

**ROZPRAWY NAUKOWE**  
**512**

**Agnieszka Bilka**

**OLEJE ROŚLINNE I PRZECIWUTLENIACZE NATURALNE  
JAKO SKŁADNIKI KSZTAŁTUJĄCE  
JAKOŚĆ WĘDLIN PODROBOWYCH TYPU PASZTETOWA**



**POZNAŃ 2019**

## OLEJE ROŚLINNE I PRZECIWUTLENIACZE NATURALNE JAKO SKŁADNIKI KSZTAŁTUJĄCE JAKOŚĆ WĘDLIN PODROBOWYCH TYPU PASZTETOWA

### ABSTRAKT

**Wprowadzenie.** Wędlina podrobowa typu pasztetowa, jest podatna na procesy utleniania ze względu na wysoką zawartość tłuszczu. Również etapy procesu produkcji, takie jak rozdrabnianie i mieszanie składników mięsnych, wysoka temperatura podczas obróbki termicznej oraz przechowywanie chłodnicze w dużym stopniu determinują utlenianie tłuszczów w wyniku stymulowania reakcji tworzenia się wolnych rodników. Produkty utleniania wpływają niekorzystnie na smak, zapach i teksturę oraz znacznie obniżają wartość odżywczą gotowego produktu. Utlenianie lipidów można ograniczyć przez zastosowanie substancji dodatkowych. Dlatego celem pracy była ocena stabilności oksydacyjnej i jakości sensorycznej wędlin podrobowych typu pasztetowa, wyprodukowanych z częściową zamianą tłuszczu zwierzęcego na olej roślinny oraz z dodatkiem naturalnych przeciwutleniaczy.

**Materiał i metody.** Materiałem do badań były wędliny podrobowe typu pasztetowa, które wyprodukowano z częściową zamianą tłuszczu zwierzęcego na oleje roślinne oraz z dodatkiem naturalnych przeciwutleniaczy. Wędliny scharakteryzowano pod względem zawartości kwasów tłuszczowych oraz okresowo w czasie przechowywania oznaczano zawartość pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczów. Badane próby poddano także ocenie sensorycznej.

**Wyniki.** Zauważono, że częściowa zamiana tłuszczu zwierzęcego na oleje roślinne pozwoliła na uzyskanie produktów o wysokiej atrakcyjności sensorycznej i stabilności oksydacyjnej. Próby z olejem rzepakowym, w porównaniu do prób z olejem lnianym, kukurydzianym, słonecznikowym czy sojowym, charakteryzowały się największą stabilnością oksydacyjną oraz najkorzystniejszą, zbliżoną do zaleceń żywieniowych proporcją kwasów tłuszczowych n-6 do n-3. W wędlinach tych zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego była średnio 8 razy wyższa w porównaniu do prób z olejem kukurydzianym czy słonecznikowym. Zauważono, że dodatek naturalnych przeciwutleniaczy – takich jak kwas mlekowy, mleczan sodu, ekstrakt z rozmarynu, ekstrakt z liści morwy i z żółtej herbaty – do wędliny podrobowej typu pasztetowa z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego drobnym olejem rzepakowym zwiększył trwałość frakcji tłuszczowej wędlin doświadczalnych. Spośród badanych przeciwutleniaczy ekstrakt wodny z liści morwy najbardziej hamował wzrost wartości liczby nadtlenkowej oraz wskaźnika TBARS w wędlinach doświadczalnych podczas przechowywania. Ponadto zaobserwowano, że próby wyprodukowane z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy charakteryzowały się bardziej pożądaną jakością sensoryczną. Wzrósł w nich również poziom flawonoli i kwasów fenolowych, w tym szczególnie kwasu chlorogenowego, kawowego, wanilinowego i galusowego oraz rutyny i kwercetyny. Ponadto dodatek ekstraktu z morwy do wędlin doświadczalnych w większym stopniu wpłynął na inhibicję AChE niż BChE. Dodatek ekstraktu z liści morwy do wędliny podrobowej typu

pasztetowa hamował także aktywność konwertazy angiotensyny I, która była zależna od stężenia ekstraktu w próbie.

**Wnioski.** Dzięki częściowej substytucji tłuszczu zwierzęcego drobnym olejem rzepakowym wędlina podrobowa typu pasztetowa została wzbogacona w nienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA+PUFA). Otrzymane produkty o zwiększonej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych spełniają wymagania stawiane żywności funkcjonalnej. Natomiast dodatek do wędlin doświadczalnych wodnego ekstraktu z liści morwy, bogatego w związki biologicznie aktywne, m.in. polifenole, pozwolił na wyprodukowanie wyrobów, które mogą stanowić nowy asortyment żywności o ukierunkowanym działaniu prozdrowotnym. Wędliny z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy scharakteryzowano również pod względem hamowania aktywności cholinesteraz i konwertazy angiotensyny oraz jakości mikrobiologicznej.

**Słowa kluczowe:** pasztetowa, olej roślinny, przeciwutleniacze naturalne, liczba nadtlenczkowa, TBARS, kwasy tłuszczowe, cholinesterazy, konwertaza angiotensyny, analiza sensoryczna

## VEGETABLE OILS AND NATURAL ANTIOXIDANTS AS INGREDIENTS AFFECTING THE QUALITY OF LIVER PÂTÉ

### ABSTRACT

**Introduction.** Offal products such as liver pâté are susceptible to oxidation processes due to the high fat content. Stages of the production process, such as the grinding and mixing of meat ingredients, high temperature during thermal processing as well as cold storage also significantly determine the oxidation of fats because these processes stimulate the formation of free radicals. Oxidation products adversely affect the taste, smell and texture of finished products and they significantly reduce their nutritional value. The oxidation of lipids can be limited by using additives. Therefore, the aim of the study was to assess the oxidative stability and sensory quality of liver pâté, where animal fat was partly replaced with vegetable oil and natural antioxidants were added.

**Material and methods.** The research was conducted on offal products such as liver pâté, where animal fat was partly replaced with vegetable oil and natural antioxidants were added. The products were characterised in terms of their content of fatty acids. During storage the content of primary and secondary fat oxidation products was measured periodically. The samples were also subjected to sensory evaluation.

The meat products with an aqueous mulberry leaf extract were also characterised for the inhibition of cholinesterase and angiotensin converting enzyme. Their microbiological quality was also assessed.

**Results.** The research showed that the partial replacement of animal fat with vegetable oils resulted in products characterised by high sensory attractiveness and oxidative stability. In comparison with the samples containing linseed oil, maize oil, sunflower oil or soybean oil, the samples with rapeseed oil were characterised by the highest oxidative stability and the most favourable n-6 to n-3 fatty acids ratio, which was similar to nutritional recommendations. On average, the content of  $\alpha$ -linolenic acid in these products was 8 times greater than in the samples with corn or sunflower oil. The research showed that the addition of natural antioxidants, such as lactic acid, sodium lactate, rosemary extract, mulberry leaf and yellow tea extract to the liver pâté and the replacement of 20% of fine animal fat with rapeseed oil, increased the stability of the fat fraction in the experimental products.

Among the antioxidants under study, the water mulberry leaf extract was the most effective inhibitor of the increase in the peroxide value and the TBARS index in the experimental meat products during their storage. Apart from that, the samples with the water mulberry leaf extract were characterised by better sensory quality. The extract increased the content of flavonols and phenolic acids, especially chlorogenic, caffeic, vanillic and gallic acids, as well as the content of rutin and quercetin in the processed meats. The water mulberry leaf extract inhibited AChE more than BChE. The extract also inhibited the activity of angiotensin I converting enzyme, which depended on the concentration of the extract in the sample.

**Conclusions.** The partial substitution of fine animal fat with rapeseed oil enriched the liver pâté products with unsaturated fatty acids (MUFA+PUFA). The resulting products with higher content of unsaturated fatty acids meet the requirements for functional foods. The addition of the water mulberry leaf extract, which is rich in bioactive compounds such as polyphenols, to the experimental meat products resulted in products which can be a new group of foods with targeted health-promoting effect.

**Keywords:** liver pâté, vegetable oil, natural antioxidants, peroxide value, TBARS, fatty acids, cholinesterases, angiotensin converting enzyme, sensory analysis

KOMITET REDAKCYJNY

**Anna Golcz, Stanisław Grześ, Jolanta Komisarek, Andrzej Krauss,  
Andrzej Mazur, Sebastian Nowaczewski, Julita Reguła, Arkadiusz  
Sadowski, Jacek Wójtowski (przewodniczący), Anna Zielińska-Krybus**

Redaktor Działu Nauk o Żywności i Żywieniu

**dr hab. Julita Reguła**

Recenzent

**dr hab. Aneta Cegiełka**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

©Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Poznań 2019, Poland



Książka jest dostępna na licencji Creative Commons – Uznanie autorstwa – Użycie niekomercyjne – Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe (CC BY-NC-ND 4.0)

ISSN 1896-1894

ISBN 978-83-7160-929-9

e-ISBN 978-83-67112-76-5

<https://doi.org/10.17306/978-83-67112-76-5>

<https://wydawnictwo.up.poznan.pl/book.html?isbn=978-83-67112-76-5>

Redakcja

Paulina Kaczmarek

Skład i łamanie

Donata Latusek

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W POZNANIU

ul. Witosza 45, 60-693 Poznań

tel.: 61 848 7808, e-mail: [wydawnictwo@up.poznan.pl](mailto:wydawnictwo@up.poznan.pl)

<https://wydawnictwo.up.poznan.pl>

Ark. wyd. 9,0.

Wersja elektroniczna dostępna na stronie [https://wydawnictwo.up.poznan.pl/](https://wydawnictwo.up.poznan.pl/books.html?dostepnosc=open%20access)

[books.html?dostepnosc=open%20access](https://www.ibuk.pl/) oraz w serwisie <https://www.ibuk.pl/>

## SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTÓW I SYMBOLI . . . . .	9
1. WSTĘP . . . . .	11
2. CEL I ZAKRES PRACY . . . . .	14
3. MATERIAŁ I METODY BADAŃ . . . . .	16
3.1. Materiał badany . . . . .	16
3.2. Metody badań . . . . .	17
3.2.1. Charakterystyka składu chemicznego wędlin . . . . .	17
3.2.2. Oznaczenie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu . . . . .	18
3.2.3. Oznaczenie zawartości polifenoli, chlorofili i karotenoidów . . . . .	18
3.2.4. Oznaczenie aktywności ekstraktów jako inhibitorów cholino- esteraz (ChE) . . . . .	19
3.2.5. Oznaczenie aktywności wobec konwertazy angiotensyny I . . . . .	20
3.2.6. Analiza mikrobiologiczna . . . . .	20
3.2.7. Pomiar aktywności wody $a_w$ . . . . .	20
3.2.8. Sensoryczna ocena jakości . . . . .	20
3.3. Analiza statystyczna . . . . .	22
4. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA . . . . .	23
4.1. Tłuszcz roślinny w produkcji wędliny podrobowej typu pasztetowa jako składnik wpływający na jakość . . . . .	23
4.1.1. Wprowadzenie . . . . .	23
4.1.2. Oznaczenie składu kwasów tłuszczowych w wybranych ole- jach jadalnych . . . . .	23
4.1.3. Charakterystyka składu chemicznego wędlin doświadczalnych . . . . .	26
4.1.4. Oznaczenie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu w wędlinach doświadczalnych . . . . .	28
4.1.5. Sensoryczna ocena jakości wędlin doświadczalnych . . . . .	34
4.2. Wpływ przeciwutleniaczy na jakość i trwałość wędliny podrobowej typu pasztetowa . . . . .	44
4.2.1. Wprowadzenie . . . . .	44
4.2.2. Charakterystyka składu chemicznego wędlin doświadczalnych . . . . .	45
4.2.3. Oznaczenie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu w wędlinach doświadczalnych . . . . .	45
4.2.4. Sensoryczna ocena jakości wędlin doświadczalnych . . . . .	51

4.3. Wpływ dodatku wodnego ekstraktu z liści morwy na jakość prozdrowotną modelowych wędlin podrobowych typu pasztetowa . . . . .	68
4.3.1. Charakterystyka wodnego ekstraktu z liści morwy . . . . .	68
4.3.2. Zawartość składników biologicznie aktywnych w wędlinach podrobowych typu pasztetowa wyprodukowanych z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy . . . . .	70
4.3.3. Ocena aktywności wodnego ekstraktu z liści morwy w hamowaniu aktywności cholinoesteraz w wędlinach doświadczalnych	73
4.3.4. Ocena aktywności jako inhibitorów konwertazy angiotensyny I w wędlinach doświadczalnych . . . . .	77
4.3.5. Wpływ dodatku wodnego ekstraktu z liści morwy na bezpieczeństwo mikrobiologiczne wędlin podrobowych typu pasztetowa . . . . .	81
5. PODSUMOWANIE . . . . .	88
6. STWIERDZENIA I WNIOSKI . . . . .	92
LITERATURA . . . . .	93



## WYKAZ SKRÓTÓW I SYMBOLI

ACE	– enzym przekształcający angiotensynę (ang. angiotensin converting enzyme)
AChE	– acetylocholinoesteraza (ang. acetylcholinesterase)
ALA	– kwas $\alpha$ -linolenowy (ang. $\alpha$ -linolenic acid)
BChE	– butyrylocholinoesteraza (ang. butyrylcholinesterase)
BHT	– 2,6-di-tert-butyl-p-hydroksytoluen
KMI	– kwas mlekowy (ang. lactic acid)
LA	– kwas linolowy (ang. linoleic acid)
MI	– mleczan sodu (ang. sodium lactate)
MUFA	– kwasy tłuszczowe jednonienasycone (ang. monounsaturated fatty acids)
PUFA	– kwasy tłuszczowe wielonienasycone (ang. polyunsaturated fatty acids)
PV	– liczba nadtlenkowa (ang. peroxide value)
RO	– ekstrakt z rozmarynu (ang. rosemary extract)
SFA	– kwasy tłuszczowe nasycone (ang. saturated fatty acids)
TBA	– kwas 2-tiobarbiturowy (ang. 2-thiobarbituric acid)
TBARS	– substancje reagujące z kwasem tiobarbiturowym (ang. thiobarbituric acid-reacting substances)
ŻH	– ekstrakt z żółtej herbaty (ang. yellow tea extract)



## 1. WSTĘP

Jakość jest pojęciem subiektywnym i trudnym do zdefiniowania. W literaturze przytaczane są definicje jakości w ujęciu filozoficznym, socjologicznym, technicznym, ekonomicznym, marketingowym czy towaroznawczym. Pojęcie to można określić również z punktu widzenia producenta i konsumenta (Bilska i Kowalski, 2014; Kwasek, 2011; Toruński, 2012). Konsument ocenia jakość i bezpieczeństwo produktów żywnościowych przez doznania sensoryczne i estetyczne oraz informacje zawarte na opakowaniu produktu. Bierze pod uwagę zarówno opinie specjalistów, jak i znajomych. Producent natomiast powinien dążyć do spełnienia podstawowych oczekiwań konsumenta wobec żywności, a przede wszystkim zapewnić jej zdrowotność i bezpieczeństwo, wygodę przygotowania, a także wysoką atrakcyjność sensoryczną bezpośrednio po produkcji oraz w okresie poprodukcyjnego przechowywania (Bilska i Kowalski, 2014; Grębowiec, 2015).

Możliwość prognozowania okresu, w którym jakość i trwałość produktów żywnościowych utrzymuje się na wysokim poziomie, jest przedmiotem olbrzymiej wagi. Większość obecnych rozwiązań oparta jest na założeniu, że zmiany jakości podlegają reakcji zerowego stopnia i że współczynnik zmian w czasie jest stały w stałej temperaturze. Podejście to jest użyteczne i w wielu przypadkach pozwala na prawidłowe oszacowanie trwałości jakości. W trakcie badań przechowalniczych monitorowane powinny być parametry ulegające zmianom podczas przechowywania (Baryłko-Pikielna i Kostyra, 2004; Baryłko-Pikielna i in., 1996; Bilska i Kowalski, 2014). W związku z powyższym kontrola pozostałości związków chemicznych oraz ocena stanu zanieczyszczenia mikrobiologicznego jest istotnym elementem, zapewniającym bezpieczną jakość żywności, co wiąże się z potencjalnym występowaniem chorobotwórczych bakterii, zwłaszcza *Salmonella*, *Listeria*, *Campylobacter* czy *Escherichia coli* (Piskula i in., 2011). Bardzo ważna jest również ocena sensoryczna produktów żywnościowych, dzięki której można scharakteryzować:

- zmiany produktów w wyniku modyfikacji jego składu surowcowego,
- zmiany produktów pod wpływem modyfikacji procesu technologicznego,
- zmiany właściwości produktów podczas badań przechowalniczych.

Niewłaściwe nawyki żywieniowe mogą być przyczyną wielu zaburzeń metabolicznych i stanowić podłoże do rozwoju wielu chorób dietozależnych, np. otyłości, cukrzycy typu II, miażdżycy czy niektórych postaci nowotworów (Deng i in. 2017; Medina-Remón i in., 2018). Stało się to jedną z przyczyn rozwoju rynku żywności prozdrowotnej, skierowanej do konkretnych grup konsumentów, np. do osób chorych na cukrzycę, z chorobami układu sercowo-naczyniowego, osób otyłych, starszych czy dzieci. Żywność prozdrowotna to „żywność, która wykazuje udokumentowany i podany do wiadomości nabywców korzystny, pozaodżywczy wpływ

na zdrowie człowieka, wynikający z jej szczególnego składu lub właściwości” (Gawęcki, 2015). Takimi cechami charakteryzują się m.in. produkty zawierające peptydy i białka, włókno pokarmowe, witaminy, składniki mineralne, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, alkohole wielowodorotlenowe, izoprenoidy, polifenole i probiotyki.

Szczególną rolę w żywieniu człowieka odgrywają produkty pochodzenia zwierzęcego, w tym mięso. Jest ono źródłem wielu składników odżywczych, przede wszystkim pełnowartościowego białka, składników mineralnych, szczególnie dobrze przyswajalnego żelaza hemowego oraz cynku, seleniu i miedzi wchodzących w skład wielu enzymów, a także witamin z grupy B, głównie witaminy B<sub>12</sub> i PP. Tłuszcze zwierzęce, które stanowią – po mięsie – podstawową grupę surowców wytwarzanych i wykorzystywanych w przemyśle mięsnym, są źródłem kwasów tłuszczowych, w których zawartość nasyconych stanowi około 50% wszystkich kwasów. Mięso i tkanka tłuszczowa jest również źródłem cholesterolu (Choi i in., 2013; Hygreeva i in., 2014; Lucarini i in., 2018; Makała, 2018) i dlatego spożywanie ich w nadmiernej ilości może być przyczyną chorób układu krążenia (Makała, 2018; Olmedilla-Alonso i in., 2013). W związku z powyższym oprócz poziomu spożycia tłuszczu istotny jest jego skład, przede wszystkim udział – w całkowitej puli kwasów tłuszczowych – kwasów tłuszczowych nasyconych (ang. saturated fatty acids – SFA) oraz jedno- (ang. monounsaturated fatty acids – MUFA) i wielonienasyconych (ang. polyunsaturated fatty acids – PUFA) (Bernardi i in., 2016; Domínguez i in., 2016). Do podstawowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 zalicza się kwas linolowy (ang. linoleic acid – LA), będący prekursorem kwasu arachidonowego, a z rodziny n-3 kwas alfa-linolenowy (ang.  $\alpha$ -linolenic acid – ALA), będący prekursorem kwasu eikozapentaenowego i dokozaheksaenowego. Kwas arachidonowy i eikozapentaenowy są prekursorami tzw. hormonów tkankowych (eikozanoidów), a dokozaheksaenowy składnikiem m.in. komórek mózgu i siatkówki oka, warunkującym ich fizjologiczne działanie. Współczesne zalecenia żywieniowe wskazują na potrzebę zwiększania spożycia długołańcuchowych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3, m.in. przez wzbogacanie nimi żywności (Bernardi i in., 2016; Marciniak-Łukasiak, 2011). Dobrym sposobem poprawy jakości i profilu składu kwasów tłuszczowych w produktach mięsnych może być wzbogacanie ich olejem roślinnym i/lub częściowa zamiana tłuszczu zwierzęcego na tłuszcz roślinny (Jiménez-Colmenero, 2007; Martín i in., 2008). Ma to na celu poprawę stosunku PUFA/SFA oraz n-6 : n-3 PUFA i zbliżenie ich do wartości zalecanych przez organizacje żywieniowe (WHO, 2003). Zgodnie z nimi dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka istotne jest zachowanie właściwego stosunku PUFA z rodziny n-6 : n-3, który powinien wynosić 4 : 1–6 : 1. Inne źródła wskazują, że stosunek tych kwasów może wynosić od 5 : 1 do 3 : 1. Niestety w diecie współczesnego społeczeństwa proporcja ta jest znacznie wyższa od wartości zalecanych przez organizacje żywieniowe i wynosi od 15 : 1 do 20 : 1. Dlatego żywność wzbogacona w kwasy tłuszczowe z rodziny n-3 może spowodować korzystne skutki w diecie współczesnego społeczeństwa bez radykalnych zmian nawyków żywieniowych (Grasso i in., 2014; Rycielska i Słowiński, 2012). Wprowadzanie tłuszczów pochodzenia roślinnego do produktów mięsnych nie tylko poprawia wartość odżywczą tych wyrobów, ale może mieć również znaczenie technologiczne (Grasso i in., 2014; Jiménez-Colmenero, 2007). Uzyski-

wany efekt dodatku olejów roślinnych do produktu zależy od wielu czynników, np. rodzaju oleju, parametrów zabiegów technologicznych czy stopnia wymiany oleju roślinnego względem tłuszczu zwierzęcego (Andrés i in., 2009; Cáceres i in., 2008; López-López i in., 2009).

W produkcji przetworów mięsnych tłuszcz zwierzęcy odgrywa ważną rolę w kształtowaniu tekstury otrzymywanych produktów. Wpływa także na ich wartość odżywczą i profil sensoryczny, w tym głównie na smakowość (Dasiewicz i Chmiel, 2016; Gertig i Przysławski, 1994; Makała, 2018). Z tego względu zastąpienie go olejem roślinnym nie jest łatwe bez zmiany wybranych wyróżników jakości gotowego produktu. Wprowadzenie nienasyconych kwasów tłuszczowych (głównie wielonienasyconych) może prowadzić m.in. do pogorszenia stabilności oksydacyjnej w czasie przechowywania wędlin (Olmedilla-Alonso i in., 2013). Utlenianie lipidów jest bowiem odpowiedzialne za rozwój pierwotnych i wtórnych produktów utleniania, a co się z tym wiąże, za obniżenie jakości odżywczej i zmianę smakowości. Jest to dość złożony proces, w którym utlenianiu podlegają nienasycone kwasy tłuszczowe, wchodzące głównie w skład fosfolipidów membran komórkowych. Pierwotne produkty utleniania, czyli wodoronadtlenki i nadtlenki, przekształcane są do hydrokwasów. Wtórne produkty utleniania, takie jak krótkołańcuchowe aldehydy, ketony i inne utlenione związki, mają negatywny wpływ na ogólną jakość oraz przydatność mięsa i produktów mięsnych do spożycia (Bianchin i in., 2017; Cichosz i Czeczot, 2011; Dąbrowska i in., 2015; Falowo i in., 2014; Hęś i in., 2009). Te niekorzystne zmiany mogą zwiększać ryzyko zagrożenia dla zdrowia oraz powodować straty ekonomiczne (Bianchin i in., 2017; Naveena i in., 2008; Wroniak i Cenker, 2015).

Utlenianie tłuszczu można ograniczyć przez dodatek przeciwutleniaczy, m.in. BHT (di-tert-butylohydroksytoluen), BHA (mono-tert-butylohydroksyanizol), TBHQ (tert-butylohydrochinon) czy galusanów. Jednak bezpieczeństwo stosowania syntetycznych przeciwutleniaczy do żywności jest obecnie kwestionowane z powodu wyników badań toksykologicznych (Gahruie i in., 2017; Pereira i in., 2017; Shahidi i Ambigaipalan, 2015; Xu i in., 2018). Dlatego coraz większego znaczenia nabierają związki o właściwościach przeciwutleniających naturalnie występujące w surowcach roślinnych. Są uważane za bardziej bezpieczne i przede wszystkim lepiej akceptowane przez konsumentów. Odgrywają istotną rolę w walce z wolnymi rodnikami, które reagując z cząsteczkami białek, lipidów i sacharydów, powodują ich utlenianie. Cennym źródłem przeciwutleniaczy są rośliny przyprawowe i zioła oraz ich ekstrakty, np. rozmaryn, szalwia, oregano, tymianek, herbata (zielona, żółta, czerwona) czy morwa (Falowo i in., 2014; Nieto i in., 2009; Shahidi i Ambigaipalan, 2015; Wereńska, 2013; Xu i in., 2018). Kolejnym związkiem zaliczanym do naturalnych substancji dodatkowych należy kwas mlekowy i jego sole, które w technologii żywności spełniają funkcje regulatora kwasowości, substancji konserwującej i nadającej smak oraz zwiększającej aktywność przeciwutleniającą (Bilska i in., 2014; Kaczmarek-Duszek i in., 2008).

## 2. CEL I ZAKRES PRACY

Mięso jest jednym z cennych źródeł składników odżywczych w diecie człowieka i surowcem do produkcji wielu przetworów mięsnych. Biorąc pod uwagę aktualne zalecenia żywieniowe oraz potrzeby konsumentów, naukowcy i producenci podejmują różne próby modyfikacji ich wartości odżywczej. Wykazano, że wprowadzenie do nich nienasyconych kwasów tłuszczowych poprawia wartość odżywczą. Zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w przetworach mięsnych można zwiększyć, np. częściowo zastępując tłuszcz zwierzęcy tłuszczem pochodzenia roślinnego.

Wędlina podrobowa typu pasztetowa, którą wybrano do badań, charakteryzuje się krótkim terminem przydatności do spożycia, głównie z powodu wysokiej niestabilności oksydacyjnej. Może zawierać duże ilości tłuszczu (nawet do około 60%) i niehemowe żelazo (około 30 mg/1 g pasztetu), które uważane jest za najważniejszy prooksydant w produktach mięsnych (Bilska i in., 2018; Estévez i in., 2004; Estévez in., 2007). Ponadto rozdrabnianie/mieszanie składników mięsnych zwiększa niestabilność oksydacyjną, powodując interakcje między wolnymi kwasami tłuszczowymi i tlenem w obecności katalizatorów, takich jak temperatura i metaloproteiny. Wysoka temperatura podczas obróbki termicznej istotnie determinuje utlenianie lipidów w wyniku stymulowania reakcji tworzenia się wolnych rodników (Hęś i Korczak, 2007b).

Homogeniczna struktura pasztetowej ułatwia wymianę części tłuszczu zwierzęcego olejem, dzięki czemu możliwe staje się wzbogacenie gotowego produktu w nienasycone kwasy tłuszczowe.

W związku z powyższym sformułowano następujące hipotezy badawcze, które poddano weryfikacji statystycznej.

1. Skład kwasów tłuszczowych olejów roślinnych wpływa na ich przydatność do produkcji wędlin podrobowych typu pasztetowa.
2. Zastosowanie substancji przeciwutleniających pochodzenia naturalnego kształtuje stabilność oksydacyjną i cechy sensoryczne produktów mięsnych.
3. Zastosowanie substancji przeciwutleniających pochodzenia roślinnego w produkcie mięsnym typu pasztetowa warunkuje inhibicję aktywności cholinesteraz i konwertazy angiotensyny I.
4. Trwałość mikrobiologiczna wędliny podrobowej typu pasztetowa różni się w zależności od ilości zastosowanych dodatków przeciwutleniających.

