

**Anna Milczarek, Maria Osek**

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Katedra Żywnienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej

Adres do korespondencji: amilczarek@uph.edu.pl

## **Zmiany liczby kwasowej i nadtlenkowej tłuszczu produktów rzepakowych przechowywanych w różnych warunkach bez i z dodatkiem przeciwutleniacza**

**Changes in an acid value and peroxide value of lipids form rapeseed  
products stored in different conditions without or with antioxidant**

Słowa kluczowe: wyłoki rzepakowe, olej rzepakowy, przeciwutleniacz, przechowywanie, liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa

### **Streszczenie**

Badano zmiany liczby kwasowej i nadtlenkowej zachodzące we frakcji lipidowej wyłoków rzepakowych i oleju rzepakowego bez dodatku i z dodatkiem przeciwutleniacza w zależności od czasu i warunków przechowywania. Próbkę produktów rzepakowych przechowywano przez okres sześciu miesięcy bez dostępu światła i powietrza w laboratorium (średnia temperatura 19,1°C) i w lodówce (temperatura 4°C). Liczbę kwasową i nadtlenkową oznaczano w dniu rozpoczęcia badań, a następnie co miesiąc, w trzech powtórzeniach dla każdej serii.

Liczba kwasowa frakcji lipidowej wyłoków wzrastała, a oleju utrzymywała się na zbliżonym poziomie przez cały okres przechowywania. Dodatek przeciwutleniacza nie miał wpływu na liczbę kwasową, natomiast zależała ona od miejsca przechowywania i rodzaju produktu. Przez cały okres eksperymentu w wyłokach była ona 5-krotnie (lodówka) i 10-krotnie (laboratorium) wyższa w porównaniu do oleju. Na tempo utleniania lipidów produktów rzepakowych wysoce istotny wpływ miał czas i miejsce przechowywania (wolniejsze w lodówce). Wprowadzenie przeciwutleniacza istotnie ( $P \leq 0,01$ ) zapobiegało wzrostowi liczby nadtlenkowej frakcji lipidowej obydwu analizowanych produktów.

Key words: rapeseed cake, rapeseed oil, antioxidant, storage, acid value, peroxide value

### **Abstract**

The aim of this study was to investigate changes of the acid value and of the peroxide value in the lipid fraction of rapeseed cakes and in oils with or without antioxidant in dependence on storage time and place. The samples of rapeseeds products with or without antioxidant were stored for six month, without light and air in laboratory (average temperature 19.1°C) and in refrigerator (temperature 4°C). Acid value and the peroxide value were analyzed at the beginning and every month, in three replications for each series.

The acid value of lipid fraction of rapeseed cakes increased, while in the oil remained similar, during whole storage time. The addition of an antioxidant did not influence the acid values. However,

acid values were determined by storage place and the kind of product. During whole experiment the acid values in rapeseed cake were 5-fold (refrigerator) and 10-fold (laboratory) higher as compared to the oil. On the oxidation rate of rapeseed products highly significant influence had time and storage place (slower in the refrigerator). The introduction of an antioxidant significantly ( $P \leq 0.01$ ) prevented the increase in peroxide value in lipid fraction of both analyzed products.

