

WPLYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA  
(WILGOTNOŚCI I TEMPERATURY) NASION RZEPAKU  
NA SZYBKOŚĆ DEGRADACJI TOKOFEROLI\*

*Marzena Gawrysiak-Witulska<sup>1</sup>, Aleksander Siger<sup>2</sup>, Jolanta Wawrzyniak<sup>1</sup>,  
Małgorzata Nogala-Katucka<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu,  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>2</sup>Katedra Biochemii i Analizy Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu,  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań  
email: wima@up.poznan.pl

**Streszczenie.** Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu temperatury i wilgotności nasion rzepaku na szybkość degradacji zawartych w nich nasywnych tokoferoli. Materiałem do badań były nasiona rzepaku odmiany *Californium*. Próby nasion o wilgotności 10,2; 12,4 oraz 15,4% przechowywano w temperaturze 25 i 30°C w komorze termostaticznej wyposażonej w aparaty higrostatyczne umożliwiające utrzymanie wilgotności nasion na stałym poziomie. Nasiona rzepaku przechowywano w stałych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych do momentu, gdy ich zdolność kiełkowania spadła poniżej 75%. Zmiany zawartości tokoferoli w przechowywanych nasionach badano okresowo, co 6 dni. Przeprowadzone badania wykazały znaczący wpływ temperatury i wilgotności nasion na tempo degradacji nasywnych tokochromanoli.

**Słowa kluczowe:** rzepak, przechowywanie, tokoferole, szybkość degradacji

WSTĘP

Przystąpienie Polski do UE przyczyniło się do zwiększenia opłacalności produkcji rzepaku. Spowodowało to systematyczny wzrost powierzchni zasiewów i wielkości plonów. W 2007 roku zbiory rzepaku były rekordowe i osiągnęły 2 mln ton (Roślak 2008). Nasiona rzepaku zbierane w Polsce zazwyczaj są dosuszane do wilgotności około 7%, gdyż taka wilgotność jest warunkiem właściwego ich przechowywania. Wyższa wilgotność nasion w istotny sposób skraca czas ich bezpiecznego przechowania.

---

\*Praca naukowa częściowo finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2013 jako projekt badawczy nr N N313 209938.

wywania (Pronyk i in. 2006). Jest to związane z tym, iż podwyższona zawartość wody w nasionach intensyfikuje proces oddychania nasion, zwiększa aktywność zawartych w nich enzymów oraz sprzyja rozwojowi mikroflory, co w określonych warunkach powoduje zagrzewanie się mas nasiennych. Następstwem wzrostu temperatury jest przyspieszenie przebiegu zachodzących w nasionach niekorzystnych przemian chemicznych i biochemicznych (Niewiadomski 1993, Skiba i in. 2005). Ponadto, wzrost temperatury przechowywania do 30°C przyczynia się do wzrostu zawartości produktów hydrolizy i utleniania lipidów w nasionach rzepaku oraz wpływa na profil kwasów tłuszczowych (Krasucki i in. 2002). Podczas długotrwałego przechowywania nasion w silosach może dochodzić do migracji wilgoci wywołanej ogrzewaniem południowych ścian magazynu. W rezultacie cieplejsze warstwy nasion są nieznacznie suszone natomiast zimniejsze ulegają powtórnemu nawilżeniu. W wilgotnej masie nasion może wystąpić zjawisko samonagrzewania, któremu towarzyszy obniżenie jakości technologicznej nasion.

