

WPŁYW DODATKU PRZECIWUTLENIACZA NA ZMIANY LICZB  
KWASOWEJ I NADTLENKOWEJ ORAZ SKŁAD CHEMICZNY  
WYTŁOKÓW RZEPAKOWYCH PRZECHOWYWANYCH  
BEZ I Z DOSTĘPEM ŚWIATŁA I POWIETRZA

*Anna Milczarek, Maria Osek*

Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej,  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
email: anna.milczarek@uph.edu.pl

**Streszczenie.** Wytłoki rzepakowe bez przeciwutleniacza i z przeciwutleniaczem przechowywano przez sześć miesięcy bez i z dostępem światła i powietrza, w pomieszczeniu laboratoryjnym. W dniu rozpoczęcia badań a następnie, co miesiąc, w trzech powtórzeniach dla każdej serii wykonano analizy liczby kwasowej i nadtlenkowej. Zawartość składników podstawowych i udział kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej oznaczono w dniu rozpoczęcia badań i po 6 miesiącach magazynowania wytłoków. Przez cały okres przechowywania wytłoków rzepakowych wykazano wzrost liczby kwasowej (LK) frakcji lipidowej. Najwyższe wartości LK uzyskano w materiale badawczym przechowywanym bez dostępu światła i powietrza. Po zastosowaniu przeciwutleniacza niezależnie od warunków przechowywania stwierdzono istotne ( $P \leq 0,01$ ) obniżenie liczby nadtlenkowej. Po 6 miesiącach składowania wytłoków zanotowano zmniejszenie ilości tłuszczu surowego i zwiększenie poziomu włókna surowego. We frakcji lipidowej wykazano zwiększenie zawartości nasyconych (SFA) i zmniejszenie nienasyconych (UFA) kwasów tłuszczowych, w tym wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA).

**Słowa kluczowe:** wytłoki rzepakowe, przeciwutleniacz, przechowywanie, liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa, składniki podstawowe, kwasy tłuszczowe

#### WSTĘP

Wytłoki rzepakowe obok śrutu poekstrakcyjnej są produktem ubocznym uzyskiwanym przy tłoczeniu oleju z nasion rzepaku w zakładach tłuszczowych. Obydwa te produkty, jak i uzyskany olej mogą być wykorzystywane w żywieniu zwierząt (Ustawa o Paszach 2006). Przeznaczenie wytłoków na cele paszowe wymaga określenia jego składu chemicznego, gdyż zawartość składników pokar-