## Wstęp

---

W latach 2000–2010 zanotowano ponad dwukrotny wzrost powierzchni uprawy rzepaku i rzepiku (Główny Urząd Statystyczny 2011). W konsekwencji zwiększyła się podaż nasion rzepaku oraz produktów ich przerobu. Zarówno śruta poekstrakcyjna, jak i wytloki wykorzystywane są z powodzeniem w żywieniu zwierząt gospodarskich. Wytłoki rzepakowe w porównaniu do śruty dostarczają mniej białka, ale w zależności od metody tłoczenia (na zimno lub gorąco) pozostaje w nich od ok. 10 do blisko 30% tłuszczu, stąd też ich wartość energetyczna jest znacznie wyższa. Do podwyższenia wartości energetycznej mieszanek przemysłowych (zwłaszcza dla zwierząt monogastrycznych) stosowany jest olej. Tłuszcz ten jest nie tylko źródłem energii, ale korzystnie modyfikuje profil lipidowy uzyskiwanego produktu z uwagi na wysoki udział kwasu  $\alpha$ -linolenowego (Pastuszewska i Raj 2003, Smulikowska i Nguyen 2003, Osek i in. 2005, 2006, Kowalska i Bielański 2011, Banaszekiewicz 2011, Hanczakowska i Węglarzy 2012). Jednak duża zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych sprawia, że takie surowce/produkty szybciej ulegają niekorzystnym przemianom prowadzącym do powstawania szkodliwych dla zdrowia związków (Ziemiański i Budzyńska-Topolowska 1991, Tańska i Rotkiewicz 2003). Procesy oksydacyjne zachodzące w lipidach mają charakter reakcji lawinowej, w której można wyróżnić etap inicjacji, propagacji i terminacji łańcucha (Wheatley 2000, Drozdowski 2002). Ich przebieg zależy od wielu czynników, tj. składu kwasów tłuszczowych, obecności prooksydantów i przeciwutleniaczy oraz warunków przechowywania materiału (Ziemiański i Budzyńska-Topolowska 1991, Osek 2000, Szukalska 2003, Tańska i Rotkiewicz 2003, Cichosz i Cieczot 2011). W celu zapobieżenia negatywnym zmianom zachodzącym w produktach przerobu nasion roślin oleistych dodaje się do nich przeciwutleniacze (Podkówka i in. 1996, Wroniak i Łubian 2008). Badania Podkówki i in. (1996) wykazały istotne zahamowanie procesu jęlczenia tłuszczu wytlóków rzepakowych przechowywanych z dostępem powietrza po zastosowaniu przeciwutleniacza BHT (butylohydroksytoluen). Wroniak i Łubian (2008) stwierdziły, że efektywność przeciwutleniacza zależy od rodzaju oleju, do którego został zastosowany. Z kolei Matyka (2000) podkreśla istotność szeregu innych czynników wpływających na efektywność stosowania przeciwutleniacza, m.in. czas jego aktywności w surowcu.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku przeciwutleniacza Barox Liquid na liczbę kwasową i nadtlenkową wytlóków i oleju rzepakowego w zależności od czasu i warunków przechowywania.

## Material i metody

Material doświadczalny stanowiły wytloki i olej z nasion rzepaku odmian podwójnie ulepszonych „00”, pochodzących ze skupu na terenie środkowo-wschodniej Polski. Nasiona były niezbyt dobrej jakości, bowiem zawierały około 9% zanieczyszczeń, w tym 7,65% zanieczyszczeń użytecznych i 1,65% nieużytecznych. Według PN-90/R-66151 dopuszczalne jest 4% zanieczyszczeń użytecznych i 1% nieużytecznych. Nasiona rzepaku i uzyskany z nich wytlók poddano analizie zawartości podstawowych składników pokarmowych według AOAC (1990). Wytloki i olej otrzymano w wyniku tłoczenia „na zimno” przy zastosowaniu prasy ślimakowej. Bezpośrednio po tłoczeniu pobrano próbki i po przywiezieniu do laboratorium każdy produkt podzielono na dwie części. Jedną pozostawiono bez przeciwutleniacza, natomiast do drugiej wprowadzono Barox Liquid w ilości 1 ml·kg<sup>-1</sup> produktu. Zastosowany przeciwutleniacz Barox Liquid był w postaci płynnej i zawierał mieszaninę: BHT (butylohydroksytoluen), BHA (butylohydroksyanizol), EQ (etoksyquin), kwasu cytrynowego, kwasu fosforowego oraz mono- i dwuglicerydów jadalnych kwasów tłuszczowych. Następnie przygotowano po 24 próbki laboratoryjne wytlóków i oleju (po 12 z przeciwutleniaczem i bez), które umieszczono w szczelnie zamkniętych naczyniach (wytłoki w szklanych słoikach o pojemności 0,3 l, a olej w probówkach). Próbki przechowywano bez dostępu powietrza i światła przez 6 miesięcy w dwóch miejscach, tj. pokoju laboratoryjnym i lodówce. Warunki panujące w obydwu miejscach podano w tabeli 1.

Tabela 1  
Średnie miesięczne temperatury powietrza w miejscach przechowywania produktów rzepakowych — *Average monthly temperature of air in storage places of rapeseed products*

Miesiąc — <i>Month</i>	Temperatura — <i>Temperature</i> [°C]
Laboratorium — <i>Laboratory</i>	
I	20,8
II	19,5
III	18,9
IV	18,1
V	18,4
VI	19,2
Średnia I–VI — <i>Average I–VI</i>	19,1
Lodówka — <i>Refrigerator</i>	
I–VI	4

Analizy liczby kwasowej i nadtlenkowej wykonywano w trzech powtórzeniach. Liczbę kwasową oznaczano poprzez miareczkowanie tłuszczu roztworem wodorotlenku potasowego 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).