Olej rzepakowy zaliczany jest do najcenniejszych tłuszczów roślinnych. Jest on bogatym źródłem kwasów mono- i polienowych (Sanders 2000) oraz naturalnych inhibitorów utleniania – tokoferoli, związków fenolowych i steroli (Piironen i in. 2000, Khaliq i in. 2005). Dzięki swym właściwościom odgrywają one znaczącą rolę w prewencji chorób sercowo-naczyniowych (Rimm i in. 1993, Stampfer i in. 1993, Naruszewicz i Kozłowska-Wojciechowska 2007). Tokoferole determinują stabilność lipidów w magazynowanych nasionach oraz warunkują odpowiednią wartość odżywczą produkowanych olejów (Hofius i Sonnewald 2003). Wśród obecnych w rzepaku tokoferoli wymienia się cztery homologi tokoferoli:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - i  $\delta$ - przy czym  $\alpha$ -T i  $\gamma$ -T sięgają 800 mg·kg<sup>-1</sup> oleju, natomiast pozostałe dwa występują w śladowych ilościach (Ratnayake i Daun 2004). Niewłaściwe przechowywanie nasion rzepaku po zbiorze może prowadzić do spadku zawartości tych związków, a tym samym do obniżenia wartości odżywczej uzyskanego oleju. Dlatego, celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu temperatury i wilgotności nasion rzepaku na szybkość degradacji zawartych w nim natywnych tokoferoli.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były nasiona rzepaku odmiany *Californium*. Próby nasion o masie 4 kg przed rozpoczęciem eksperymentu nawilżano do wilgotności 10,2; 12,4; 15,4%. W tym celu nasiona zraszano określoną ilością wody destylowanej (wyznaczonej z bilansu masy), a następnie kondycjonowano w pomieszczeniu o temperaturze 5°C przez 24 h. Przyjęta wilgotność nasion korespondowała z wyznaczoną na podstawie równania Halsey'a równowagową wilgotnością względną powietrza w przestrzeniach międzyziarnowych na poziomie odpowiednio 81, 85 oraz 91%. Nasiona po nawilżeniu przechowywano w komorze termostatycznej wyposażonej w trzy aparaty higrostatyczne służące do utrzymania stałej temperatury i równowa-

gowej wilgotności względnej powietrza ( $\phi$ ). Wilgotność względną powietrza w przestrzeniach międzyziarnowych, utrzymywano na stałym poziomie za pomocą nasyconych roztworów soli NaCl, KCl i BaCl<sub>2</sub> umieszczonych w kuwetach aparatów higrostatycznych. Wartość wilgotności względnej powietrza w naczyniach z nasionami monitorowano za pomocą sond wilgotności względnej powietrza z czujnikami pojemnościowymi. Temperaturę w masie nasion monitorowano za pomocą termoelementów Cu-Konstantan (typ EE21-FT6B53/T24). Pomiary wilgotności względnej powietrza w przestrzeniach międzyziarnowych i temperatury wykonywane były *on-line* za pomocą systemu akwizycji danych I-7018 firmy ICP-CON oraz programu komputerowego *ICP* do rejestracji, wizualizacji i archiwizacji danych. Dla każdej wilgotności nasion przeprowadzono dwa eksperymenty – w temperaturze 25 i 30°C. Podczas przechowywania nasion, co 6 dni pobierano próby do analiz. W próbach oznaczano zdolność kiełkowania oraz zawartość tokoferoli. Każde z doświadczeń prowadzono do czasu, gdy zdolność kiełkowania nasion spadła poniżej 75%.

#### Oznaczenie zdolności kiełkowania

W celu oznaczenia zdolności kiełkowania pobierano 50 losowo wybranych nasion rzepaku, które umieszczano na bibule filtracyjnej znajdującej się na płytce Petriego i zalewano wodą destylowaną. Następnie próby inkubowano w temperaturze 25°C przez 4 dni. Po tym czasie płytki otwarto i inkubowano przez kolejne 3 dni. Po zakończeniu liczone wykiełkowane nasiona. Wynik wyrażano w procentach wykiełkowanych nasion (Pronyk 2006)

#### Oznaczanie tokoferoli

Nasiona poddano rozdrobnieniu w młynku laboratoryjnym, a następnie procesowi zmydlania, w tym celu do kolb okrągłodennych naważono 2 g próby i 0,5 g pirogalolu, dodano 20 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego bezwodnego oraz 2 cm<sup>3</sup> 60% KOH. Po ogrzewaniu 30 min. w temperaturze wrzenia rozpuszczalnika, do prób dodawano 50 cm<sup>3</sup> 1% NaCl, próby dokładnie schładzano. Następnie dodawano 50 cm<sup>3</sup> *n*-heksanu z 10% dodatkiem octanu etylu. Szczelnie zamknięte kolbki wytrząsano (przy 300 obr·min<sup>-1</sup>) przez 30 min. Następnie dodawano około 2 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu NaCl. Po 15 min z górnej warstwy (substancje niezmydlające się) pobierano odpowiednią ilość do nastrzyku na chromatograf cieczowy (HPLC). Odzysk standardów tokoferoli zmydlanych tą metodą wynosi 99,9% (PN-EN-12822/2002; PN-EN-ISO 9936/ 2006, Ryyänen i in. 2004).

