

Ewa Pluciennik, Agnieszka Kita, Adam Figiel*

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa

* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Rolniczej

Wpływ temperatury prażenia na właściwości nasion słonecznika

The influence of roasting temperature on properties of sunflower seeds

Słowa kluczowe: nasiona słonecznika, prażenie, tekstura, barwa, ocena sensoryczna

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu temperatury na przebieg procesu prażenia oraz właściwości fizykochemiczne i sensoryczne nasion słonecznika. Materiałem użytym do badań były całe nasiona słonecznika z dwóch sezonów wegetacyjnych (świeże i przechowywane przez rok). Nasiona prażono w gorącym powietrzu stosując trzy temperatury: 130, 150 i 170°C. Kinetykę prażenia nasion wyznaczono na podstawie tempa obniżania zawartości wody. W nasionach przed oraz po prażeniu oznaczano wilgotność, zawartość tłuszczu, barwę i konsystencję (metodami obiektywnymi) oraz poddano je ocenie sensorycznej. W wyekstrahowanym tłuszczu oznaczono liczbę kwasową, nadtlenkową, anizydynową oraz skład kwasów tłuszczowych.

Stwierdzono, że wilgotność początkowa nasion słonecznika istotnie wpłynęła na kinetykę prażenia nasion. Prażenie wpłynęło na pociemnienie barwy nasion słonecznika, które zyskując brązowy odcień charakteryzowały się bardziej pożądaną barwą. Wraz ze zwiększaniem temperatury prażenia twardość nasion zmniejszała się, a ich konsystencja stawała się krucha i delikatna. Nie stwierdzono istotnych zmian w jakości tłuszczu zawartego w nasionach słonecznika. W wyniku prażenia nieznacznie obniżeniu uległa zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, zwiększyła się natomiast zawartość nadtlenków i wtórnych produktów utleniania tłuszczu. Najlepszymi cechami organoleptycznymi charakteryzowały się nasiona prażone w najwyższej temperaturze.

Key words: sunflower seeds, roasting, texture, colour, sensoric analysis

The aim of present investigation was to determine the effect of temperature on the process of roasting and physico-chemical and sensoric properties of sunflower seeds.

The material used included unshelled sunflower seeds from two vegetal seasons (fresh and stored for one year). Seeds were roasted in hot air at three temperatures: 130°C, 150°C and 170°C. The kinetic of roasting was determined on the basis of the decrease in processed seeds moisture content. Fat content, colour and texture (objective methods) as well as sensoric properties were measured in fresh and roasted shelled seeds. Acid value, peroxide value, anisidine value and fatty acid content were determined in extracted fat.

It has been stated that the initial moisture content in sunflower seeds had a significant effect on the kinetics of roasting. The process of roasting altered the colour of seeds by darkening them, which made them more attractive. The more increased roasting temperature the texture of seeds was less hard and more crispy and delicate. The roasting process did not significantly influenced the quality of seeds fat fraction. The amount of free fatty acids slightly decreased while peroxides content as well as second oxidation products content increased. The best sensoric properties were exhibited by sunflower seeds roasted at the highest temperature (170°C).

Wstęp

Nasiona słonecznika od lat stanowią popularną przekąskę oraz wartościowy dodatek do różnego rodzaju chrupek, batonów, mieszanek śniadaniowych typu muesli i pieczywa. W celu poprawy ich właściwości sensorycznych często poddaje się je prażeniu. W procesie tym, w wyniku działania wysokiej temperatury, obniżeniu ulega ich wilgotność, zyskują bardziej kruchą i delikatną konsystencję oraz charakterystyczny smak i zapach (Özdemir i Devres 2000, Kita i Figiel 2007c). Umiarkowana denaturacja białek zwiększa ich strawność a przemiany węglowodanów ułatwiają przyswajanie polisacharydów. Proces prażenia zapewnia również bezpieczeństwo mikrobiologiczne produktu, a także dzięki inaktywacji czynników antyodżywczych i antyżywnościowych (między innymi toksyn i alergenów) poprawia jego wartość odżywczą (Demir i in. 2003).

W technologii żywności stosuje się różne rodzaje prażenia związane ze stopniem i głębokością nagrzewania, a także rodzajem medium grzejnego. Prażenie łagodne przeprowadza się w temperaturze nie przekraczającej 140°C, dość silne prażenie w 150–200°C i bardzo silne w temperaturze powyżej 300°C. Jako medium grzejne używa się zazwyczaj gorące powietrze bądź gorący olej (Kubara i Dębski 2005).