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą trzyczynnikowej analizy wariancji, a o istotności różnic wnioskowano na podstawie testu rozstępu Tukey'a.

## Wyniki i ich omówienie

Materiał wyjściowy, z którego pozyskano olej i wyciąki był nienajlepszej jakości, o czym świadczy chociażby niska zawartość białka ogólnego i wysoka włókna surowego (tab. 2). Zarówno w nasionach, jak i wyciąkach ilość tłuszczu surowego była zbliżona do wartości podawanych przez różne źródła (Osek 2000, Normy Żywienia Drobiu 2005, Hanczakowska i Węglarzy 2012), natomiast odbiegała od wyników Banaszekiewicz (2011), która wykazała w makuchach dwóch odmian rzepaku 28,67 i 29,34% tego składnika.

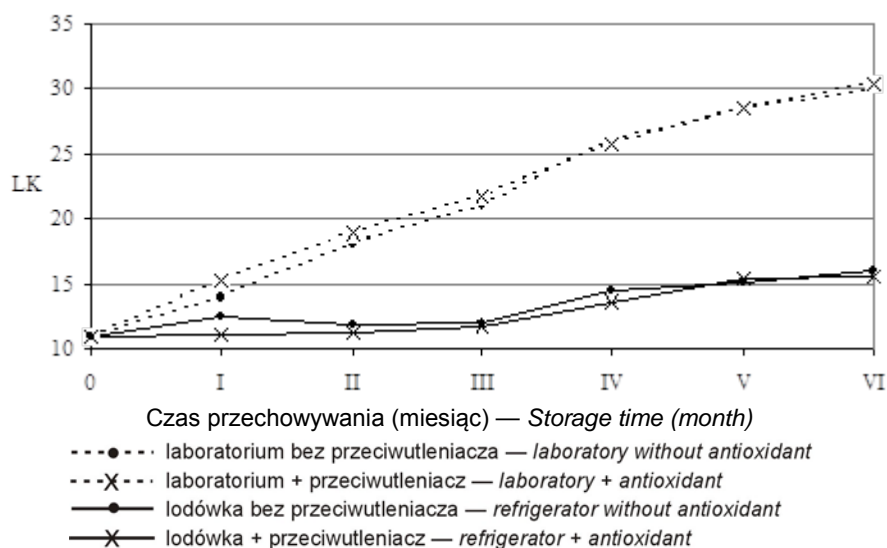
Tabela 2

Skład chemiczny (%) nasion rzepaku i wyciąków rzepakowych  
*Chemical composition (%) of rapeseeds and rapeseed cakes*

Składnik <i>Nutrient</i>	Nasiona rzepaku <i>Rapeseed</i>	Wyciąki rzepakowe <i>Rapeseed cake</i>
Sucha masa — <i>Dry matter</i>	93,78	91,56
Popiół surowy — <i>Crude ash</i>	3,49	5,65
Białko ogólne — <i>Crude protein</i>	17,76	27,12
Tłuszcz surowy — <i>Crude fat</i>	41,96	14,07
Włókno surowe — <i>Crude fibre</i>	7,52	11,58
Bez-N wyciągowe — <i>N-free extractives</i>	23,05	33,14

Liczba kwasowa (LK) jest wskaźnikiem stopnia hydrolizy tłuszczu. W wyciąkach w dniu rozpoczęcia badań była ona wysoka ( $11,01 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ ) i odbiegała od wykazanej ( $7,14 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ ) przez Osek (2000) w tym samym produkcie, uzyskanym także w wyniku tłoczenia na zimno. Tak dużą liczbę kwasową analizowanych wyciąków można wiązać z dużym zanieczyszczeniem i zróżnicowaniem odmianowym materiału, z którego pozyskano olej i wyciąki. Jak podają niektórzy autorzy (Gogolewski i in. 1996, Rotkiewicz i Konopka 1998, Tys i in. 1999) zmiany zachodzące w lipidach produktów rzepakowych zależą nie tylko od warunków przechowywania, ale także od odmiany oraz stopnia zanieczyszczenia nasion rzepaku. Gogolewski i in. (1996) wykazali, że w nasionach oczyszczonych liczba kwasowa wynosiła  $1,2 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ , a w nieoczyszczonych  $9,1 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ .

W czasie sześciu miesięcy przechowywania w różnych warunkach, LK wyłoków cały czas się podwyższała (rys. 1, tab. 3), niezależnie od tego, czy przechowywano je z dodatkiem czy bez dodatku przeciwutleniacza. Po sześciu miesiącach przechowywania najwyższą ( $30,37 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ ) liczbę kwasową stwierdzono w wyłokach przechowywanych w laboratorium bez dodatku przeciwutleniacza, najniższą zaś ( $15,56 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ ) w wyłokach przechowywanych w lodówce z dodatkiem przeciwutleniacza. Odnotowane wartości LK nie przekroczyły jednak wymagań PN-R-64806:1997, która dopuszcza dla tłuszczów paszowych wielkość tej liczby równą  $50 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ .



Rys. 1. Zmiany liczby kwasowej ( $\text{mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ ) frakcji lipidowej wyłoków rzepakowych  
*Acid value changes ( $\text{mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ ) in the lipid fraction of rapeseed cakes*

Fakt, że czas i warunki przechowywania wyłoków miały istotny ( $P \leq 0,01$ ) wpływ na ich jakość, określaną przez liczbę kwasową, jest potwierdzeniem badań przeprowadzonych przez Podkówkę i in. (1996) oraz Osek (2000). Autorka, co prawda, zanotowała niższą początkową wartość LK w tym samym produkcie, a jej podwojenie wykazała już po dwóch miesiącach przechowywania w laboratorium, ale wyłoki były przechowywane z dostępem powietrza. W obecnie przeprowadzonych badaniach, proces hydrolizy tłuszczu wyłoków przechowywanych w laboratorium przebiegał wolniej, bowiem dwukrotnie większą wartość liczby kwasowej stwierdzono dopiero po 4 miesiącach przechowywania. Zapewne można to wiązać z temperaturą w pomieszczeniu ( $19,1^\circ\text{C}$ ), jak i brakiem dostępu powietrza. W badaniach Osek (2000) średnia temperatura w pokoju laboratoryjnym, w trakcie trwania eksperymentu wynosiła  $20^\circ\text{C}$ , a próbki były przechowywane z dostępem powietrza.

Tabela 3

Liczba kwasowa ( $\text{mg KOH}\cdot\text{g}^{-1}$ ) frakcji lipidowej wyłoków rzepakowych — *Acid value* ( $\text{mg KOH}\cdot\text{g}^{-1}$ ) in the lipid fraction of rapeseed cakes

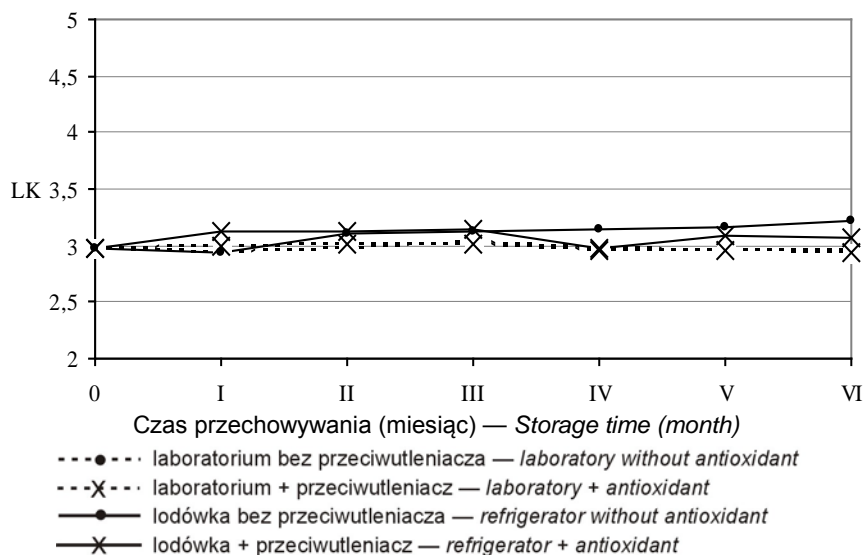
Czynnik — <i>Factor</i>		Czas przechowywania — <i>Storage time</i> [miesiąc — <i>month</i> ]							$P \leq 0,01$
		0	I	II	III	IV	V	VI	
T	czas przechowywania <i>storage time</i>	11,01	13,22	15,05	16,65	20,03	21,80	22,99	**
P	laboratorium — <i>laboratory</i>	11,01	14,60	18,53	21,39	25,99	28,36	30,12	**
	lodówka — <i>refrigerator</i>	11,01	11,86	11,58	11,91	14,07	15,25	15,87	
A	bez przeciwutleniacza —	11,01	13,29	14,99	16,48	20,30	21,68	22,98	**
	z przeciwutleniaczem +	11,01	13,16	15,12	16,82	19,76	21,93	23,01	
T × P	laboratorium — <i>laboratory</i>	21,43							**
	lodówka — <i>refrigerator</i>	13,08							
T × A	bez przeciwutleniacza —	17,24							ns
	z przeciwutleniaczem +	17,26							
P × A	laboratorium —	21,19							**
	<i>laboratory</i> +	21,66							
	lodówka —	13,30							
	<i>refrigerator</i> +	12,85							
T × A × P									**