Tokoferole identyfikowano jakościowo i ilościowo na chromatografii cieczowym HPLC (Waters 600 Asc. Milford, MA, USA) w systemie złożonym z pompy Waters 600, kolumny LiChrosorb Si 60 (200 x 4,6 mm, 5 μm, Merck, Darmstadt, Germany) oraz detektora fluorymetrycznego. Fazą ruchomą była mieszanina *n*-heksanu z 1,4-dioksanem (97:3 v/v). Szybkość przepływu wynosiła

1,5 ml·min<sup>-1</sup>. Detektor fluorymetryczny (Waters 474 Asc. Milford, MA, USA) pracował przy wzbudzeniu  $\lambda = 290$  nm i emisji  $\lambda = 330$  nm. Stężenie poszczególnych homologów tokoferoli obliczano z uprzednio wykonanej krzywej kalibracji.

### Analiza statystyczna

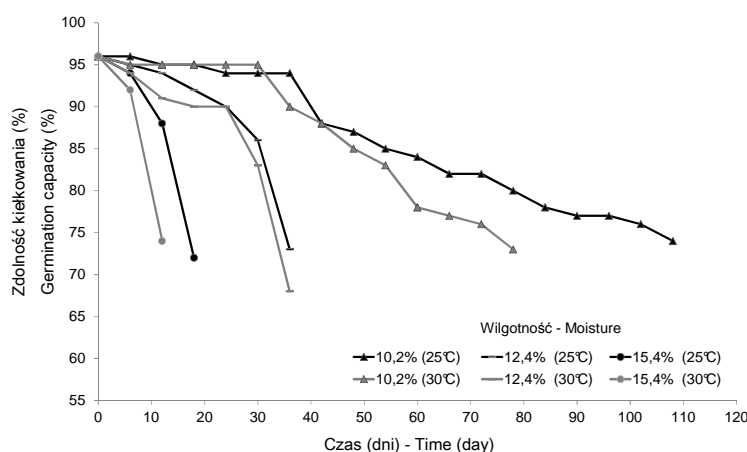
Wszystkie obliczenia wykonano wykorzystując program komputerowy STATISTICA 7.1. Uzyskane wyniki, które stanowiły wartości średnie z trzech równoległe przeprowadzonych oznaczeń, poddano analizie statystycznej prowadząc wnioskowanie na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Do wyznaczania istotności różnic zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji oraz test wielokrotnych porównań Tukeya.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Zdolność kiełkowania jest dobrym wskaźnikiem ogólnej jakości nasion, dlatego często stosowana jest jako wyznacznik czasu ich bezpiecznego przechowywania. Wykorzystane w badaniach nasiona rzepaku bezpośrednio po zbiorze posiadały zdolność kiełkowania na poziomie 96%. Zmiany zdolności kiełkowania podczas przechowywania poszczególnych prób nasion rzepaku przedstawiono na rysunku 1. Czas przechowywania rzepaku w przeprowadzonym doświadczeniu, w którym zdolność kiełkowania nasion obniżyła się poniżej 75%, był tym dłuższy im niższa wilgotność nasion oraz niższa temperatura przechowywania. Zdolność kiełkowania nasion o wilgotności 15,4% podczas przechowywania w temperaturze 25°C spadła poniżej 75% po 18 dniach, natomiast w temperaturze 30°C po 12 dniach. Dla rzepaku o wilgotności 12,4% czas przechowywania, po którym zdolność kiełkowania nasion spadła poniżej 75% wynosił 36 dni niezależnie od zastosowanej temperatury przechowywania, zaś dla nasion o wilgotności 10,2% – 78 dni w temperaturze 30°C oraz 108 dni w temperaturze 25°C.