Prażenie nasion słonecznika najczęściej prowadzi się przy użyciu gorącego powietrza, przy czym parametry prażenia często różnią się w zależności od właściwości nasion – przede wszystkim ich wilgotności. Stąd też uzyskanie nasion o pożądanych parametrach często wymaga różnego czasu prażenia bądź zastosowania różnych temperatur. Podczas prażenia naruszeniu ulega struktura warstwy wierzchniej osłaniającej ziarno ułatwiając dyfuzję tlenu (Kubara i Dębski 2005). Biorąc pod uwagę wysoki stopień nienasycenia oleju zawartego w nasionach słonecznika proces ten może przyczynić się do istotnego zwiększenia tempa procesów oksydacyjnych oraz pogorszenia smaku i zapachu gotowego produktu – szczególnie podczas przechowywania (Kita i Figiel 2007c). Na właściwości frakcji tłuszczowej w procesie prażenia wpływać może również świeżość użytego surowca. Ze względu na sezonowość zbiorów prażeniu poddaje się nie tylko świeże nasiona, ale również nasiona przechowywane od kilku do kilkunastu miesięcy. Stąd też interesujące wydaje się porównanie, jak czas przechowywania nasion słonecznika, a także parametry prażenia, wpływają na właściwości tej popularnej przekąski.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu temperatury na przebieg procesu prażenia oraz właściwości fizykochemiczne i sensoryczne uzyskanych nasion słonecznika.

Materiał i metody badań

Materiałem użytym do badań były całe nasiona słonecznika tej samej odmiany (*Helianthus annuus*) pochodzące z upraw z dwóch sezonów wegetacyjnych (2007 i 2008). Do analiz pobierano nasiona świeże i po 1 roku przechowywania. Nasiona przechowywano w workach jutowych (20 kg) w przechowalni w temperaturze 10–15°C przy wilgotności względnej powietrza 50–60%. Nasiona słonecznika (200 g) prażono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 130, 150 i 170°C do wilgotności poniżej 2%. Doświadczenie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach technologicznych.

W badanym materiale (nasionach surowych i prażonych) oznaczono wilgotność – metodą suszarkową oraz zawartość tłuszczu – metodą Soxhleta (AOAC 1995). Ekstrakcję przeprowadzono w aparacie Büchi B-811 stosując eter dietylowy jako rozpuszczalnik.

W zależności od temperatury oraz wilgotności początkowej wyznaczono kinetykę prażenia nasion. W kinetyce prażenia wyodrębniono trzy okresy: wstępny oraz pierwszy i drugi. Podczas wstępnego okresu, który trwał zaledwie kilka minut, następowało nagrzewanie materiału przy niewielkiej zmianie masy spowodowanej odparowaniem wody. Pierwszy okres prażenia trwający kilkanaście minut charakteryzował się liniowym spadkiem zawartości wody (1). Spadek zawartości wody w drugim okresie opisano przy użyciu funkcji wykładniczej (2). Opis matematyczny kinetyki prażenia nie obejmował okresu wstępnego.

$$u = a - b \cdot t \quad (1)$$

$$u = a + b \cdot e^{-\frac{t}{c}} \quad (2)$$

gdzie:

u — zawartość wody (kg/kg sm)

t — czas prażenia (min)

a, b, c — parametry funkcji

W nasionach łuskanych dokonano pomiaru barwy metodą obiektywną przy użyciu kolorymetru trójchromatycznego Minolta CR-200 wyskalowanego w skali Huntera w jednostkach L, a, b . W oparciu o wzór:

$$\Delta E = [(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2]^{1/2},$$

gdzie L_0, a_0 i b_0 to parametry barwy nasion przed prażeniem, wyznaczono różnicę barwy (Maskan 2003). Pomiar wykonano w 5 powtórzeniach.

Teksturę nasion oznaczono przy zastosowaniu aparatu Instron 5544 wyposażonego w głowicę tensometryczną o zakresie pomiaru do 2 kN. Wyznaczono maksymalną siłę ściskającą $F_{c_{max}}$ potrzebną do skruszenia nasiona. Test przeprowadzono w 20 powtórzeniach (Kita i Figiel 2006).

W tłuszczu wyekstrahowanym z nasion słonecznika oznaczono: liczbę kwasową (PN-ISO 660:1998), liczbę nadtlenną (PN-ISO 3960:1996), liczbę anizydynową

(PN-EN ISO 6885:2001) oraz skład kwasów tłuszczowych (PN-EN ISO 5508:1996). Ubytki kwasu linolowego obliczono ze wzoru:

$$UC_{18:2} = [(C_{18:2})_0 - (C_{18:2})_x / C_{18:2})_0] \cdot 100\%,$$

gdzie x odnosi się do różnych temperatur prażenia nasion słonecznika (Tynek i in. 2001).

Prażone nasiona słonecznika poddano ocenie sensorycznej wg skali punktowej 1–5 punktów (1 — ocena najgorsza, 5 — ocena najlepsza). Ocenę barwy, smaku, zapachu i konsystencji dokonał 10-osobowy zespół złożony ze studentów Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 8.0. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Grupy homogeniczne wyznaczono przy użyciu testu Duncana na poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Wyniki badań i dyskusja

Analizowane nasiona słonecznika różniły się wilgotnością początkową w zależności od czasu przechowywania nasion. Nasiona świeże charakteryzowały się niższą wilgotnością w porównaniu z nasionami przechowywanymi przez 12 miesięcy (tab. 1).