\*\* – różnica istotna — *significant difference*; ns – różnica nieistotna — *insignificant difference*

T – czas przechowywania — *storage time* (0, I, II, III, IV, V, VI);

A – przeciwutleniacz — *antioxidant* („–” bez przeciwutleniacza — *without antioxidant*, „+” z przeciwutleniaczem — *with antioxidant*); P – miejsce przechowywania — *storage place*

Liczba kwasowa oleju przez cały okres eksperymentu, niezależnie od analizowanych czynników, utrzymywała się na zbliżonym poziomie (rys. 2, tab. 4), ale w porównaniu do LK wyłoków była 10-krotnie (laboratorium) i 5-krotnie (lodówka) niższa. Pomimo niewielkich różnic w wartościach tej liczby, analiza statystyczna potwierdziła istotność wpływu wszystkich analizowanych czynników ( $P \leq 0,01$ ). Potwierdza to wyniki uzyskane przez Osek (2000), która wykazała, że spośród wszystkich produktów rzepakowych najbardziej podatne na hydrolizę lipidów są wyłoki.



Rys. 2. Zmiany liczby kwasowej (mg KOH·g<sup>-1</sup>) frakcji lipidowej oleju  
 Acid value changes (mg KOH·g<sup>-1</sup>) in the lipid fraction of oil

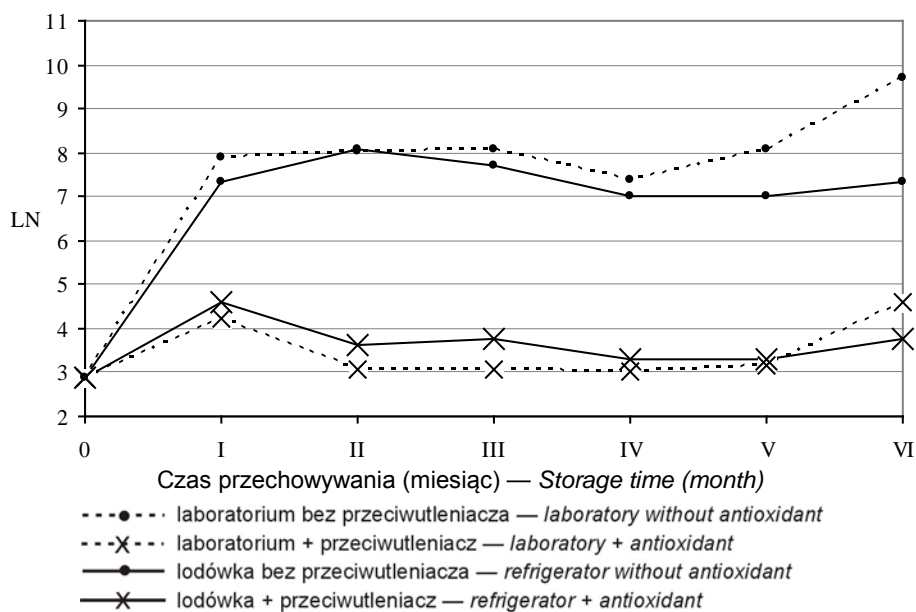
Tabela 4

Liczba kwasowa (mg KOH·g<sup>-1</sup>) frakcji lipidowej oleju — Acid value (mg KOH·g<sup>-1</sup>) in the lipid fraction of oil