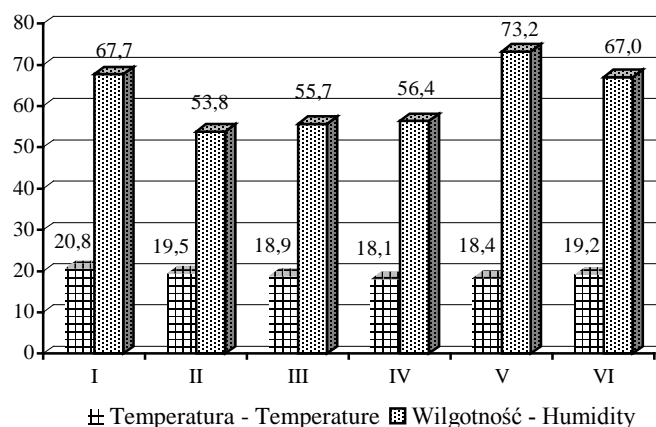
mowych, w szczególności tłuszczu surowego w paszach rzepakowych, jest zmienna i zależna od rodzaju prasy i metody tłoczenia (na zimno lub gorąco) nasion. Badania wykazały, że wytlók rzepakowy może zawierać od ok. 10% do blisko 30% tłuszczu. Tłuszcz ten jest źródłem energii, ale także pozytywnie zmienia profil lipidowy uzyskiwanego produktu z uwagi na wysoki udział kwasów linolowego i  $\alpha$ -linolenowego (Smulikowska i Nguyen 2003, Osek i in. 2005, Kowalska i Bielański 2011, Hanczakowska i Węglarzy 2012, Banaszkiwicz 2013). Duża zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) sprawia, że takie surowce/produkty szybciej ulegają niekorzystnym przemianom prowadzącym do powstawania szkodliwych dla zdrowia związków. Przebieg procesów oksydacyjnych zależy od wielu czynników, tj.: składu kwasów tłuszczowych, obecności prooksydantów i przeciwutleniaczy oraz warunków przechowywania – wilgotności, dostępu światła i tlenu (Ziemiański i Budzyńska-Topolowska 1991, Tys i in. 1999, Osek 2000, Tańska i Rotkiewicz 2003, Cichosz i Czeczot 2011). Ponadto wyniki analiz Osek (2000) oraz Milczarek i Osek (2012) wykazały, że w porównaniu do nasion czy oleju bardziej podatne na procesy utleniania są wytloki rzepakowe. W celu przeciwdziałania zmianom zachodzącym w produktach przerobu nasion roślin oleistych dodaje się do nich przeciwutleniacze, ale wyniki nie są jednoznaczne (Mińkowski 2005, Wroniak i Łubian 2008, Jasińska-Stepniak i Karwańska 2009, Stec i in. 2011, Milczarek i Osek 2012).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku przeciwutleniacza na zmiany liczb kwasowej i nadtlenkowej oraz zawartość składników podstawowych i udział kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej wytlóków rzepakowych przechowywanych bez i z dostępem światła i powietrza.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były wytloki rzepakowe otrzymane z nasion rzepaku odmian „00” pochodzących z terenu środkowo-wschodniej Polski. Nasiona nie były dobrej jakości, zawierały około 8,9% zanieczyszczeń, w tym 7,60% zanieczyszczeń użytecznych i 1,60% nieużytecznych. PN-90/R-66151 dopuszcza 4% zanieczyszczeń użytecznych i 1% nieużytecznych. Nasiona rzepaku tłoczono metodą „na zimno” przy zastosowaniu prasy ślimakowej. Bezpośrednio po tłoczeniu pobrano próbki wytlóków, przywieziono do laboratorium i podzielono na dwie części. Jedną pozostawiono bez przeciwutleniacza, natomiast do drugiej dodano przeciwutleniacz w ilości  $1 \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$  wytlóków. Zastosowany przeciwutleniacz był w postaci płynnej i zawierał mieszaninę: BHT (butylohydroksytoluen), BHA (butylohydroksyanizol), EQ (etoksyquin), kwasu cytrynowego, kwasu fosforowego oraz mono- i diglicerydów jadalnych kwasów tłuszczowych. Następnie przygotowano 48 próbek laboratoryjnych, z czego 24 (12 bez przeciwutleniacza i 12 z przeciwu-

tleniaczem) przechowywano w szczelnie zamkniętych słoikach bez dostępu światła i powietrza, pozostałe 24 próbki (12 bez przeciwutleniacza i 12 z przeciwutleniaczem) przechowywano z dostępem światła i powietrza w tym samym pomieszczeniu laboratoryjnym przez 6 miesięcy. Warunki składowania wyłoków mierzone średnią miesięczną temperaturą i wilgotnością powietrza przedstawiono na rysunku 1.



**Rys. 1.** Średnie miesięczne temperatury (°C) i wilgotności (%) powietrza w miejscu przechowywania wyłoków rzepakowych

**Fig. 1.** Average monthly temperature (°C) and humidity (%) of air in storage place of rapeseed cakes

W czasie 6-cio miesięcznego magazynowania próbek średnia temperatura w laboratorium wynosiła 19,1°C, przy średniej wilgotności 62,3%.

W materiale badawczym przechowywanym w różnych warunkach oznaczono:

- liczbę kwasową i nadtlenkową – w dniu uzyskania wyłoków, a następnie po I., II., III., IV., V. i VI. miesiącu,
- zawartość składników podstawowych i udział (% sumy) kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej wyłoków – w dniu uzyskania materiału badawczego, a następnie po VI. miesiącach składowania.