We wszystkich próbach rzepaku, pobranych podczas prowadzenia doświadczenia, obserwowano spadek ogólnej zawartości tokoferoli (rys. 2), przy czym na tempo ubytku tych związków miała wpływ zarówno temperatura przechowywania jak i wilgotność nasion. Początkowa całkowita zawartość tokoferoli w badanych nasionach rzepaku wynosiła 548,8 mg·kg<sup>-1</sup> i była zgodna z danymi literaturowymi (Abidi i in. 1999, Dolde i in. 1999). Podczas przechowywania nasion w ustalonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych całkowita zawartość tokoferoli w chwili, gdy ich zdolność kiełkowania spadła poniżej 75%, uległa obniżeniu o 8-16%. Największe straty (16%) odnotowano dla nasion o wilgotności 10,2% przechowywanych w temperaturze zarówno 25 jak i 30°C, dla których czas, po którym zdolność kiełkowania nasion spadła poniżej 75%, był najdłuższy. Zawartość tokoferoli w tych nasionach po zakończeniu doświadczenia wynosiła

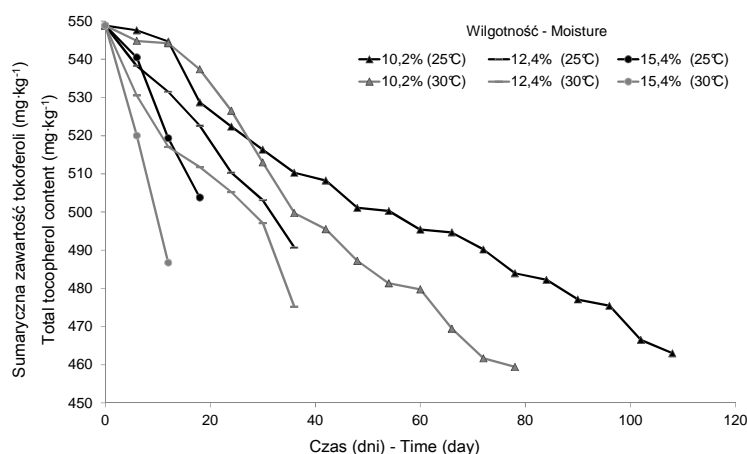
odpowiednio 463 i 459,2 mg·kg<sup>-1</sup>. Najmniejsze straty odnotowano w nasionach o wilgotności 15,4%, przechowywanych w temperaturze 25°C (8%) i 30°C (11%), w których zdolność kiełkowania spadła poniżej 75% już po 18 i 12 dniach. Nasiona o wilgotności 12,4% charakteryzowały się spadkiem zawartości tokoferoli na poziomie 11-13% przy czym podobnie jak w przypadku nasion o wilgotności 15,4% większe straty tych związków odnotowano dla temperatury 30°C.



**Rys. 1.** Zmiany zdolności kiełkowania w rzepaku przechowywanym w temperaturze 25°C i 30°C w zależności od wilgotności nasion

**Fig. 1.** Change of the germination capacity of rapeseed stored at 25°C and 30°C depending on the seed moisture content

Szczegółowa analiza otrzymanych wyników wykazała, że degradacja tokoferoli najbardziej dynamicznie przebiegała w nasionach o wilgotności 15,4% przechowywanych w temperaturze 30°C. W pierwszych 6 dniach przechowywania odnotowano statystycznie istotny spadek tych związków na poziomie 5%, natomiast podczas 6 następných dni na poziomie dalszych 6%. W tych samych nasionach, ale przechowywanych w temperaturze 25°C degradacja tokoferoli podczas poszczególnych 6-dniowych odcinków przechowywania postępowała o 2%, 4% i 3% przy czym, zmiany te były również statystycznie istotne. Podobnie podczas przechowywania nasion o wilgotności 12,4%. W temperaturze 30°C degradacja tokoferoli podczas poszczególnych 6 dni przechowywania występowała na poziomie 1-5%, natomiast w temperaturze 25°C była niższa i kształtowała się na poziomie 1-2%. Podczas poszczególnych 6 dni przechowywania nasion o wilgotności 10,2% degradacja tokoferoli wynosiła 0-2%.