Tabela 1

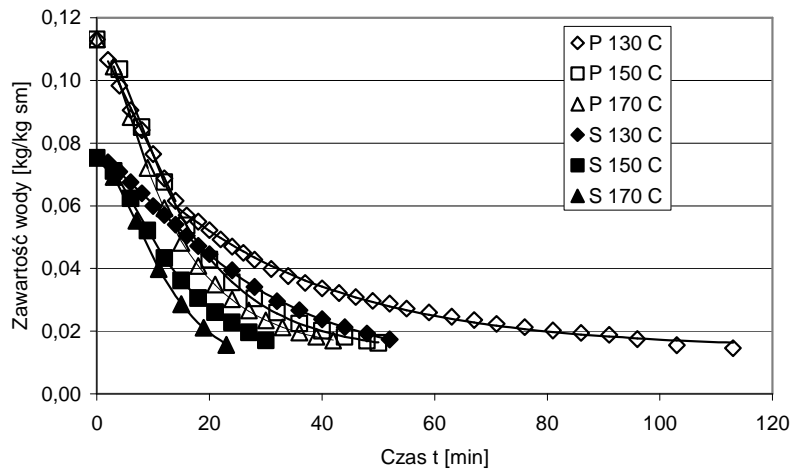
Charakterystyka surowych i prażonych nasion słonecznika oraz tłuszczu wyekstrahowanego z nasion [świeże (S) i przechowywane (P)] — *Characteristics of raw and roasted sunflower seeds and fat extracted from seeds [fresh (S) and stored (P)]*

| Rodzaj próby <i>Kind of samples</i> | Czas prażenia <i>Time of roasting</i> [min] | Wilgotność <i>Moisture</i> [%] | Zawartość tłuszczu <i>Fat content</i> [%] | Charakterystyka tłuszczu <i>Fat characteristic</i> | | |
|--|---|--------------------------------------|---|---|---|--|
| | | | | liczba kwasowa <i>acid value</i> [mg KOH/g] | liczba nadtlenkowa <i>peroxide value</i> [meq O ₂ /kg] | liczba anizydynowa <i>anisidine value</i> |
| Nasiona przechowywane P <i>Stored seeds P</i> | | 10,16 ^e | 44,81 ^c | 2,60 ^f | 0,28 ^a | 0,6 |
| P 130°C | 113 | 1,22 ^a | 44,95 ^c | 2,37 ^e | 1,00 ^c | 1,8 |
| P 150°C | 50 | 1,03 ^{ab} | 49,46 ^{ab} | 2,03 ^d | 0,46 ^{ab} | 2,5 |
| P 170°C | 42 | 0,62 ^b | 49,97 ^{ab} | 1,67 ^c | 0,25 ^a | 2,6 |
| Nasiona świeże S <i>Fresh seeds S</i> | | 7,01 ^d | 47,90 ^{ac} | 1,45 ^b | 0,42 ^{ab} | 0,1 |
| S 130°C | 52 | 1,72 ^{ac} | 52,58 ^{bd} | 0,86 ^a | 1,14 ^c | 0,8 |
| S 150°C | 30 | 1,43 ^{ac} | 50,08 ^{ab} | 0,91 ^a | 0,83 ^{bc} | 1,1 |
| S 170°C | 23 | 1,05 ^{ab} | 54,76 ^d | 1,02 ^a | 0,38 ^{ab} | 1,4 |

Wartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różnią się istotnie statystycznie przy $\alpha \leq 0,05$
Values marked by the same letter in the column are not different at $\alpha \leq 0.05$

Kita i Figiel określając wpływ parametrów prażenia na właściwości orzechów włoskich zaobserwowali, że zawartość wody w prażonych produktach malała wraz ze zwiększaniem temperatury procesu termicznego. Przy 100°C wilgotność prażonych orzechów wynosiła 2,4%, natomiast podczas prażenia w 180°C obniżyła się do 0,6% (Kita i Figiel 2007a).

Kinetykę prażenia nasion słonecznika w różnych temperaturach przedstawiono na rysunku 1, natomiast parametry funkcji (1) oraz (2) opisujących tę kinetykę zawarto w tabeli 2.



Rys. 1. Zawartość wody w nasionach słonecznika prażonych w różnych temperaturach
Moisture content in sunflower seeds roasted at different temperatures

Zwiększenie temperatury procesu od 130 do 170°C spowodowało wzrost szybkości prażenia w obu okresach, o czym świadczą wzrastające wartości parametru b (pierwszy okres) od 0,003724 do 0,005398 i od 0,001684 do 0,003676 oraz malejące wartości parametru c (drugi okres) od 31,24 do 11,80 i od 24,76 do 10,85 dla nasion przechowywanych oraz świeżych (tab. 2). Większe wartości obu parametrów uzyskane dla nasion przechowywanych przez rok w porównaniu z nasionami świeżymi wynikają z większej początkowej zawartości wody wynoszącej 0,113 wobec 0,075 kg/kg sm. W rezultacie czas prażenia nasion przechowywanych był dłuższy niż nasion świeżych, przy czym ze wzrostem temperatury procesu od 130 do 170°C czas ten uległ znacznemu skróceniu od 113 do 42 min (P) i od 52 do 23 min (S).