Oznaczenia liczb kwasowej i nadtlenkowej wykonywano w trzech powtórzeniach. Liczbę kwasową określano poprzez miareczkowanie roztworu tłuszczu wodortlenkiem potasowym wg PN-ISO 660:1998. Liczbę nadtlenkową natomiast poprzez oznaczenie zawartości jodu wydzielonego z jodku potasowego pod wpływem działania nadtlenków zawartych w próbce tłuszczu (PN-ISO 3960:1996). Zawartość podstawowych składników pokarmowych w wyłokach oznaczono według AOAC (1990), natomiast skład i udział (% sumy) kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej metodą chromatografii gazowej.

Otrzymane w badaniach wyniki dla liczb kwasowej i nadtlenkowej opracowano statystycznie za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji, według następującego modelu matematycznego:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijk}$$

gdzie:  $Y_{ijk}$  – wartość badanej cechy,  
 $\mu$  – wartość średnia ogólna,  
 $a_i$  – efekt przeciwutleniacza,  
 $b_j$  – efekt światła i powietrza,  
 $ab_{ij}$  – efekt współdziałania czynników kontrolowanych,  
 $e_{ijk}$  – błąd.

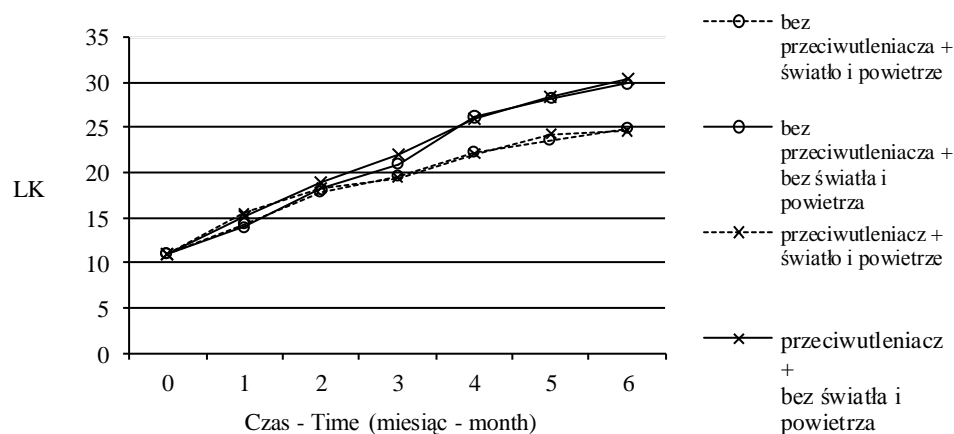
Oznaczenia zawartości składników podstawowych i udziału kwasów tłuszczowych wykonano w dwóch powtórzeniach, a do interpretacji wyników przyjęto ich średnią arytmetyczną.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Liczba kwasowa (LK), która jest miarą zawartości wolnych kwasów tłuszczowych powstających w wyniku hydrolizy tłuszczu w analizowanych wytlókach, była wysoka, w dniu rozpoczęcia badań wynosiła 10,98 mg KOH·g<sup>-1</sup> (rys. 2). Fakt ten wiązać należy z niską jakością nasion rzepaku. Wartość liczby kwasowej produktów rzepakowych uzależniona jest nie tylko od stopnia zanieczyszczenia nasion, ale również od: odmiany (Tys i Szwed 1998), wielkości nasion (Rotkiewicz i in. 2002), metody pozyskiwania oleju (Mińkowski i Ptasznik 2003, Radziemska i in. 2009 oraz Wroniak in. 2013) oraz czasu i warunków przechowywania (Podkówa i in. 1996, Tys i Szwed 1998, Osek 2000, Skiba i in. 2005).