Hipotezy te skłoniły autorkę pracy do podjęcia badań mających na celu:

- weryfikację wybranych olejów roślinnych o różnym składzie kwasów tłuszczowych pod względem ich przydatności do wykorzystania w produkcji wędlin podrobowych typu pasztetowa,
- określenie wpływu wybranych substancji przeciwutleniających pochodzenia naturalnego na kształtowanie stabilności oksydacyjnej i jakości sensorycznej przechowywanych wędlin podrobowych typu pasztetowa,
- analizę wpływu wybranego ekstraktu roślinnego na właściwości prozdrowotne finalnego produktu mięsnego,

- ocenę trwałości mikrobiologicznej wyrobu zawierającego wybrany ekstrakt roślinny.

Zakres pracy obejmował:

- określenie składu kwasów tłuszczowych wybranych olejów i możliwości zastosowania ich w produkcji wędlin podrobowych typu pasztetowa; zastosowano substytucję tłuszczu zwierzęcego (tłuszczu drobnego) wybranymi olejami w ilości 20% i 30%; analizowano skład kwasów tłuszczowych wyprodukowanych wędlin oraz wpływ wymiany tłuszczu wybranymi olejami na jakość sensoryczną i stabilność oksydacyjną,
- ocenę właściwości przeciwutleniających wybranych składników pochodzenia naturalnego w wędlinach podrobowych typu pasztetowa, wyprodukowanych z 20% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym oraz prześledzenie zmian jakości sensorycznej w przechowywanych wędlinach doświadczalnych,
- ocenę wpływu wodnego ekstraktu z liści morwy w wędlinie podrobowej typu pasztetowa – wyprodukowanej z 20% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym – na jakość mikrobiologiczną, aktywność wody oraz na hamowanie aktywności cholinoesteraz oraz konwertazy angiotensyny.

### 3. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

#### 3.1. Materiał badany

Materiałem badanym były wędliny podrobowe typu pasztetowa wyprodukowane w Przetwórni Doświadczalnej Katedry Technologii Mięsa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wyroby przygotowano według następującej receptury: mięso wieprzowe klasy II – 43%, tłuszcz zwierzęcy drobny – 42%, wątroba – 15% oraz rosół w ilości 30% w stosunku do masy surowca mięsno-tłuszczowego. Podczas kutrowania dodano mieszankę przypraw w ilości (na 1 kg farszu): sól – 1,5%; pieprz – 0,15%; majeranek – 0,05% oraz cebulę – 0,4%. Ten skład surowcowy stanowił produkt odniesienia dla wariantów doświadczalnych.

W wariantach doświadczalnych część tłuszczu zwierzęcego zastąpiono olejem:

- w pierwszej części badań: kukurydzianym, lnianym, rzepakowym, słonecznikowym i sojowym; wymieniony olej stanowił 20% i 30% w stosunku do tłuszczu zwierzęcego drobnego,
- w drugiej części badań 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego zastąpiono olejem rzepakowym oraz zastosowano dodatek wybranych substancji pochodzenia naturalnego (mleczan sodu (Ml) i kwas mlekowy (Kml) w mieszaninie: 0,08 Ml + 0,06 Kml oraz 0,12 Ml + 0,03 Kml, ekstrakt z rozmarynu (RO) w ilości 0,2%, ekstrakt z żółtej herbaty (ŻH) w ilości 0,2%, 0,35% i 0,5% oraz wodny ekstrakt z liści morwy w ilości 0,2%, 0,5% i 0,8%); ilości dodatków ekstraktu z żółtej herbaty i ekstraktu z morwy zostały ustalone na podstawie wstępnej oceny sensorycznej (dane niepublikowane),
- w trzeciej części badań 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego wymieniono olejem rzepakowym oraz dodano wodny ekstrakt z liści morwy w ilości 0,2%, 0,5% i 0,8%.

Proces produkcji wędlin doświadczalnych przebiegał następująco: surowiec mięsno-tłuszczowy po ugotowaniu do stanu półmiękkiego poddano procesowi kutrowania, dodając przewidziany w recepturze olej, przyprawy oraz pozostałe składniki (przeciwutleniacze). Pod koniec procesu kutrowania dozowano wstępnie wykutrowaną wątrobę. Temperatura końcowa farszu wynosiła 40°C. Farszem nadziewano osłonki półprzepuszczalne kolagenowe o średnicy 40 mm. Po nadzianiu wędliny podrobowe typu pasztetowa parzono, do uzyskania temperatury 70°C w centrum geometrycznym batonu, a następnie chłodzono do temperatury 4°C. Wyroby gotowe po schłodzeniu umieszczono w chłodni w temperaturze ok. 4°C. Do badań próby pobierano w 1, 5, 8, 12 i 15 dniu po produkcji.

#### **Kwas mlekowy i mleczan sodu**

Do badań użyto 80% kwasu mlekowego i 60% mleczanu sodu, które zakupiono w firmie Brenntag (Brenntag Polska Sp. z o.o., Kędzierzyn-Koźle, Polska).



**Ekstrakt z rozmarynu**

Do badań użyto ekstraktu z rozmarynu FORTIUM<sup>®</sup> R10 DRY (Kemin Food Technologies, USA). W przeprowadzonych badaniach dawka zastosowanego ekstraktu wynikała z ilości zawartego w jego składzie kwasu karnozowego i została ustalona na podstawie Dyrektywy Komisji 2010/67/UE (2010) i Dyrektywy Komisji 2010/69/UE (2010).

**Ekstrakt z żółtej herbaty**

Ekstrakt z żółtej herbaty otrzymano z liści częściowo fermentowanych (China Kekecha – Guangzhou, Chiny), zakupionych w specjalistycznym sklepie gwarantującym świeżość oraz pochodzenie herbat. Liście herbaty poddano ekstrakcji wodnej według procedury opisanej przez Gramzę i in. (2006).

**Ekstrakt wodny z liści morwy białej**

Materiałem użytym do badań był ekstrakt wodny z liści morwy białej *Morus alba* L., odmiany Wielkolistnej Żółwińskiej. Liście zostały zebrane na plantacji Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu, w Zakładzie Doświadczalnym Pętkowo. Liście poddano ekstrakcji wodnej według metody opisanej przez Flaczyk i in. (2013) oraz Kobus-Cisowską i in. (2016).

## 3.2. Metody badań

### 3.2.1. Charakterystyka składu chemicznego wędlin

**Podstawowy skład chemiczny**

Skład podstawowy wędlin doświadczalnych oznaczono na podstawie norm ISO, w tym zawartość wody (ISO 1442:1997, 1997), białka (ISO 5983-2:2009, 2009) (Kjeltec-2200 system, Tecator, Sweden) oraz tłuszczu (ISO 1444:1996, 1996) (Sotxtec-HT6 system, Tecator), a zawartość chlorków metodą Volharda (ISO 1841-1:1996, 1996).

**Skład kwasów tłuszczowych**

Skład kwasów tłuszczowych określono zgodnie z metodyką AOCS Ce 1h-05 (AOCS, 2017). Ekstrakcję frakcji lipidowej wykonano według procedury Folcha i in. (1957) (układ rozpuszczalników chloroform: metanol w stosunku 2 : 1, v/v). Próbkę tłuszczu rozpuszczono w heksanie i poddano transestryfikacji roztworem metanolu sodu. Analiza została wykonana z wykorzystaniem chromatografu gazowego 7820A GC (Agilent Technologies) wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) oraz kolumnę SLB-IL 111 (Supelco, Bellefonte, PA, USA) o wymiarach 100 m × 0,25 mm × 0,2 μm. Gazem nośnym był hel o przepływie 1 ml/min. Temperatura inżektora i detektora wynosiła 250°C. Próbę rozdzielano w programie temperatury od 150°C i utrzymywano ją przez 12 min, następnie temperatura wzrastała do 200°C przy stałym wzroście 1,5°C/min, którą utrzymywano przez

25 min. Chromatograf pracował w trybie split (1 : 10). Kwasy tłuszczowe zidentyfikowano na podstawie czasów retencji standardu.

Wyniki wyrażono jako procent całkowitej zawartości kwasów tłuszczowych.

### 3.2.2. Oznaczenie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu

#### Liczba nadtlenkowa (PV)

Oznaczenie liczby nadtlenkowej (PV) przeprowadzono zgodnie z normą ISO (ISO 3960:2017, 2017). Ekstrakcję frakcji lipidowej wykonano według procedury Folch i in. (1957) (układ rozpuszczalników chloroform: metanol w stosunku 2 : 1, v/v). Wyniki wyrażono jako milirównoważnik aktywnego tlenu/1 kg próby ( $\text{meq} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

#### Zawartości aldehydu malonowego metodą TBARS

Wartość wskaźnika TBARS (substancje reagujące z kwasem 2-tiobarbiturowym) wyznaczono metodą destylacji Tarladgis i in. (1960) zmodyfikowaną przez Pikula i in. (1989). Wyniki wyrażono jako mg aldehydu malonowego/1 kg próby ( $\text{mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

### 3.2.3. Oznaczenie zawartości polifenoli, chlorofilu i karotenoidów

Analizę ilościową i jakościową kwasów fenolowych i flawonoli wykonano według metodyki Kobus i in. (2009), za pomocą wysokosprawnego chromatografu cieczowego Agilent Infinity firmy Agilent Technologies. Do rozdzielania kwasów fenolowych wykorzystano kolumnę NovaPack C18 (5 mm  $\times$  150 mm  $\times$  3,9 mm). Rozdział przeprowadzono w gradiencie. Fazę ruchomą stanowiły dwa rozpuszczalniki: woda zakwaszona do pH 2,6 kwasem ortofosforowym (A) oraz acetonitryl/woda (50 : 50 v/v) (B). Prędkość przepływu rozpuszczalników przez kolumnę wynosiła 1 ml/min. Program gradientu rozpoczynał się od 100% roztworu A i kończył na 50% roztworu B, w 50 min. rozdzielania. Rozdział przy użyciu detektora UV monitorowano przy długości fali 250 nm dla kwasów: p-hydroksybenzoesowego, protokatechowego, galusowego i wanilinowego oraz przy długości fali 320 nm dla kwasów: kawowego, chlorogenowego, p-kumarowego.

W analizie zawartości flawonoli wykorzystano również kolumnę NovaPack C18. Fazę ruchomą stanowiły dwa rozpuszczalniki: 0,3% wodny roztwór kwasu mrówkowego (A) oraz acetonitryl (B). Program gradientu rozpoczynał się od 85% roztworu A i kończył na 25% roztworu B w 40 minucie rozdzielania. Prędkość przepływu rozpuszczalników przez kolumnę wynosiła 1 ml/min. Rozdział przy użyciu detektora UV monitorowano przy długości fali 370 nm. W badanych próbach oznaczono flawonole: kwercetynę, rutynę, hiperozyd, izokwercetynę, kempferol i izorhamnetynę.

Kwasy fenolowe i flawonole zidentyfikowano oraz oznaczono ilościowo na podstawie porównania ich czasów retencji i powierzchni pików z czasami oraz powierzchnią pików wzorców.

Zawartość barwników chlorofilowych oraz karotenoidów ogółem określono metodą ekstrakcyjno-spektrofotometryczną wg procedury opisanej przez Abou-Arab i in. (2010). Dla chlorofilu  $\alpha$  pomiar absorbancji ekstraktu wykonano przy długości fali 663 nm, dla chlorofilu  $\beta$  przy długości fali 645 nm, a dla karotenoidów ogółem przy długości fali 695 nm. Ilość chlorofilu  $\alpha$  i  $\beta$  oraz karotenoidów ogółem wyliczono ze wzorów:

$$\begin{aligned}\text{Chlorofil a} &= (12,7 \times A_{663} - 2,7 \times A_{645}) \times V \times (1000 \times W) - 1 \\ \text{Chlorofil b} &= (22,9 \times A_{645} - 4,7 \times A_{663}) \times V \times (1000 \times W) - 1 \\ \text{Karotenoidy ogółem} &= (20,2 \times A_{695} + 8,02 \times A_{695}) \times V \times (1000 \times W) - 1\end{aligned}$$

gdzie: A – absorbancja przy danej długości fali,

V – całkowita objętość ekstraktu (ml),

W – masa próbki (g).

### 3.2.4. Oznaczenie aktywności ekstraktów jako inhibitorów cholinoesteraz (ChE)

Inhibicję cholinoesteraz oznaczono w wodnych ekstraktach otrzymanych z wędlin doświadczalnych. Przygotowano je po uprzednim odtłuszczeniu (za pomocą chloroformu) przez 30 min wytrząsania w temperaturze 18°C.

Oznaczenie aktywności ekstraktów jako inhibitorów acetylocholinoesterazy (AChE) oraz butyrylocholinoesterazy (BChE) wykonano zmodyfikowaną metodą spektrometryczną (Ellman i in., 1961). Pomiary były prowadzone z użyciem czytnika płytek firmy POLARstar Omega – BMG LABTECH, na płytkach 96-dołkowych o maksymalnej objętości 300  $\mu$ l. Reakcję barwną hydrolizy acetylotiocholiny/butyrylotiocholiny mierzono przy długości fali 412 nm po 10 min od naniesienia na mikropłytkę badanych enzymów.

Przygotowywane na świeżo roztwory odczynników sporządzano w buforze Tris-HCl (50 mmol/dm<sup>3</sup>, pH 8). Roztwory enzymów zostały przygotowane przez rozpuszczenie 2 U/ml w 2 ml buforu fosforanowego. Skład mieszaniny reakcyjnej był następujący: 0,035 cm<sup>3</sup> analizowanej próby, 0,086 cm<sup>3</sup> buforu Tris-HCl (50 mmol/dm<sup>3</sup>, pH 8), 0,035 cm<sup>3</sup> ATChI albo BTCh (1,5 mmol/dm<sup>3</sup>), 0,194 cm<sup>3</sup> DTNB (0,3 mmol/dm<sup>3</sup> z dodatkiem 10 mmol/dm<sup>3</sup> NaCl i 2 mmol/dm<sup>3</sup> MgCl<sub>2</sub> × 6 H<sub>2</sub>O), roztwór AChE lub BChE. Pomiar wykonano w temperaturze pokojowej, po 15 min (BChE) lub 30 min (AChE) od naniesienia na mikropłytkę. Równocześnie analizowano kontrolę pozytywną zawierającą znany inhibitor ChE – eserynę, kontrolę negatywną bez inhibitora ChE, a także uwzględniono tło analizowanych prób.

Aktywność anty-ChE obliczono z wykorzystaniem krzywych wzorcowych eseryny w zakresie stężeń: 0,08–6,50  $\mu$ mol/dm<sup>3</sup> (AChE) i 0,08–8,30  $\mu$ mol/dm<sup>3</sup> (BChE). Wszystkie próby przebadano w ośmiu powtórzeniach. Wyniki wyrażono w równoważnikach eseryny ( $\mu$ M eseryny/1 g s.m.).

### 3.2.5. Oznaczenie aktywności wobec konwertazy angiotensyny I

Oznaczenie aktywności wobec konwertazy angiotensyny I wykonano według metodyki Cushman i Cheung (1971) z modyfikacjami. Polegało ono na określeniu stopnia inhibicji analizowanych wędlin doświadczalnych wobec enzymu konwertazy angiotensyny I (ACE). Metoda opierała się na rozkładzie użytego do analizy substratu hipurylo-L-histydylo-L-leucyny (HHL) na kwas hipurowy (HA) i histydyno-leucynę (HL) pod wpływem enzymu konwertazy angiotensyny I. Wówczas stopień uwolnienia HA z HHL był bezpośrednio związany z działalnością ACE.

Inhibicję mierzono spektrofotometrycznie z użyciem czytnika płytek (POLAR-star Omega), przy długości fali 492 nm. Wyniki wyrażono w procentach inhibicji.

### 3.2.6. Analiza mikrobiologiczna

Analiza mikrobiologiczna wędlin wyprodukowanych z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy obejmowała:

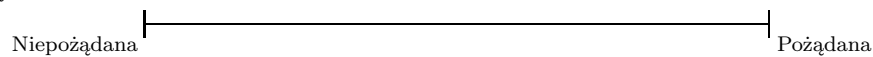
- oznaczenie ogólnej liczby drobnoustrojów zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie ISO 4833-1:2013 (2013),
- badanie mikrobiologiczne w celu oznaczenia liczby enterokoków według normy PN-A-82055-7:1997 (1997), na podłożu Slanetz i Bartleya,
- izolację i określenie liczby pałeczek z rodziny Enterobacteriaceae, zgodnie z wytycznymi zawartymi w normach (ISO 21528-1:2017, 2017; ISO 21528-2:2017(E), 2017); do oznaczenia wykorzystano podłoże z żółcią, czerwienią obojętną, fioletem krystalicznym i glukozą – VRGB,
- oznaczenie liczby bakterii z rodzaju *Pseudomonas* zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie ISO 13720:2010 (2010). W celu wykrywania, izolacji i oznaczenia liczby bakterii z rodzaju *Pseudomonas* wykorzystano podłoże CFC z agarem z cetrymidem, fucidyną i cefaloridyną.

### 3.2.7. Pomiar aktywności wody $a_w$

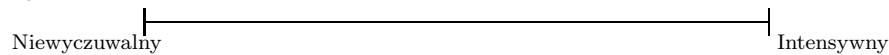
Pomiar aktywności wody ( $a_w$ ) wykonano przy użyciu aparatu AquaLab series 4TE (Pullman, USA), zgodnie z instrukcją obsługi aparatu.

### 3.2.8. Sensoryczna ocena jakości

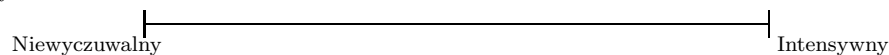
Ocenę sensoryczną przygotowano i wykonano w oparciu o wytyczne zawarte w normach: (PN-EN-ISO13299:2016-05, 2016; PN-EN-ISO5492:2009, 2009).

**Ocena wyróżników barwy:**Ogólna  
pożądalność**Ocena wyróżników zapachu:**

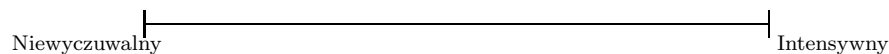
Olejowy



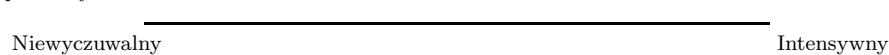
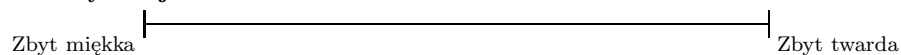
Obcy



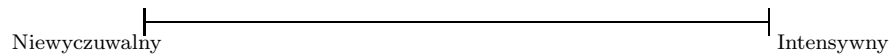
Jełki



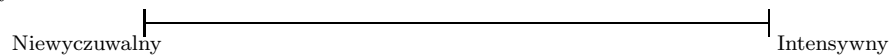
Przyprawowy

**Ocena konsystencji:****Ocena wyróżników smaku:**

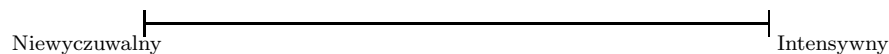
Wątrobowy



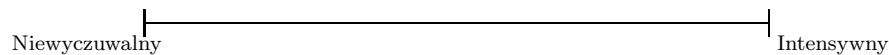
Obcy



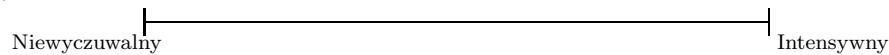
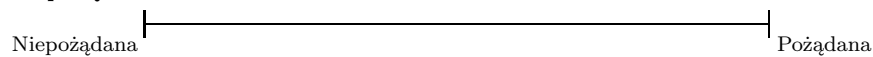
Jełki



Gorzki



Słony

**Ogólna pożądalność**

**Rys. 1.** Karta oceny sensorycznej wędliny podrobowej typu pasztetowa w drugim etapie badań  
**Fig. 1.** Sensory evaluation card of liver pate at the second stage of research

W pierwszym etapie badań do charakterystyki sensorycznej wędlin doświadczalnych zastosowano metodę 5-punktową. Ocenie poddano: barwę na przekroju, zapach, konsystencję, słoność i smak. Ogólną pożądalność wyliczono, stosując współczynniki ważkości (dla oceny przekroju:  $\times 0,3$ , dla oceny doustnej:  $\times 0,7$ ). Ocenę przeprowadził zespół 16-osobowy, poddany wcześniejszemu szkoleniu w zakresie prowadzonej oceny.

W drugim etapie badań zastosowano metodę skalowania, wykorzystując nieustrukturyowaną skalę graficzną z odpowiednimi oznaczeniami brzegowymi, w której skalę stanowił odcinek o długości 10 cm. Uzyskane wyniki zastąpiono wartościami liczbowymi wyrażonymi w jednostkach umownych (punkty). Ocenę jakości sensorycznej przeprowadził 20-osobowy zespół, określając barwę, zapach, konsystencję, smak oraz ogólną pożądalność. Kartę oceny sensorycznej wędlin przedstawiono na rysunku 1.

### 3.3. Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki badań poddano analizie statystycznej, wykorzystując program STATISTICA 13.1 oraz Excel 2007.

Wyniki prezentowane w pracy są średnią arytmetyczną z dwóch serii doświadczalnych i trzech powtórzeń. Porównania wartości średnich badanych cech dokonano z wykorzystaniem analizy wariancji dla układów czynnikowych, a różnice międzygrupowe oceniano testem Tukeya. Wnioskowanie statystyczne przeprowadzono na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

Badanie współzależności między zmiennymi wykonano, stosując analizę regresji liniowej  $y = Ax + B$ , gdzie:  $y$  – zmienna zależna (wartość badanego parametru),  $x$  – zmienna niezależna (rodzaj próby, czas przechowywania),  $A$  – współczynnik przy zmiennej niezależnej (tg kąta nachylenia krzywej),  $B$  – wyraz wolny. Analiza statystyczna zmian współczynnika kąta nachylenia regresji (wsp.  $A/24$  h) pozwoliła na określenie dynamiki zachodzących zmian.

Ponadto wykorzystano metodę analizy składowych głównych (PCA).

## 4. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

### 4.1. Tłuszcz roślinny w produkcji wędliny podrobowej typu pasztetowa jako składnik wpływający na jakość

#### 4.1.1. Wprowadzenie

Wędliny podrobowe są spożywane na całym świecie i cieszą się popularnością wśród sporej grupy konsumentów. Produkowane są z różnych rodzajów mięsa i tłuszczu. Zazwyczaj zawierają duże ilości tłuszczu zwierzęcego, który składa się głównie z nasyconych kwasów tłuszczowych. Z uwagi na wysoką zawartość tłuszczu i cholesterolu dietetycy odradzają nadmierne spożywanie wędlin podrobowych, chociaż produkty te mogą być traktowane jako wartościowe źródło witaminy A i żelaza (Terrasa i in., 2016). Obecnie istnieje tendencja do poprawy wartości odżywczej produktów mięsnych o wysokiej zawartości tłuszczu przez zmniejszenie jego ilości lub zastąpienie tłuszczu zwierzęcego olejami zawierającymi w większości kwasy tłuszczowe nienasycone. Takie postępowanie może prowadzić do niepożądanych zmian technologicznych i sensorycznych w produkcie mięsnym (Choi i in., 2013; Delgado-Pando i in., 2011; Domínguez i in., 2017). Surowce tłuszczowe mają ogromne znaczenie funkcjonalne, m.in. kształtują teksturę, soczystość oraz są nośnikami smakowości. Dlatego zmniejszenie zawartości tłuszczu w produkcie mięsnym może mieć negatywny wpływ na jego smakowość, soczystość i teksturę (Jiménez-Colmenero i in., 2001; Jiménez-Colmenero, 2007). Alternatywną metodą dla zmniejszenia zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych jest wycofanie części surowca tłuszczowego z receptury i zastąpienie go olejami roślinnymi, które zawierają mniej nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), a są bogatsze w jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA) oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) (Muguerza i in., 2004).

#### 4.1.2. Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych w wybranych olejach jadalnych

Tłuszcze roślinne różnią się między sobą składem kwasów tłuszczowych oraz zawartością związków chemicznych o funkcji przeciwutleniaczy. W praktyce można wykorzystać wiele olejów o różnym składzie chemicznym, np. w celu wzbogacenia produktów w nienasycone kwasy tłuszczowe. Największą zawartością kwasu oleinowego C18:1 cechują się oliwa z oliwek i olej rzepakowy. Natomiast oleje: sojowy, kukurydziany czy słonecznikowy zawierają 55,07–65,90% kwasu linolowego C18:2, który jest bardziej podatny na utlenianie niż jednonienasycony kwas oleinowy (Cichosz i Czczot, 2011).