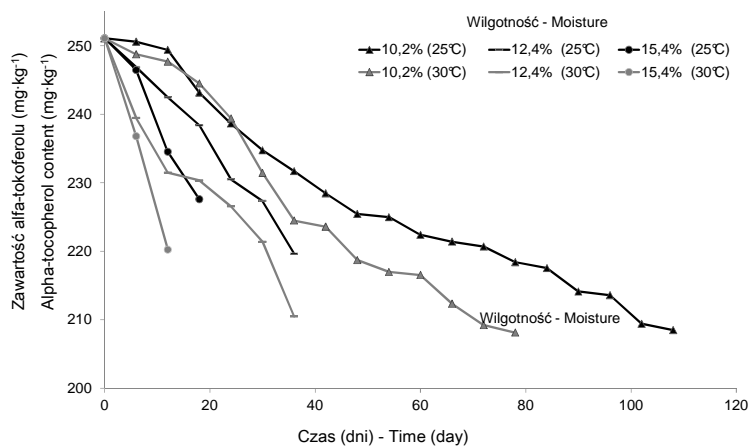


**Rys. 2.** Zmiany sumy tokoferoli zawartych w rzepaku przechowywanym w temperaturze 25°C i 30°C w zależności od wilgotności nasion

**Fig. 2.** Change of total tocopherol content in rapeseed stored at 25°C and 30°C depending on the seed moisture content

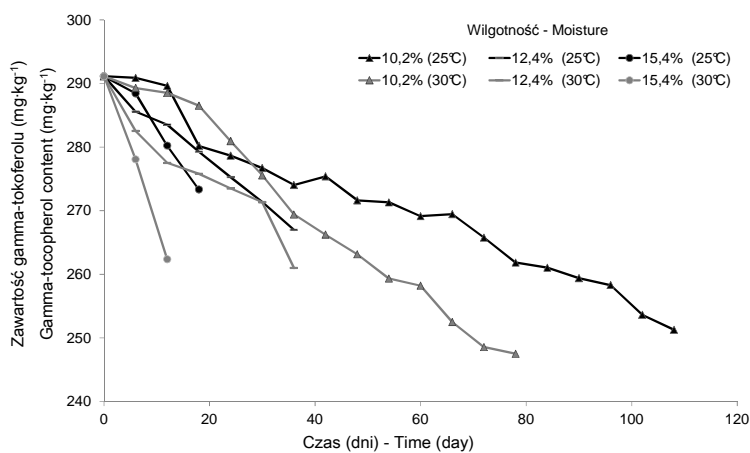
W rzepaku dominującymi homologami są  $\gamma$ -T (64%) oraz  $\alpha$ -T (35%),  $\beta$ -T i  $\delta$ -T stanowią nie więcej niż 1% składu tokoferoli, natomiast stosunek  $\alpha$ -T do  $\gamma$ -T kształtuje się w granicach od 0,54 do 1,70 (Marwede i in. 2004). W pobranych do badań próbach początkowa zawartość homologu  $\alpha$ -T wynosiła 251,1 mg·kg<sup>-1</sup>. W momencie, gdy zdolność kiełkowania nasion spadła poniżej 75%, straty  $\alpha$ -T w nasionach o wilgotności 10,2% zarówno w temperaturze 25°C, jak i 30°C wynosiły około 17%, podczas gdy w nasionach o wilgotności 15,4% przechowywanych w temperaturze 25°C wynosiły 9% (rys. 3). Zawartość homologu  $\gamma$ -T na początku doświadczenia wynosiła 291,1 mg·kg<sup>-1</sup>. Dla przyjętych na podstawie spadku zdolności kiełkowania czasów przechowywania nasion podobnie jak w przypadku  $\alpha$ -T największe straty  $\gamma$ -T odnotowano w nasionach o wilgotności 10,2% (14-15%), zaś najmniejsze w nasionach o wilgotności 15,4% przechowywanych w temperaturze 25°C (rys. 4). Warto zauważyć, że w każdym badanym doświadczeniu degradacja homologu  $\alpha$ -T następowała szybciej niż homologu  $\gamma$ -T. Powodowało to obniżanie współczynnika  $\alpha$ -T/ $\gamma$ -T podczas przechowywania od wartości 0,86 do 0,81 w zależności od rodzaju doświadczenia. Największą zmianę stosunku  $\alpha$ -T do  $\gamma$ -T odnotowano w nasionach o wilgotności 12,4%. Po zakończeniu doświadczenia współczynnik  $\alpha$ -T/ $\gamma$ -T wynosił 0,81 dla nasion przechowywanych w temperaturze 30°C oraz 0,82 dla nasion przechowywanych w temperaturze 25°C. Badania prowadzone przez Gawrysiak-Witulska i in. (2009) wykazały, że podczas przechowywania nasion o wilgotności 7% w temperaturze 10±2°C wartość współczynnika  $\alpha$ -T/ $\gamma$ -T wzrastała, zatem podczas przechowywania nasion