Ilość wolnych kwasów tłuszczowych obecnych w analizowanych wytlókach rzepakowych wzrastała wraz z upływem czasu składowania niezależnie od dodatku przeciwutleniacza oraz dostępu światła i powietrza (tab. 1). Po sześciu miesiącach magazynowania wyższe (ok. 30,34 mg KOH·g<sup>-1</sup>) liczby kwasowe stwierdzono w wytlókach przechowywanych bez dostępu powietrza (niezależnie od dodatku przeciwutleniacza), niższe zaś (ok. 24,5 mg KOH·g<sup>-1</sup>) w przechowywanych z dostępem powietrza. Odnotowane wartości LK nie przekroczyły jednak wymagań PN-R-64806:1997, która dopuszcza wielkość tej liczby dla tłuszczów paszowych równą 50 mg KOH·g<sup>-1</sup>.

Fakt, że warunki przechowywania wytlóków miały istotny ( $P \leq 0,01$ ) wpływ na ich jakość, charakteryzowaną liczbą kwasową, jest potwierdzeniem badań które prowadzili Podkówa i in. (1996), Tys i Szwed (1998), Osek (2000).



**Rys. 2.** Zmiany liczby kwasowej LK (mg KOH·g<sup>-1</sup>) frakcji lipidowej wyłoków rzepakowych przechowywanych w laboratorium

**Fig. 2.** Acid value changes (mg KOH·g<sup>-1</sup>) in lipid fraction of rapeseed cakes stored in laboratory

**Tabela 1.** Analiza statystyczna liczby kwasowej wyłoków rzepakowych

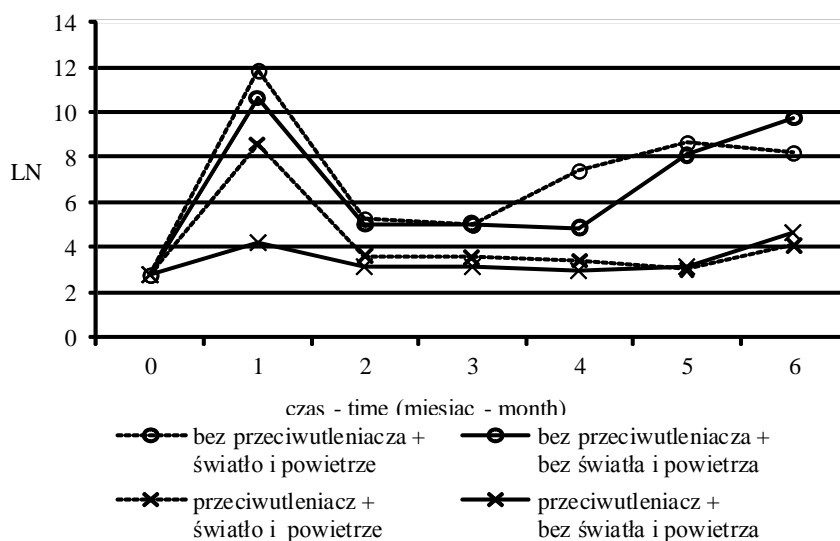
**Table 1.** Statistical analyses of acid value of rapeseed cakes

Wyszczególnienie Item	bez przeciwutleniacza without antioxidant		z przeciwutleniaczem with antioxidant		SD	Wpływ Effect		
	światło i powietrze light and air	bez światła i powietrza without light and air	światło i powietrze light and air	bez światła i powietrza without light and air		A	B	A/B
Po przechowywaniu przez – After storage for:								
1 miesiąc 1 month	14,19	13,95	15,48	15,21	0,67	**	**	ns
2 miesiące 2 months	17,88	18,14	18,30	18,90	0,35	**	**	**
3 miesiące 3 months	19,48	20,93	19,39	21,88	1,08	**	**	**
4 miesiące 4 months	22,18	26,18	22,08	25,85	2,03	**	**	*
5 miesięcy 5 months	23,58	28,25	24,27	28,44	2,32	**	**	**
6 miesięcy 6 months	24,88	29,85	24,65	30,34	2,79	**	**	**

\*\* P≤0,01; \* P≤0,05; ns – P>0,05,

A – przeciwutleniacz – antioxidant; B – światło i powietrze – light and air.