W pracy do badań wybrano oleje roślinne o zróżnicowanym składzie chemicznym. Wybrano olej kukurydziany, lniany, rzepakowy, słonecznikowy i sojowy. Wyniki dotyczące zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych wybranych olejów

**Tabela 1.** Skład oraz wzajemne proporcje poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w badanych tłuszczach jadalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd  
**Table 1.** The composition and proportions of individual groups of fatty acids in edible fats  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Skład kwasów tłuszczowych w poszczególnych rodzajach tłuszczów jadalnych (%) Composition of fatty acids in particular types of edible fats (%)							
	tłuszcz zwierzęcy animal fat	olej kukurydziany corn oil	olej lniany linseed oil	olej rzepakowy rapeseed oil	olej słonecznikowy sunflower oil	olej sojowy soybean oil		
C12:0	0,12 $\pm$ 0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C14:0	1,80 $\pm$ 0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C16:0	25,89 <sup>f</sup> $\pm$ 0,08	12,50 <sup>e</sup> $\pm$ 0,02	5,82 <sup>c</sup> $\pm$ 0,07	4,44 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	6,34 <sup>d</sup> $\pm$ 0,04	0,22 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,09 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	0,09 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00
C16:1	2,73 <sup>c</sup> $\pm$ 0,04	0,00	0,17 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,20 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,07 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	0,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,09 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	0,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00
C17:0	0,00	0,05 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	0,00	0,00	0,00	0,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00
C18:0	13,98 <sup>f</sup> $\pm$ 0,06	2,90 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	3,83 <sup>e</sup> $\pm$ 0,05	1,58 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02	3,35 <sup>c</sup> $\pm$ 0,05	3,53 <sup>d</sup> $\pm$ 0,03	3,53 <sup>d</sup> $\pm$ 0,03	3,53 <sup>d</sup> $\pm$ 0,03
C18:1	45,91 <sup>e</sup> $\pm$ 0,09	26,90 <sup>d</sup> $\pm$ 0,14	21,66 <sup>a</sup> $\pm$ 0,23	61,95 $\pm$ 0,12	24,23 <sup>c</sup> $\pm$ 0,13	23,54 <sup>b</sup> $\pm$ 0,17	23,54 <sup>b</sup> $\pm$ 0,17	23,54 <sup>b</sup> $\pm$ 0,17
C18:2	7,63 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	55,65 <sup>d</sup> $\pm$ 1,05	16,12 <sup>b</sup> $\pm$ 0,15	19,26 <sup>c</sup> $\pm$ 0,01	63,71 <sup>f</sup> $\pm$ 0,15	56,74 <sup>e</sup> $\pm$ 0,09	56,74 <sup>e</sup> $\pm$ 0,09	56,74 <sup>e</sup> $\pm$ 0,09
C18:3	1,61 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	1,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01	51,78 <sup>e</sup> $\pm$ 1,11	11,30 <sup>d</sup> $\pm$ 0,00	0,33 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	4,05 <sup>c</sup> $\pm$ 0,07	4,05 <sup>c</sup> $\pm$ 0,07	4,05 <sup>c</sup> $\pm$ 0,07
C20:0	0,19 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,25 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,25 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,55 <sup>d</sup> $\pm$ 0,06	0,21 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	0,40 <sup>c</sup> $\pm$ 0,00	0,40 <sup>c</sup> $\pm$ 0,00	0,40 <sup>c</sup> $\pm$ 0,00
C20:1	0,00	0,00	0,33 <sup>d</sup> $\pm$ 0,01	0,21 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	0,16 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	0,24 <sup>c</sup> $\pm$ 0,00	0,24 <sup>c</sup> $\pm$ 0,00	0,24 <sup>c</sup> $\pm$ 0,00
C22:0	0,00	0,00	0,00	0,32 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,81 <sup>c</sup> $\pm$ 0,01	0,45 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01	0,45 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01	0,45 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01
C22:1	0,17 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,00	0,00	0,21 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C24:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15 $\pm$ 0,00	0,15 $\pm$ 0,00	0,15 $\pm$ 0,00
$\Sigma$ SFA	41,96 <sup>e</sup> $\pm$ 11,36	15,70 <sup>d</sup> $\pm$ 4,98	9,90 <sup>b</sup> $\pm$ 2,54	6,88 <sup>a</sup> $\pm$ 1,71	10,70 <sup>c</sup> $\pm$ 2,57	15,25 <sup>d</sup> $\pm$ 4,17	15,25 <sup>d</sup> $\pm$ 4,17	15,25 <sup>d</sup> $\pm$ 4,17
$\Sigma$ MUFA	48,81 <sup>e</sup> $\pm$ 25,70	26,90 <sup>d</sup> $\pm$ 13,45	22,16 <sup>a</sup> $\pm$ 10,75	62,56 <sup>f</sup> $\pm$ 30,87	24,46 <sup>c</sup> $\pm$ 12,07	23,87 <sup>b</sup> $\pm$ 11,26	23,87 <sup>b</sup> $\pm$ 11,26	23,87 <sup>b</sup> $\pm$ 11,26
$\Sigma$ PUFA	9,24 <sup>a</sup> $\pm$ 4,26	56,75 <sup>c</sup> $\pm$ 38,57	67,90 <sup>f</sup> $\pm$ 25,21	30,56 <sup>b</sup> $\pm$ 5,62	63,84 <sup>e</sup> $\pm$ 44,81	60,78 <sup>d</sup> $\pm$ 37,25	60,78 <sup>d</sup> $\pm$ 37,25	60,78 <sup>d</sup> $\pm$ 37,25
PUFA/SFA	0,22	3,61	6,86	4,44	5,97	3,99	3,99	3,99
n-6/n-3	4,75:1	50,59:1	0,31:1	1,70:1	190,86:1	14,03:1	14,03:1	14,03:1

a, b ... – różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na rodzaj próby ( $p \leq 0,05$ ).

$\bar{x}$  – wartość średnia,  $n$  – liczba powtórzeń, sd – odchylenie standardowe.

$\Sigma$ SFA – suma kwasów tłuszczowych nasyconych.  $\Sigma$ MUFA – suma kwasów tłuszczowych jednonienasyconych.  $\Sigma$ PUFA – suma kwasów tłuszczowych wielonienasyconych.

n-6/n-3 proporcja kwasów PUFA n-6 do PUFA n-3.

a, b ... – different letters in rows refer to statistically significant differences between the types of samples ( $p \leq 0,05$ ).

$\bar{x}$  – mean value,  $n$  – number of replications, sd – standard deviation.

$\Sigma$ SFA – total saturated fatty acids.  $\Sigma$ MUFA – total monounsaturated fatty acids.  $\Sigma$ PUFA – total polyunsaturated fatty acids.

n-6/n-3 – PUFA n-6/PUFA n-3 ratio.



jadalnych oraz tłuszczu zwierzęcego (tzw. tłuszcz drobny) przedstawiono w tabeli 1. Różniły się one składem kwasów tłuszczowych, jak również ilością kwasów tłuszczowych nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych. Najwyższą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych oznaczono w tłuszczu zwierzęcym. Były to kwasy: palmitynowy (C16:0), stearynowy (C18:0) oraz laurynowy (C12:0) i mirystynowy (C14:0), których obecności nie stwierdzono w badanych olejach roślinnych. Wśród tłuszczów roślinnych najwyższą zawartością kwasów nasyconych charakteryzował się olej kukurydziany i sojowy. Najwięcej jednonienasyconych kwasów tłuszczowych zawierał olej rzepakowy, w tym 61,95% kwasu oleinowego, natomiast pozostałe badane oleje zawierały ponad dwukrotnie mniej tego kwasu. Najbogatszym źródłem kwasu linolowego (C18:2) był olej słonecznikowy (63,71%) oraz sojowy (56,74%) i kukurydziany (55,65%). Głównym przedstawicielem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, zawierających podwójne wiązanie w pozycji n:3 jest kwas  $\alpha$ -linolenowy (C18:3). Wśród badanych olejów największą jego ilość stwierdzono w oleju lnianym (51,78%). Wysoka zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w olejach, zwłaszcza cennego z żywieniowego punktu widzenia kwasu linolenowego powoduje, że produkty te są mało odporne na działanie czynników zewnętrznych, takich jak tlen, światło czy podwyższona temperatura (Balas, 2005; Daniewski i in., 2003).

Nasycone kwasy tłuszczowe są przede wszystkim źródłem energii dla organizmu. Jednak spożywane w większych ilościach podnoszą poziom miazdżycowych lipoprotein we krwi i zwiększają jej krzepliwość (Lorenzo i in., 2014; Mińkowski i in., 2011). Dlatego w zdrowym żywieniu ich spożycie powinno być ograniczone. Spośród badanych olejów rzepakowy charakteryzował się najniższą zawartością  $\Sigma$ SFA (6,88%), natomiast najwięcej tych kwasów stwierdzono w oleju kukurydzianym (15,70%) i sojowym (15,25%). Zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w badanych olejach była wysoka w porównaniu do kwasów nasyconych. Olej rzepakowy charakteryzował się najniższą ilością  $\Sigma$ PUFA (30,56%) oraz najwyższą  $\Sigma$ MUFA (62,56%). Największy udział kwasów wielonienasyconych w całkowitej puli kwasów tłuszczowych stwierdzono w oleju lnianym (67,90%), słonecznikowym (63,84%), nieco niższe w sojowym (60,78%) i kukurydzianym (56,75%).

Proporcje PUFA/SFA w badanych olejach jadalnych kształtowały się na podobnym poziomie. Natomiast bardzo niska wartość PUFA/SFA w tłuszczu zwierzęcym (0,22) świadczy o dominacji kwasów nasyconych.

Specjaliści z dziedziny żywienia człowieka zalecają, aby wzajemna proporcja kwasów z rodziny n-6 do n-3 w diecie wynosiła od 4 : 1 do 6 : 1 (Makała, 2016; Mińkowski i in., 2011; Valencia i in., 2006). Jednak można też znaleźć informacje, że proporcja ta powinna wynosić poniżej 4 : 1, a nawet 1 : 1 (Domínguez i in., 2017; Jiménez-Colmenero, 2007; Makała, 2016). Najbardziej zbliżoną do zaleceń żywieniowych proporcję obu rodzin kwasów stwierdzono w tłuszczu zwierzęcym (4,75 : 1). Wśród badanych olejów do sugerowanej proporcji kwasów n-6 do n-3 najbardziej zbliżoną wartością charakteryzował się olej rzepakowy (1,7 : 1). W olejach słonecznikowym i kukurydzianym zdecydowanie dominowały kwasy tłuszczowe z rodziny n-6.

#### 4.1.3. Charakterystyka składu chemicznego wędlin doświadczalnych

Kolejny etap badań polegał na przygotowaniu modelowego wyrobu mięsnego (wędlina podrobowa typu pasztetowa) i poddaniu ocenie wpływu wymiany tłuszczu na wybrane parametry jakości wędliny. Przygotowano warianty produktu, w których 20% i 30% tłuszczu zwierzęcego drobnego wymieniono olejami roślinnymi. Badania chemiczne i sensoryczne wykonano bezpośrednio po produkcji (1 dzień) oraz w 5, 8, 12 i 15 dniu przechowywania w temperaturze 4°C. Czas przechowywania 15 dni był zgodny z czasem trwałości tego wyrobu (w osłonkach półprzepuszczalnych kolagenowych) zalecanym przez producentów, np. Zakład Mięсны Kliniczny, Masarnia Władysławowo Sp. J., Zakład Przetwórstwa Mięsnego Gaik czy Masarnia Krzys sp. z o.o. sp.k.

W pierwszym dniu badań oznaczono podstawowy skład chemiczny wędlin doświadczalnych, tzn. zawartość białka, tłuszczu i wody. Wytyczne Polskiej Normy PN-A-82007:1996/Az1:1998, (1998) określają, że zawartość tłuszczu w wędlinach podrobowych nie powinna przekroczyć 60%, natomiast zawartość wody i białka nie jest normalizowana w tych wyrobach. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że średnia zawartość tłuszczu w wyprodukowanych wędlinach wyniosła 37–39%, co odpowiadało wymaganiom normatywnym w tym zakresie.

Na podstawie wyników oznaczenia zawartości kwasów tłuszczowych w badanych wędlinach podrobowych stwierdzono, że najwyższą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych charakteryzowała się próba kontrolna (tab. 2). Wymiana tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem w ilości 20% i 30% spowodowała obniżenie zawartości tych kwasów w wędlinach. Najwięcej, bo mniej więcej o 13% obniżono zawartość SFA w próbach z olejem lnianym.

Spośród nienasyconych kwasów tłuszczowych MUFA wykazują bardziej korzystne działanie, ponieważ w przeciwieństwie do PUFA nie zmniejszają stężenia lipoprotein o dużej gęstości (HDL) we krwi, które chronią przed chorobą niedokrwienną serca (chorobą wieńcową) (Kris-Etherton i in., 2009; Łoźna i in., 2012; Wolańska i Kłosiewicz-Latoszek, 2012). Na podstawie wyników zestawionych w tabeli 2 można stwierdzić, że próby z 20% i 30% wymianą tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym cechowały się największą MUFA, przy mniejszej zawartości PUFA. Ma to związek z około 10% wzrostem udziału kwasu oleinowego w tych próbach. Kwas oleinowy jest związkiem korzystnie wpływającym na układ sercowo-naczyniowy i gospodarkę lipidową organizmu. W aspekcie profilaktyki chorób układu krążenia zaleca się zwiększenie jego udziału w diecie kosztem kwasów nasyconych (Gertig i Przysławski, 1994).

Do rodziny wielonienasyconych kwasów tłuszczowych należą: reprezentujący rodzinę n-6 kwas linolowy LA (C18:2) oraz reprezentujący rodzinę n-3  $\alpha$ -linolenowy ALA (C18:3). Źródłem kwasu linolowego jest olej słonecznikowy, kukurydziany lub sojowy, natomiast kwasu  $\alpha$ -linolenowego ryby, orzechy włoskie oraz olej lniany i rzepakowy. Wyniki badań wskazują, że zastąpienie nasyconych kwasów tłuszczowych przez wielonienasycone kwasy tłuszczowe n-6 zmniejsza częstość występowania chorób układu sercowo-naczyniowego w społeczeństwie (Dutkowska i Rachoń, 2015; Dybkowska, 2015). Wędliny doświadczalne charakteryzowały się niską zawartością kwasu ALA. Jednak spośród nich na uwagę zasługują próby,

**Tabela 2.** Udział i wzajemne proporcje poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd  
**Table 2.** The composition and proportions of individual groups of fatty acids in the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Próba kontrolna Control sample	Stopień substytucji tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Degree of fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
$\Sigma$ SFA	39,78 <sup>h</sup> $\pm$ 10,36	38,55 <sup>g</sup> $\pm$ 9,98	36,13 <sup>d</sup> $\pm$ 9,21	34,95 <sup>c</sup> $\pm$ 9,01	34,10 <sup>a</sup> $\pm$ 8,83	36,53 <sup>e</sup> $\pm$ 9,36	36,51 <sup>e</sup> $\pm$ 9,51	38,77 <sup>g</sup> $\pm$ 9,86	34,42 <sup>b</sup> $\pm$ 8,60	37,83 <sup>f</sup> $\pm$ 9,66	37,83 <sup>f</sup> $\pm$ 9,66	35,05 <sup>c</sup> $\pm$ 8,82	
$\Sigma$ MUFA	47,69 <sup>g</sup> $\pm$ 18,86	45,59 <sup>d</sup> $\pm$ 18,01	43,99 <sup>c</sup> $\pm$ 17,63	43,47 <sup>b</sup> $\pm$ 17,38	41,40 <sup>a</sup> $\pm$ 16,07	51,74 <sup>h</sup> $\pm$ 20,86	52,62 <sup>i</sup> $\pm$ 21,04	46,66 <sup>f</sup> $\pm$ 18,36	46,00 <sup>e</sup> $\pm$ 18,41	46,83 <sup>f</sup> $\pm$ 18,52	46,83 <sup>f</sup> $\pm$ 18,52	45,88 <sup>e</sup> $\pm$ 18,48	
$\Sigma$ PUFA	12,48 <sup>b</sup> $\pm$ 5,14	15,87 <sup>e</sup> $\pm$ 7,83	19,89 <sup>h</sup> $\pm$ 9,84	21,57 <sup>i</sup> $\pm$ 6,16	22,86 <sup>j</sup> $\pm$ 6,56	10,02 <sup>a</sup> $\pm$ 3,46	10,08 <sup>a</sup> $\pm$ 3,50	14,61 <sup>c</sup> $\pm$ 7,17	19,63 <sup>g</sup> $\pm$ 9,65	15,27 <sup>d</sup> $\pm$ 6,88	15,27 <sup>d</sup> $\pm$ 6,88	19,10 <sup>f</sup> $\pm$ 8,79	
PUFA/SFA	0,32	0,41	0,55	0,62	0,67	0,27	0,28	0,38	0,57	0,40	0,40	0,54	

Objaśnienia jak w tabeli 1.  
 Explanations as for Table 1.

**Tabela 3.** Skład kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 i n-3 w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd  
**Table 3.** The compositions of n-3 and n-6 fatty acids in the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Próba kontrolna Control sample	Stopień substytucji tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Degree of fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
C18:2	10,80 <sup>c</sup> $\pm$ 0,87	15,71 <sup>f</sup> $\pm$ 0,94	19,73 <sup>i</sup> $\pm$ 1,02	10,49 <sup>b</sup> $\pm$ 1,09	10,80 <sup>c</sup> $\pm$ 0,76	7,62 <sup>a</sup> $\pm$ 0,07	7,70 <sup>a</sup> $\pm$ 0,67	14,40 <sup>e</sup> $\pm$ 0,59	19,38 <sup>h</sup> $\pm$ 1,01	14,11 <sup>d</sup> $\pm$ 0,82	14,11 <sup>d</sup> $\pm$ 0,82	17,93 <sup>g</sup> $\pm$ 0,46	
C18:3	1,16 <sup>c</sup> $\pm$ 0,02	0,16 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	0,16 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	10,96 <sup>e</sup> $\pm$ 0,97	11,96 <sup>f</sup> $\pm$ 0,65	1,66 <sup>d</sup> $\pm$ 0,45	1,63 <sup>d</sup> $\pm$ 0,23	0,21 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	0,25 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	1,16 <sup>c</sup> $\pm$ 0,04	1,16 <sup>c</sup> $\pm$ 0,04	1,17 <sup>c</sup> $\pm$ 0,07	
n6/n3	9,31:1	98,19:1	123,31:1	0,96:1	0,90:1	4,59:1	4,72:1	68,57:1	77,52:1	12,16:1	12,16:1	15,32:1	

Objaśnienia jak w tabeli 1.  
 Explanations as for Table 1.

w których jako częściowy zamiennik tłuszczu zwierzęcego zastosowano olej rzepakowy, gdzie zawartość tego kwasu była średnio 8 razy wyższa niż w próbach z olejem kukurydzianym czy słonecznikowym (tab. 3). Natomiast wędliny z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem lnianym zawierały 9 razy więcej ALA niż próby z olejem rzepakowym. Należy również zwrócić uwagę na wyniki analizy proporcji kwasów z rodziny n-6 do n-3. Najbardziej zbliżoną do zaleceń żywieniowych wartością (Mińkowski i in., 2011; Sobiś i in., 2015; Valencia i in., 2006) cechowały się próby z wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym. Proporcja kwasów tłuszczowych n-6/n-3 w tych próbach wyniosła od 4,6 : 1 do 4,7 : 1. Zbyt duża różnica między tymi kwasami w diecie może zakłócić równowagę w ilości syntetyzowanych, często antagonistycznie działających ikozanoidów, co sprzyja patogenezie wielu chorób, w tym chorób sercowo-naczyniowych, nowotworów oraz chorób zapalnych i autoimmunologicznych (Huerta-Yépez i in., 2016; Mińkowski i in., 2011; Simopoulos, 2002). Niekorzystne proporcje kwasów z rodziny n-6 do n-3 zaobserwowano w próbach, w których tłuszcz drobny zwierzęcy wymieniono olejem kukurydzianym, słonecznikowym i sojowym (tab. 3). Największą proporcję tych kwasów stwierdzono w próbach z wymianą tłuszczu olejem kukurydzianym; w przypadku 30-procentowej substytucji proporcja ta wynosiła aż 123 : 1. Natomiast w próbach z 20% i 30% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem słonecznikowym proporcja ta wynosiła odpowiednio 68 : 1 oraz 77 : 1. Wyniki te są trzykrotnie wyższe od uzyskanych w badaniach przeprowadzonych przez Rodríguez-Carpena i in. (2012). Wykazali oni, że proporcja kwasów n-6 do n-3 w kotletach mielonych wyprodukowanych z 50% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem słonecznikowym wyniosła 20 : 1. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono prawie 2-krotny wzrost  $\Sigma$ PUFA w całkowitej puli kwasów tłuszczowych w próbach z substytucją tłuszczu drobnego zwierzęcego olejem lnianym w porównaniu do próby kontrolnej. Udział kwasu  $\alpha$ -linolenowego w tej próbie wzrósł 10-krotnie. Po 15 dniach przechowywania proporcja kwasów tłuszczowych n-6/n-3 w wędlinach doświadczalnych nie uległa zmianie. Ponadto najbardziej korzystny stosunek kwasów z rodziny n-6/n-3 (4,72 : 1) zaobserwowano w przypadku wędlin doświadczalnych, w których 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego wymieniono olejem rzepakowym.

#### **4.1.4. Oznaczenie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu w wędlinach doświadczalnych**

Zmiany zachodzące we frakcji tłuszczowej można oceniać przez zmianę zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych lub ocenę zawartości produktów ich utleniania. Ta druga metoda jest bardziej przydatna do oceny wpływu tych zmian na wartość odżywczą produktów spożywczych.

Zmiany oksydacyjne lipidów w badanych produktach oceniano przez monitorowanie zmian zawartości pierwotnych (liczba nadtlenkowa – PV) i wtórnych produktów utleniania (TBARS) podczas przechowywania chłodniczego. Wędliny podrobowe są produktami o wysokiej niestabilności oksydacyjnej. Zawierają duże ilości tłuszczu (około 35%) i niehemowe żelazo (około 30 mg/1 g próby) (Estévez i Cava, 2004; Estévez i in., 2007), przy czym żelazo uważane jest za najważniejszy

prooksydant w produktach mięsnych. Ponadto rozdrabnianie/mieszanie składników podczas procesu produkcji zwiększa niestabilność oksydacyjną, powodując interakcje między wolnymi kwasami tłuszczowymi i tlenem w obecności katalizatorów, takich jak ciepło i metaloproteiny (Estévez i in., 2007; Ganhão i in., 2010; Kanner i in., 1991; Morrissey i in., 1998). Na podstawie analizy statystycznej ANOVA stwierdzono, że rodzaj próby (rodzaj i ilość wymienionego oleju) oraz czas przechowywania miały statystycznie istotny wpływ na zmiany wybranych wskaźników jakości oksydacyjnej tłuszczu wędlin doświadczalnych.

Wartość liczby nadtlenkowej w wędlinach doświadczalnych – wyprodukowanych z wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem kukurydzianym, lnianym, słonecznikowym i sojowym – statystycznie istotnie wzrastała przez cały okres przechowywania (tab. 4). Najwyższym przyrostem ilości nadtlenków przez cały okres badań charakteryzowała się próba z olejem lnianym, niezależnie od poziomu jego wymiany. Podobną zależność stwierdzono w wędlinach doświadczalnych, które charakteryzowały się wysoką zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Były to próby z substytucją tłuszczu zwierzęcego drobnym olejem kukurydzianym, słonecznikowym i sojowym.

Na podstawie uzyskanych współczynników regresji (tab. 4) stwierdzono, że największy stopień inhibicji powstawania nadtlenków cechował próbę kontrolną. Natomiast wśród wariantów, w których część tłuszczu zwierzęcego drobnego wymieniono olejem, zauważono, że wędliny z olejem rzepakowym charakteryzowały się mniejszą zawartością pierwotnych produktów utleniania w porównaniu do prób z olejem kukurydzianym, lnianym, słonecznikowym czy sojowym. Potwierdzeniem tych obserwacji jest uproszczony rysunek 2, na którym przedstawiono zmiany zawartości pierwotnych produktów utleniania w wędlinach doświadczalnych w granicznych terminach przechowywania, tj. w 1 i 15 dniu. Zaobserwowane wyniki potwierdzają tezę, że postęp procesów autooksydacji zależy od ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych, a zwłaszcza wielonienasyconych w produkcie. Szybkość tej reakcji rośnie wraz ze stopniem nienasycenia tłuszczów (Kumar i in., 2015; Mała, 2016). Spośród badanych wędlin istotnie niższą wartością liczby nadtlenkowej, w ciągu całego okresu przechowywania charakteryzowały się próby z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym. Najprawdopodobniej wynika to z najniższej ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tych próbach.

Zwartość TBARS należy do standardowych wskaźników oceny zmian oksydacyjnych zachodzących w tłuszczu. Wykrywany za pomocą tego testu aldehyd malonowy jest jednym z wtórnych produktów autooksydacji (Bilska i in., 2014; Wenjiao i in., 2014). Szybkość tych zmian uwarunkowana jest wieloma czynnikami, m.in. składem kwasów tłuszczowych, obecnością prooksydantów i przeciwutleniaczy oraz warunkami przechowywania (Bilska i in., 2018; Kahraman i in., 2015; Wenjiao i in., 2014). Wyniki średnie z uzyskanych badań zestawiono w tabeli 5. Pierwszego dnia badań najniższą zawartość TBARS stwierdzono w próbie z 30% substytucją tłuszczu olejem rzepakowym, a najwyższą w próbie kontrolnej (odpowiednio 1,16 mg MDA/1 kg próby i 1,99 mg MDA/1 kg próby). Podczas przechowywania w większości badanych prób zawartość TBARS statystycznie istotnie wzrastała. Podobne wyniki uzyskali Dzudie i in. (2004), badając pasztety z wołowiny. Natomiast Martin i in. (2008) podczas badań, w których oceniano pasztety z częściową substy-

**Tabela 4.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany wartości liczby nadtlenkowej (mEq O<sub>2</sub>/1 kg próby) w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,01, NIR B = 0,02)

**Table 4.** The influence of storage time on changes in the peroxide value (mEq O<sub>2</sub>/1 kg of sample) in experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,01, NIR B = 0,02)

Czas przechowywania (dni) Storage time (days)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	0,23 <sup>ca</sup> ±0,02	0,22 <sup>ca</sup> ±0,02	0,31 <sup>ba</sup> ±0,08	0,38 <sup>aA</sup> ±0,01	0,18 <sup>aA</sup> ±0,01	0,20 <sup>bA</sup> ±0,02	0,25 <sup>dA</sup> ±0,01	0,29 <sup>gA</sup> ±0,01	0,27 <sup>ea</sup> ±0,01	0,28 <sup>fA</sup> ±0,04	0,27 <sup>ea</sup> ±0,01	0,28 <sup>fA</sup> ±0,04	
5	0,34 <sup>ca</sup> ±0,02	0,27 <sup>ab</sup> ±0,01	0,44 <sup>dB</sup> ±0,04	0,61 <sup>eB</sup> ±0,02	0,26 <sup>aB</sup> ±0,03	0,26 <sup>aB</sup> ±0,03	0,33 <sup>cB</sup> ±0,02	0,34 <sup>cB</sup> ±0,01	0,30 <sup>bB</sup> ±0,03	0,31 <sup>bB</sup> ±0,02	0,30 <sup>bB</sup> ±0,03	0,31 <sup>bB</sup> ±0,02	
8	0,42 <sup>cC</sup> ±0,01	0,30 <sup>aC</sup> ±0,02	0,34 <sup>bC</sup> ±0,01	0,59 <sup>iB</sup> ±0,03	0,40 <sup>dC</sup> ±0,02	0,46 <sup>fC</sup> ±0,09	0,37 <sup>cC</sup> ±0,03	0,51 <sup>gC</sup> ±0,03	0,52 <sup>ghC</sup> ±0,04	0,50 <sup>gC</sup> ±0,02	0,52 <sup>ghC</sup> ±0,04	0,50 <sup>gC</sup> ±0,02	
12	0,42 <sup>cC</sup> ±0,04	0,48 <sup>dD</sup> ±0,04	0,72 <sup>gD</sup> ±0,04	0,73 <sup>gC</sup> ±0,04	0,48 <sup>cD</sup> ±0,01	0,59 <sup>eD</sup> ±0,02	0,45 <sup>bD</sup> ±0,02	0,60 <sup>fD</sup> ±0,02	0,58 <sup>eD</sup> ±0,02	0,55 <sup>dD</sup> ±0,04	0,58 <sup>eD</sup> ±0,02	0,55 <sup>dD</sup> ±0,04	
15	0,29 <sup>aB</sup> ±0,02	0,53 <sup>dE</sup> ±0,05	0,65 <sup>gE</sup> ±0,02	0,81 <sup>iD</sup> ±0,02	0,40 <sup>bC</sup> ±0,04	0,44 <sup>cC</sup> ±0,05	0,57 <sup>eE</sup> ±0,03	0,68 <sup>hE</sup> ±0,03	0,59 <sup>fD</sup> ±0,06	0,76 <sup>iE</sup> ±0,05	0,59 <sup>fD</sup> ±0,06	0,76 <sup>iE</sup> ±0,05	
Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h R <sup>2</sup>	6 0,17	23 0,93	34 0,97	28 0,92	19 0,76	23 0,67	22 0,97	30 0,97	27 0,87	34 0,92	27 0,87	34 0,92	

Objaśnienia:

$\bar{x}$  – wartość średnia,  $n$  – liczba powtórzeń,  $sd$  – odchylenie standardowe.

NIR A – najmniejsza istotna różnica dla rodzaju próby.

NIR B – najmniejsza istotna różnica dla czasu przechowywania.

a, b – różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na rodzaj próby ( $p \leq 0,05$ ).

