sprzyjają natomiast rozwojowi drobnoustrojów, w tym grzybów pleśniowych. Można więc sądzić, że im ciężar objętościowy nasion jest niższy, tym więcej jest czynników, które sprzyjają rozwojowi grzybów. Otrzymane wyniki potwierdziły te przypuszczenia. Ujemna korelacja między ciężarem objętościowym a liczbą grzybów (tzn. im większa liczebność grzybów, tym mniejszy ciężar objętościowy) wskazała na bezpośredni związek między jakością nasion, której wskaźnikiem fizycznym jest ciężar objętościowy, a liczbą grzybów zasiedlających nasiona.

Pomimo iż na tym etapie badań nie dokonywano identyfikacji grzybów, na podstawie cech makro- i mikroskopowych wyizolowane gatunki zaliczono do grzybów pleśniowych.

W dostępnej literaturze nie znaleziono prac, w których autorzy zajmowali się określeniem zależności między cechami jakościowymi nasion a liczbą grzybów pleśniowych je zasiedlających. Określeniem samego składu gatunkowego grzybów zasiedlających nasiona słonecznika zajmowało się wielu autorów (Robertson i in. 1985, 1987; Jimenez i in. 1991; Shahda i in. 1991; Pozzi i in. 2005; Hemanth Raj i in. 2007; Hadanich i in. 2008), z tym że najczęściej wykorzystywali jedno podłoże mikrobiologiczne i jedną temperaturę inkubacji. Izolowaniem grzybów toksynotwórczych i występowaniem mykotoksyn w nasionach różnych gatunków, między innymi słonecznika, zajmowali się Jimenez i in. (1991). Do wyodrębniania grzybów wykorzystali podłoże MEA w 25°C. Hadanich i in. (2008) izolowali grzyby w takiej samej temperaturze, ale na pożywce RBC. Z kolei Robertson i in. (1984) wykonywali posiewy na podłożu PDA w temperaturze 27°C. Shahda i in. (1991) wykorzystali pożywkę PDA i temperaturę 20°C, natomiast Pozzi i in. (2005) podłoże Malt Agar, a inkubację prowadzili w temperaturze 25°C.

WNIOSKI

1. Nasiona słonecznika charakteryzowały się najmniejszym zróżnicowaniem w zakresie suchej masy, pH i zawartości tłuszczu, natomiast największym – w liczbie zasiedlających je grzybów.

2. Próbkę nasion różniły się między sobą najwyraźniej ilością zanieczyszczeń, masą tysiąca nasion, kwasowością tłuszczu oraz zawartością łupin.

3. Z nasion słonecznika wyizolowano najwięcej kolonii grzybów kserofilnych na podłożu DG18 w 25°C, co wskazuje, że ta pożywka jest najodpowiedniejsza do określania liczebności grzybów mikroskopowych zasiedlających nasiona tego gatunku.

4. Otrzymane korelacje wskazują, że zasiedlenie nasion przez grzyby może być przyczyną obniżenia ich ciężaru objętościowego oraz spadku pH.

5. Wyniki dowodzą, że większa liczba kolonii grzybów jest bezpośrednio związana z ilością zanieczyszczeń.

PIŚMIENNICTWO

- Del Fratte G., Caretta G.** 1990. Fungi isolated from Antarctic material. *Polar Biol.*, 11, 1–7.
- Giner S.A., Gely M.C.** 2005. Sorptional parameters of sunflower seeds of use in drying and storage stability studies. *Biosystems Engineer.* 92 (2), 217–227.
- Hadanich D., Juhasz-Roman M., Nagy B.** 2008. The effect of microorganisms deteriorating quality in storing sunflower seed. *Acta Aliment.* 37 (1), 77–86.
- Hemanth Raj M., Niranjana S.R., Chandra Nayaka S., Shekhar Shetty H.** 2007. Health status of farmers saved paddy, sorghum, sunflower and cowpea seeds in Karnataka, India. *World J. Agric. Sci.* 3 (2), 167–177.
- Jimenez M., Mateo R., Querol A., Huberta T., Hernandez E.** 1991. Mycotoxins and mycotoxigenic moulds in nuts and sunflower seeds for human consumption. *Mycopathologia* 115, 121–127.
- Krelowska-Kułas M.** 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa.
- Merck Microbiology Manual 12th Edition.** 2006. https://uk.vwr.com/app/Header?tmpl=/microbiology/merck_microbiology_manual.htm, dostęp z dnia 12.08.2013.
- PN-ISO 21807:2005.** Mikrobiologia pasz i żywności. Określanie aktywności wody.
- PN-ISO 7218:1998/A1:2004.** Mikrobiologia żywności i pasz. Ogólne zasady badań mikrobiologicznych.
- PN-ISO 729:1999.** Nasiona oleiste. Oznaczanie kwasowości oleju.
- PN-ISO 7971-2:1998.** Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej “masą hektolitra”. Metoda rutynowa.
- Pozzi C.R., Braghini R., Arcaro J.R.P., Zorzete P., Israel A.L.M., Pozar I.O., Denucci S., Corrêa B.** 2005. Mycoflora and occurrence of alternariol and alternariol monomethyl ether in Brazilian sunflower from sowing to harvest. *J. Agri. Food Chem.* 53, 5824–5828.
- Robertson J.A., Chapman G.W., Wilson R.L., Russell R.B.** 1984. Effect of moisture content of oil type sunflower seed on fungal growth and seed quality during storage. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61 (4), 768–771.
- Robertson J.A., Roberts R.G., Chapman W., Jr.** 1985. An evaluation of “heat damage” and fungi in relation to sunflower seed quality. *Phytopathology* 75, 142–145.
- Robertson J.A., Roberts R.G., Morrison W.H.** 1987. Chemical and fungal evaluation of graded sunflower seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 64 (2), 224–228.
- Rosiak E.** 2004. Produkcja roślin oleistych. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Wydaw. Fundusz Współpracy, Warszawa 2004.
- Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C., Filtenborg O.** 2000. Introduction to food- and airborne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Sixth Edition, Utrecht.
- Shahda W.T., Tarabeih A.M., Michail S.H., Hemeda A.A.H.** 1991. Fungi associated with sunflower seeds in Egypt with reference to chemical control measures. *J. King Saud Univ.* 3 (2), 287–293.
- Tys J.** 2006. Rzepak zbiór, suszenie, przechowywanie. Wydaw. Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego w Lublinie, Lublin.

Praca finansowana z grantu MNiSW 2P06R 025 30.