o prawidłowej wilgotności następował szybszy rozkład homologu  $\gamma$ -T niż  $\alpha$ -T. Wskazuje to, że niekorzystne warunki przechowywania (podwyższona wilgotność oraz zbyt wysoka temperatura) w sposób istotny wpływają na przyspieszenie degradacji homologu  $\alpha$ -T, czyli homologu o najwyższej aktywności biologicznej.



**Rys. 3.** Zmiany alfa-tokoferolu zawartego w rzepaku przechowywanym w temperaturze 25°C i 30°C w zależności od wilgotności nasion

**Fig. 3.** Change of alpha-tocopherol content in rapeseed stored at 25°C and 30°C depending on the seed moisture content



**Rys. 4.** Zmiany gamma-tokoferolu zawartego w nasionach przechowywanych w temperaturze 25°C i 30°C w zależności od wilgotności nasion

**Fig. 4.** Change of gamma-tocopherol content in rapeseed stored at 25°C and 30°C depending on the seed moisture content

Na podstawie otrzymanych wyników zawartości tokochochromanoli obliczono stałe szybkości ich degradacji ( $k_{DT}$ ), co przedstawiono w tabeli 1. W pobranych do badań próbach kinetyka degradacji całkowitej zawartości natywnych tokoferoli była prawie dwukrotnie większa w temperaturze 30°C niż w temperaturze 25°C dla nasion o wilgotności 10,2 i 15,4% o czym świadczą wartości stałych  $k_{DT}$ . Natomiast dla nasion o wilgotności 12,4% wartości  $k_{DT}$  różniły się nieznacznie podczas przechowywania w temperaturze zarówno 25 i 30°C. Podobnymi zależnościami charakteryzowały się stałe  $k_{DT}$  obliczone dla degradacji alfa i gamma-T. Również większa wilgotność w znaczny sposób zwiększała wartość  $k_{DT}$ . W rzepaku przechowywanym w temperaturze 25°C  $k_{DT}$  wyznaczone dla całkowitej zawartości tokoferoli w nasionach o wilgotności 15,4% było trzykrotnie większe niż dla nasion o wilgotności 10,2%, natomiast w temperaturze 30°C wartość ta była czterokrotnie większa.

**Tabela 1.** Kinetyka degradacji tokoferoli zawartych w nasionach rzepaku, przechowywanych w temperaturze 25°C i 30°C w zależności od wilgotności nasion

**Table 1.** Kinetics of the degradation of tocopherols contained in rapeseed stored at 25°C and 30°C depending on the seed moisture content