A, B – różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu czas przechowywania ( $p \leq 0,05$ ).

Równanie regresji liniowej:  $y = Ax + B$  ( $y$  – zmienna zależna,  $x$  – zmienna niezależna,  $A$  – współczynnik przy zmiennej niezależnej, punkt przecięcia  $B$ ).  
Współczynnik  $A/24$  h – współczynnik kąta nachylenia;  $R^2$  – współczynnik determinacji ( $p \leq 0,05$ ).

Explanations:

$\bar{x}$  – mean value,  $n$  – number of replications,  $sd$  – standard deviation.

NIR A – the least significant difference for the type of sample.

NIR B – the least significant difference for storage time.

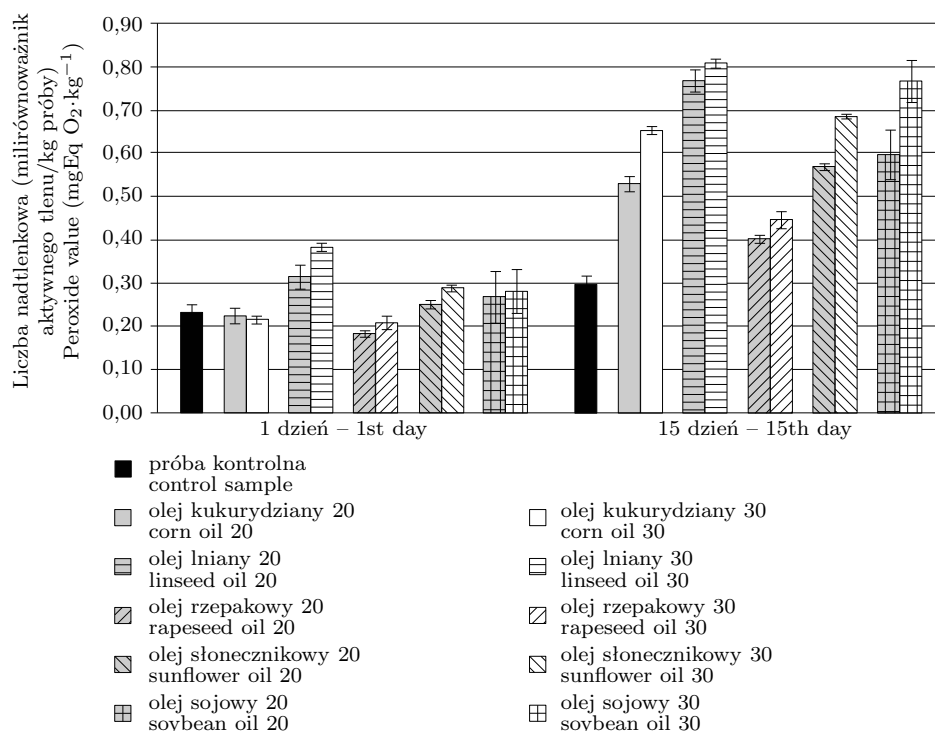
a, b – different letters in rows refer to statistically significant differences between the types of samples ( $p \leq 0.05$ ).

A, B – different letters in columns refer to statistically significant differences in storage time ( $p \leq 0.05$ ).

Linear regression equation:  $y = Ax + B$  ( $y$  – dependent variable,  $x$  – independent variable,  $A$  – independent variable coefficient per slope of the line,  $B$  – intercept).

Coefficient  $A/24$  h – change in coefficient  $A$  during 24 h-storage.

$R^2$  – coefficient of determination ( $p \leq 0.05$ ).



**Rys. 2.** Zawartości pierwotnych produktów utleniania w wędlinach doświadczalnych, w 1 i 15 dniu po produkcji

**Fig. 2.** The content of primary oxidation products in the experimental sausages, on the 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> day after production

tucją tłuszczu zwierzęcego oliwą z oliwek lub/i skoniugowanego kwasu linolowego, stwierdzili, że wartość wskaźnika TBARS nie zmieniała się w czasie 70 dni przechowywania, najprawdopodobniej ze względu na dodatek azotynu sodu. Przez cały okres przechowywania najwyższą wartością TBARS cechowała się próba z olejem lnianym. Dynamika przyrostu wtórnych produktów utleniania lipidów w próbach z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem kukurydzianym rzepakowym, słonecznikowym i sojowym była niższa w porównaniu do próby kontrolnej. Natomiast najmniejszą dynamikę zmian wskaźnika TBARS w czasie przechowywania stwierdzono dla prób z 20% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym.

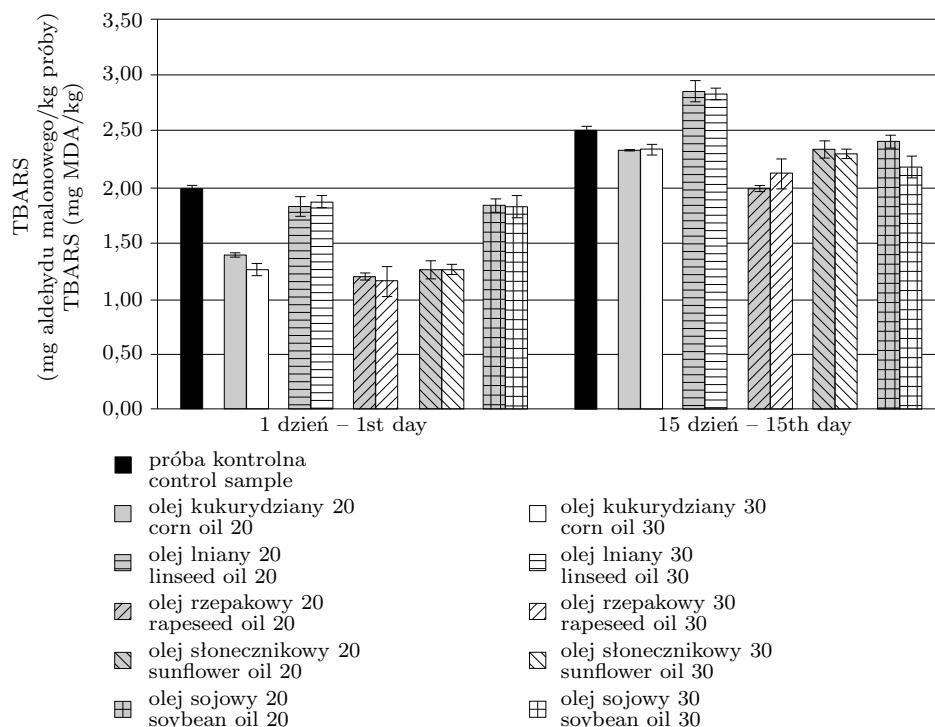
Analiza wartości współczynników regresji wykazała, że próba z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem sojowym w ilości 30% cechowała się najlepszą stabilnością oksydacyjną wśród badanych wędlin doświadczalnych. Wartości współczynników kierunkowych dla wędlin z olejami: kukurydzianym, lnianym i słonecznikowym były nieznacznie wyższe do prób z olejem rzepakowym. Na uproszczonym rysunku 3 przedstawiono zawartość wtórnych produktów utleniania w 1 i 15 dniu po produkcji w wędlinach doświadczalnych. Zauważono, że wartości wskaźnika TBARS w badanych wędlinach, w których tłuszcz zwierzęcy zastąpiono olejem kukurydzianym, lnianym, słonecznikowym i sojowym, były niższe lub zbliżone do wartości stwierdzonych dla próby kontrolnej niezależnie od poziomu wymiany.



**Tabela 5.** Wpływ czasu przechowywania na zmianę zawartości wtórnych produktów rozkładu tłuszczów testem TBARS (mg aldehydu malonowego/1 kg próby) w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,03, NIR B = 0,05)  
**Table 5.** The influence of storage time on changes in secondary fat degradation products in the experimental sausages measured with the TBARS test (mg MDA/1·kg of sample)  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,03, NIR B = 0,05)

Czas przechowywania (dni) Storage time (days)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	1,99 <sup>aA</sup> $\pm 0,03$	1,40 <sup>dA</sup> $\pm 0,01$	1,27 <sup>cA</sup> $\pm 0,05$	1,83 <sup>aA</sup> $\pm 0,09$	1,87 <sup>1A</sup> $\pm 0,05$	1,20 <sup>bA</sup> $\pm 0,03$	1,16 <sup>aA</sup> $\pm 0,13$	1,27 <sup>cA</sup> $\pm 0,08$	1,27 <sup>cA</sup> $\pm 0,04$	1,84 <sup>a1A</sup> $\pm 0,06$	1,83 <sup>eA</sup> $\pm 0,10$		
5	2,13 <sup>B</sup> $\pm 0,06$	1,56 <sup>eB</sup> $\pm 0,04$	1,54 <sup>deB</sup> $\pm 0,18$	1,95 <sup>gB</sup> $\pm 0,11$	2,00 <sup>hB</sup> $\pm 0,09$	1,51 <sup>cdB</sup> $\pm 0,02$	1,49 <sup>eB</sup> $\pm 0,05$	1,31 <sup>aA</sup> $\pm 0,05$	1,35 <sup>bB</sup> $\pm 0,04$	1,77 <sup>fB</sup> $\pm 0,05$	1,77 <sup>fB</sup> $\pm 0,04$		
8	2,51 <sup>gC</sup> $\pm 0,10$	2,21 <sup>dC</sup> $\pm 0,05$	2,17 <sup>cC</sup> $\pm 0,04$	2,74 <sup>bC</sup> $\pm 0,15$	2,46 <sup>fC</sup> $\pm 0,07$	1,92 <sup>aC</sup> $\pm 0,02$	1,95 <sup>aC</sup> $\pm 0,04$	2,14 <sup>eB</sup> $\pm 0,07$	2,02 <sup>bC</sup> $\pm 0,08$	2,31 <sup>eC</sup> $\pm 0,03$	2,17 <sup>cC</sup> $\pm 0,06$		
12	2,66 <sup>fD</sup> $\pm 0,03$	2,38 <sup>eD</sup> $\pm 0,05$	2,34 <sup>dD</sup> $\pm 0,03$	2,89 <sup>hD</sup> $\pm 0,06$	2,76 <sup>gD</sup> $\pm 0,08$	2,02 <sup>aD</sup> $\pm 0,05$	2,28 <sup>eD</sup> $\pm 0,06$	2,33 <sup>dC</sup> $\pm 0,09$	2,29 <sup>eD</sup> $\pm 0,02$	2,41 <sup>eD</sup> $\pm 0,18$	2,19 <sup>bC</sup> $\pm 0,07$		
15	2,52 <sup>fC</sup> $\pm 0,067$	2,33 <sup>dD</sup> $\pm 0,03$	2,33 <sup>dD</sup> $\pm 0,04$	2,86 <sup>gD</sup> $\pm 0,06$	2,84 <sup>gE</sup> $\pm 0,05$	1,99 <sup>aD</sup> $\pm 0,09$	2,12 <sup>bE</sup> $\pm 0,04$	2,33 <sup>dC</sup> $\pm 0,17$	2,30 <sup>dD</sup> $\pm 0,01$	2,41 <sup>eD</sup> $\pm 0,02$	2,18 <sup>eC</sup> $\pm 0,07$		
Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h R <sup>2</sup>	45 0,78	76 0,84	83 0,88	86 0,83	77 0,95	60 0,85	78 0,87	89 0,83	85 0,88	50 0,77	32 0,70		

Objaśnienia jak w tabeli 4.  
Explanations as in Table 4.



**Rys. 3.** Zawartość wtórnych produktów utleniania w 1 i 15 dniu po produkcji w wędlinach doświadczalnych

**Fig. 3.** The content of secondary oxidation products in the experimental sausages, on the 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> day after production

Przeprowadzone badania wykazały, że wprowadzenie do wędliny podrobowej typu pasztetowa 20% oleju rzepakowego nie pogarszało stabilności oksydacyjnej tłuszczów pomimo większej zawartości bardziej podatnych na utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Zaobserwowano ponadto, że wpływał on na jej poprawę w porównaniu do prób z olejami lnianym, sojowym czy słonecznikowym czy do próby kontrolnej.

#### 4.1.5. Sensoryczna ocena jakości wędlin doświadczalnych

W kolejnym etapie badań ocenie poddano wpływ rodzaju i stopnia zastąpienia tłuszczu zwierzęcego drobnymi tłuszczami roślinnymi na jakość sensoryczną wyprodukowanych wędlin podrobowych typu pasztetowa. Wyprodukowane wędliny zostały poddane ocenie sensorycznej metodą 5-punktową. Oceniano barwę przekroju, zapach, konsystencję, słoność oraz smak. Wyliczono również ogólną pożądalność przy uwzględnieniu współczynników ważkości.

Badania sensoryczne umożliwiają poznanie zachowań i preferencji konsumentów, które są decydującym czynnikiem wyboru oraz akceptacji żywności. Ponadto

informacje uzyskane podczas badań sensorycznych są cenną wskazówką przy opracowywaniu i wprowadzaniu nowych produktów na rynek (Baryłko-Pikielna i Kostyra, 2004; Baryłko-Pikielna i in., 1996). Można też uzyskać informacje czy modyfikacja produktu wpłynie na poprawę jego jakości i ogólnej akceptacji (Baryłko-Pikielna i Kostyra, 2004). Trwałość sensoryczna produktów zależy od stanu i rodzaju surowców wykorzystanych do produkcji, procesu technologicznego, rodzaju zastosowanego opakowania oraz stanu mikrobiologicznego gotowego wyrobu. Powyższe zmiany są powodowane reakcjami fizyczno-chemicznymi i mikrobiologicznymi (Doulgeraki i in., 2012; Nychas i in., 2008), które zachodzą w produkcie, a ich tempo zależy między innymi od temperatury przechowywania.

Dla konsumenta najistotniejszymi wyróżnikami jakości gotowego produktu, które można ocenić bezpośrednio, są przede wszystkim barwa, zapach i smak. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono statystycznie istotny wpływ rodzaju próby (czyli rodzaju i ilości wymienionego oleju) oraz czasu przechowywania na zmiany ocenianych wyróżników jakości sensorycznej. Wyniki oceny badanych wyróżników jakości sensorycznej zestawiono w tabelach 6–11. Wykazano, że próby, w których 30% tłuszczu zwierzęcego zastąpiono olejem roślinnym, uzyskały istotnie niższe noty punktowe w ocenie badanych wyróżników jakości w porównaniu do wariantów z 20% substytucją. Największe różnice zaobserwowano w ocenie barwy na przekroju (tab. 6) i konsystencji wędlin (tab. 8). Próby z 30% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem charakteryzowały się jaśniejszą barwą i zbyt luźną konsystencją. Ponadto zauważono, że próby z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem kukurydzianym, lnianym i słonecznikowym, niezależnie od stopnia wymiany, charakteryzowały się podobną jakością sensoryczną pod względem zapachu i smaku. Natomiast najwyższą stabilnością badanych deskryptorów w czasie 15 dni przechowywania wykazała się próba z 20% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym.

Pośród badanych prób najbardziej pożądaną barwą na przekroju bezpośrednio po produkcji charakteryzowała się próba z 20% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym oraz próba kontrolna (tab. 6). Natomiast najniższe noty przez okres 15 dni przechowywania otrzymywały warianty z olejem sojowym. Największe zmiany barwy na przekroju pomiędzy 1 a 15 dniem przechowywania zaobserwowano w wariantach: kontrolnym i z 30% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem lnianym; różnica ta wyniosła 0,94 pkt.

Zapach jest wrażeniem odbieranym przez zmysł powonienia w obecności określonych substancji lotnych. W 1 i 5 dniu po produkcji najbardziej pożądanym zapachem charakteryzowała się próba kontrolna. Natomiast dłuższe przechowywanie wędlin doświadczalnych spowodowało obniżenie not punktowych (tab. 7). Próba z 20% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym charakteryzowała się najbardziej pożądanym zapachem podczas przechowywania.

Jedną z substancji dodatkowych stosowanych podczas produkcji wędlin jest chlorek sodu. Jego dodatek zwiększa zdolność wiązania wody przez białko i poprawia właściwości emulgujące oraz hamuje rozwój niektórych drobnoustrojów. Jest to substancja niezbędna do zaakceptowania smaku produktu mięsnego (Bilska, 2008; Jiménez-Colmenero i in., 2001; Krysztofiak i Uchman, 2008; Mąkała i Tyszkiewicz, 2009; Olmedilla-Alonso i in., 2013). Zawartość soli w produktach mięsnych

**Tabela 6.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany barwy na przekroju (pkt) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,12, NIR B = 0,08)  
**Table 6.** The influence of storage time on changes in the colour of the cross-section (pts) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,12, NIR B = 0,08)

Czas przechowywania (dni) Storage time (day)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	4,75 <sup>eE</sup> $\pm 0,37$	4,69 <sup>dD</sup> $\pm 0,40$	4,56 <sup>bccC</sup> $\pm 0,40$	4,63 <sup>cD</sup> $\pm 0,43$	4,75 <sup>cd</sup> $\pm 0,37$	4,41 <sup>abD</sup> $\pm 0,46$	4,69 <sup>dD</sup> $\pm 0,40$	4,63 <sup>cD</sup> $\pm 0,39$	4,47 <sup>bD</sup> $\pm 0,43$	4,31 <sup>aD</sup> $\pm 0,44$			
5	4,75 <sup>cD</sup> $\pm 0,32$	4,50 <sup>aC</sup> $\pm 0,45$	4,72 <sup>cD</sup> $\pm 0,32$	4,59 <sup>abD</sup> $\pm 0,33$	4,72 <sup>cd</sup> $\pm 0,32$	4,47 <sup>aD</sup> $\pm 0,39$	4,78 <sup>cE</sup> $\pm 0,26$	4,66 <sup>bcdD</sup> $\pm 0,44$	4,47 <sup>aD</sup> $\pm 0,39$	4,53 <sup>aE</sup> $\pm 0,43$			
8	4,38 <sup>cdC</sup> $\pm 0,50$	4,47 <sup>deC</sup> $\pm 0,39$	4,56 <sup>cC</sup> $\pm 0,40$	4,50 <sup>deC</sup> $\pm 0,41$	4,59 <sup>cC</sup> $\pm 0,33$	4,31 <sup>bcC</sup> $\pm 0,40$	4,53 <sup>cC</sup> $\pm 0,39$	4,38 <sup>cdC</sup> $\pm 0,53$	4,19 <sup>aC</sup> $\pm 0,40$	4,13 <sup>aC</sup> $\pm 0,39$			
12	4,06 <sup>bcb</sup> $\pm 0,40$	4,09 <sup>bcB</sup> $\pm 0,38$	4,16 <sup>cb</sup> $\pm 0,40$	4,16 <sup>cb</sup> $\pm 0,40$	4,13 <sup>cb</sup> $\pm 0,39$	4,06 <sup>bcB</sup> $\pm 0,36$	4,34 <sup>dB</sup> $\pm 0,30$	4,19 <sup>cb</sup> $\pm 0,36$	3,81 <sup>aB</sup> $\pm 0,36$	4,03 <sup>bB</sup> $\pm 0,34$			
15	3,81 <sup>bca</sup> $\pm 0,31$	3,88 <sup>cdA</sup> $\pm 0,39$	3,81 <sup>bca</sup> $\pm 0,36$	3,68 <sup>aA</sup> $\pm 0,36$	4,00 <sup>deA</sup> $\pm 0,26$	3,72 <sup>abA</sup> $\pm 0,41$	3,84 <sup>bca</sup> $\pm 0,40$	3,72 <sup>abA</sup> $\pm 0,41$	3,69 <sup>aA</sup> $\pm 0,40$	3,66 <sup>aA</sup> $\pm 0,40$			
Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h R <sup>2</sup>	-73	-58	-58	-65	-60	-31	-58	-54	-63	-50			
	0,93	0,91	0,75	0,84	0,90	0,73	0,80	0,74	0,92	0,73			

Objaśnienia jak w tabeli 4.  
 Explanations as in Table 4.

**Tabela 7.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany pożądalności zapachu (pkt) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,12, NIR B = 0,08)  
**Table 7.** The influence of storage time on changes in the desirability of the odour (pts) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0.12, NIR B = 0.08)

Czas przechowywania (dni) Storage time (days)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	4,69 <sup>d</sup> $\pm 0,40$	4,56 <sup>abC</sup> $\pm 0,44$	4,53 <sup>ad</sup> $\pm 0,39$	4,63 <sup>abcd</sup> $\pm 0,43$	4,53 <sup>aC</sup> $\pm 0,44$	4,66 <sup>bcC</sup> $\pm 0,40$	4,56 <sup>abC</sup> $\pm 0,40$	4,53 <sup>aC</sup> $\pm 0,43$	4,53 <sup>aC</sup> $\pm 0,34$	4,53 <sup>ad</sup> $\pm 0,43$	4,56 <sup>abC</sup> $\pm 0,48$		
5	4,88 <sup>eE</sup> $\pm 0,224$	4,78 <sup>bcD</sup> $\pm 0,32$	4,78 <sup>bceE</sup> $\pm 0,32$	4,69 <sup>aD</sup> $\pm 0,36$	4,66 <sup>abD</sup> $\pm 0,44$	4,78 <sup>bcD</sup> $\pm 0,36$	4,75 <sup>abD</sup> $\pm 0,32$	4,81 <sup>bcD</sup> $\pm 0,25$	4,75 <sup>abD</sup> $\pm 0,37$	4,63 <sup>aE</sup> $\pm 0,39$	4,66 <sup>abD</sup> $\pm 0,44$		
8	4,56 <sup>cC</sup> $\pm 0,48$	4,59 <sup>cC</sup> $\pm 0,42$	4,34 <sup>bC</sup> $\pm 0,40$	4,38 <sup>bC</sup> $\pm 0,34$	4,16 <sup>aB</sup> $\pm 0,35$	4,72 <sup>dCD</sup> $\pm 0,41$	4,56 <sup>cC</sup> $\pm 0,48$	4,56 <sup>cC</sup> $\pm 0,40$	4,53 <sup>cC</sup> $\pm 0,39$	4,34 <sup>bC</sup> $\pm 0,47$	4,16 <sup>aB</sup> $\pm 0,44$		
12	4,31 <sup>eB</sup> $\pm 0,44$	4,00 <sup>bB</sup> $\pm 0,26$	4,00 <sup>bB</sup> $\pm 0,26$	4,25 <sup>eB</sup> $\pm 0,48$	4,16 <sup>dB</sup> $\pm 0,44$	4,31 <sup>eB</sup> $\pm 0,31$	4,13 <sup>cdeB</sup> $\pm 0,29$	4,03 <sup>bCB</sup> $\pm 0,29$	4,00 <sup>bB</sup> $\pm 0,32$	4,06 <sup>bcdB</sup> $\pm 0,51$	3,81 <sup>aA</sup> $\pm 0,36$		
15	3,97 <sup>cA</sup> $\pm 0,39$	3,78 <sup>bA</sup> $\pm 0,36$	3,69 <sup>aA</sup> $\pm 0,36$	3,84 <sup>bA</sup> $\pm 0,44$	3,59 <sup>aA</sup> $\pm 0,38$	4,03 <sup>cA</sup> $\pm 0,22$	3,72 <sup>bA</sup> $\pm 0,48$	3,81 <sup>bA</sup> $\pm 0,40$	3,69 <sup>aA</sup> $\pm 0,40$	3,84 <sup>bA</sup> $\pm 0,44$	3,81 <sup>bA</sup> $\pm 0,36$		
Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h R <sup>2</sup>	-56	-66	-69	-56	-66	-49	-65	-63	-69	-55	-67		
	0,78	0,74	0,79	0,85	0,78	0,71	0,75	0,71	0,75	0,87	0,85		

Objaśnienia jak w tabeli 4.  
 Explanations as in Table 4.

**Tabela 8.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany konsystencji (pkt) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,12, NIR B = 0,08)  
**Table 8.** The influence of storage time on changes in the consistency (pts) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,12, NIR B = 0,08)

Czas przechowywania (dni) Storage time (days)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	4,78 <sup>cC</sup> $\pm 0,26$	4,72 <sup>cD</sup> $\pm 0,36$	4,28 <sup>aC</sup> $\pm 0,36$	4,66 <sup>cC</sup> $\pm 0,40$	4,22 <sup>aC</sup> $\pm 0,45$	4,72 <sup>cC</sup> $\pm 0,36$	4,28 <sup>aC</sup> $\pm 0,45$	4,69 <sup>cD</sup> $\pm 0,40$	4,28 <sup>aD</sup> $\pm 0,36$	4,47 <sup>bB</sup> $\pm 0,50$	4,28 <sup>aB</sup> $\pm 0,45$		
5	4,78 <sup>eC</sup> $\pm 0,36$	4,75 <sup>deD</sup> $\pm 0,32$	4,53 <sup>bcD</sup> $\pm 0,39$	4,63 <sup>cdC</sup> $\pm 0,39$	4,34 <sup>aD</sup> $\pm 0,51$	4,72 <sup>deC</sup> $\pm 0,41$	4,72 <sup>deD</sup> $\pm 0,36$	4,69 <sup>deD</sup> $\pm 0,36$	4,53 <sup>bcE</sup> $\pm 0,43$	4,66 <sup>deC</sup> $\pm 0,35$	4,41 <sup>abC</sup> $\pm 0,33$		
8	4,75 <sup>fC</sup> $\pm 0,37$	4,38 <sup>bCc</sup> $\pm 0,34$	4,09 <sup>aB</sup> $\pm 0,38$	4,63 <sup>efC</sup> $\pm 0,34$	4,19 <sup>aBC</sup> $\pm 0,36$	4,69 <sup>fC</sup> $\pm 0,31$	4,34 <sup>bC</sup> $\pm 0,47$	4,54 <sup>deC</sup> $\pm 0,39$	4,19 <sup>sC</sup> $\pm 0,36$	4,47 <sup>cdB</sup> $\pm 0,46$	4,16 <sup>aB</sup> $\pm 0,30$		
12	4,59 <sup>dB</sup> $\pm 0,46$	4,25 <sup>bbB</sup> $\pm 0,26$	4,13 <sup>bB</sup> $\pm 0,39$	4,19 <sup>bB</sup> $\pm 0,36$	4,13 <sup>bbB</sup> $\pm 0,34$	4,38 <sup>cB</sup> $\pm 0,39$	4,13 <sup>bbB</sup> $\pm 0,29$	4,19 <sup>bbB</sup> $\pm 0,25$	3,88 <sup>sB</sup> $\pm 0,43$	4,47 <sup>cdB</sup> $\pm 0,39$	4,00 <sup>aA</sup> $\pm 0,37$		
15	4,00 <sup>cdA</sup> $\pm 0,48$	3,94 <sup>cA</sup> $\pm 0,31$	3,69 <sup>aA</sup> $\pm 0,36$	3,97 <sup>cA</sup> $\pm 0,39$	3,78 <sup>abA</sup> $\pm 0,61$	4,09 <sup>dA</sup> $\pm 0,38$	3,88 <sup>bcA</sup> $\pm 0,39$	3,75 <sup>saA</sup> $\pm 0,41$	3,69 <sup>saA</sup> $\pm 0,36$	3,81 <sup>abA</sup> $\pm 0,36$	3,94 <sup>cA</sup> $\pm 0,36$		
Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3}/24 \text{ h}$ $R^2$	-49	-58	-44	-52	-30	-45	-39	-67	-52	-41	-31		
	0,66	0,90	0,62	0,83	0,63	0,81	0,48	0,86	0,74	0,50	0,77		

\*Objaśnienia jak w tabeli 4.