Intensywność procesu oksydacji (zjełczenia) tłuszczu mierzona wielkością liczby nadtlenkowej (LN) wskazuje aktualną ilość nadtlenków. Wartość LN analizowanych wyłoków rzepakowych w momencie rozpoczęcia badań wynosiła  $2,78 \text{ mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$  (rys. 3) i była zbliżona do uzyskanej we wcześniejszych badaniach (Milczarek i Osek 2012). Osek (2000) zanotowała wyższą ( $4,04 \text{ mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) liczbę nadtlenkową w dniu rozpoczęcia badań, ale jej zmiany w trakcie magazynowania wyłoków rzepakowych przebiegały podobnie. Wszystkie uzyskane wartości LN nie przekroczyły wymagań PN-R-64806: 1997, która podaje maksymalną dopuszczalną jej wartość  $20,0 \text{ mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$  w tłuszczach paszowych. Otrzymałe wyniki wskazują, że przeciwutleniacz stracił swoją aktywność po 5 miesiącach przechowywania wyłoków, co jest potwierdzeniem badań Matyki (2000) oraz Milczarek i Osek (2012). Matyka (2000) wskazuje, że przeciwutleniacz może zapobiec procesom utleniania w długim okresie czasu, ale powinien być dodany w odpowiedniej dawce i możliwie najwcześniej. Zastosowanie przeciwutleniacza hamowało istotnie ( $P \leq 0,01$ ) procesy utleniania lipidów niezależnie od dostępu światła i powietrza. Wartości LN wyłoków z dodatkiem przeciwutleniacza były blisko o połowę niższe w porównaniu do liczby nadtlenkowej wyłoków bez dodatku przeciwutleniacza (tab. 2).



**Rys. 3.** Zmiany liczby nadtlenkowej LN ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) frakcji lipidowej wyłoków rzepakowych przechowywanych w laboratorium

**Fig. 3.** Peroxide value changes ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) in lipid fraction of rapeseed cakes stored in laboratory

**Tabela 2.** Analiza statystyczna liczby nadtlenkowej wytlóków rzepakowych  
**Table 2.** Statistical analyses of peroxide value of rapeseed cakes

Wyszczególnienie Item	Bez przeciwutleniacza without antioxidant		Z przeciwutleniaczem with antioxidant		SD	Wpływ – Effect		
	światło i powietrze light and air	bez światła i powietrza without light and air	światło i powie-trze light and air	bez światła i powietrza without light and air		A	B	A/B
Po przechowywaniu przez – After storage for:								
1 miesiąc 1 month	11,91	10,63	8,59	4,20	3,05	**	**	**
2 miesiące 2 months	5,29	5,00	3,61	3,13	0,95	**	**	ns
3 miesiące 3 months	4,97	5,03	3,55	3,09	0,89	**	**	**
4 miesiące 4 months	7,42	4,86	3,39	2,99	1,81	**	**	**
5 miesięcy 5 months	8,69	8,09	3,00	3,17	2,78	**	**	**
6 miesięcy 6 months	8,24	9,74	4,08	4,62	2,49	**	**	**

\*\*  $P \leq 0,01$ ; \*  $P \leq 0,05$ ; ns –  $P > 0,05$

A – przeciwutleniacz – antioxidant; B – światło i powietrze – light and air.

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w nasionach i wytlókach rzepakowych (tab. 3) zbliżona była do wartości podawanych przez Osek (2000), Normy Żywienia Drobiu (2005) oraz Hanczakowską i Węglarzewo (2012). Z kolei Banaszekiewicz (2013) podaje znacznie wyższą (ponad 28%) zawartość tłuszczu w wytlókach rzepaku, którą wiązać należy z metodą tłoczenia nasion. Po 6 miesiącach magazynowania wytlóków zanotowano zwiększenie zawartości wszystkich składników pokarmowych, z wyjątkiem tłuszczu surowego, którego poziom zmniejszył się. Zwiększenie zawartości suchej masy w wytlókach przechowywanych przez 20 tygodni jest zgodne z badaniami Podkówk i in. (1996).