Wilgotność Moisture content(%)	25°C		30°C	
	$k_{DT}$	$R^2$	$k_{DT}$	$R^2$
Alpha-tocopherol Alfa-tokoferol				
10,2	-0,397	0,960	-0,608	0,966
12,4	-0,866	0,988	-0,970	0,945
15,4	-1,374	0,975	-2,572	0,998
Gamma-tocopherol Gamma-tokoferol				
10,2	-0,347	0,968	-0,617	0,985
12,4	-0,649	0,995	-0,695	0,925
15,4	-1,026	0,966	-2,396	0,997
Total tocopherol content Całkowita zawartość tokoferoli				
10,2	-0,771	0,971	-1,267	0,979
12,4	-1,583	0,995	-1,782	0,957
15,4	-2,603	0,976	-5,174	0,998

$k_{DT}$  – stała degradacji tokoferoli ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{doba}^{-1}$ ) – constant of tocopherol degradation rate ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ ).



Wyniki te potwierdzają, że zarówno wzrost temperatury przechowywania jak i wzrost wilgotności nasion powoduje większe straty natywnych tokoferoli w nasionach rzepaku. Analizując stałe  $k_{DT}$  dla homologu  $\alpha$ - oraz  $\gamma$ -T stwierdzono, że w przypadku homologu  $\alpha$ -T wartości stałej dla wilgotności 12,4 i 15,4% są wyższe (tab. 1), co wskazuje, że homolog ten w badanych nasionach rzepaku ulegał degradacji szybciej niż homolog  $\gamma$ -T. Potwierdzają to także obliczone współczynniki  $\alpha$ -T/ $\gamma$ -T.

Intensywność procesów biologicznych i chemicznych zachodzących w nasionach rzepaku uzależniona jest od warunków przechowywania. Optymalna wilgotność nasion przeznaczonych do długotrwałego przechowywania powinna wynosić 7%. Unia Europejska dopuszcza (jako normę handlową) wilgotność nasion na poziomie 9%. Jednakże dotychczas prowadzone badania wykazały, że przechowywanie nasion o wilgotności 7% uznawanej za prawidłową do długotrwałego przechowywania nie zabezpiecza rzepaku przed stratami tokoferoli. Badania prowadzone przez Kałucka i in. (2006) wykazały, że straty tokoferoli podczas 12 miesięcy przechowywania nasion o wilgotności 7%, w temperaturze 20°C sięgają 50%, zaś według Gawrysiak-Witulska i in. (2009) przechowywanie nasion przez 12 miesięcy o wilgotności 7%, ale w temperaturze 10°C powodowało ubytki tych związków na poziomie 23-30%. Przeprowadzone w pracy badania wykazały natomiast, z jakiego rzędu stratami tokoferoli możemy mieć do czynienia podczas zaistnienia nieprawidłowych warunków przechowywania nasion rzepaku.

#### WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały, że te same czynniki, które decydują o spadku zdolności kiełkowania nasion rzepaku wpływają również na degradację tokoferoli.

2. Niewłaściwe warunki przechowywania nasion rzepaku powodują degradację natywnych tokoferoli przy czym homolog alfa-T ulega szybciej degradacji niż gamma-T.

3. Wzrost temperatury przechowywania z 25 do 30°C powodował dwukrotny wzrost stałej szybkości degradacji sumy tokoferoli dla nasion o wilgotności 10,2 i 15,4%. Nie odnotowano tej zależności dla nasion o wilgotności 12,5%.

4. W nasionach o wilgotności 15,4% podczas przechowywania w temperaturze 25°C stała degradacji tokoferoli była trzykrotnie większa niż w nasionach o wilgotności 10,2%, natomiast podczas przechowywania w temperaturze 30°C wartość ta była czterokrotnie większa.