Zawartość tłuszczu w badanych prażonych nasionach słonecznika była różna i wahała się od 44,95% w nasionach przechowywanych prażonych w 130°C do 54,76% w nasionach świeżych prażonych w 170°C (tab. 1). Zaobserwowane zmiany były bezpośrednio związane ze zmianami suchej masy w analizowanym materiale badawczym. Podobne obserwacje poczynili Anjum i in. (2006) ana-

lizując skład nasion słonecznika prażonych mikrofalowo. Zwiększenie zawartości tłuszczu w prażonych orzechach stwierdzili również Kita i Figiel (2007b). Zmiany te związane były jednakże z absorpcją tłuszczu z medium grzejnego, gdyż proces prażenia prowadzono w gorącym oleju. W zależności od zastosowanych parametrów orzechy absorbowały do 4% oleju.

Tabela 2
Parametry funkcji a , b oraz c opisujących kinetykę prażenia nasion słonecznika świeżego (S) oraz przechowywanego (P) w zależności od temperatury prażenia — *Parameters of function a , b , c describing roasting kinetic of sunflower seed (fresh — S and stored — P) depending on roasting temperature*

| Rodzaj próby <i>Kind of samples</i> | I okres prażenia <i>I roasting period</i> | | | II okres prażenia <i>II roasting period</i> | | | |
|--|--|----------|----------------|--|---------|-------|----------------|
| | $u = a - b \cdot t$ | | | $u = a + b \cdot e^{-\frac{t}{c}}$ | | | |
| | a | b | R ² | a | b | c | R ² |
| P 130°C | 0,11360 | 0,003724 | 0,9993 | 0,014400 | 0,07132 | 31,24 | 0,9967 |
| P 150°C | 0,12140 | 0,004499 | 0,9998 | 0,013000 | 0,13070 | 13,70 | 0,9997 |
| P 170°C | 0,12070 | 0,005398 | 0,9999 | 0,013620 | 0,12520 | 11,80 | 0,9998 |
| S 130°C | 0,07737 | 0,001684 | 0,9991 | 0,007187 | 0,08338 | 24,76 | 0,9993 |
| S 150°C | 0,08062 | 0,003121 | 0,9988 | 0,007452 | 0,08524 | 13,83 | 0,9998 |
| S 170°C | 0,08047 | 0,003676 | 0,9992 | 0,003776 | 0,09922 | 10,85 | 0,9999 |

Proces prażenia wpłynął istotnie na barwę uzyskanych nasion słonecznika (tab. 3). Wraz ze zwiększaniem temperatury prażenia we wszystkich analizowanych próbach nastąpiło pociemnienie barwy, przy jednoczesnym zwiększeniu udziału barwy czerwonej (rosnąca wartość parametru a^*) i żółtej (dodatnia wartość parametru b^*). Obserwowane zmiany były wynikiem reakcji barwnych Maillarda, w których szybkość tworzenia związków barwnych zwiększa się wraz z temperaturą obróbki termicznej. Stąd też nasiona słonecznika prażone w wyższych temperaturach charakteryzowały się ciemniejszą barwą. Porównując barwę nasion surowych, nie poddanych prażeniu, stwierdzono, że jaśniejszą barwą charakteryzował się słonecznik przechowywany. Wyznaczone parametry pozwoliły na obliczenie różnic barwy (ΔE), które zobrazowano na rysunku 2. Większe zmiany barwy wywołane procesem prażenia stwierdzono w nasionach przechowywanych w porównaniu z nasionami świeżymi.

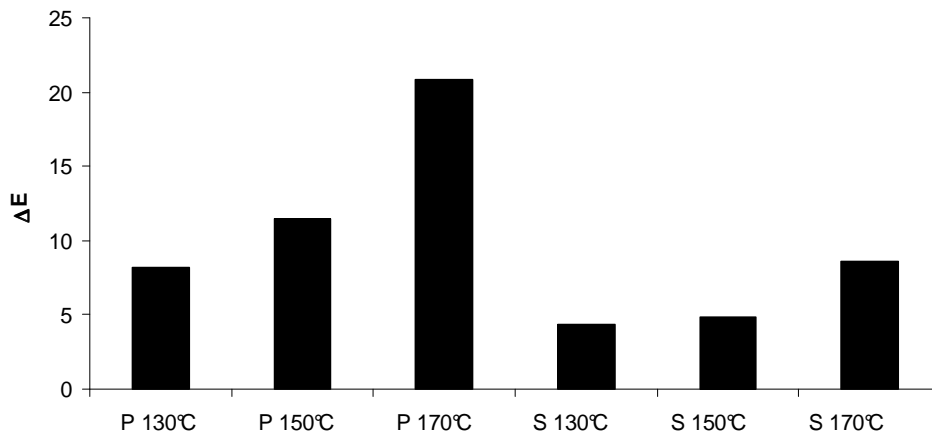
Zmiany barwy podczas prażenia nasion sezamu obserwowali Kahyaoglu i Kaya (2006). Prażenie nasion w warunkach łagodnych (temperatura 120°C przez 120 minut) powodowało przede wszystkim pociemnienie barwy (zmiany parametru L), natomiast zastosowanie wyższych temperatur (180°C) oddziaływało na zwiększenie udziału barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*). Podobne zależności zaobserwowali Kita i Figiel (2007b) podczas prażenia orzechów włoskich.