\*Explanations as in Table 4.

waha się zazwyczaj w granicach 1,8–4,0% i jest regulowana przepisami (Bilska, 2008; Grasso i in., 2014; Makała, 2018). Światowa Organizacja Zdrowia (WHO, 2003) zaleca spożywanie soli w ilości poniżej 5 g/dzień/osobę (2 g sodu), gdyż zbyt duża ilość sodu w diecie może powodować wzrost ciśnienia tętniczego, a w konsekwencji prowadzić do chorób układu sercowo-naczyniowego (ang. cardiovascular disease – CVD) (Desmond, 2006; Grasso i in., 2014; Jiménez-Colmenero i in., 2001). W wędlinach doświadczalnych stwierdzono zawartość chlorku sodu w ilości 1,60% w próbie kontrolnej i 1,65–1,70% w próbach z substytucją tłuszczu drobnego zwierzęcego olejami. W czasie przechowywania oceniano również słoność badanych prób metodą sensoryczną. Wyniki oceny słoności wędlin doświadczalnych w czasie przechowywania zestawiono w tabeli 9. Stwierdzono, że próby z wymianą tłuszczu zwierzęcego drobnego olejami, niezależnie od poziomu wymiany, charakteryzowały się intensywniejszym odczuciem smaku słonego w porównaniu do próby kontrolnej. Próby te otrzymały statystycznie istotnie niższe noty za słoność w porównaniu do wariantu kontrolnego. Ponadto zaobserwowano istotną różnicę w słoności pomiędzy próbami z 20% i 30% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem.

Ocenie poddano również pożądalność smaku gotowego produktu, czyli wrażenie odbierane za pomocą zmysłu smaku pod wpływem określonych, rozpuszczalnych, chemicznych substancji bodźcowych (Baryłko-Pikielna i Kostyra, 2004; Baryłko-Pikielna i in., 1996). Wyniki średnie z oceny sensorycznej smaku zestawiono w tabeli 10. Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała, że rodzaj wymienionego oleju miał istotny wpływ na pożądalność smaku wędlin doświadczalnych. Najbardziej pożądanym smakiem w porównaniu do pozostałych wędlin doświadczalnych przez cały okres przechowywania charakteryzowała się próba z 20% wymianą tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym. Natomiast najniższe noty otrzymywały warianty z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem sojowym, niezależnie od stopnia wymiany. Ponadto nie stwierdzono różnic w pożądalności smaku pomiędzy wędlinami, w których tłuszcz drobny zastąpiono olejem kukurydzianym i słonecznikowym. Baek i in. (2016) wykazali, że zastąpienie 20% tłuszczu wieprzowego olejem rzepakowym nie spowodowało istotnych zmian w barwie na przekroju, zapachu oraz ogólnej pożądalności w porównaniu do próby kontrolnej. Stwierdzili jednak istotne obniżenie jakości sensorycznej próby wyprodukowanej z 20% wymianą tłuszczu wieprzowego olejem lnianym.

Ogólną pożądalność wędlin doświadczalnych wyliczono przy uwzględnianiu współczynników ważkości. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 11. W pierwszej dobie po produkcji najniżej oceniono próbę z 30% wymianą tłuszczu drobnego olejem sojowym (4,23 pkt), a najwyżej próbę kontrolną (4,73 pkt). W 15 dniu po produkcji najniższą średnią notę uzyskała wędlina z 30% wymianą tłuszczu na olej sojowy. Jednak próba ta charakteryzowała się najmniejszymi zmianami ogólnej pożądalności w całym okresie przechowywania. Wyraźniejsze różnice można zauważyć na uproszczonym rysunku 4, który uwzględnia graniczne czasy przechowywania. Zaobserwowano również, że próby, w których 30% tłuszczu zastąpiono olejem roślinnym, cechowały się gorszą pożądalnością ogólną i otrzymały statystycznie istotnie niższe noty w porównaniu do prób z 20% wymianą w 1 i 15 dniu badań.

**Tabela 9.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany słoności (pkt) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,13, NIR B = 0,09)  
**Table 9.** The influence of storage time on changes in the salinity (pts) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,13, NIR B = 0,09)

Czas przechowywania (dni) Storage time (days)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	4,63 <sup>eD</sup> $\pm 0,50$	4,47 <sup>dC</sup> $\pm 0,43$	4,22 <sup>abD</sup> $\pm 0,41$	4,53 <sup>dD</sup> $\pm 0,50$	4,22 <sup>abC</sup> $\pm 0,52$	4,59 <sup>aC</sup> $\pm 0,46$	4,41 <sup>cdD</sup> $\pm 0,49$	4,44 <sup>cdD</sup> $\pm 0,44$	4,34 <sup>bcdD</sup> $\pm 0,47$	4,38 <sup>cdD</sup> $\pm 0,47$	4,13 <sup>aD</sup> $\pm 0,47$		
5	4,63 <sup>dD</sup> $\pm 0,39$	4,44 <sup>cC</sup> $\pm 0,44$	4,19 <sup>bD</sup> $\pm 0,36$	4,50 <sup>cdD</sup> $\pm 0,41$	4,19 <sup>bC</sup> $\pm 0,40$	4,53 <sup>cdC</sup> $\pm 0,39$	4,03 <sup>aC</sup> $\pm 0,34$	4,41 <sup>cd</sup> $\pm 0,33$	4,13 <sup>abC</sup> $\pm 0,29$	4,41 <sup>cd</sup> $\pm 0,42$	4,22 <sup>bD</sup> $\pm 0,26$		
8	4,28 <sup>dC</sup> $\pm 0,41$	4,00 <sup>bB</sup> $\pm 0,32$	3,69 <sup>aC</sup> $\pm 0,40$	4,19 <sup>cC</sup> $\pm 0,36$	3,75 <sup>aB</sup> $\pm 0,26$	4,50 <sup>eC</sup> $\pm 0,45$	3,97 <sup>bC</sup> $\pm 0,46$	4,00 <sup>bC</sup> $\pm 0,32$	3,69 <sup>aB</sup> $\pm 0,36$	4,00 <sup>bC</sup> $\pm 0,48$	3,78 <sup>aC</sup> $\pm 0,41$		
12	4,19 <sup>eB</sup> $\pm 0,36$	3,81 <sup>bA</sup> $\pm 0,44$	3,59 <sup>aB</sup> $\pm 0,42$	3,88 <sup>cB</sup> $\pm 0,43$	3,56 <sup>aA</sup> $\pm 0,48$	4,03 <sup>dB</sup> $\pm 0,34$	3,81 <sup>bB</sup> $\pm 0,36$	3,88 <sup>cB</sup> $\pm 0,29$	3,69 <sup>aB</sup> $\pm 0,36$	3,81 <sup>bB</sup> $\pm 0,36$	3,53 <sup>aB</sup> $\pm 0,43$		
15	3,66 <sup>cdA</sup> $\pm 0,30$	3,72 <sup>deA</sup> $\pm 0,36$	3,28 <sup>aA</sup> $\pm 0,41$	3,56 <sup>bca</sup> $\pm 0,48$	3,50 <sup>bA</sup> $\pm 0,45$	3,81 <sup>eA</sup> $\pm 0,25$	3,53 <sup>bca</sup> $\pm 0,43$	3,69 <sup>cdA</sup> $\pm 0,36$	3,28 <sup>aA</sup> $\pm 0,41$	3,44 <sup>ba</sup> $\pm 0,44$	3,16 <sup>aA</sup> $\pm 0,47$		
Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h R <sup>2</sup>	-67	-60	-70	-73	-59	-59	-49	-57	-72	-70	-74		
	0,85	0,92	0,92	0,94	0,90	0,87	0,92	0,93	0,93	0,90	0,88		

Objaśnienia, jak w tabeli 4.  
 Explanations as in Table 4.



**Tabela 10.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany smaku (pkt) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,12, NIR B = 0,08)  
**Table 10.** The influence of storage time on changes in the taste (pts) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0.12, NIR B = 0.08)

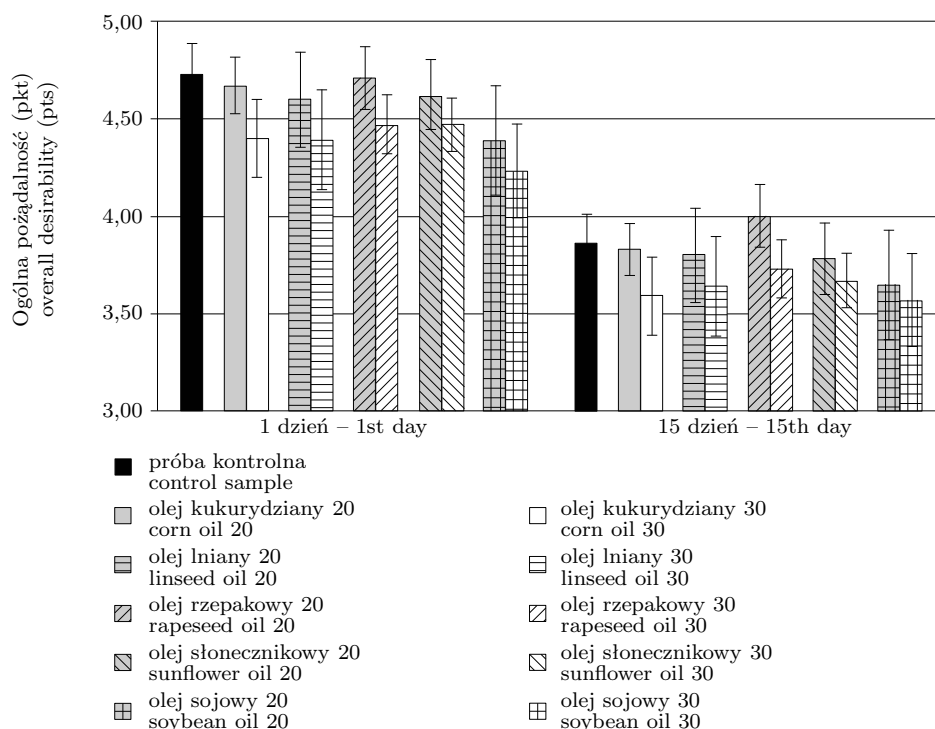
Czas przechowywania (dni) Storage time (days)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	4,78 <sup>gd</sup> $\pm 0,32$	4,72 <sup>gd</sup> $\pm 0,41$	4,59 <sup>gd</sup> $\pm 0,46$	4,63 <sup>deD</sup> $\pm 0,39$	4,50 <sup>cD</sup> $\pm 0,37$	4,84 <sup>d</sup> $\pm 0,30$	4,69 <sup>ed</sup> $\pm 0,40$	4,75 <sup>eb</sup> $\pm 0,41$	4,66 <sup>eeD</sup> $\pm 0,44$	4,19 <sup>bC</sup> $\pm 0,51$	4,03 <sup>aD</sup> $\pm 0,53$		
5	4,78 <sup>gd</sup> $\pm 0,32$	4,78 <sup>gd</sup> $\pm 0,32$	4,53 <sup>dD</sup> $\pm 0,34$	4,56 <sup>dD</sup> $\pm 0,36$	4,41 <sup>cC</sup> $\pm 0,42$	4,72 <sup>efC</sup> $\pm 0,36$	4,66 <sup>ed</sup> $\pm 0,35$	4,81 <sup>gD</sup> $\pm 0,25$	4,53 <sup>dC</sup> $\pm 0,39$	4,31 <sup>bD</sup> $\pm 0,48$	3,88 <sup>aC</sup> $\pm 0,53$		
8	4,31 <sup>fC</sup> $\pm 0,44$	4,44 <sup>gC</sup> $\pm 0,36$	4,19 <sup>cdC</sup> $\pm 0,44$	4,13 <sup>cC</sup> $\pm 0,34$	3,88 <sup>bB</sup> $\pm 0,34$	4,69 <sup>bC</sup> $\pm 0,36$	4,28 <sup>efC</sup> $\pm 0,36$	4,47 <sup>gC</sup> $\pm 0,34$	4,22 <sup>deB</sup> $\pm 0,26$	3,94 <sup>bB</sup> $\pm 0,68$	3,56 <sup>aB</sup> $\pm 0,44$		
12	4,16 <sup>efB</sup> $\pm 0,51$	4,25 <sup>fB</sup> $\pm 0,26$	4,03 <sup>dB</sup> $\pm 0,34$	3,97 <sup>dB</sup> $\pm 0,39$	3,81 <sup>cB</sup> $\pm 0,44$	4,25 <sup>fB</sup> $\pm 0,37$	4,09 <sup>deB</sup> $\pm 0,42$	4,13 <sup>efB</sup> $\pm 0,34$	3,97 <sup>dA</sup> $\pm 0,29$	3,63 <sup>bA</sup> $\pm 0,39$	3,44 <sup>aA</sup> $\pm 0,40$		
15	3,88 <sup>deA</sup> $\pm 0,43$	3,81 <sup>dA</sup> $\pm 0,31$	3,50 <sup>abA</sup> $\pm 0,48$	3,81 <sup>dA</sup> $\pm 0,40$	3,63 <sup>cA</sup> $\pm 0,34$	4,06 <sup>fA</sup> $\pm 0,31$	3,81 <sup>dA</sup> $\pm 0,40$	3,84 <sup>dA</sup> $\pm 0,31$	4,00 <sup>efA</sup> $\pm 0,37$	3,56 <sup>bca</sup> $\pm 0,48$	3,41 <sup>aA</sup> $\pm 0,46$		
Współczynnik Coefficient A · 10 <sup>-3</sup> / 24 h R <sup>2</sup>	-69	-65	-76	-60	-66	-58	-65	-63	-54	-55	-48		
	0,92	0,83	0,90	0,92	0,90	0,91	0,94	0,90	0,92	0,84	0,92		

Objaśnienia, jak w tabeli 4.  
 Explanations as in Table 4.

**Tabela 11.** Wpływ czasu przechowywania na wyniki ogólnej pożądalności (pkt) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,07, NIR B = 0,04)  
**Table 11.** The influence of storage time on the overall desirability (pts) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 16$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,07, NIR B = 0,04)

Czas przechowywania (dni) Storage time (days)	Próba kontrolna Control sample	Substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym (%) Fine animal fat substituted with vegetable oil (%)											
		olej kukurydziany corn oil		olej lniany linseed oil		olej rzepakowy rapeseed oil		olej słonecznikowy sunflower oil		olej sojowy soybean oil			
		20	30	20	30	20	30	20	30	20	30		
1	4,73 <sup>eE</sup> $\pm 0,15$	4,40 <sup>bEE</sup> $\pm 0,23$	4,60 <sup>dD</sup> $\pm 0,24$	4,39 <sup>bD</sup> $\pm 0,26$	4,71 <sup>eD</sup> $\pm 0,19$	4,47 <sup>eD</sup> $\pm 0,22$	4,62 <sup>dD</sup> $\pm 0,28$	4,47 <sup>eD</sup> $\pm 0,23$	4,39 <sup>bD</sup> $\pm 0,28$	4,23 <sup>aD</sup> $\pm 0,27$	4,23 <sup>aD</sup> $\pm 0,27$		
5	4,75 <sup>eD</sup> $\pm 0,17$	4,48 <sup>bcdD</sup> $\pm 0,18$	4,60 <sup>dD</sup> $\pm 0,13$	4,41 <sup>bD</sup> $\pm 0,27$	4,68 <sup>eD</sup> $\pm 0,25$	4,51 <sup>cdD</sup> $\pm 0,17$	4,68 <sup>eE</sup> $\pm 0,18$	4,48 <sup>bcdD</sup> $\pm 0,17$	4,48 <sup>bcdE</sup> $\pm 0,30$	4,29 <sup>aD</sup> $\pm 0,24$	4,48 <sup>bcdE</sup> $\pm 0,30$		
8	4,45 <sup>fC</sup> $\pm 0,26$	4,08 <sup>bC</sup> $\pm 0,24$	4,36 <sup>eC</sup> $\pm 0,14$	4,05 <sup>bC</sup> $\pm 0,16$	4,63 <sup>gC</sup> $\pm 0,24$	4,27 <sup>dC</sup> $\pm 0,27$	4,40 <sup>efC</sup> $\pm 0,19$	4,16 <sup>cC</sup> $\pm 0,14$	4,17 <sup>cC</sup> $\pm 0,22$	3,93 <sup>aC</sup> $\pm 0,18$	4,17 <sup>cC</sup> $\pm 0,22$		
12	4,28 <sup>dB</sup> $\pm 0,28$	3,94 <sup>bB</sup> $\pm 0,17$	4,07 <sup>cB</sup> $\pm 0,29$	3,93 <sup>bB</sup> $\pm 0,18$	4,22 <sup>dB</sup> $\pm 0,15$	4,04 <sup>dB</sup> $\pm 0,18$	4,10 <sup>dB</sup> $\pm 0,13$	3,92 <sup>bB</sup> $\pm 0,15$	3,96 <sup>bB</sup> $\pm 0,17$	3,74 <sup>aB</sup> $\pm 0,22$	3,96 <sup>bB</sup> $\pm 0,17$		
15	3,86 <sup>eA</sup> $\pm 0,26$	3,59 <sup>abA</sup> $\pm 0,20$	3,80 <sup>deA</sup> $\pm 0,28$	3,64 <sup>abA</sup> $\pm 0,24$	4,00 <sup>fA</sup> $\pm 0,16$	3,73 <sup>cdA</sup> $\pm 0,15$	3,78 <sup>dA</sup> $\pm 0,18$	3,67 <sup>bcA</sup> $\pm 0,14$	3,65 <sup>bA</sup> $\pm 0,22$	3,57 <sup>aA</sup> $\pm 0,24$	3,65 <sup>bA</sup> $\pm 0,22$		
Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3}/24$ h	-62	-61	-60	-56	-54	-55	-64	-61	-56	-53	-56		
$R^2$	0,93	0,87	0,92	0,90	0,86	0,88	0,88	0,93	0,86	0,89	0,86		

Objaśnienia, jak w tabeli 4.  
 Explanations as in Table 4.



**Rys. 4.** Ogólna pożądalność wędlin doświadczalnych w 1 i 15 dniu po produkcji  
**Fig. 4.** The overall desirability of the experimental sausages after 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> day after production

Przeprowadzone badania potwierdziły postawioną hipotezę, że wprowadzenie do wędliny podrobowej typu pasztetowa olejów roślinnych o różnym składzie kwasów tłuszczowych wpływa na ich jakość. Wykazano, że zastąpienie 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym nie pogorszyło stabilności oksydacyjnej tłuszczów pomimo dużej zawartości bardziej podatnych na utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Zaobserwowano także, że 20-procentowa substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym wpłynęła na poprawę trwałości gotowego produktu. Wyniki oceny sensorycznej potwierdziły, że próba ta w czasie 15 dni przechowywania charakteryzowała się bardziej stabilną i pożądaną barwą na przekroju, zapachem, słonością i smakiem w porównaniu do pozostałych badanych wędlin doświadczalnych.

## 4.2. Wpływ przeciwutleniaczy na jakość i trwałość wędliny podrobowej typu pasztetowa

### 4.2.1. Wprowadzenie

Mięso i produkty mięsne ze względu na zawartość tłuszczu są podatne na procesy utleniania, które zapoczątkowuje już proces produkcji, czyli np. rozdrabnianie czy mieszanie (Fernandez-Lopez i in., 2004). Procesy utleniania i hydrolizy lipidów zachodzą także w czasie chłodniczego przechowywania mięsa i wytworzonych z niego produktów. W wyniku utleniania kwasów tłuszczowych, zwłaszcza wielonienasyconych, powstają związki, które są odpowiedzialne za powstawanie niepożądanego zapachu i smaku, nieakceptowanych przez konsumentów i określanych mianem „zjelczonego” (Wereńska-Sudnik i in., 2016). Należą do nich niskocząsteczkowe substancje lotne, przede wszystkim krótkołańcuchowe aldehydy oraz kwasy powstające z nich wskutek utleniania (Hęś i in., 2009; Wereńska-Sudnik i in., 2016). Aby przedłużyć trwałość i opóźnić powstawanie zmian oksydacyjnych, w szczególności w tłuszczach, w produkcji przetworów mięsnych można zastosować przeciwutleniacze.

W drugim etapie badań – opierając się na poprzednich wynikach, przede wszystkim na ogólnej pożądalności wędlin doświadczalnych – do produkcji wędlin podrobowych typu pasztetowa wybrano olej rzepakowy. Olejem tym zastąpiono 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego. Olej rzepakowy jest dobrym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych i charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą. Ze względu na wysoką zawartość kwasu oleinowego nazywany jest „oliwą północy”. Zawiera 45–55% kwasu oleinowego, 16–22% kwasu linolowego oraz 7–10% kwasu linolenowego. Uważany jest za stabilny oksydacyjnie i powszechnie stosowany do obróbki kulinarnej żywności – pieczenia, smażenia, duszenia, a nawet do sałatek (Jerzewska i Ptasznik, 2000; Wroniak, 2012). Olej rzepakowy zawiera również substancje bioaktywne: tokoferole, sterole, związki fenolowe, karotenoidy, fosfolipidy, które pozytywnie oddziałują na organizm człowieka (Wroniak, 2012; Wroniak i Cenker, 2015). W kolejnym etapie badań wyprodukowano 11 wariantów wędlin doświadczalnych: próbę kontrolną i 10 prób, w których 20% tłuszczu zwierzęcego zastąpiono olejem rzepakowym oraz dodano substancje przeciwutleniające: ekstrakt z rozmarynu (w ilości 0,2%), ekstrakt z żółtej herbaty (w ilości 0,2%, 0,35% i 0,5%), ekstrakt z morwy (w ilości 0,2%, 0,5% i 0,8%). Wielu badaczy wskazuje (Hęś i in., 2009; Tril i in., 2011), że w celu ochrony tłuszczów przed niekorzystnymi zmianami jakości należy stosować substancje o charakterze przeciwutleniającym. Ze względu na doniesienia o niekorzystnym działaniu syntetycznych przeciwutleniaczy na zdrowie człowieka (m.in. BHT i BHA) ich zastosowanie w przetwórstwie żywności jest ograniczane (Gahrue i in., 2017; Haak i in., 2008; Hęś i in., 2009; Pereira i in., 2017; Shahidi i Ambigaipalan, 2015; Xu i in., 2018). Zalecany jest natomiast dodatek antyoksydantów naturalnych – związków polifenolowych ekstrahowanych z roślin (w tym ziół i przypraw) oraz witamin o właściwościach przeciwutleniających (witaminy C i E). W prezentowanych badaniach użyto również mieszaniny mleczanu sodu (MI) i kwasu mlekowego (KMI) w ilości (0,08 MI

+ 0,06 KMI) oraz (0,12 MI + 0,03 KMI) ze względu na wysoką skuteczność tych substancji dodatkowych w przedłużaniu trwałości mikrobiologicznej wyrobów mięsnych (Bilska, 2008; Kaczmarek-Duszek i in., 2008) oraz mając na uwadze fakt, że kwas mlekowy i jego sole są zaliczane do produktów naturalnych.

W pracy zbadano, w jaki sposób zastosowane substancje przeciwutleniające wpłynęły na powstawanie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczów w czasie 15 dni przechowywania w warunkach chłodniczych wędlin podrobowych typu pasztetowa, wyprodukowanych z 20% zastąpieniem tłuszczu zwierzęcego drobnym olejem rzepakowym. Oceniano także ich wpływ na jakość sensoryczną otrzymanych wędlin.

#### **4.2.2. Charakterystyka składu chemicznego wędlin doświadczalnych**

Po zakończeniu procesu produkcji oznaczono podstawowy skład chemiczny wędlin podrobowych typu pasztetowa, tj. zawartość białka, tłuszczu, wody i soli. Zawartość tłuszczu była zgodna z normą PN-A-82007:1996/Az1:1998 (1998) i nie przekroczyła 60%. Średnia zawartość tłuszczu w badanych wędlinach wyniosła 37,0% w próbie kontrolnej i 39,0% w wariantach z substytucją tłuszczu drobnego zwierzęcego olejem rzepakowym. Natomiast zawartość soli w wędlinach wyniosła 1,7%.

Na podstawie zawartości kwasów tłuszczowych oznaczonych bezpośrednio po zakończeniu procesu produkcji stwierdzono, że zastąpienie 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym spowodowało korzystne pod względem żywieniowym zmiany w proporcjach poszczególnych grup kwasów tłuszczowych. Stwierdzono zwiększenie udziału PUFA w całkowitej puli kwasów tłuszczowych (z około 11% w próbie kontrolnej do około 16% w próbach, w których dokonano częściowej substytucji zwierzęcego surowca tłuszczowego) oraz zmniejszenie udziału SFA z 40% do 33%. Udział kwasu  $\alpha$ -linolenowego wzrósł 2,5-krotnie. Dzięki zastąpieniu 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym poprawiła się wzajemna proporcja kwasów z rodziny n-6 do n-3. W próbie kontrolnej wynosiła ona 6,57 : 1, natomiast w próbach z olejem rzepakowym 3,9 : 1.

#### **4.2.3. Oznaczenie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu w wędlinach doświadczalnych**

Jedną z powszechnie stosowanych metod oznaczania pierwotnych produktów utleniania (hydronadtlenki i nadtlenki) jest liczba nadtlenkowa. Wyniki oznaczenia liczby nadtlenkowej w badanych próbach zestawiono w tabeli 12.