W dniu rozpoczęcia badań frakcja lipidowa analizowanych wytlóków rzepakowych zawierała 6,64% kwasu linolenowego, po 6 miesiącach przechowywania jego ilość zmniejszyła się o blisko 1 pkt%. Z kolei Gogolewski i in. (1996) zanotowali zwiększenie udziału kwasu linolenowego w nasionach rzepaku przechowywanych przez taki sam czas. Oznaczony udział kwasu linolenowego (C18:3) w lipidach wytlóków jest mniejszy w porównaniu do jego udziału w oleju rzepakowym. Osek i in. (2005) podają 7,29% kwasu C18:3 w oleju rzepakowym, na-

tomiast Cichosz i Czczot (2011) oraz Maniak i in. (2012) stwierdzili, że jest go blisko o połowę więcej. W przeprowadzonych badaniach uzyskano wyższą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) przy jednocześnie niższej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) we frakcji lipidowej wytlóków rzepakowych w porównaniu do wyników Osek (2000).

**Tabela 3.** Zawartość ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) składników podstawowych i udział (% sumy) kwasów tłuszczowych w wytlókach rzepakowych

**Table 3.** Basic nutrients content ( $\text{g kg}^{-1}$ ) and share (% total of sum) of fatty acids in rapeseed cakes

Wyszczególnienie Item	Czas przechowywania – Storage time (miesiąc – month)				
	0	VI			
		Światło i powietrze Light and air		Bez światła i powietrza Without light and air	
		–	+	–	+
Sucha masa – Dry matter	915,6	932,6	932,6	926,3	926,2
Popiół surowy – Crude ash	56,5	57,8	58,6	58,2	58,2
Białko ogólne – Crude protein	271,2	279,8	274,9	273,9	275,6
Tłuszcz surowy – Crude fat	140,7	120,0	121,3	117,3	113,8
Włókno surowe – Crude fibre	115,8	143,1	143,0	143,3	144,6
Bez-N wyciągowe N-free extractive	331,4	331,9	334,8	333,6	334,0
Udział (% sumy) kwasów tłuszczowych – Percentage share of fatty acids in total FA					
C16:0	3,88	4,25	4,39	4,33	4,24
C16:1	0,21	0,41	0,43	0,40	0,41
C18:0	0,86	0,99	1,28	0,98	1,00
C18:1	67,80	68,10	67,88	67,80	67,92
C18:2	19,28	19,02	18,99	19,23	19,11
C18:3	6,64	5,41	5,25	5,45	5,51
C20:0	0,29	0,34	0,45	0,41	0,37
C20:1	0,68	0,81	0,85	0,83	0,78
C22:0	0,09	0,12	0,09	0,13	0,12
C22:1	0,17	0,22	0,24	0,19	0,26
Inne – Other	0,10	0,33	0,15	0,25	0,28
SFA	5,12	5,70	6,21	5,85	5,73
UFA	94,78	93,97	93,64	93,90	93,99
MUFA	68,86	69,54	69,40	69,22	69,37
PUFA	25,92	24,43	24,24	24,68	24,62

- - bez przeciwutleniacza – without antioxidant, + – z przeciwutleniaczem – with antioxidant.



Niezależnie od warunków przechowywania wyłoków i dodatku przeciwutleniacza, po zakończeniu magazynowania, w lipidach wykazano zwiększenie udziału nasyconych a zmniejszenie zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych. Ponadto zanotowano wyraźne zmniejszenie ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) a zwiększenie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) w sumie UFA. Osek (2000), przechowując wyłoki rzepakowe przez taki sam czas, odnotowała podobne tendencje dotyczące nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych z tym, że w sumie UFA stwierdziła zwiększenie PUFA a zmniejszenie MUFA.

#### WNIOSKI

1. Liczba kwasowa wyłoków przez cały okres przechowywania ciągle wzrastała, najwyższe jej wartości uzyskano w materiale badawczym przechowywanym bez dostępu światła i powietrza.
2. Dodatek przeciwutleniacza obniżał o ok. 50% wartości liczby nadtlenkowej wyłoków rzepakowych niezależnie od dostępu światła i powietrza w czasie 6 miesięcy przechowywania.
3. Składowanie wyłoków rzepakowych przez 6 miesięcy wpłynęło na zmniejszenie zawartości tłuszczu surowego, przy jednoczesnym zwiększeniu udziału nasyconych i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz zmniejszeniu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.
4. Zastosowanie przeciwutleniacza oraz warunki przechowywania nie miały wpływu na udział procentowy poszczególnych kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej wyłoków.