Tabela 3

Parametry barwy nasion słonecznika (L, a*, b*) — Colour (L, a*, b*) of sunflower seeds

| Rodzaj próby — Kind of samples | L | a* | b* |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Nasiona przechowywane (P) <i>Stored seeds (P)</i> | 70,08 ± 0,83 ^c | -0,70 ± 0,13 ^c | 8,57 ± 0,16 ^a |
| P 130°C | 66,82 ± 1,14 ^a | -1,98 ± 0,10 ^a | 15,92 ± 0,56 ^c |
| P 150°C | 66,60 ± 1,93 ^a | -1,20 ± 0,26 ^b | 19,49 ± 0,79 ^e |
| P 170°C | 59,78 ± 1,88 ^b | 2,60 ± 0,27 ^d | 26,43 ± 0,88 ^f |
| Nasiona świeże (S) — <i>Fresh seeds (S)</i> | 67,38 ± 1,57 ^a | -0,57 ± 0,13 ^c | 8,52 ± 0,13 ^a |
| S 130°C | 66,38 ± 1,31 ^a | -1,83 ± 0,10 ^a | 12,56 ± 0,26 ^b |
| S 150°C | 67,12 ± 1,31 ^a | -1,98 ± 0,07 ^a | 13,17 ± 0,49 ^b |
| S 170°C | 65,39 ± 1,80 ^a | -1,31 ± 0,21 ^b | 16,83 ± 0,34 ^d |

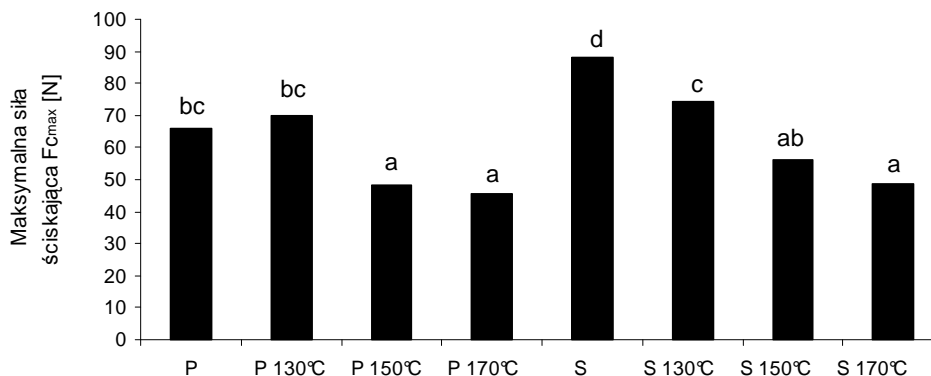
Wartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różnią się istotnie statystycznie przy $\alpha \leq 0,05$
 Values marked by the same letter in the column are not different at $\alpha \leq 0.05$



Rys. 2. Zmiana barwy (ΔE) słonecznika prażonego w różnych temperaturach
 Colour change (ΔE) of roasted sunflower seeds at different temperatures

W badanych surowych i prażonych nasionach słonecznika określono teksturę wyznaczając maksymalną siłę ściskającą (rys. 3).

Właściwości mechaniczne analizowanych nasion słonecznika (rys. 3) były uzależnione od temperatury prowadzonego procesu termicznego. Wraz ze zwiększaniem temperatury prażenia obniżeniu ulegała twardość nasion, przy czym nasiona przechowywane, o wyższej początkowej wilgotności niż nasiona świeże, charakteryzowały się mniej twardą konsystencją. Większa zawartość wody w nasionach nie poddawanych prażeniu wiąże się z mniejszą wytrzymałością mechaniczną tych nasion (Figiel 1997). Wpływ temperatury prażenia na teksturę nasion wynikał ze



Rys. 3. Maksymalna siła ściskająca $F_{c_{max}}$ nasion słonecznika prażonych w różnej temperaturze
Maximum compressive force $F_{c_{max}}$ of sunflower seeds roasted at different temperatures

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie przy $\alpha \leq 0,05$
Values marked by the same letter are not different at $\alpha \leq 0.05$

zmian w strukturze nasion, z których intensywniej odparowywała woda, przez co nasiona traciły elastyczność i stawały się bardziej kruche. Większej kruchości prażonych nasion sprzyjało także osiągnięcie niższych wilgotności przy zastosowaniu wyższych temperatur procesu. Potwierdzają to wyniki oceny sensorycznej prażonych nasion, z których najlepszą konsystencją charakteryzowały się próby prażone w najwyższej temperaturze (rys. 5).