Wartość liczby nadtlenkowej w próbach z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym i dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu oraz 0,2% ekstraktu z żółtej herbaty statystycznie istotnie rosła przez cały okres przechowywania. Natomiast w pozostałych próbach zaobserwowano wzrost tego

**Tabela 12.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany wartości liczby nadtlenkowej (milirównoważniki aktywnego tlenu/1 kg próby) w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,01; NIR B = 0,01)

**Table 12.** The influence of storage time on changes in the peroxide value (mEq O<sub>2</sub>/1 kg of sample) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,01; NIR B = 0,01)

Rodzaj próby Type of sample	Liczba nadtlenkowa w zależności od czasu przechowywania (dni) Peroxide value depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h	R <sup>2</sup>	Δ
	1								
	1	5	8	12	15				
Kontrolna Control	0,21 <sup>ea</sup> ±0,01	0,22 <sup>eb</sup> ±0,01	0,28 <sup>cd</sup> ±0,03	0,44 <sup>hd</sup> ±0,01	0,35 <sup>ed</sup> ±0,01		15	0,70	0,14
20% oleju Oil 20%	0,20 <sup>deA</sup> ±0,03	0,20 <sup>bA</sup> ±0,02	0,31 <sup>eB</sup> ±0,05	0,42 <sup>gd</sup> ±0,05	0,34 <sup>deC</sup> ±0,03		15	0,72	0,14
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	0,18 <sup>bca</sup> ±0,03	0,19 <sup>abA</sup> ±0,01	0,34 <sup>fgB</sup> ±0,02	0,35 <sup>dB</sup> ±0,02	0,50 <sup>iC</sup> ±0,01		22	0,88	0,32
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	0,18 <sup>bca</sup> ±0,03	0,25 <sup>dB</sup> ±0,04	0,38 <sup>iC</sup> ±0,01	0,41 <sup>fgD</sup> ±0,01	0,47 <sup>iE</sup> ±0,01		21	0,96	0,29
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	0,16 <sup>sa</sup> ±0,01	0,22 <sup>cb</sup> ±0,02	0,36 <sup>hiC</sup> ±0,01	0,47 <sup>iD</sup> ±0,04	0,36 <sup>fgC</sup> ±0,02		19	0,69	0,20
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	0,20 <sup>deA</sup> ±0,01	0,22 <sup>cb</sup> ±0,02	0,35 <sup>gbC</sup> ±0,01	0,40 <sup>eE</sup> ±0,02	0,37 <sup>gd</sup> ±0,02		15	0,84	0,18
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	0,21 <sup>ea</sup> ±0,01	0,20 <sup>bA</sup> ±0,02	0,29 <sup>dc</sup> ±0,01	0,35 <sup>dB</sup> ±0,03	0,24 <sup>aB</sup> ±0,01		6	0,33	0,03
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	0,19 <sup>cdA</sup> ±0,01	0,20 <sup>bA</sup> ±0,01	0,24 <sup>aB</sup> ±0,02	0,30 <sup>aD</sup> ±0,01	0,27 <sup>bC</sup> ±0,01		7	0,82	0,08
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	0,20 <sup>deB</sup> ±0,01	0,18 <sup>aA</sup> ±0,01	0,27 <sup>bcC</sup> ±0,02	0,32 <sup>cD</sup> ±0,03	0,33 <sup>ddD</sup> ±0,02		12	0,84	0,13
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	0,19 <sup>cdA</sup> ±0,01	0,20 <sup>bA</sup> ±0,01	0,27 <sup>bcB</sup> ±0,04	0,31 <sup>bcD</sup> ±0,02	0,29 <sup>cC</sup> ±0,01		9	0,82	0,11
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	0,19 <sup>cdA</sup> ±0,02	0,20 <sup>bA</sup> ±0,01	0,27 <sup>bcB</sup> ±0,02	0,44 <sup>hD</sup> ±0,01	0,39 <sup>hC</sup> ±0,04		18	0,81	0,20

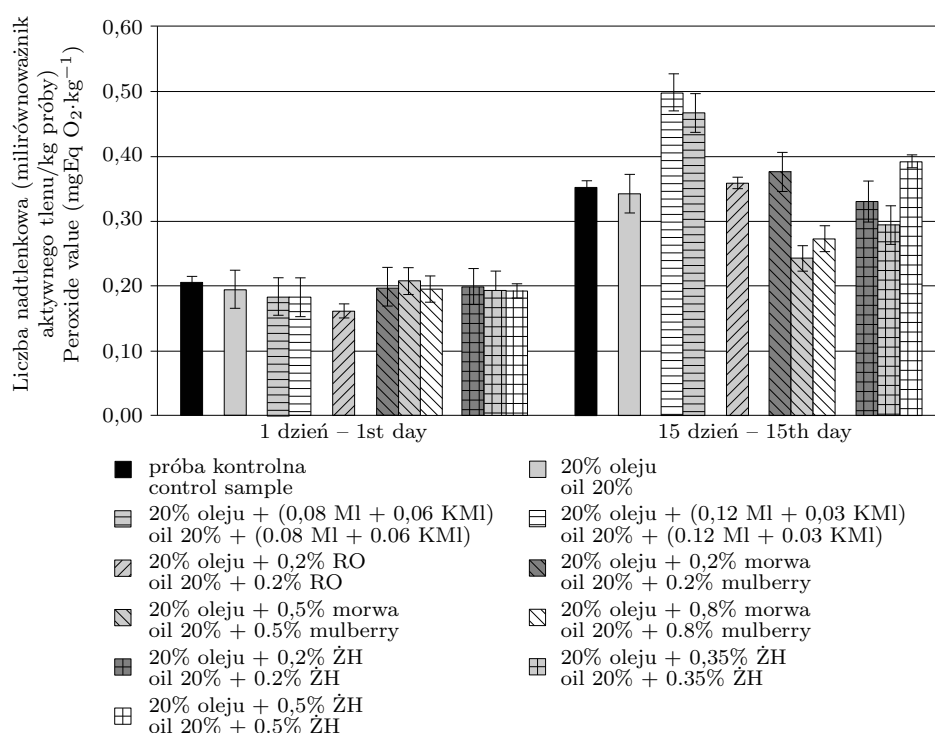
Objaśnienia:

MI – mleczanu sodu.  
 KMI – kwasu mlekowego.  
 RO – ekstrakt z rozmarynu.  
 ŻH – ekstrakt z żółtej herbaty.  
 $\Delta$  – różnica pomiędzy wynikami oceny w 15 i 1 dniu po produkcji.  
 $\bar{x}$  – wartość średnia,  $n$  – liczba powtórzeń,  $sd$  – odchylenie standardowe.  
 NIR A – najmniejsza istotna różnica dla rodzaju próby.  
 NIR B – najmniejsza istotna różnica dla czasu przechowywania.  
 a, b – różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na rodzaj próby ( $p \leq 0,05$ ).  
 A, B – różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu czas przechowywania ( $p \leq 0,05$ ).  
 Równanie regresji liniowej:  $y = Ax + B$  ( $y$  – zmienna zależna,  $x$  – zmienna niezależna,  $A$  – współczynnik przy zmiennej niezależnej, punkt przecięcia  $B$ ).  
 Współczynnik  $A/24$  h – współczynnik kąta nachylenia.  
 $R^2$  – współczynnik determinacji ( $p \leq 0,05$ ).

Explanations:

MI – sodium lactate.  
 KMI – lactic acid.  
 RO – rosemary extract.  
 ŻH – yellow tea extract.  
 $\Delta$  – the difference between the results of assessment on the 15th and 1st day after production.  
 $\bar{x}$  – mean value,  $n$  – number of replications,  $sd$  – standard deviation.  
 NIR A – the least significant difference for the type of sample.  
 NIR B – the least significant difference for storage time.  
 a, b – different letters in rows refer to statistically significant differences between the types of samples ( $p \leq 0.05$ ).  
 A, B – different letters in columns refer to statistically significant differences in storage time ( $p \leq 0.05$ ).  
 Linear regression equation:  $y = Ax + B$  ( $y$  – dependent variable,  $x$  – independent variable,  $A$  – independent variable coefficient per slope of the line,  $B$  – intercept).  
 Coefficient  $A/24$  h – change of coefficient  $A$  during 24 h-storage.  
 $R^2$  – coefficient of determination ( $p \leq 0.05$ ).

wyróżnika do 12 dnia po produkcji. Dalsze przechowywanie badanych wędlin spowodowało statystycznie istotne obniżenie jej wartości. Natomiast próby z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym i dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,2% i 0,35% oraz ekstraktu z morwy w ilości 0,5% i 0,8% charakteryzowały się niższym wzrostem liczby nadtlenkowej przez cały okres przechowywania. Najmniejszą różnicę wartości liczby nadtlenkowej pomiędzy 1 a 15 dniem po produkcji stwierdzono w próbie z dodatkiem ekstraktu z morwy w ilości 0,5% ( $\Delta = 0,03$ ). Podobną zależność zaobserwowali z swoich badaniach Zeng i in. (2017). Według tych autorów kiełbasy (Cantonese sausage) z dodatkiem naturalnych przeciwutleniaczy charakteryzowały się niższą wartością liczby nadtlenkowej w porównaniu do próby kontrolnej. Analizując wartości współczynników regresji, stwierdzono, że proces powstawania nadtlenków był hamowany najskuteczniej przez dodatek wodnego ekstraktu z liści morwy w ilości 0,5% i 0,8% oraz ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,35%, co przedstawiono na rysunku 5.



**Rys. 5.** Wartość liczby nadtlenkowej wędlin doświadczalnych w 1 i 15 dniu po produkcji  
**Fig. 5.** The peroxide value of the experimental sausages on the 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> day after production

Liczne badania potwierdzają obecność w morwie białej związków przeciwutleniających, które zapobiegają wielu chorobom cywilizacyjnym, takim jak miażdżyca, cukrzyca, otyłość czy choroby nowotworowe (Grześkowiak i Łochyńska, 2017; Yuan i Zhao, 2017; Zhang i in., 2018). Jednak wiedza naukowa na temat wpływu dodatku ekstraktu z liści morwy na stabilność oksydacyjną mięsa i jego



produktów jest nadal niewielka (Zhang i in., 2016). Wartości współczynników kierunkowych w pozostałych wędlinach doświadczalnych były zbliżone lub wyższe w porównaniu z próbą kontrolną. Najwyższe wartości uzyskano dla wariantów z dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu, co może wskazywać, że zastosowana kombinacja wymienionych substancji oraz ich ilości wykazały działanie proutleniające.

Jak podaje literatura, szybkość zmian oksydacyjnych zachodzących w tłuszczu uwarunkowana jest wieloma czynnikami, m.in. składem kwasów tłuszczowych, obecnością prooksydantów i przeciwutleniaczy oraz warunkami przechowywania wyrobów mięsnych (Estévez i in., 2007; Zeng i in., 2017). Metodą monitorowania zawartości wtórnych produktów utleniania lipidów w mięsie i produktach mięsnych jest oznaczenie wskaźnika TBARS. Zmiany zawartości aldehydu malonowego w wędlinach doświadczalnych w czasie 15 dni przechowywania zestawiono w tabeli 13. Przez cały okres przechowywania najwyższą wartością wskaźnika TBARS odznaczały się próby: kontrolna i z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym oraz dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu.

Podobnie jak w przypadku zmian zawartości nadtlenków podczas przechowywania produktu, również dynamika przyrostu wtórnych produktów utleniania lipidów w próbach z substytucją 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym była niższa w porównaniu do próby kontrolnej. Pomiar zawartości wtórnych produktów reakcji utleniania wykazały, że dodatek ekstraktu z rozmarynu oraz żółtej herbaty (niezależnie od poziomu dodatku) wpłynął na wolniejszy przyrost zawartości związków reagujących z TBA. Jak wynika z licznych badań, stosowanie naturalnych przeciwutleniaczy, m.in. ekstraktu rozmarynu, skutecznie spowalnia utlenianie tłuszczu w produktach mięsnych, podobnie jak przeciwutleniacze syntetyczne (Gahrue i in., 2017). Zauważono, że również dodatek wodnego ekstraktu z liści morwy w ilości 0,5% i 0,8% skutecznie spowolnił powstawanie wtórnych produktów utleniania tłuszczu w wędlinach doświadczalnych. Efekt ten uzyskano najprawdopodobniej dzięki zawartości polifenoli w zastosowanym ekstrakcie z liści morwy, co zostało już wcześniej udokumentowane (Kobus-Cisowska i in., 2016; Przeor i in., 2016; Tang i Page, 2013). Morwa biała zawiera liczne związki przeciwutleniające, m.in. antocyjany i kwercetynę, które normalizują wartości markerów stresu oksydacyjnego (Grześkowiak i Łochyńska, 2017; Gungor i Sengul, 2008; Thabti i in., 2011; Xu i in., 2018; Yuan i Zhao, 2017). Powodują one obniżenie wartości wskaźnika TBARS oraz obniżają ekspresję oksydazy NADPH (ang. nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-oxidase) odpowiedzialnej za wytwarzanie nadtlenków (Sugimoto i in., 2009; Tang i Page, 2013).

Największą różnicę pod względem zawartości aldehydu malonowego w badanych wędlinach między 1 a 15 dniem po produkcji stwierdzono w próbach z dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu (0,08 MI + 0,06 KMI). Różnica ta wyniosła 1,10 mg MDA/1 kg próby. Natomiast najmniejsze zmiany zaobserwowano w próbach z dodatkiem ekstraktu z morwy w ilości 0,5% (0,19 mg MDA/1 kg próby). Wartości wskaźnika testu TBARS, uwzględniające graniczne czasy przechowywania, przedstawiono na uproszczonym wykresie (rys. 6). W 15 dniu po produkcji stwierdzono statystycznie istotny wzrost ilości aldehydu malonowego w próbach: kontrolnej i z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym oraz

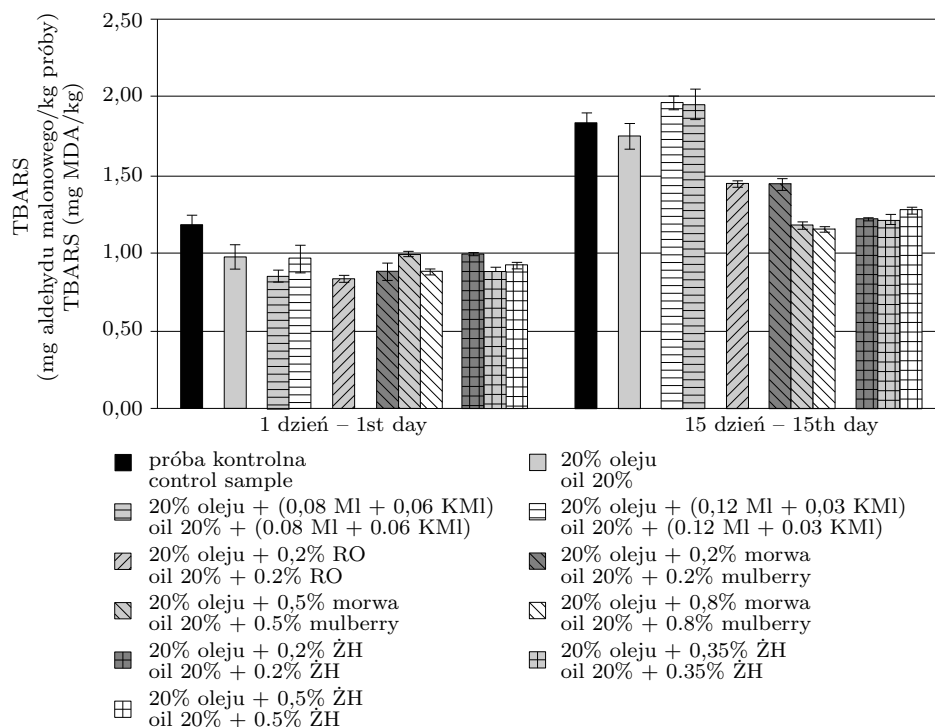
**Tabela 13.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany wartości TBARS (mg aldehydu malonowego/1 kg próby) w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,02; NIR B = 0,02)

**Table 13.** The influence of storage time on changes in the TBARS (mg MDA/1 kg of sample) values of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,02; NIR B = 0,02)

Rodzaj próby Type of sample	TBARS w zależności od czasu przechowywania (dni) TBARS depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3}/24$ h	$R^2$	$\Delta$
	1	5	8	12	15	15			
Kontrolna Control	1,18 <sup>hA</sup> $\pm$ 0,01	1,47 <sup>hB</sup> $\pm$ 0,02	1,52 <sup>gC</sup> $\pm$ 0,04	1,62 <sup>hD</sup> $\pm$ 0,02	1,84 <sup>gE</sup> $\pm$ 0,08	1,84 <sup>gE</sup> $\pm$ 0,08	42	0,94	0,66
20% oleju Oil 20%	0,97 <sup>fgA</sup> $\pm$ 0,02	1,24 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,03	1,34 <sup>fC</sup> $\pm$ 0,03	1,43 <sup>eD</sup> $\pm$ 0,05	1,75 <sup>fE</sup> $\pm$ 0,08	1,75 <sup>fE</sup> $\pm$ 0,08	50	0,94	0,78
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	0,86 <sup>abA</sup> $\pm$ 0,06	1,66 <sup>gB</sup> $\pm$ 0,04	1,74 <sup>hC</sup> $\pm$ 0,04	1,89 <sup>hD</sup> $\pm$ 0,04	1,96 <sup>hE</sup> $\pm$ 0,04	1,96 <sup>hE</sup> $\pm$ 0,04	71	0,78	1,10
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	0,96 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,07	1,79 <sup>hB</sup> $\pm$ 0,03	1,77 <sup>hB</sup> $\pm$ 0,06	1,84 <sup>gC</sup> $\pm$ 0,04	1,96 <sup>hD</sup> $\pm$ 0,09	1,96 <sup>hD</sup> $\pm$ 0,09	59	0,68	1,00
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	0,84 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,01	1,14 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,02	1,28 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,03	1,30 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,02	1,45 <sup>eD</sup> $\pm$ 0,02	1,45 <sup>eD</sup> $\pm$ 0,02	39	0,90	0,61
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	0,89 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,01	1,14 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,01	1,28 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,01	1,30 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,01	1,44 <sup>eD</sup> $\pm$ 0,02	1,44 <sup>eD</sup> $\pm$ 0,02	36	0,92	0,55
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	0,99 <sup>gA</sup> $\pm$ 0,07	1,09 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,01	1,11 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,01	1,11 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,01	1,18 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,04	1,18 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,04	11	0,87	0,19
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	0,88 <sup>bcA</sup> $\pm$ 0,03	1,04 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,01	1,08 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,02	1,12 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,01	1,15 <sup>aE</sup> $\pm$ 0,02	1,15 <sup>aE</sup> $\pm$ 0,02	18	0,88	0,27
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	0,99 <sup>gA</sup> $\pm$ 0,05	1,00 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,02	1,19 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,01	1,20 <sup>bBC</sup> $\pm$ 0,00	1,22 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,01	1,22 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,01	18	0,81	0,23
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	0,88 <sup>bcA</sup> $\pm$ 0,07	1,00 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,02	1,14 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,02	1,21 <sup>bD</sup> $\pm$ 0,01	1,22 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,01	1,22 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,01	25	0,92	0,34
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	0,92 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,06	0,99 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,07	1,16 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,03	1,26 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,09	1,28 <sup>dD</sup> $\pm$ 0,01	1,28 <sup>dD</sup> $\pm$ 0,01	28	0,95	0,36

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.



**Rys. 6.** Wartość testu TBARS wędlin doświadczalnych w 1 i 15 dniu po produkcji  
**Fig. 6.** The TBARS value of the experimental sausages on the 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> days after production

dotądkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu. Natomiast w 15 dniu po produkcji nie stwierdzono różnicy wartości wskaźnika TBARS między próbkami z dodatkiem ekstraktu z rozmarynu i ekstraktu z morwy w ilości 0,2%. Współczynniki kierunkowe w równaniach regresji przedstawiają zależność między czasem przechowywania, dodatkiem przeciwutleniaczy a zawartością wtórnych produktów utleniania. Analizując uzyskane współczynniki, stwierdzono, że najskuteczniejsze działanie ochronne w wędlinach doświadczalnych wykazał wodny ekstrakt z liści morwy w ilości 0,5% i 0,8% oraz ekstrakt z żółtej herbaty w ilości 0,2%.

Wyniki oznaczeń liczby nadtlenkowej oraz wskaźnika TBARS wykazały zalety stosowania wodnego ekstraktu z liści morwy jako przeciwutleniacza w badanym układzie. Dlatego potrzeba dalszych badań nad celowością stosowania w roli przeciwutleniacza ekstraktu z morwy w produktach mięsnych.

#### 4.2.4. Sensoryczna ocena jakości wędlin doświadczalnych

Utlenianie lipidów mięsa i jego produktów, oprócz pogorszenia smaku i zapachu, wpływa niekorzystnie również na barwę, teksturę, wartość odżywczą i bezpieczeństwo żywnościowe (Hęś i in., 2009). Ponadto produkty utleniania tłuszczu

mogą niszczyć wartościowe składniki pokarmowe, np. kwas askorbinowy i pantotenowy, biotynę oraz ryboflawinę, a także utrudniać ich wykorzystanie przez organizm. Z utlenianiem lipidów powiązane jest utlenianie białek. Przyczynia się do pogorszenia właściwości funkcjonalnych mięsa, m.in. wodochłonności, zdolności utrzymania wody własnej czy zdolności żelowania (Hęś i in., 2009; Hęś i Korczak, 2007a; Wereńska, 2013). Dla przeciętnego konsumenta decydujące znacznie przy wyborze żywności, oprócz bezpieczeństwa produktu, ma jakość sensoryczna (barwa, konsystencja, zapach czy smak produktu). Jest ona postrzegana przez konsumenta w kategoriach afektywnych: jako stopień lubienia i preferencji konsumenckich (Baryłko-Pikielna i Kostyra, 2004; Bilka i Kowalski, 2014). Ocenę sensoryczną stosuje się w celu kontroli lub poprawy jakości produktów oraz dla zwiększenia ich konkurencyjności. Do określenia kategorii (cech jakości) poszczególnym stopniom skali są przypisywane nie tylko określenia słowne, ale i odpowiednie umowne liczby – punkty. W prezentowanej pracy do sensorycznej oceny jakości wędlin doświadczalnych zastosowano skalę 10-punktową. Oceniano barwę na przekroju, zapach, konsystencję, smak oraz ogólną pożądalność. Uzyskane noty średnie zestawiono w tabelach 14–25. Analiza statystyczna uzyskanych wyników oceny sensorycznej pozwoliła na stwierdzenie, że rodzaj próby oraz czas przechowywania miały istotny wpływ na zmiany badanych wyróżników.

W technologii produkcji wędlin podrobowych oprócz składników mięsnych wykorzystuje się substancje dodatkowe, które przedłużają trwałość produktów, a także wpływają na uatrakcyjnienie ich aromatu, smaku, barwy i wyglądu. Zapach charakterystyczny dla wyrobu gotowego powstaje jako wynik oddziaływania surowca zasadniczego i pozostałych składników receptury, jak również zabiegów technologicznych zastosowanych w trakcie produkcji. Prawidłowy zapach powinien być optymalnie intensywny i zharmonizowany, bez śladu zapachu stęchłego czy nieświeżego mięsa. Przyprawy użyte podczas procesu produkcji powinny być wyczuwalne (Krysztofiak i Bilka, 2011). Wyniki oceny sensorycznej zmian zapachu olejowego w czasie 15 dni przechowywania zestawiono w tabeli 14. Zauważono, że w całym okresie przechowywania spośród badanych wędlin zapach olejowy był najmniej wyczuwalny w próbie kontrolnej oraz w próbach z dodatkiem ekstraktu żółtej herbaty. Natomiast już w pierwszym dniu po produkcji zespół oceniający stwierdził wyczuwalność zapachu olejowego w próbie z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym oraz w próbach z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy.

Oceniano także, czy zastosowane naturalne substancje dodatkowe wprowadziły do gotowego wyrobu obcy, niepożądany zapach. Zmiany wyczuwalności/intensywności zapachu obcego w gotowym wyrobie w czasie przechowywania zestawiono w tabeli 15. Zespół oceniający stwierdził zapach obcy w próbach z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty. Wyniki oceny sensorycznej zapachu obcego w wędlinach doświadczalnych potwierdza analiza wartości współczynników regresji. Na jej podstawie stwierdzono bardzo wysoki wpływ poziomu dodatku ekstraktu z żółtej herbaty i czasu przechowywania na wyczuwalność obcego zapachu.

W ocenie zapachu wędlin doświadczalnych uwzględniono również potencjalny wpływ zastosowanych modyfikacji składu recepturowego na postawanie zapachu jelkiego w czasie przechowywania. Spośród badanych prób (tab. 16) zapach jelki

**Tabela 14.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany zapachu olejowego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) według doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,10; NIR B = 0,15)

**Table 14.** The influence of storage time on changes in the oily odour (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,10; NIR B = 0,15)

Rodzaj próby Type of sample	Zapach olejowy w zależności od czasu przechowywania (dni) Oily odors depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3}/24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	0,24 <sup>aa</sup> $\pm$ 0,32	0,17 <sup>aa</sup> $\pm$ 0,21	0,51 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,80	0,80 <sup>ac</sup> $\pm$ 0,69	1,02 <sup>ad</sup> $\pm$ 1,00	62	0,90	
20% oleju Oil 20%	2,21 <sup>fgC</sup> $\pm$ 0,61	1,92 <sup>ea</sup> $\pm$ 1,03	2,09 <sup>fbC</sup> $\pm$ 0,72	3,34 <sup>gD</sup> $\pm$ 0,77	4,28 <sup>eE</sup> $\pm$ 0,46	157	0,74	
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	2,00 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,46	1,36 <sup>da</sup> $\pm$ 0,54	2,06 <sup>fB</sup> $\pm$ 0,35	2,91 <sup>fC</sup> $\pm$ 0,62	4,61 <sup>fD</sup> $\pm$ 0,50	189	0,69	
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	1,45 <sup>da</sup> $\pm$ 0,22	1,40 <sup>da</sup> $\pm$ 0,72	1,74 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,36	2,36 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,38	3,49 <sup>eD</sup> $\pm$ 0,76	142	0,81	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	2,03 <sup>ea</sup> $\pm$ 0,44	2,96 <sup>hb</sup> $\pm$ 0,64	3,94 <sup>gC</sup> $\pm$ 0,45	4,00 <sup>hiC</sup> $\pm$ 0,48	4,27 <sup>ad</sup> $\pm$ 0,33	157	0,88	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	2,15 <sup>fa</sup> $\pm$ 0,57	2,39 <sup>sb</sup> $\pm$ 0,70	3,92 <sup>gc</sup> $\pm$ 0,42	4,03 <sup>hiBC</sup> $\pm$ 0,49	4,12 <sup>dd</sup> $\pm$ 0,34	158	0,82	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	2,17 <sup>fa</sup> $\pm$ 0,53	2,07 <sup>fa</sup> $\pm$ 0,62	4,06 <sup>hb</sup> $\pm$ 0,52	3,94 <sup>hb</sup> $\pm$ 0,51	4,15 <sup>dc</sup> $\pm$ 0,46	164	0,73	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	2,13 <sup>efa</sup> $\pm$ 0,44	2,30 <sup>sb</sup> $\pm$ 0,64	3,86 <sup>gC</sup> $\pm$ 0,42	4,09 <sup>id</sup> $\pm$ 0,45	4,15 <sup>dd</sup> $\pm$ 0,52	165	0,82	
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	0,75 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,27	1,10 <sup>cb</sup> $\pm$ 0,39	1,48 <sup>dd</sup> $\pm$ 0,46	1,27 <sup>dc</sup> $\pm$ 0,36	1,45 <sup>bd</sup> $\pm$ 0,35	44	0,67	
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	0,77 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,33	0,82 <sup>bb</sup> $\pm$ 0,24	0,87 <sup>bb</sup> $\pm$ 0,32	0,91 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,21	1,07 <sup>ac</sup> $\pm$ 0,24	19	0,89	
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	0,52 <sup>ba</sup> $\pm$ 0,21	1,00 <sup>cb</sup> $\pm$ 0,26	0,98 <sup>cb</sup> $\pm$ 0,24	1,02 <sup>cb</sup> $\pm$ 0,26	1,51 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,32	57	0,81	

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.