Czynnik — Factor		Czas przechowywania — Storage time [miesiąc — month]							P≤0,01
		0	I	II	III	IV	V	VI	
T	czas przechowywania storage time	2,97	3,00	3,05	3,08	3,02	3,04	3,04	**
P	laboratorium — laboratory	2,97	2,94	3,04	3,09	3,06	3,04	3,08	**
	lodówka — refrigerator	2,97	3,06	3,06	3,08	2,97	3,02	3,00	
A	bez przeciwutleniacza —	2,97	2,97	3,00	3,03	2,97	2,96	2,94	**
	z przeciwutleniaczem +	2,97	3,03	3,11	3,14	3,07	3,12	3,14	
T × P	laboratorium — laboratory	3,03							ns
	lodówka — refrigerator	3,02							
T × A	bez przeciwutleniacza —	2,97							**
	z przeciwutleniaczem +	3,07							
P × A	laboratorium —	2,97							**
	laboratory +	3,09							
	lodówka —	2,98							
	refrigerator +	3,07							
T × A × P									**

Objaśnienia jak w tabeli 3 — For explanations, see Table 3

Liczba nadtlenkowa (LN) jest miarą zawartości nadtlenków i traktowana jest jako wskaźnik stopnia utlenienia (zjełczenia) tłuszczu. Wartość LN analizowanych wyłoków rzepakowych w momencie rozpoczęcia badań wynosiła 2,90 mEq O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup> (rys. 3, tab. 5). Wyższą wartość tej liczby (4,04 mEq O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>) odnotowała Osek (2000), ale jej zmiany w trakcie przechowywania przebiegały podobnie. Wszystkie uzyskane wartości LN nie przekroczyły wymagań PN-R-64806:1997, która podaje 20,0 mEq O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup> jako maksymalną dopuszczalną jej wartość w tłuszczach paszowych. Otrzymane wyniki wskazują, że przeciwutleniacz stracił swoją aktywność po pięciu miesiącach przechowywania wyłoków, co jest potwierdzeniem badań Matyki (2000). Autor wskazuje, że przeciwutleniacz może zapobiec procesom utleniania w długim okresie czasu, ale powinien być dodany do surowca, który ma chronić w odpowiedniej dawce i możliwie najwcześniej. Zastosowanie przeciwutleniacza hamowało istotnie ( $P \leq 0,01$ ) procesy utleniania lipidów niezależnie od miejsca przechowywania. Wartości LN wyłoków z dodatkiem przeciwutleniacza były o połowę niższe w porównaniu do liczby nadtlenkowej wyłoków bez dodatku przeciwutleniacza. Wykazano istotny ( $P \leq 0,01$ ) wpływ czynników doświadczalnych i ich interakcje na wartość LN.



Rys. 3. Zmiany liczby nadtlenkowej (mEq O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>) frakcji lipidowej wyłoków rzepakowych — Peroxide value changes (mEq O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>) in the lipid fraction of rapeseed cakes



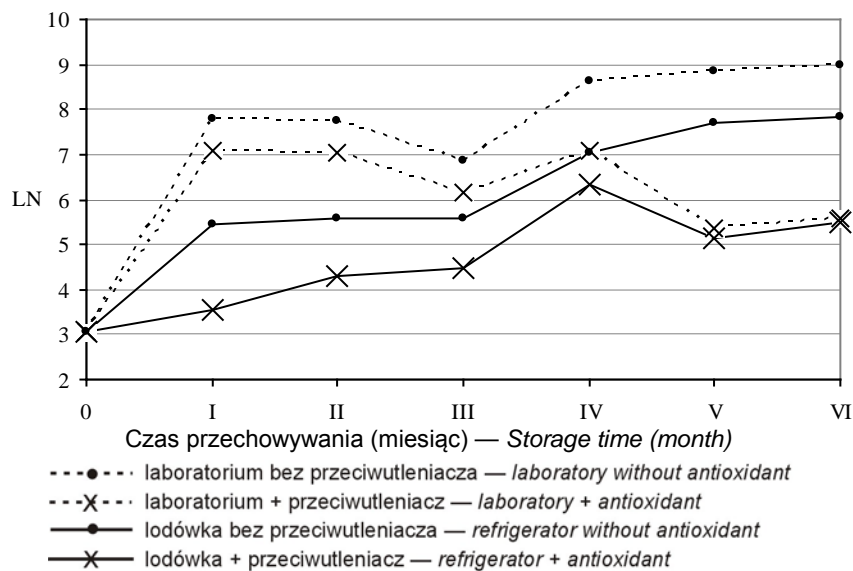
Tabela 5

Liczba nadtlenkowa ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) frakcji lipidowej wyłoków rzepakowych — *Peroxide value* ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) in the lipid fraction of rapeseed cakes