Kita i Figiel (2006) podają, że orzechy włoskie prażone w 100°C przez 17 minut charakteryzowały się większą maksymalną siłą ściskającą w porównaniu z orzechami prażonymi w 180°C przez ten sam czas. Z kolei Kahyaoglu i Kaya (2006) zauważyli, że nasiona sezamu prażone w 120°C przez 20 minut wykazywały większą twardość niż nasiona suszone w tej samej temperaturze przez 120 minut.

Analizom poddano również tłuszcz zawarty w nasionach słonecznika. Wartość liczby kwasowej w tłuszczu wyekstrahowanym z badanych surowych nasion słonecznika wynosiła 1,45 mg KOH/g (nasiona świeże) i 2,60 mg KOH/g (nasiona przechowywane). Prażenie nasion spowodowało zmniejszenie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych we wszystkich analizowanych próbach.

Podobne zależności stwierdzono w innych doświadczeniach, gdy prażeniu poddawano różnego rodzaju orzechy (Kita 2006). Natomiast Rudzińska i in. (2006) zaobserwowali zwiększenie liczby kwasowej w oleju zawartym w nasionach rzepaku suszonych w różnej temperaturze. W porównaniu do nasion nie poddanych obróbce termicznej zwiększenie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych w niektórych odmianach było nawet 5-krotne.

W surowych i prażonych nasionach słonecznika oznaczono zawartość pierwotnych produktów utleniania – nadtlenków. Nasiona nie poddane prażeniu charak-

teryzowały się niską wartością liczby nadtlenkowej – od 0,28 meq do 0,42 meq O₂. Podczas prażenia zawartość nadtlenków zmieniała się w niewielkim stopniu. Najwyższą liczbą nadtlenkową charakteryzowały się próby nasion słonecznika prażonego w temperaturze 130°C.

Zwiększanie zawartości nadtlenków stwierdzili Adebisi i in. (2002) podczas prażenia orzechów arachidowych. Natomiast Özdemir i in. (2001) analizując właściwości orzechów laskowych poddanych procesowi prażenia zaobserwowali zmniejszanie liczby nadtlenkowej tłuszczu wyekstrahowanego z orzechów wraz ze zwiększaniem temperatury prażenia. Zależność taką można wytłumaczyć małą stabilnością tych produktów, które szybko ulegają rozkładowi – szczególnie w wyższych temperaturach. Potwierdzają to inne badania, w których orzechy ziemne prażono w temperaturach 100–180°C (Kita i Figiel 2007b). Prażenie w niskich temperaturach (do 140°C) powodowało kumulację nadtlenków, natomiast zastosowanie wyższych temperatur – zmniejszenie ich zawartości.

Stąd też w przeprowadzonym doświadczeniu analizowano również zawartość wtórnych produktów utleniania wyrażonych jako liczba anizydynowa. Frakcja tłuszczowa nasion nie poddanych procesowi prażenia charakteryzowała się bardzo małą zawartością wtórnych produktów utleniania. Zastosowanie obróbki termicznej oraz zwiększanie temperatury procesu wpływało na zwiększanie wartości tego parametru. Jednakże nawet w próbach prażonych w najwyższej zastosowanej temperaturze wartość liczby anizydynowej była niska.

Podobne zależności oraz wartości liczby anizydynowej obserwowali Anjum i in. (2006) podczas mikrofalowego prażenia nasion słonecznika. Po 5 minutach prażenia wartość liczby anizydynowej wynosiła 2,29, zaś po 15 minutach była równa 3,48.

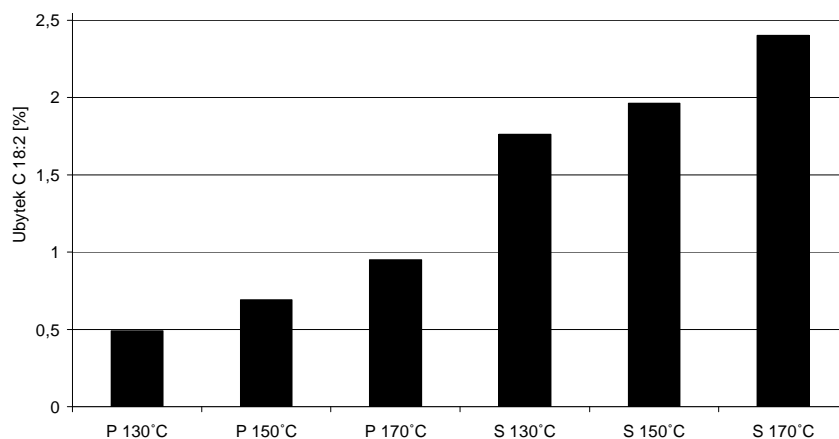
W tłuszczu wyekstrahowanym z surowych i prażonych nasion słonecznika oznaczono skład kwasów tłuszczowych (tab. 4).