**Tabela 15.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany zapachu obcego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,08; NIR B = 0,11)

**Table 15.** The influence of storage time on changes in other odours (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,08; NIR B = 0,11)

Rodzaj próby Type of sample	Zapach obcy w zależności od czasu przechowywania (dni) Other odors depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15	15		
Kontrolna Control	0,07 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,11	0,23 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,41	0,17 <sup>aAB</sup> $\pm$ 0,32	0,34 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,41	0,73 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,58	41	0,77	
20% oleju Oil 20%	0,13 <sup>bca</sup> $\pm$ 0,16	0,32 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,40	0,38 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,39	0,52 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,37	0,87 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,52	48	0,91	
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	0,39 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,14	0,74 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,26	1,06 <sup>fC</sup> $\pm$ 0,33	1,09 <sup>fC</sup> $\pm$ 0,22	1,17 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,23	54	0,87	
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	0,24 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,24	0,59 <sup>cdB</sup> $\pm$ 0,31	0,62 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,24	0,83 <sup>deC</sup> $\pm$ 0,27	0,94 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,22	47	0,95	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	0,29 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,12	0,32 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,27	0,36 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,26	0,54 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,36	0,86 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,50	39	0,81	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	0,42 <sup>da</sup> $\pm$ 0,19	0,38 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,38	0,53 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,36	0,65 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,32	0,80 <sup>abd</sup> $\pm$ 0,26	29	0,87	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	0,39 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,23	0,64 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,39	0,73 <sup>eBC</sup> $\pm$ 0,34	0,77 <sup>dCD</sup> $\pm$ 0,30	0,87 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,52	31	0,91	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	0,59 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,23	0,51 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,30	0,79 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,27	0,88 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,22	1,02 <sup>dD</sup> $\pm$ 0,34	34	0,84	
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	0,79 <sup>fA</sup> $\pm$ 0,34	0,96 <sup>fB</sup> $\pm$ 0,32	2,20 <sup>gH</sup> $\pm$ 0,61	2,49 <sup>gD</sup> $\pm$ 0,73	3,86 <sup>fE</sup> $\pm$ 0,93	216	0,91	
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	0,87 <sup>g</sup> $\pm$ 0,17	1,62 <sup>g</sup> $\pm$ 0,44	2,29 <sup>h</sup> $\pm$ 0,48	2,80 <sup>h</sup> $\pm$ 0,75	4,40 <sup>g</sup> $\pm$ 0,74	234	0,94	
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	1,10 <sup>hA</sup> $\pm$ 0,39	1,96 <sup>hA</sup> $\pm$ 0,32	2,14 <sup>gA</sup> $\pm$ 0,43	2,77 <sup>hB</sup> $\pm$ 0,51	4,59 <sup>hC</sup> $\pm$ 0,56	221	0,88	

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.

**Tabela 16.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany zapachu jętkiego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,05; NIR B = 0,08)  
**Table 16.** The influence of storage time on changes in the rancid odour (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,05; NIR B = 0,08)

Rodzaj próby Type of sample	Zapach jętki w zależności od czasu przechowywania (dni) Rancid odour depending on storage time (days)					Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h	R <sup>2</sup>
	1	5	8	12	15		
Kontrolna Control	0,14 <sup>aa</sup> ±0,17	0,30 <sup>bB</sup> ±0,44	0,32 <sup>aB</sup> ±0,35	0,47 <sup>aC</sup> ±0,54	0,77 <sup>bD</sup> ±0,55	41	0,90
20% oleju Oil 20%	0,17 <sup>aa</sup> ±0,17	0,38 <sup>cdB</sup> ±0,34	0,39 <sup>bB</sup> ±0,31	0,74 <sup>bC</sup> ±0,44	0,77 <sup>bCv</sup> ±0,37	45	0,94
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	0,42 <sup>da</sup> ±0,11	0,70 <sup>gB</sup> ±0,24	1,12 <sup>fC</sup> ±0,40	1,17 <sup>eC</sup> ±0,57	1,19 <sup>eC</sup> ±0,38	57	0,85
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	0,32 <sup>ca</sup> ±0,14	0,62 <sup>fB</sup> ±0,25	0,58 <sup>eB</sup> ±0,26	0,81 <sup>cC</sup> ±0,28	0,96 <sup>cD</sup> ±0,23	43	0,93
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	0,26 <sup>ba</sup> ±0,22	0,45 <sup>eBC</sup> ±0,32	0,42 <sup>bB</sup> ±0,18	0,51 <sup>aC</sup> ±0,22	0,66 <sup>aD</sup> ±0,23	25	0,90
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	0,23 <sup>ba</sup> ±0,14	0,36 <sup>cdB</sup> ±0,24	0,37 <sup>abB</sup> ±0,12	0,47 <sup>aC</sup> ±0,16	0,63 <sup>aD</sup> ±0,19	26	0,94
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	0,26 <sup>ba</sup> ±0,14	0,41 <sup>deB</sup> ±0,22	0,42 <sup>bB</sup> ±0,13	0,46 <sup>aB</sup> ±0,16	0,63 <sup>aC</sup> ±0,18	22	0,89
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	0,25 <sup>ba</sup> ±0,16	0,26 <sup>aA</sup> ±0,20	0,32 <sup>aA</sup> ±0,22	0,51 <sup>aB</sup> ±0,16	0,62 <sup>aC</sup> ±0,20	28	0,90
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	0,49 <sup>eA</sup> ±0,19	0,48 <sup>eA</sup> ±0,23	0,96 <sup>eB</sup> ±0,33	1,29 <sup>fC</sup> ±0,43	1,77 <sup>fD</sup> ±0,44	95	0,92
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	0,47 <sup>deA</sup> ±0,18	1,00 <sup>hB</sup> ±0,34	0,96 <sup>eB</sup> ±0,20	1,02 <sup>dBC</sup> ±0,18	1,10 <sup>dC</sup> ±0,32	37	0,68
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	0,58 <sup>fA</sup> ±0,27	0,71 <sup>gB</sup> ±0,23	0,75 <sup>dB</sup> ±0,19	1,18 <sup>eC</sup> ±0,29	2,19 <sup>gD</sup> ±0,46	105	0,77

Objasnienia jak w tabeli 12.  
 Explanations as in Table 12.

**Tabela 17.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany zapachu przyprawowego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,22)

**Table 17.** The influence of storage time on changes in the spicy odour (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,22)

Rodzaj próby Type of sample	Zapach przyprawowy w zależności od czasu przechowywania (dni) Spice odour depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h	R <sup>2</sup>
	1 5 8 12 15							
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	5,79 <sup>gC</sup> ±0,74	6,18 <sup>hD</sup> ±1,09	6,18 <sup>gD</sup> ±1,13	5,40 <sup>gB</sup> ±1,07	4,81 <sup>gA</sup> ±0,91		-77	0,54
20% oleju Oil 20%	4,98 <sup>dC</sup> ±0,86	5,52 <sup>dD</sup> ±1,06	4,87 <sup>cC</sup> ±0,61	4,52 <sup>bB</sup> ±0,84	4,16 <sup>bcdA</sup> ±0,50		-73	0,63
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	4,56 <sup>cB</sup> ±0,60	4,95 <sup>dC</sup> ±0,51	5,04 <sup>dD</sup> ±0,75	4,42 <sup>aB</sup> ±0,48	4,15 <sup>bca</sup> ±0,48		-38	0,32
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	3,61 <sup>aA</sup> ±0,41	3,73 <sup>aA</sup> ±0,35	4,87 <sup>cC</sup> ±0,64	4,80 <sup>eC</sup> ±0,76	4,28 <sup>cdB</sup> ±0,56		68	0,42
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	5,12 <sup>deC</sup> ±0,70	5,07 <sup>dC</sup> ±0,84	4,71 <sup>bB</sup> ±0,71	4,54 <sup>bB</sup> ±0,80	4,11 <sup>bA</sup> ±0,51		-72	0,93
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	5,27 <sup>cC</sup> ±0,87	5,19 <sup>eC</sup> ±0,99	5,24 <sup>fC</sup> ±0,80	4,94 <sup>cB</sup> ±0,85	4,63 <sup>fA</sup> ±0,87		-43	0,80
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	5,03 <sup>eBC</sup> ±0,85	5,09 <sup>dC</sup> ±0,85	4,82 <sup>cB</sup> ±0,87	4,83 <sup>cB</sup> ±0,86	4,45 <sup>eA</sup> ±1,03		-39	0,76
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	5,10 <sup>edB</sup> ±0,66	5,16 <sup>eB</sup> ±0,82	5,00 <sup>dB</sup> ±0,68	5,18 <sup>dB</sup> ±0,91	4,31 <sup>deA</sup> ±0,86		-43	0,42
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	5,52 <sup>FE</sup> ±0,69	5,79 <sup>gD</sup> ±0,97	5,12 <sup>fC</sup> ±1,01	4,31 <sup>bB</sup> ±0,42	4,06 <sup>bA</sup> ±0,43		-125	0,84
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	5,21 <sup>eD</sup> ±0,77	4,66 <sup>cC</sup> ±0,59	4,80 <sup>cC</sup> ±0,51	4,24 <sup>bB</sup> ±0,71	3,79 <sup>aA</sup> ±0,32		-94	0,91
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	4,28 <sup>bB</sup> ±0,64	4,15 <sup>bB</sup> ±0,64	4,27 <sup>aB</sup> ±0,58	3,71 <sup>aA</sup> ±0,42	3,71 <sup>aA</sup> ±0,48		-46	0,76

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.



był najmniej wyczuwalny w próbie z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,2% i 0,5% oraz ekstraktu z rozmarynu. Wskazuje to na hamowanie powstawania związków lotnych odpowiedzialnych za powstawanie nieprzyjemnego zapachu.

Największą intensywnością zapachu przyprawowego w pierwszym dniu przechowywania charakteryzowała się próba kontrolna (tab. 17). W następnych terminach badań obserwowano znaczne zmniejszenie natężenia tego wyróżnika we wszystkich próbach, co skutkowało mniejszą ilością przyznawanych punktów podczas oceny sensorycznej.

Kolejną ważną cechą jakości produktów mięsnych, od której zależy akceptacja konsumenta, jest ich barwa. Dla wędlin podrobowych pasteryzowanych preferowana jest barwa brązowo-szara (Estévez i Cava, 2004), będąca wypadkową efektu chromatycznego surowców mięsnych, tłuszczowych i innych dodatkowych składników, które wchodzi w skład farszu (Tolik i in., 2015). Zmiany barwy produktów poddanych obróbce termicznej, a następnie przechowywanych w warunkach chłodniczych powiązано ze zjawiskami utleniania. Zaobserwowano również, że rodzaj i ilość tłuszczu, metody pakowania oraz obecność przeciwutleniaczy mają wpływ na trwałość barwy gotowych produktów mięsnych (Estévez i Cava, 2004; Estévez i in., 2004). W niniejszych badaniach oceniano, czy modyfikacja składu recepturowego wędlin, polegająca na częściowej substytucji tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym oraz dodaniu preparatu roślinnego stanowiącego źródło substancji przeciwutleniających, miały wpływ na zmiany pożądalności barwy na przekroju w czasie przechowywania wędlin doświadczalnych. Wyniki średnie oceny pożądalności barwy na przekroju podczas przechowywania zestawiono w tabeli 18. W pierwszym dniu po produkcji najbardziej pożądaną barwą na przekroju charakteryzowały się próby z dodatkiem ekstraktu z morwy w ilości 0,2% i 0,5%. Analiza wartości współczynników regresji wykazała, że najbardziej stabilną barwą na przekroju charakteryzowała się próba z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym i dodatkiem 0,35% żółtej herbaty. Natomiast największą różnicę pożądalności barwy na przekroju między granicznymi czasami przechowywania stwierdzono w próbie kontrolnej ( $\Delta = 1,55$  pkt).

Podczas chłodniczego przechowywania w mięsie i produktach mięsnych zachodzą przemiany biochemiczne, chemiczne i fizyczne. Przemiany biochemiczne są wywoływane działaniem enzymów tkankowych mięsa i wytwarzanych przez drobnoustroje. Przemiany chemiczne polegają na utlenianiu i hydrolizie tłuszczów, skutkując zmianą barwy, zapachu oraz obniżeniem zawartości witamin. W wyniku przemian fizycznych następuje m.in. pogorszenie konsystencji, w tym jędrności mięsa, ograniczenie zdolności utrzymywania wody i wysychanie. Analiza statystyczna wykazała, że badane próby w całym okresie badań istotnie różniły się konsystencją (tab. 19). W pierwszym dniu badań najbardziej optymalną konsystencją charakteryzowały się próby: kontrolna i z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym (5,0–5,5 pkt. w skali 10-punktowej). Największą różnicę między ostatnim a pierwszym dniem po produkcji stwierdzono w próbie kontrolnej ( $\Delta = 1,55$ ). Wartości współczynników A dla wędlin z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym oraz dodatkiem naturalnych przeciwutleniaczy były niższe niż dla próby kontrolnej. Zmiana konsystencji badanych prób była związana z ubytkiem wody podczas przechowywania wędlin. Największy, 25% ubytek

**Tabela 18.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany pożądalności barwy na przekroju (0 – niepożądana; 10 – pożądana) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,18; NIR B = 0,27)

**Table 18.** The influence of storage time on changes in the desirability of the colour (0 – undesirable; 10 – desirable) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,18; NIR B = 0,27)

Rodzaj próby Type of sample	Barwa na przekroju w zależności od czasu przechowywania (dni) Desirability colour depending on storage time (days)					Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h	R <sup>2</sup>
	1	5	8	12	15		
Kontrolna Control	8,08 <sup>dC</sup> ±0,95	7,88 <sup>bC</sup> ±0,98	7,88 <sup>bC</sup> ±0,98	7,44 <sup>cB</sup> ±1,02	6,54 <sup>aA</sup> ±1,44	-100	0,79
20% oleju Oil 20%	7,47 <sup>aC</sup> ±1,45	8,00 <sup>cB</sup> ±0,96	8,01 <sup>cdB</sup> ±1,19	7,97 <sup>fgB</sup> ±0,71	7,13 <sup>cdA</sup> ±1,13	-18	0,06
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	7,73 <sup>cB</sup> ±1,25	7,70 <sup>ab</sup> ±0,57	7,89 <sup>bCB</sup> ±0,92	7,70 <sup>efB</sup> ±0,62	7,07 <sup>cA</sup> ±0,97	-37	0,42
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	7,66 <sup>bC</sup> ±1,30	8,36 <sup>dB</sup> ±0,81	8,12 <sup>dB</sup> ±1,04	7,64 <sup>teA</sup> ±0,67	7,30 <sup>eA</sup> ±0,96	-40	0,27
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	8,13 <sup>dB</sup> ±1,13	8,00 <sup>cB</sup> ±0,85	8,05 <sup>cDB</sup> ± 0,87	7,93 <sup>fB</sup> ±1,28	6,95 <sup>cA</sup> ±1,03	-68	0,60
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	8,53 <sup>eD</sup> ±0,71	8,23 <sup>dC</sup> ±0,89	8,48 <sup>eCD</sup> ±0,71	7,69 <sup>deB</sup> ±0,81	7,28 <sup>deA</sup> ±0,81	-87	0,80
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	8,41 <sup>eD</sup> ±0,86	7,68 <sup>ab</sup> ±0,97	8,03 <sup>cdC</sup> ±0,87	7,45 <sup>cB</sup> ±0,84	7,12 <sup>cdA</sup> ±1,07	-87	0,92
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	7,68 <sup>bCB</sup> ±0,96	7,69 <sup>ab</sup> ±0,89	7,43 <sup>aB</sup> ±1,00	6,79 <sup>aA</sup> ±0,91	6,74 <sup>bA</sup> ±0,86	-79	0,88
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	8,16 <sup>dC</sup> ±0,95	7,93 <sup>cBC</sup> ±0,86	7,83 <sup>bCB</sup> ±0,72	7,77 <sup>eB</sup> ±0,93	7,34 <sup>eA</sup> ±1,08	-51	0,89
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	7,54 <sup>abA</sup> ±0,98	7,74 <sup>abA</sup> ±0,89	7,70 <sup>bA</sup> ±0,92	7,48 <sup>cdA</sup> ±1,04	7,55 <sup>fA</sup> ±1,09	-7	0,11
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	7,74 <sup>cB</sup> ±1,07	7,73 <sup>abB</sup> ±0,88	7,50 <sup>aB</sup> ±0,81	6,99 <sup>bA</sup> ±1,27	7,01 <sup>cA</sup> ±0,95	-63	0,88

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.

**Tabela 19.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany konsystencji (0 – zbyt miękka, 10 – zbyt twarda) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,23)

**Table 19.** The influence of storage time on changes in the consistency (0 – too soft, 10 – too hard) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,23)

Rodzaj próby Type of sample	Konsystencja w zależności od czasu przechowywania (dni) Consistency depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15	15		
Kontrolna Control	5,50 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,62	5,31 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,66	6,25 <sup>gC</sup> $\pm$ 1,23	6,30 <sup>gC</sup> $\pm$ 1,06	7,10 <sup>eD</sup> $\pm$ 1,19	117	0,80	
20% oleju Oil 20%	5,06 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,87	5,12 <sup>dAB</sup> $\pm$ 0,92	5,31 <sup>eBC</sup> $\pm$ 0,83	5,39 <sup>efC</sup> $\pm$ 1,09	5,37 <sup>bCC</sup> $\pm$ 0,96	26	0,87	
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	4,60 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,56	4,73 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,51	4,93 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,75	5,05 <sup>bCC</sup> $\pm$ 0,67	5,96 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,71	85	0,78	
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	4,63 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,53	4,70 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,66	5,58 <sup>fB</sup> $\pm$ 0,55	5,47 <sup>fB</sup> $\pm$ 0,98	5,98 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,61	97	0,85	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	4,89 <sup>dA</sup> $\pm$ 1,03	5,01 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,82	5,27 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,81	5,29 <sup>deB</sup> $\pm$ 0,90	5,35 <sup>bCC</sup> $\pm$ 0,90	34	0,89	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	3,87 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,66	4,00 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,55	5,12 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,81	5,29 <sup>deB</sup> $\pm$ 0,83	5,00 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,84	101	0,70	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	3,98 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,58	4,51 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,80	4,45 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,67	5,40 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,77	5,23 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,92	99	0,86	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	3,98 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,73	4,50 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,67	4,69 <sup>bBC</sup> $\pm$ 0,63	4,85 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,75	5,40 <sup>cD</sup> $\pm$ 1,09	91	0,95	
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	4,53 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,64	4,70 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,41	5,22 <sup>deB</sup> $\pm$ 0,66	5,15 <sup>cdB</sup> $\pm$ 1,17	5,26 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,56	54	0,80	
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	4,64 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,78	4,77 <sup>cAB</sup> $\pm$ 0,76	4,71 <sup>bA</sup> $\pm$ 1,06	5,00 <sup>abcB</sup> $\pm$ 0,95	4,99 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,76	27	0,83	
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	4,27 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,65	4,68 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,69	4,60 <sup>abB</sup> $\pm$ 1,27	4,92 <sup>abC</sup> $\pm$ 1,13	4,96 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,96	47	0,88	

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.

wody w całym okresie przechowywania stwierdzono w próbie kontrolnej. Mniejszy ubytek masy (22%) stwierdzono w próbie z udziałem 20% oleju zamiast tłuszczu drobnego. Natomiast w próbach z dodatkiem przeciwutleniaczy zawartość wody między 1 a 15 dniem po produkcji obniżyła się około 16–19%.

Ocenie poddano również deskryptory smaku wędlin. Oceniano wyczuwalność smaku wątrobowego, obcego, jelkiego, gorzkiego i słonego w wyprodukowanych wędlinach doświadczalnych (tab. 20–24). Wyróżniki smaku uznane za negatywne (tj. gorzki, obcy czy jelki) były słabo wyczuwalne we wszystkich badanych próbach.

Analiza statystyczna wykazała, że badane próby w całym okresie badań różniły się istotnie smakiem wątrobowym. W pierwszym dniu po produkcji średnie noty uzyskane w ocenie smaku wątrobowego wynosiły od 3,88 pkt (dla próby z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy w ilości 0,8%) do 4,81 pkt (dla próby z dodatkiem ekstraktu z rozmarynu) w 10-punktowej skali (tab. 20). Po 15 dniach chłodniczego przechowywania w próbach z dodatkiem ekstraktu z rozmarynu, ekstraktu z liści morwy oraz żółtej herbaty w ilości 0,2% i 0,35% nastąpił spadek odczucia smaku wątrobowego, największy w próbie z dodatkiem 0,5% ekstraktu z liści morwy, a najmniejszy w próbie z dodatkiem 0,8% ekstraktu z liści morwy.

W trakcie 15 dni chłodniczego przechowywania odnotowano wzrost wartości deskryptora smaku gorzkiego we wszystkich próbach (tab. 21), największy jednak w próbach z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,2% i 0,35%. Może to być związane z obecnością katechin, które są odpowiedzialne za gorzki i ściągający smak herbaty. Najmniejszy przyrost zaobserwowano w próbie z dodatkiem ekstraktu z liści morwy w ilości 0,5%. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że były to różnice statystycznie istotne.

Podobną zależność stwierdzono w przypadku smaku obcego. Wyniki średnie deskryptora oceny badanego wyróżnika, wartości współczynnika A oraz współczynniki determinacji zestawiono w tabeli 22. Najwyższymi wartościami deskryptora smaku obcego charakteryzowały się próby z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty oraz z dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu (0,08 Ml + 0,06 Kml).

W badanych wędlinach oceniano także wyczuwalność smaku jelkiego. Średnie wyniki oceny smaku jelkiego zestawiono w tabeli 23. Największy wzrost tego odczucia pomiędzy granicznymi czasami przechowywania stwierdzono w próbie z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego (o 2,76 pkt.). Wśród prób, w których zastosowano dodatek substancji przeciwutleniającej, smak jelki był lekko wyczuwalny w wariantach z dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu.

Ocena smaku słonego była podobna dla wszystkich prób (tab. 24), które oceniono jako średnio słone. W czasie 15 dni przechowywania największy wzrost odczuwania smaku słonego, o 1,91 pkt, stwierdzono w próbie z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego i dodatkiem ekstraktu rozmarynu. Natomiast niewielkie zmiany wyczuwalności smaku słonego stwierdzono w próbach z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,35% i 0,5%.

Badane wędliny charakteryzowały się wysoką ogólną pożądalnością. Wyróżnik ten kształtował się na podobnym poziomie w całym okresie przechowywania w próbach z dodatkiem ekstraktów: z liści morwy, rozmarynu oraz żółtej herbaty w ilości 0,2% i 0,35% (tab. 25). Można wnioskować, że dodatek wybranych substan-

**Tabela 20.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany smaku wątrobowego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,22)

**Table 20.** The influence of storage time on changes in the livery flavour (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,22)

Rodzaj próby Type of sample	Smak wątrobowy w zależności od czasu przechowywania (dni) Livery flavour depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h	R <sup>2</sup>
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	4,50 <sup>cdA</sup> ±0,59	5,99 <sup>gB</sup> ±0,93	6,00 <sup>gB</sup> ±0,95	5,78 <sup>gB</sup> ±1,06	5,78 <sup>gB</sup> ±1,12	69	0,37	
20% oleju Oil 20%	4,07 <sup>bA</sup> ±0,90	4,35 <sup>cB</sup> ±0,91	4,31 <sup>dB</sup> ±0,81	4,35 <sup>cB</sup> ±0,78	5,19 <sup>fC</sup> ±1,12	63	0,67	
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	4,39 <sup>cAB</sup> ±0,59	4,24 <sup>cA</sup> ±0,56	4,25 <sup>cdA</sup> ±0,57	4,50 <sup>cBC</sup> ±0,68	4,54 <sup>dC</sup> ±0,65	16	0,40	
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	4,45 <sup>cA</sup> ±0,74	4,29 <sup>cdA</sup> ±0,59	4,43 <sup>eA</sup> ±0,61	4,50 <sup>cA</sup> ±0,65	4,75 <sup>eB</sup> ±0,79	22	0,54	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	4,81 <sup>eB</sup> ±0,85	4,85 <sup>fB</sup> ±1,08	4,98 <sup>fB</sup> ±1,23	4,66 <sup>dA</sup> ±0,76	4,51 <sup>dA</sup> ±1,04	-22	0,47	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	4,51 <sup>cdB</sup> ±0,88	4,51 <sup>eB</sup> ±0,80	4,36 <sup>deA</sup> ±0,67	4,44 <sup>cB</sup> ±1,02	4,20 <sup>cA</sup> ±0,68	-19	0,65	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	4,58 <sup>dC</sup> ±0,45	3,83 <sup>aaA</sup> ±0,65	4,03 <sup>bbB</sup> ±1,06	3,65 <sup>aaA</sup> ±0,67	3,60 <sup>aaA</sup> ±0,57	-62	0,76	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	3,88 <sup>aaA</sup> ±0,79	3,96 <sup>abB</sup> ±0,60	3,84 <sup>aaAB</sup> ±0,67	3,82 <sup>baAB</sup> ±0,65	3,66 <sup>aaA</sup> ±0,55	-16	0,65	
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	4,41 <sup>cB</sup> ±0,63	4,70 <sup>fC</sup> ±0,96	4,29 <sup>dB</sup> ±0,73	3,89 <sup>bA</sup> ±0,95	3,87 <sup>bA</sup> ±0,62	-54	0,70	
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	4,65 <sup>dC</sup> ±0,60	4,43 <sup>dB</sup> ±0,68	4,40 <sup>deB</sup> ±0,78	4,37 <sup>cB</sup> ±1,00	4,10 <sup>cA</sup> ±0,79	-33	0,87	
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	4,39 <sup>cC</sup> ±0,80	4,06 <sup>bA</sup> ±0,49	4,13 <sup>bcaA</sup> ±0,54	4,47 <sup>cC</sup> ±0,73	4,50 <sup>dC</sup> ±0,61	18	0,24	

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.

**Tabela 21.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany smaku gorzkiego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,13; NIR B = 0,20)

**Table 21.** The influence of storage time on changes in the bitter taste (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,13; NIR B = 0,20)

Rodzaj próby Type of sample	Smak gorzki w zależności od czasu przechowywania (dni) Bitter taste depending on storage time (days)					Współczynnik Coefficient A·10 <sup>-3</sup> /24 h	R <sup>2</sup>
	1	5	8	12	15		
Kontrolna Control	3,39 <sup>eA</sup> ±0,62	3,41 <sup>dA</sup> ±0,90	3,66 <sup>eB</sup> ±0,69	4,36 <sup>fC</sup> ±0,57	4,97 <sup>lD</sup> ±0,93	117	0,88
20% oleju Oil 20%	3,04 <sup>cA</sup> ±0,57	2,91 <sup>cA</sup> ±0,69	3,10 <sup>cA</sup> ±0,66	3,58 <sup>dB</sup> ±0,65	4,04 <sup>eC</sup> ±0,71	75	0,79
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	2,80 <sup>bB</sup> ±0,32	2,52 <sup>bA</sup> ±0,49	2,91 <sup>bB</sup> ±0,55	3,28 <sup>bC</sup> ±0,55	3,65 <sup>cD</sup> ±0,57	69	0,75
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	2,42 <sup>aA</sup> ±0,31	2,24 <sup>aA</sup> ±0,47	2,72 <sup>aB</sup> ±0,62	2,88 <sup>aB</sup> ±0,70	3,28 <sup>aC</sup> ±0,39	66	0,81
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	4,40 <sup>iC</sup> ±0,92	3,95 <sup>gA</sup> ±0,65	4,18 <sup>gB</sup> ±0,92	4,09 <sup>eB</sup> ±0,91	3,84 <sup>dA</sup> ±0,83	-29	0,54
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	3,10 <sup>eA</sup> ±0,79	3,44 <sup>dB</sup> ±0,78	3,53 <sup>deBC</sup> ±0,87	3,47 <sup>cdBC</sup> ±0,72	3,67 <sup>cC</sup> ±0,77	33	0,77
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	3,25 <sup>dA</sup> ±0,68	3,42 <sup>dA</sup> ±0,64	3,40 <sup>dA</sup> ±0,86	3,43 <sup>cA</sup> ±0,65	3,58 <sup>bcB</sup> ±0,89	19	0,84
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	3,66 <sup>fB</sup> ±0,79	3,74 <sup>fC</sup> ±0,62	3,56 <sup>eAC</sup> ±0,65	3,37 <sup>bCA</sup> ±0,59	3,46 <sup>bAB</sup> ±0,68	-22	0,68
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	3,81 <sup>gB</sup> ±0,77	3,50 <sup>deA</sup> ±0,85	3,79 <sup>fB</sup> ±0,80	4,07 <sup>eC</sup> ±0,63	5,90 <sup>gD</sup> ±0,77	132	0,57
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	4,15 <sup>hB</sup> ±0,83	3,58 <sup>eA</sup> ±0,60	4,40 <sup>hC</sup> ±0,90	4,48 <sup>fC</sup> ±0,86	6,30 <sup>hD</sup> ±0,97	144	0,61
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	5,10 <sup>hA</sup> ±0,65	5,03 <sup>hA</sup> ±0,66	5,87 <sup>iB</sup> ±0,59	5,90 <sup>gB</sup> ±0,86	6,73 <sup>iC</sup> ±0,57	116	0,85

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.