Czynnik — <i>Factor</i>		Czas przechowywania — <i>Storage time</i> [miesiąc — <i>month</i> ]							P $\leq$ 0,01
		0	I	II	III	IV	V	VI	
T	czas przechowywania <i>storage time</i>	2,90	6,02	5,71	5,66	5,19	5,38	6,35	**
P	laboratorium — <i>laboratory</i>	2,90	6,07	5,57	5,85	5,20	5,62	7,16	**
	lodówka — <i>refrigerator</i>	2,90	5,96	5,85	5,74	5,17	5,15	5,55	
A	bez przeciwutleniacza —	2,90	7,62	8,06	7,89	7,22	7,54	8,52	**
	z przeciwutleniaczem +	2,90	4,41	3,36	3,43	3,16	3,23	4,19	
T × P	laboratorium — <i>laboratory</i>	5,44							**
	lodówka — <i>refrigerator</i>	5,19							
T × A	bez przeciwutleniacza —	7,11							**
	z przeciwutleniaczem +	3,52							
P × A	laboratorium —	7,44							**
	<i>laboratory</i> +	3,44							
	lodówka —	6,77							
	<i>refrigerator</i> +	3,61							
T × A × P									**

Objaśnienia jak w tabeli 3 — *For explanations, see Table 3*

Wszystkie analizowane czynniki miały istotny ( $P \leq 0,01$ ) wpływ na liczbę nadtlenkową oleju (rys. 4, tab. 6). Sześciomiesięczny okres przechowywania spowodował ponad dwukrotny wzrost tej liczby. Liczba nadtlenkowa wzrastała również niezależnie od miejsca przechowywania, z tym, że istotnie wolniejsze tempo utleniania zanotowano w lodówce. Proces utleniania oleju był istotnie ( $P \leq 0,01$ ) hamowany w wyniku dodania przeciwutleniacza, niezależnie czy był on przechowywany w lodówce, czy w laboratorium.



Rys. 4. Zmiany liczby nadtlenkowej ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) frakcji lipidowej oleju — Peroxide value changes ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) in the lipid fraction of oil

Tabela 6  
Liczba nadtlenkowa ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) frakcji lipidowej oleju — Peroxide value ( $\text{mEq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) in the lipid fraction of oil

Czynnik — Factor		Czas przechowywania — Storage time [miesiąc — month]							P≤0,01
		0	I	II	III	IV	V	VI	
T	czas przechowywania storage time	3,04	5,97	6,17	5,77	7,26	6,76	6,97	**
P	laboratorium — laboratory	3,04	6,63	6,67	6,23	7,82	8,27	8,40	**
	lodówka — refrigerator	3,04	5,31	5,67	5,31	6,71	5,25	5,55	
A	bez przeciwutleniacza —	3,04	7,44	7,40	6,51	7,85	7,09	7,28	**
	z przeciwutleniaczem +	3,04	4,50	4,94	5,03	6,68	6,43	6,66	
T × P	laboratorium — laboratory	6,72							**
	lodówka — refrigerator	5,26							
T × A	bez przeciwutleniacza —	6,66							**
	z przeciwutleniaczem +	5,33							
P × A	laboratorium —	7,41							ns
	laboratory +	6,04							
	lodówka —	5,91							
	refrigerator +	4,62							
T × A × P									**

Objaśnienia jak w tabeli 3 — For explanations, see Table 3

## Podsumowanie i wnioski

---

Rodzaj badanych produktów rzepakowych (wytłoki, olej), a także ich niska jakość oraz warunki przechowywania i przeciwutleniacz miały istotny wpływ na tempo przemian hydrolitycznych i oksydacyjnych.

Przez cały okres przechowywania liczba kwasowa frakcji lipidowej wytłoków wzrastała, a oleju utrzymywała się na zbliżonym poziomie.

Liczba kwasowa zależała od miejsca przechowywania i rodzaju produktu. Przez cały okres eksperymentu w wytłokach była ona 5-krotnie (lodówka) i 10-krotnie (laboratorium) wyższa w porównaniu do oleju.