Tabela 4
Skład głównych kwasów tłuszczowych zawartych w tłuszczu wyekstrahowanym z nasion słonecznika prażonych w różnych temperaturach (% ogólnej ilości) — *Main fatty acid composition of oil extracted from sunflower seeds roasted at different temperatures (%)*

| Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i> | P | P 130°C | P 150°C | P 170°C | S | S 130°C | S 150°C | S 170°C |
|--|-------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|
| C 16:0 | 5,43 | 5,31 | 5,35 | 5,48 | 5,48 | 6,08 | 6,14 | 5,87 |
| C 18:0 | 4,05 | 3,77 | 3,90 | 3,92 | 3,95 | 4,27 | 4,30 | 4,12 |
| C 18:1 | 28,28 | 29,37 | 29,28 | 29,10 | 26,99 | 27,03 | 27,00 | 27,12 |
| C 18:2 | 59,13 | 58,84 | 58,72 | 58,57 | 60,85 | 59,78 | 59,66 | 59,39 |
| C 18:3 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,27 | 0,20 | 0,16 | 0,23 | 0,13 |

P — nasiona przechowywane — *stored seeds* S — nasiona świeże — *fresh seeds*

Tłuszcz wyekstrahowany z nasion słonecznika charakteryzował się typowym składem kwasów tłuszczowych. Zawartość kwasów nasyconych kształtowała się na poziomie 10%, jednonienasyconych — 30%, a wielonienasyconych — 60%. Zarówno w nasionach nie poddanych obróbce termicznej, jak i prażonych dominował kwas linolowy, którego udział wynosił od 60,85% (S) do 58,57% (P/170°C). Wśród kwasów jednonienasyconych dominował kwas oleinowy, a nasyconych kwas stearynowy i palmitynowy. Przechowywanie, jak i prażenie w niewielkim stopniu wpłynęło na skład kwasów tłuszczowych. Nasiona przechowywane charakteryzowały się niższą zawartością kwasu linolowego, a większym udziałem kwasu oleinowego i stearynowego w porównaniu z nasionami świeżymi. Podobne zmiany obserwowano w nasionach prażonych, w których wraz ze zwiększaniem temperatury prażenia udział kwasu linolowego nieznacznie zmniejszał się. Zmiany te, wyrażone jako ubytek kwasu linolowego, w nasionach przechowywanych nie przekraczały jednakże 1%, a w nasionach świeżych 2,5% (rys. 4). Większe ubytki kwasu linolowego w nasionach świeżych związane były z wyższą zawartością tego składnika w surowcu nie przechowywanym w porównaniu z nasionami przechowywanymi przez 12 miesięcy.

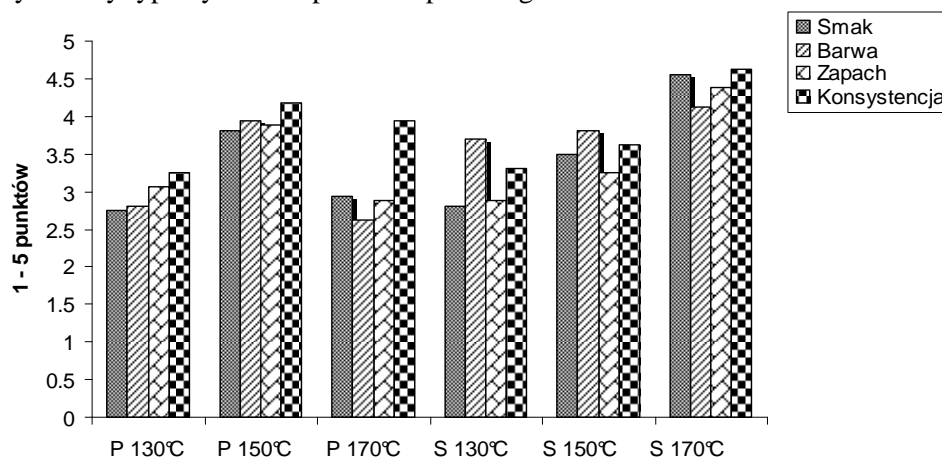


Rys. 4. Ubytek kwasu linolowego (%) w prażonych nasionach słonecznika — *Relative loss of linoleic acid (%) in roasted sunflower seeds*

Podobne zmiany w składzie kwasów tłuszczowych frakcji tłuszczowej nasion słonecznika prażonych przy zastosowaniu różnych parametrów stwierdzili Anjum i in. (2006). Natomiast Kita, analizując skład kwasów tłuszczowych tłuszczu wyekstrahowanego z prażonych orzechów włoskich, stwierdziła przede wszystkim ubytki kwasu linolenowego, który ze względu na wyższy stopień nienasycenia jest jeszcze mniej stabilny w wysokich temperaturach niż kwas linolowy (Kita 2006).