#### PIŚMIENNICTWO

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Banaszkiewicz T., 2013. The effect of addition high rape cake and phytase on nutritive value of diets for broiler chickens. *Acta Veterinaria (Beograd)*, Vol. 63, No. 2-3, 311-324.
- Cichosz G., Czeczot H., 2011. Stabilność oksydacyjna tłuszczów jadalnych – konsekwencje zdrowotne. *Bromat. Chem. Toksykol.* XLIV, 1, 50-60.
- Gogolewski M., Szelięga M., Bartkowiak E., 1996. Wpływ zanieczyszczeń na zmiany lipidów nasion rzepaku w czasie ich przechowywania. *Rośliny Oleiste*, Tom XVII, 579-584.
- Hanczakowska E., Węglarzy K., 2012. Makuch rzepakowy w mieszankach z dodatkiem jodu, ksyalanazy lub fitazy w tuczu świń. *Rocz. Nauk. Zoot.*, T. 39, 39, z. 1, 105-117.
- Jasińska-Stępnik A., Karwańska L., 2009. Wpływ kompozycji tokoferoli na zmiany oksydacyjne prób triacylogliceroli oleju słonecznikowego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, Tom XXX, 265-274.
- Kowalska D., Bielański P., 2011. Zastosowanie pasz rzepakowych w żywieniu królików i ich wpływ na jakość mięsa. *Roczniki Naukowe PTZ*, t. 7, nr 2, 53-63.

- Maniak B., Zdybel B., Bogdanowicz M., Wójcik J., 2012. Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych tradycyjnych olejów roślinnych produkowanych na ziemi lubelskiej. *Inżynieria Rolnicza – Agricultural Engineering*, Z. 3(138), 101-107.
- Matyka S. 2000. Utlenianie tłuszczów – przeciwutleniacze. *Pasze Przemysłowe*, 9, 4/5: 14-15.
- Milczarek A., Osek M., 2012. Zmiany liczby kwasowej i nadtlenkowej tłuszczu produktów rzepakowych przechowywanych w różnych warunkach bez i z dodatkiem przeciwutleniacza. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, Tom XXXIII, 295-306.
- Mińkowski K., 2005. Ocena skuteczności działania przeciwutleniaczy w oleju lnianym i ogórecznikowym na podstawie testu Rancimat i badań przechowalniczych. *Tłuszcze Jadalne*, 40, 1-2.
- Mińkowski K., Ptasznik S., 2003. Metoda pozyskiwania oleju rzepakowego a jego przydatność do produkcji estrów metylowych. *Materiały II Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Biopaliwa 2003 – uprawy – technologia - zaawansowanie”*. Warszawa, czerwiec 2003.
- Normy Żywienia Drobiu., 2005. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Red. S. Smulikowska i A. Rutkowski, Wyd. 4, IFiZZ PAN Jabłonna.
- Osek M., 2000. Wpływ czasu i warunków przechowywania na zmiany zachodzące we frakcji lipidowej wybranych produktów rzepakowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, Tom XXI, 145-156.
- Osek M., Janocha A., Milczarek A., Klocek B., 2005. Wyniki produkcyjne i poubojowe oraz walory smakowe mięsa kurcząt brojlerów żywionych mieszankami natłuszczanymi różnymi olejami roślinnymi. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, Tom XXVI, 527-536.
- PN-ISO 3690: 1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- PN-ISO 660: 1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- PN-R-64806: 1997. Pasze – Tłuszcze paszowe.
- Podkówka Z., Dorszewski P., Podkówka W., Szterk P., 1996. Badania nad magazynowaniem wytlóków z nasion rzepaku tłoczonych na prasie ślimakowej. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (2), 447-453.
- Radziemska E., Lewandowski W., Szukalska E., Tynek M., Pustelnik A., Ciunel K., 2009. Biopaliwa z rzepaku. Przygotowanie surowca do otrzymania biodiesla w warunkach gospodarstwa rolnego oraz pilotowe matanolizy. *Chemia. Dydaktyka. Ekologia. Metrologia*, R. 14, NR 1-2, 79-84.
- Rotkiewicz D., Tańska M., Konopka I., 2002. Wymiary nasion rzepaku jako czynnik kształtujący ich wartość technologiczną oraz jakość oleju. *Rośliny Oleiste*, 22, 103-112.
- Skiba K., Szwed G., Tys J., 2005. Zmiany cech jakościowych zanieczyszczonych nasion rzepaku podczas procesu przechowywania. *Acta Agrophysica*, 6(3), 785-794.
- Smulikowska S., Nguyen C.V., 2003. Przydatność paszowa nasion i wytlóków rzepakowych w żywieniu drobiu i świń i ich wpływ na jakość produktów zwierzęcych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (1), 11-22.
- Stec M., Kurzeja E., Druszkowski P., Pawłowska-Góral K., 2011. Wpływ cebuli na wartość odżywczą oleju rzepakowego. *Probl Hig Epidemiol*, 92(4), 848-851.
- Tańska M., Rotkiewicz D., 2003. Stopień przemiany lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych. *Tłuszcze Jadalne*, 38, 147-155.
- Tys J., Szwed G., 1998. Wartość technologiczna nasion rzepaku przechowywanych w warunkach symulujących silosy przemysłowe. *Rośliny Oleiste*, Tom XIX, 331-336.
- Tys J., Szwed G., Strobel W., 1999. Wpływ zanieczyszczeń na cechy jakościowe przechowywanych nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste*, Tom XX, 487-493.
- Ustawa o Paszach. 2006. z dnia 22 lipca 2006 r., Dz. U., 2006, nr 144, poz. 1045.