## PIŚMIENNICTWO

- Abidi S.I., List G.R., Rennick K.A., 1999. Effect of genetic modification on the distribution of minor constituents in canola oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 76, 463-467.
- Dolde D., Vlahakis C., Hazebrock J., 1999. Tocopherols in breeding lines and effects of planting location, fatty acid composition and temperature during development. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 76, 349-355.
- Gawrysiak-Witulska M., Siger A., Nogala-Kalucka M., 2009. Degradation of tocopherols during near-ambient rapeseed drying. *J. Food Lipid*, 16, 524-539.
- Hofius D., Sonnewald U., 2003. Vitamin E biosynthesis: biochemistry meets cell biology. *Trends Plant Sci.*, 8, 6-8.
- Khalique M.A., Daun J.K., Przybylski R., 2005. FT-IR based methodology for quantitation of total tocopherols, tocotrienols and plastoquinone-8 in vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 359-364.
- Krasucki W., Tys J., Szafran K., Rybacki R., Orlicki Ł., 2002. Wpływ różnych temperatur suszenia nasion rzepaku na ich skład chemiczny. *Rośliny Oleiste*, XXIII, 427-438.
- Marwede V., Schierholt A., Mollers C., Becker H.C., 2004. Genotype X environment interactions and heritability of tocopherol contents in canola. *Crop Sci.*, 44, 728-731.
- Naruszewicz M., Kozłowska-Wojciechowska M., 2007. Plant sterols beyond low-density lipoprotein-cholesterol. *British Journal of Nutrition*, 98, 3, 454-455.
- Niewiadomski, H, 1993, *Technologia tłuszczów jadalnych*, WNT, Warszawa,
- Nogala-Kalucka M., Siger A., Walczyńska K., Jeleń H., Gawrysiak-Witulska M., 2006. Influence of drying and storage on the lipophilic antioxidants content in rapeseed. *Oilseed Crops*, 27, 335-344.
- Piironen V., Toino J., Lampi A., M., 2000. Natural sources of dietary plant sterol. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13, 619-624.
- Pronyk C., Abramson D., Muir W.E., White N.D.G., 2006. Correlation of total ergosterol levels in stored canola with fungal deterioration. *J. Stored Prod. Res.*, 42, 162-172.
- Ratnayake W.M.N., Daun J.K., 2004. Chemical composition of canola and rapeseed oils. In: *Rapeseed and canola oil. Production. processing. properties and uses.* (F.D. GUNSTONE ed.). pp. 37-78. Blackwell Publishing Ltd. Garsington Road. Oxford. UK.
- Rimm E.B., Stampfer M.J., Ascherio A., Giovannucci E., Colditz G.A., Willett W.C., 1993. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *New England Journal of Medicine*, 328, 1450-1456.
- Rosiak E., 2008. Krajowy rynek rzepaku w sezonie 2007/08. *Rośliny Oleiste*, XXIX, 9-18.
- Sanders A.B.T. 2000. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 176-178.
- Skiba K., Szwed G., Tys J., 2005. Zmiany cech jakościowych zanieczyszczonych nasion rzepaku podczas procesu przechowywania. *Acta Agrophysica*, 127, 6(3), 785-794.
- Stampfer M.J., Hennekens C.H., Manson J.E., Colditz G.A., Rosner B., Willett W.C., 1993. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine*, 328, 1444-1449.

EFFECT OF TEMPERATURE AND SEED MOISTURE CONTENT  
ON THE RATE OF TOCOPHEROLS DEGRADATION  
DURING RAPESEED STORAGE

*Marzena Gawrysiak-Witulska<sup>1</sup>, Aleksander Siger<sup>2</sup>, Jolanta Wawrzyniak<sup>1</sup>,  
Małgorzata Nogala-Katucka<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Plant Origin Food Technology, Poznan University of Life Sciences

<sup>2</sup>Department of Food Biochemistry and Analysis,

Poznan University of Life Sciences

ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

email: wima@up.poznan.pl

**Abstract.** The aim of the research was to examine the influence of temperature and seed moisture content on the rate of degradation of native tocopherols contained in rapeseed. The experimental material used in the study was rapeseed of cv, *Californium*. Seed samples of 10.2, 12.4 and 15.4% moisture content were stored in a thermostatic chamber, equipped with apparatus that enabled to maintain the moisture content of seed on the constant level, at temperatures of 25 and 30°C. Rapeseed was stored in constant humidity and temperature conditions up to the decrease of germination capacity below 75%. Changes in tocopherols contents in stored rapeseed were studied at 6-day intervals. The results of the study showed that temperature and moisture content of stored rapeseed have a significant influence on the rate of tocopherols degradation,

**Key words:** rapeseed, storage, tocopherol degradation