Analizowane nasiona słonecznika poddano ocenie organoleptycznej (rys. 5). Najlepszymi właściwościami organoleptycznymi charakteryzowały się nasiona

świeże prażone w temperaturze 170°C. Nasiona przechowywane prażone w tych samych warunkach, pomimo że uzyskały zadowalającą konsystencję, posiadały gorszą barwę, a także smak i zapach. Zastosowanie najniższej temperatury prażenia (130°C), niezależnie od początkowej jakości nasion, powodowało, że nasiona nie uzyskiwały typowych cech produktu prażonego.



Rys. 5. Ogólna ocena sensoryczna prażonych nasion słonecznika — *Total sensoric assessment of roasted sunflower seeds*

Podobne zależności zaobserwowali Kita i Figiel (2007b) podczas prażenia orzechów włoskich. Orzechy prażone w niskich temperaturach były zbyt słabo uprażone i uzyskiwały niskie noty. Korzystne cechy posiadały orzechy prażone w temperaturze 130–150°C przez 15–20 minut. Natomiast zastosowanie wyższych temperatur, jak i wydłużanie czasu procesu powodowało, że orzechy charakteryzowały się zbyt ciemną barwą i przypalonym smakiem.

Wnioski

1. Wilgotność początkowa nasion słonecznika istotnie wpłynęła na kinetykę prażenia nasion. Czas prażenia nasion o wyższej wilgotności początkowej był dłuższy, przy czym wraz ze zwiększaniem temperatury procesu czas ulegał znacznemu skróceniu.
2. Prażenie wpłynęło na pociemnienie barwy nasion słonecznika, które zyskując brązowy odcień charakteryzowały się bardziej pożądaną barwą. Większe zmiany barwy następowały w nasionach o wyższej wilgotności początkowej.
3. Wraz ze zwiększaniem temperatury prażenia twardość nasion zmniejszała się, a ich konsystencja stawała się krucha i delikatna.

4. Prażenie nasion nie wywołało istotnych zmian w jakości zawartego w nasionach tłuszczu. W wyniku prażenia nieznacznie obniżeniu uległa zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, zwiększyła się natomiast zawartość nadtlenków i wtórnych produktów utleniania tłuszczu.
5. Najlepszymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się nasiona słonecznika prażone w najwyższej temperaturze (170°C).

Literatura

- Adebiyi A., Adeyemi I., Olorunda A. 2002. Effects of processing conditions and packaging material on the quality attributes of dry – roasted peanuts. *J. Sci. Food Agric.*, 82: 1465-1471.
- Anjum F., Anwar F., Jamil A., Iqbal M. 2006. Microwave roasting effects on the physico-chemical composition and oxidative stability of sunflower seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 83: 777-784.
- AOAC Methods. Official Methods of Analysis of AOAC. International 16th ed., 1995. The Association of Analytical Chemists.
- Demir A.D., Baucour P., Cronin K., Abodayey K. 2003. Analysis of temperature variability during thermal processing of hazelnuts. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 4: 69-84.
- Figiel A. 1999. Wpływ wilgotności na wytrzymałość nasion bobiku. *Inżynieria Rolnicza*, 5 (11): 107-112.
- Kahyaoglu T., Kaya S. 2006. Modeling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting. *J. Food Eng.*, 75: 167-177.
- Kita A. 2006. Wpływ prażenia na stabilność frakcji tłuszczowej orzechów podczas przechowywania. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, Suplement*: 177-181.
- Kita A., Figiel A. 2006. The effect of roasting on the texture of walnuts. *Acta Agroph.*, 7 (1): 87-97.
- Kita A., Figiel A. 2007a. Effect of parameters of thermal process on the properties of peanuts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 57, 4 (B): 285-289.
- Kita A., Figiel A. 2007b. Effect of roasting on properties of walnuts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 57: 89-94.
- Kita A., Figiel A. 2007c. Effect of storage time on texture and selected properties of walnuts. *Acta Agroph.*, 9 (1): 69-78.
- Kubara M., Dębski M. 2005. O wartości odżywczej prażonych ziaren. *Zdrowa Żywność, Zdrowy Styl Życia*, 1: 18-20.
- Maskan M. 2003. Change in colour and rheological behaviour of sunflower seed oil during frying and after adsorbent treatment of used oil. *Eur Food Res Technol.*, 218: 20-25.
- Özdemir M., Açıkturk F., Yildiz M., Biringen G., Gürcan T., Löker M. 2001. Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (*Corylus Avellana* L.). *Food Chem.*, 73: 185-190.
- Özdemir M., Devres O. 2000. Analysis of color development during roasting of hazelnuts using response surface methodology. *J. Food Eng.*, 45: 17-24.
- PN-EN ISO 5508:1996 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- PN-EN ISO 6885:2001 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- PN-ISO 3960:1996 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- PN-ISO 660:1998 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- Rudzińska M., Jeleń H., Nogala-Kałucka M. 2006. The influence of storage time and drying temperature on sterols content in seeds of rapeseed. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII: 345-365.
- Tynek M., Hazuka Z., Pawłowicz R., Dudek M. 2001. Changes in the frying medium during deep-frying of food rich in proteins and carbohydrates. *J. Food Lipids*, 8: 251-261.