- Wroniak M., Łubian M., 2008. Ocena stabilności oksydacyjnej olejów rzepakowego i słonecznikowego tłoczonych na zimno z dodatkiem ekstraktu oregano w teście Rancimat i termostatom. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 4 (59), 80-89.
- Wroniak M., Ptaszek A., Ratusz K., 2013. Ocena wpływu warunków tłoczenia w prasie ślimakowej na jakość i skład chemiczny olejów rzepakowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 1 (86), 92-104.
- Ziemiański S., Budzyńska-Topolowska J., 1991. *Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe*. PWN Warszawa.

THE INFLUENCE OF ADDITION OF ANTIOXIDANT ON CHANGES  
OF ACID VALUES AND PEROXIDE VALUES AS WELL AS CHEMICAL  
COMPOSITION OF RAPESEED CAKES STORED WITH  
OR WITHOUT LIGHT AND AIR

*Anna Milczarek, Maria Osek*

Department of Animal Nutrition and Feed Management,  
Siedlce University of Natural Sciences and Humanities  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
email: anna.milczarek@uph.edu.pl

**Abstract.** Samples of rapeseed cakes with or without antioxidant were stored in a laboratory, with or without access of light and air, for a period of six months. Acid value and peroxide value were analysed at the beginning and every month in three replications for each series. On the day of research beginning and after 6 months of storage of the rapeseed cakes the content of basic nutrients and fatty acid profiles in lipid fraction were estimated. An increase of acid value of rapeseed cakes lipid fraction during whole storage time was proved. The highest acid values were obtained for the research material stored without light and air. A significant ( $P \leq 0.01$ ) decrease of peroxide value was noted, irrespective of the conditions storage, after the addition of antioxidant. After 6 months of storage a decrease of crude fat and an increase of crude fibre in the rapeseed cakes were found. An increase of saturated fatty acids (SFA) and a decrease of unsaturated (UFA), including polyunsaturated fatty acids (PUFA), were found in the lipid fraction.

**Key words:** rapeseed cakes, antioxidant, storage, acid value, peroxide value, basic nutrients, fatty acids