Tempo utleniania lipidów produktów rzepakowych było wolniejsze w lodówce, a wprowadzenie przeciwutleniacza skutecznie hamowało ten proces niezależnie od miejsca przechowywania.

## Literatura

---

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Banaszkiewicz T. 2011. Ocena mieszanek zawierających makuchy z dwóch odmian rzepaku uzupełnionych i nieuzupełnionych preparatem enzymatycznym w żywieniu kurcząt brojlerów. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXXII: 269-279.
- Cichosz G., Czczot H. 2011. Stabilność oksydacyjna tłuszczów jadalnych – konsekwencje zdrowotne. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XLIV, 1: 50-60.
- Drozdowski B. 2002. Lipidy. W: *Chemia żywności*. Red. Z.E. Sikorski. WNT, Warszawa, 171-228.
- Główny Urząd Statystyczny. 2011. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa*. Warszawa.
- Gogolewski M., Szeliga M., Bartkowiak E. 1996. Wpływ zanieczyszczeń na zmiany lipidów nasion rzepaku w czasie ich przechowywania. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII: 577-584.
- Hanczakowska E., Węglarzy K. 2012. Makuch rzepakowy w mieszankach z dodatkiem jodu, ksyłanazy lub fitazy w tuczu świń. *Rocz. Nauk. Zoot.*, t. 39, z. 1: 105-117.
- Kowalska D., Bielański P. 2011. Zastosowanie pasz rzepakowych w żywieniu królików i ich wpływ na jakość mięsa. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 7, nr 2: 53-63.
- Matyka S. 2000. Utlenianie tłuszczów – przeciwutleniacze. *Pasze Przemysłowe*, 9, 4/5: 14-15.
- Normy Żywienia Drobiu. 2005. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Red. S. Smulikowska i A. Rutkowski, wyd. 4, IFiŻZ PAN Jabłonna.
- Osek M. 2000. Wpływ czasu i warunków przechowywania na zmiany zachodzące we frakcji lipidowej wybranych produktów rzepakowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 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*, XXVI: 527-536.
- Osek M., Milczarek A., Janocha A., Klocek B. 2006. Nutritive value of diets for broilers, containing extruded or raw rapeseeds and an enzymatic supplement. *Polish Journal of Natural Sciences, Supplement*, No. 3: 475-482.

- Pastuszevska B., Raj S. 2003. Śruta rzepakowa jako pasza białkowa i energetyczna – ograniczenia i perspektywy. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (2): 525-536.
- PN-90/R-66151. Rośliny przemysłowe oleiste. Ziarno rzepaku i rzepiku podwójnie ulepszonego.
- PN-R-64806:1997. Pasze. Tłuszcze paszowe.
- PN-ISO 660:1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- PN-ISO 3690:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- Podkówska Z., Podkówska W. 1995. Badania stabilności oleju z rzepaku tłoczonego na zimno. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI: 263-265.
- Podkówska Z., Dorszewski P., Podkówska W., Szterk P. 1996. Badania nad magazynowaniem wyłoków z nasion rzepaku tłoczonych na prasie ślimakowej. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (2): 447-453.
- Rotkiewicz D., Konopka I. 1998. Trwałość olejów rzepakowych tłoczonych na zimno z nasion o zróżnicowanej jakości. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX: 583-591.
- Smulikowska S., Nguyen C.V. 2003. Przydatność paszowa nasion i wyłoków rzepakowych w żywieniu drobiu i świń i ich wpływ na jakość produktów zwierzęcych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (1): 11-22.
- Szukalska E. 2003. Wybrane zagadnienia utleniania tłuszczów. *Tłuszcze Jadalne*, 38: 42-61.
- Tańska M., Rotkiewicz D. 2003. Stopień przemiany lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych. *Tłuszcze Jadalne*, 38: 147-155.
- Tys J., Szwed G., Strobel W. 1999. Wpływ zanieczyszczeń na cechy jakościowe nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX: 486-439.
- Wroniak M., Łubian M., 2008. Ocena stabilności oksydacyjnej olejów rzepakowego i słonecznikowego tłoczonych na zimno z dodatkiem ekstraktu oregano w teście Rancimat i termostatowym. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 4 (59): 80-89.
- Wheatley R.A. 2000. Some recent trends in the analytical chemistry of lipid peroxidation. *Trends Anal. Chem.*, 19: 617-628.
- Ziemlański S., Budzyńska-Topolowska J. 1991. *Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe*. PWN, Warszawa.