**Tabela 22.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany smaku obcego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,07; NIR B = 0,10)

**Table 22.** The influence of storage time on changes in the other taste (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,07; NIR B = 0,10)

Rodzaj próby Type of sample	Smak obcy w zależności od czasu przechowywania (dni) Other taste depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	0,18 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,22	0,10 <sup>aa</sup> $\pm$ 0,13	0,50 <sup>ac</sup> $\pm$ 0,12	0,57 <sup>ac</sup> $\pm$ 0,29	0,60 <sup>ac</sup> $\pm$ 0,21	37	0,77	
20% oleju Oil 20%	0,35 <sup>ba</sup> $\pm$ 0,30	0,76 <sup>db</sup> $\pm$ 0,29	0,76 <sup>cb</sup> $\pm$ 0,23	0,81 <sup>bb</sup> $\pm$ 0,37	1,51 <sup>c</sup> $\pm$ 0,67	67	0,78	
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	1,10 <sup>fa</sup> $\pm$ 0,17	1,00 <sup>ea</sup> $\pm$ 0,19	1,30 <sup>fb</sup> $\pm$ 0,27	1,44 <sup>ec</sup> $\pm$ 0,52	2,59 <sup>bd</sup> $\pm$ 0,42	95	0,68	
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	0,56 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,28	0,65 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,18	0,75 <sup>cb</sup> $\pm$ 0,21	0,98 <sup>c</sup> $\pm$ 0,27	1,92 <sup>ed</sup> $\pm$ 0,36	86	0,74	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	0,53 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,32	0,60 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,48	1,08 <sup>db</sup> $\pm$ 0,42	1,14 <sup>db</sup> $\pm$ 0,50	1,25 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,48	56	0,88	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	0,56 <sup>ca</sup> $\pm$ 0,31	0,51 <sup>ba</sup> $\pm$ 0,31	0,60 <sup>ba</sup> $\pm$ 0,35	0,75 <sup>bb</sup> $\pm$ 0,28	1,62 <sup>dc</sup> $\pm$ 0,47	66	0,62	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	0,82 <sup>da</sup> $\pm$ 0,28	1,09 <sup>fb</sup> $\pm$ 0,52	1,21 <sup>ec</sup> $\pm$ 0,45	1,12 <sup>db</sup> $\pm$ 0,23	2,01 <sup>ff</sup> $\pm$ 0,55	67	0,69	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	0,93 <sup>ea</sup> $\pm$ 0,26	1,23 <sup>gb</sup> $\pm$ 0,43	1,36 <sup>sc</sup> $\pm$ 0,33	1,46 <sup>sc</sup> $\pm$ 0,31	2,27 <sup>gd</sup> $\pm$ 0,40	82	0,83	
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	1,22 <sup>ga</sup> $\pm$ 0,39	2,07 <sup>ib</sup> $\pm$ 0,46	3,08 <sup>id</sup> $\pm$ 0,51	2,90 <sup>gc</sup> $\pm$ 0,55	3,40 <sup>ie</sup> $\pm$ 0,65	148	0,86	
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	1,30 <sup>ha</sup> $\pm$ 0,30	1,46 <sup>hb</sup> $\pm$ 0,41	2,60 <sup>hc</sup> $\pm$ 0,52	2,57 <sup>fc</sup> $\pm$ 0,47	3,29 <sup>id</sup> $\pm$ 0,52	143	0,89	
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	1,41 <sup>ia</sup> $\pm$ 0,24	2,69 <sup>ib</sup> $\pm$ 0,56	2,97 <sup>ic</sup> $\pm$ 0,48	2,99 <sup>hc</sup> $\pm$ 0,59	3,90 <sup>kd</sup> $\pm$ 0,62	151	0,87	

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.

**Tabela 23.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany smaku jętkiego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,06; NIR B = 0,10)

**Table 23.** The influence of storage time on changes in the rancid taste (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,06; NIR B = 0,10)

Rodzaj próby Type of sample	Smak jętki w zależności od czasu przechowywania (dni) Rancid taste depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient A · 10 <sup>-3</sup> / 24 h	R <sup>2</sup>
	1	5	8	12	15	15		
Kontrolna Control	0,23 <sup>aa</sup> ± 0,66	0,45 <sup>abb</sup> ± 0,23	0,29 <sup>aa</sup> ± 0,23	0,55 <sup>ab</sup> ± 0,30	1,00 <sup>aC</sup> ± 0,24	47	0,72	
20% oleju Oil 20%	0,25 <sup>aba</sup> ± 0,19	1,01 <sup>c</sup> ± 0,20	0,87 <sup>ab</sup> ± 0,27	1,39 <sup>ed</sup> ± 0,46	3,01 <sup>ie</sup> ± 0,74	167	0,80	
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	0,57 <sup>fa</sup> ± 0,18	0,71 <sup>dB</sup> ± 0,22	1,49 <sup>hC</sup> ± 0,35	1,53 <sup>fC</sup> ± 0,43	2,43 <sup>hd</sup> ± 0,62	128	0,89	
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	0,49 <sup>ea</sup> ± 0,13	0,43 <sup>aA</sup> ± 0,20	1,22 <sup>gB</sup> ± 0,29	1,24 <sup>dB</sup> ± 0,31	2,23 <sup>gC</sup> ± 0,37	120	0,83	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	0,38 <sup>da</sup> ± 0,23	0,47 <sup>bb</sup> ± 0,40	1,03 <sup>fC</sup> ± 0,26	1,28 <sup>dD</sup> ± 0,32	1,50 <sup>dE</sup> ± 0,39	87	0,94	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	0,33 <sup>cdA</sup> ± 0,30	0,66 <sup>cB</sup> ± 0,48	1,00 <sup>fC</sup> ± 0,24	1,02 <sup>bC</sup> ± 0,33	1,73 <sup>fD</sup> ± 0,51	89	0,90	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	0,35 <sup>cdA</sup> ± 0,35	0,65 <sup>cB</sup> ± 0,27	0,60 <sup>eB</sup> ± 0,26	1,08 <sup>bC</sup> ± 0,22	1,36 <sup>cD</sup> ± 0,38	70	0,92	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	0,34 <sup>cdA</sup> ± 0,28	0,50 <sup>bB</sup> ± 0,21	0,48 <sup>bB</sup> ± 0,28	1,25 <sup>dC</sup> ± 0,28	1,22 <sup>bC</sup> ± 0,32	73	0,84	
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	0,30 <sup>bC</sup> ± 0,29	0,40 <sup>aA</sup> ± 0,28	1,00 <sup>fB</sup> ± 0,34	1,15 <sup>cB</sup> ± 0,39	1,35 <sup>cC</sup> ± 0,37	81	0,92	
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	0,30 <sup>bC</sup> ± 0,31	0,40 <sup>aB</sup> ± 0,33	0,97 <sup>fC</sup> ± 0,28	1,23 <sup>dD</sup> ± 0,35	1,40 <sup>cE</sup> ± 0,52	86	0,94	
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	0,56 <sup>fB</sup> ± 0,27	0,45 <sup>abA</sup> ± 0,23	0,74 <sup>dC</sup> ± 0,22	1,58 <sup>fD</sup> ± 0,36	1,60 <sup>eD</sup> ± 0,48	92	0,82	

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.



**Tabela 24.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany smaku słonego (0 – niewyczuwalny, 10 – intensywny) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,23)  
**Table 24.** The influence of storage time on changes in the salty taste (0 – imperceptible, 10 – intense) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,15; NIR B = 0,23)

Rodzaj próby Type of sample	Smak słony w zależności od czasu przechowywania (dni) Salty taste depending on storage time (days)					Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15		
Kontrolna Control	4,60 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,51	5,01 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,74	5,09 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,71	5,30 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,85	6,05 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,98	90	0,88
20% oleju Oil 20%	5,40 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,79	5,83 <sup>fB</sup> $\pm$ 0,82	6,45 <sup>gC</sup> $\pm$ 0,68	6,93 <sup>dD</sup> $\pm$ 0,71	6,74 <sup>fD</sup> $\pm$ 0,98	109	0,88
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	4,75 <sup>abA</sup> $\pm$ 0,47	4,91 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,62	5,37 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,69	5,40 <sup>bC</sup> $\pm$ 1,05	5,43 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,69	53	0,84
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	5,00 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,50	4,98 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,71	5,39 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,65	5,43 <sup>bcBC</sup> $\pm$ 0,96	5,63 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,66	48	0,87
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	5,08 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,98	5,15 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,99	6,10 <sup>fB</sup> $\pm$ 0,88	6,26 <sup>dB</sup> $\pm$ 1,14	6,99 <sup>eC</sup> $\pm$ 1,12	139	0,91
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	5,10 <sup>c</sup> $\pm$ 0,63	5,01 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,49	5,69 <sup>e</sup> $\pm$ 1,11	6,04 <sup>d</sup> $\pm$ 1,13	6,16 <sup>e</sup> $\pm$ 0,92	89	0,88
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	5,40 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,85	5,22 <sup>deA</sup> $\pm$ 0,74	6,04 <sup>fB</sup> $\pm$ 1,07	6,55 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,92	6,59 <sup>fC</sup> $\pm$ 1,28	105	0,84
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	5,30 <sup>deA</sup> $\pm$ 0,84	5,22 <sup>deA</sup> $\pm$ 0,79	5,45 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,73	5,94 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,68	6,09 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,77	65	0,86
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	4,84 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,61	5,35 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,93	5,58 <sup>de C</sup> $\pm$ 1,06	5,57 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,73	5,81 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,50	62	0,87
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	5,15 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,41	5,15 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,66	4,95 <sup>abA</sup> $\pm$ 1,06	5,44 <sup>bcC</sup> $\pm$ 0,85	5,51 <sup>bcC</sup> $\pm$ 0,64	30	0,51
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	4,66 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,39	4,75 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,43	4,83 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,78	4,91 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,56	4,86 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,40	16	0,82

Objasnienia jak w tabeli 12.  
 Explanations as in Table 12.

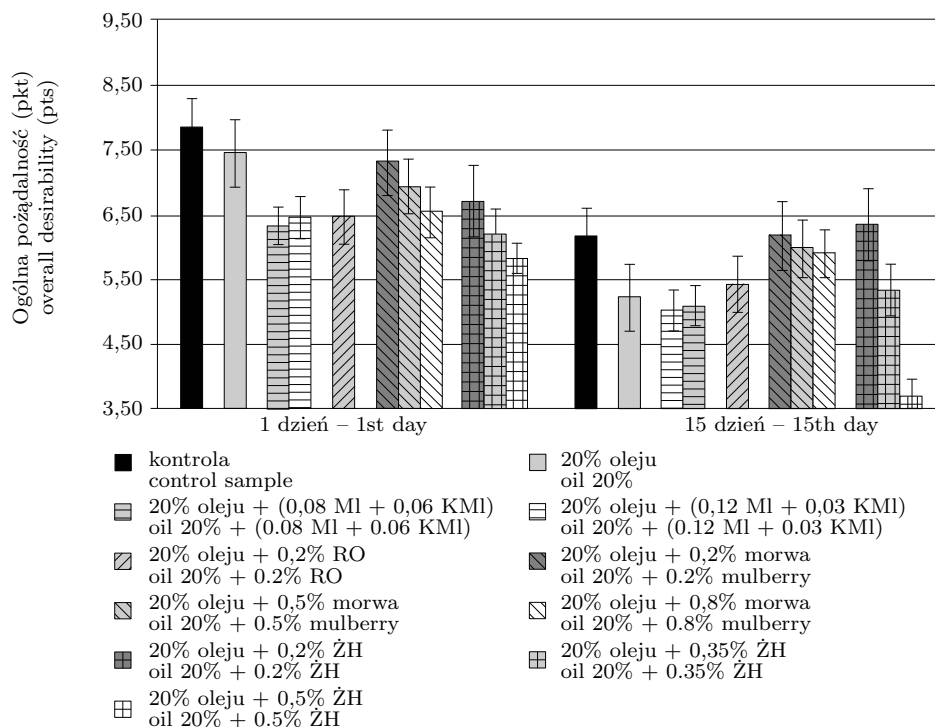
**Tabela 25.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany ogólnej pożądalności (0 – niepożądana, 10 – pożądana) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,16; NIR B = 0,23)

**Table 25.** The influence of storage time on changes in the overall desirability (0 – undesirable, 10 – desirable) of the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 20$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,16; NIR B = 0,23)

Rodzaj próby Type of sample	Ogólna pożądalność w zależności od czasu przechowywania (dni) Overall desirability depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15	15		
Kontrolna Control	8,35 <sup>gC</sup> $\pm$ 0,87	8,50 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,90	8,40 <sup>gC</sup> $\pm$ 0,93	7,16 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,72	6,68 <sup>gA</sup> $\pm$ 1,30	6,68 <sup>gA</sup> $\pm$ 1,30	-133	0,78
20% oleju Oil 20%	7,95 <sup>fC</sup> $\pm$ 1,03	7,00 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,85	6,96 <sup>eB</sup> $\pm$ 1,12	6,88 <sup>gB</sup> $\pm$ 1,15	5,73 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,86	5,73 <sup>cdA</sup> $\pm$ 0,86	-130	0,83
20% oleju + (0,08 MI + 0,06 KMI) Oil 20% + (0,08MI + 0,06 KMI)	6,81 <sup>bCB</sup> $\pm$ 0,62	7,30 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,62	6,58 <sup>bCB</sup> $\pm$ 0,62	5,69 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,97	5,54 <sup>bA</sup> $\pm$ 1,12	5,54 <sup>bA</sup> $\pm$ 1,12	-117	0,75
20% oleju + (0,12 MI + 0,03 KMI) Oil 20% + (0,12 MI + 0,03 KMI)	6,96 <sup>eE</sup> $\pm$ 0,65	7,60 <sup>fD</sup> $\pm$ 0,78	6,44 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,85	6,06 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,62	5,60 <sup>bCA</sup> $\pm$ 0,86	5,60 <sup>bCA</sup> $\pm$ 0,86	-119	0,72
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	6,97 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,83	6,77 <sup>bCC</sup> $\pm$ 1,14	6,76 <sup>dC</sup> $\pm$ 1,11	6,39 <sup>dB</sup> $\pm$ 1,18	5,94 <sup>dA</sup> $\pm$ 1,17	5,94 <sup>dA</sup> $\pm$ 1,17	-69	0,89
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	7,81 <sup>fD</sup> $\pm$ 0,99	8,13 <sup>gE</sup> $\pm$ 0,65	7,35 <sup>fC</sup> $\pm$ 0,73	6,89 <sup>gB</sup> $\pm$ 0,89	6,70 <sup>gHA</sup> $\pm$ 0,88	6,70 <sup>gHA</sup> $\pm$ 0,88	-98	0,80
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	7,44 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,84	7,35 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,72	6,60 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,70	6,67 <sup>fA</sup> $\pm$ 0,79	6,50 <sup>fA</sup> $\pm$ 0,94	6,50 <sup>fA</sup> $\pm$ 0,94	-72	0,80
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	7,04 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,75	6,69 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,67	6,78 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,58	6,50 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,46	6,40 <sup>efA</sup> $\pm$ 0,72	6,40 <sup>efA</sup> $\pm$ 0,72	-43	0,88
20% oleju + 0,2% ŻH Oil 20% + 0,2% ŻH	7,21 <sup>dB</sup> $\pm$ 1,09	6,81 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,89	6,94 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,71	6,93 <sup>gA</sup> $\pm$ 0,81	6,85 <sup>hA</sup> $\pm$ 0,87	6,85 <sup>hA</sup> $\pm$ 0,87	-18	0,39
20% oleju + 0,35% ŻH Oil 20% + 0,35% ŻH	6,69 <sup>bBC</sup> $\pm$ 0,80	6,87 <sup>cdC</sup> $\pm$ 0,69	6,45 <sup>bCB</sup> $\pm$ 0,75	5,95 <sup>cA</sup> $\pm$ 1,03	5,85 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,84	5,85 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,84	-74	0,83
20% oleju + 0,5% ŻH Oil 20% + 0,5% ŻH	6,32 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,51	6,26 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,56	6,00 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,57	4,45 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,57	4,22 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,52	4,22 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,52	-172	0,86

Objasnienia jak w tabeli 12.

Explanations as in Table 12.



**Rys. 7.** Ogólna pożądalność wędlin doświadczalnych w 1 i 15 dniu po produkcji  
**Fig. 7.** The overall desirability in the experimental sausages on the 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> days after production

cji naturalnych wpłynął pozytywnie na ogólną jakość wyrobu mięsnego. Ponadto zauważono, że w czasie 15 dni przechowywania najwyższą pożądalnością charakteryzowała się próba kontrolna. Nieznacznie niższe noty, ale statystycznie istotne, otrzymały próby z wymianą 20% tłuszczu olejem rzepakowym oraz z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy w ilości 0,2% i ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,2%. Statystycznie istotnie niższe noty otrzymała również próba z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,5%. Na uproszczonym rysunku 7 przedstawiono ogólną pożądalność w 1 i 15 dniu przechowywania wędlin doświadczalnych.

Na podstawie uzyskanych wyników potwierdzono hipotezę, że zastosowanie substancji przeciwutleniających pochodzenia naturalnego kształtuje stabilność oksydacyjną i cechy sensoryczne wędlin podrobowych typu pasztetowa.

### 4.3. Wpływ dodatku wodnego ekstraktu z liści morwy na jakość prozdrowotną modelowych wędlin podrobowych typu pasztetowa

#### 4.3.1. Charakterystyka wodnego ekstraktu z liści morwy

Morwa biała należy do rodziny *Moraceae* (morwowate). Medycyna Dalekiego Wschodu od wieków wykorzystuje morwę – jej liście, korę drzewa i korzeni oraz owoce (Gungor i Sengul, 2008; Kobus-Cisowska i in., 2016; Thabti i in., 2011; Wawro i in., 2016; Wawro i in., 2013). Liście i owoce morwy białej mają stosunkowo dużą zawartość białka bogatego w aminokwasy egzogenne, takie jak metionina, treonina, lizyna, histydyna, leucyna i tryptofan, a także aminokwasy endogenne, tj. argininę, prolinę i kwas asparaginowy. Ponadto liście zawierają dużą ilość tłuszczu, węglowodanów, błonnika, składników mineralnych oraz witamin i prowitamin, takich jak witaminy z grupy B ( $B_1$ ,  $B_2$  i  $B_6$ ), C, D, E, PP, kwas foliowy,  $\beta$ -karoten, ksantofile (Grzeškowiak i Łochyńska, 2017; Jeszka i in., 2009; Khyade, 2016; Yuan i Zhao, 2017). Owoce i liście morwy wykazują działanie przeciwutleniające, co jest związane z zawartością: kwasu askorbinowego (w ilościach ok. 10–30 mg/100 g), polifenoli (głównie flawonoidy, antocyjany i rezweratrol), steroidów oraz terpenów (Gungor i Sengul, 2008; Khyade, 2016; Yuan i Zhao, 2017). Dzięki zawartości wielu związków bioaktywnych morwę białą można wykorzystać w leczeniu innych dolegliwości, w tym chorób uznanych za cywilizacyjne – cukrzycy, choroby Alzheimera, otyłości i nadciśnienia tętniczego (Ćwiek, 2017; Grzeškowiak i Łochyńska, 2017; Jeszka-Skowron i in., 2014; Jeszka i in., 2009; Yuan i Zhao, 2017).

Ekstrakty z morwy można uzyskać, stosując różne rozpuszczalniki polarne i niepolarne, co pozwala modyfikować ich skład, aktywność przeciwutleniającą i biologiczną (Cui i in., 2016; Khyade, 2016). W przemyśle spożywczym do ekstrakcji najczęściej wykorzystuje się wodę i alkohol etylowy (Cui i in., 2016; Gramza-Michałowska i in., 2016; Kobus i in., 2009; Ningappa i in., 2008).

W pracy do produkcji wędlin podrobowych typu pasztetowa wykorzystano wodny ekstrakt z liści morwy, przygotowany zgodnie z metodyką opisaną przez Flaczyk i in. (2013) oraz Kobus-Cisowską i in. (2016). Ekstrakt scharakteryzowano pod względem zawartości barwników chlorofilowych i karotenoidów. Wykonano jakościową i ilościową analizę zawartości kwasów fenolowych i flawonoli, a wyniki przedstawiono w tabeli 26.

Chlorofile i karotenoidy to naturalne barwniki, znajdujące się w chloroplastach liści w formie kompleksu z chloroplastyną. Chlorofile należą do barwników porfirynowych. U roślin wyższych występują w postaci niebiesko-zielonego chlorofilu a oraz żółto-zielonego chlorofilu b, zwykle w stosunku 3 : 1 (Sikorski, 2007). Chlorofile należą do najmniej trwałych barwników roślinnych. Zabiegi technologiczne, zwłaszcza suszenie, powodują przemianę chlorofilu w feofitynę (Schwartz i Von Elbe, 1983). Na degradację bardziej podatny jest chlorofil a, co skutkuje zmianą barwy w kierunku zielono-żółtym (Di Cesare i in., 2004; Witrowa-Rajchert i in., 2009).

**Tabela 26.** Zawartość wybranych związków aktywnych w wodnym ekstrakcie z liści morwy  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd

**Table 26.** The content of selected active compounds in the water extract from *M. alba* leaves  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd

Składnik Component	Związki w wodnym ekstrakcie z liści morwy Compounds in the water extract from <i>M. alba</i> leaves	Ilość w 1 g ekstraktu Quantity in 1 g extract (mg)	Udział w danej grupie związków Share in given group of compounds (%)	Udział w całkowitej zawartości oznaczonych związków Share in the total content of compounds (%)
Karotenoidy i chlorofile Carotenoids and chlorophylls	chlorofil a chlorophyll a	0,31 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	30,90	0,51
	chlorofil b chlorophyll b	0,41 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	39,95	0,66
	karotenoidy karotenoids	0,30 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03	29,16	0,48
	<b>suma chlorofili i karotenoidów total chlorophylls and karotenoids</b>	<b>1,02 <math>\pm</math>0,03</b>	–	–
Flawonole Flavonols	rutyna rutin	7,92 <sup>f</sup> $\pm$ 0,26	46,46	12,80
	hiperozyd hiperozide	1,33 <sup>b</sup> $\pm$ 0,14	7,81	2,15
	kwercecytyna quercetin	3,99 <sup>e</sup> $\pm$ 0,35	23,41	6,45
	izokwercecytyna isoquercetin	2,15 <sup>d</sup> $\pm$ 0,11	12,61	3,47
	kempferol kaempferol	1,64 <sup>c</sup> $\pm$ 0,10	9,62	2,65
	izoramnetyna isorhamnetin	0,02 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00	0,10	0,03
	<b>suma flawonoli total flavonols</b>	<b>17,04 <math>\pm</math>0,10</b>	–	–
Kwasy fenolowe Phenolic acids	kwas protokatechowy protocatechic acid	0,81 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03	1,86	1,31
	kwas p-hydrokso- benzoesowy p-hydroxybenzoic acid	1,51 <sup>c</sup> $\pm$ 0,01	3,44	2,43
	kwas wanilinowy vanilic acid	4,12 <sup>e</sup> $\pm$ 0,01	9,40	6,66
	kwas kawowy caffeic acid	5,98 <sup>f</sup> $\pm$ 0,16	13,66	9,67
	kwas galusowy gallic acid	2,04 <sup>d</sup> $\pm$ 0,10	4,67	3,30
	kwas chlorogenowy chlorogenic acid	28,23 <sup>g</sup> $\pm$ 2,11	64,43	45,63
	kwas p-kumarowy p-coumaric acid	1,12 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	2,56	1,81
	<b>suma kwasów total acids</b>	<b>43,82 <math>\pm</math>0,86</b>	–	–

Średnia zawartość barwników chlorofilowych i karotenoidowych w badanym ekstrakcie z liści morwy wynosiła: chlorofilu a – 0,31 mg/1 g ekstraktu, chlorofilu b – 0,41 mg/1 g ekstraktu. Wśród barwników oznaczono również karotenoidy będące prekursorami witaminy A oraz jednymi z najsilniejszych przeciwutleniaczy. Posiadają zdolność zmiatania wolnych rodników i wygaszania tlenu singletowego (Bołnkowska i in., 2011; Polak i in., 2014). Degradacja barwników karotenoidowych następuje w wyniku bezpośredniego działania tlenu i światła, czemu towarzyszy zmiana barwy i zapachu spowodowana powstawaniem karbonylowych związków lotnych.

W badanym ekstrakcie oznaczono zawartość następujących flawonoli: rutyny, kwercetyny, izokwercetyny, kempferolu, hiperozydu i izoramnetyny. Spośród oznaczonych flawonoli wodny ekstrakt z liści morwy zawierał najwięcej rutyny. Charakteryzuje się ona zdolnością chelatowania metali katalizujących procesy utleniania, co może korzystnie wpłynąć na stabilizację lipidów w produktach mięsnych. W medycynie rutyna jest czynnikiem przeciwnowotworowym, przeciwzapalnym, cytoochronnym, a nawet może oddziaływać korzystnie w zapobieganiu chorobom neurodegeneracyjnym (Gawlik-Dziki, 2004; Grajek, 2004; Wawro i in., 2016).

Zawartość poszczególnych kwasów fenolowych w wodnym ekstrakcie z morwy mieściła się w zakresie 0,81–28,23 mg/1 g ekstraktu. Wyniki zamieszczone w tabeli 26 wskazują, że zielone części morwy zawierały duże ilości kwasu chlorogenowego – 28,23 mg/1 g ekstraktu, co stanowiło 64,43% sumy kwasów fenolowych. Ekstrakt z liści morwy zawierał także kwas kawowy, wanilinowy i galusowy. Podobnie jak w niniejszej pracy, również Natić i in. (2015) w swoich badaniach stwierdzili wysoką zawartość polifenoli w 11 odmianach morwy. Polifenole, alkaloidy, steroidy oraz terpeny wywierają pozytywny wpływ na trwałość, stabilność i jakość produktów oraz zwiększają potencjał antyoksydacyjny żywności, co zostało potwierdzone na przykładzie pieczywa (Przeor i in., 2016). Morwa biała zawiera substancje o działaniu przeciwutleniającym, tj. kwas askorbinowy, flawonoidy i antocyjany. Literatura przedmiotu wskazuje, że wygaszają one wolne rodniki nie tylko w żywności, ale także powodują apoptozę komórek nowotworowych i opóźniają starzenie się organizmu (Katsube i in., 2006; Zhang i in., 2018; Zhang i in., 2016). Wykazano, że astragalina, kwercetyna i antocyjany wykazują działanie cytotoksyczne wobec komórek ludzkiej białaczki, komórek raka wątroby szczurów oraz czerniaka myszy (Grzeškowiak i Łochyńska, 2017; Iqbal i in., 2012).

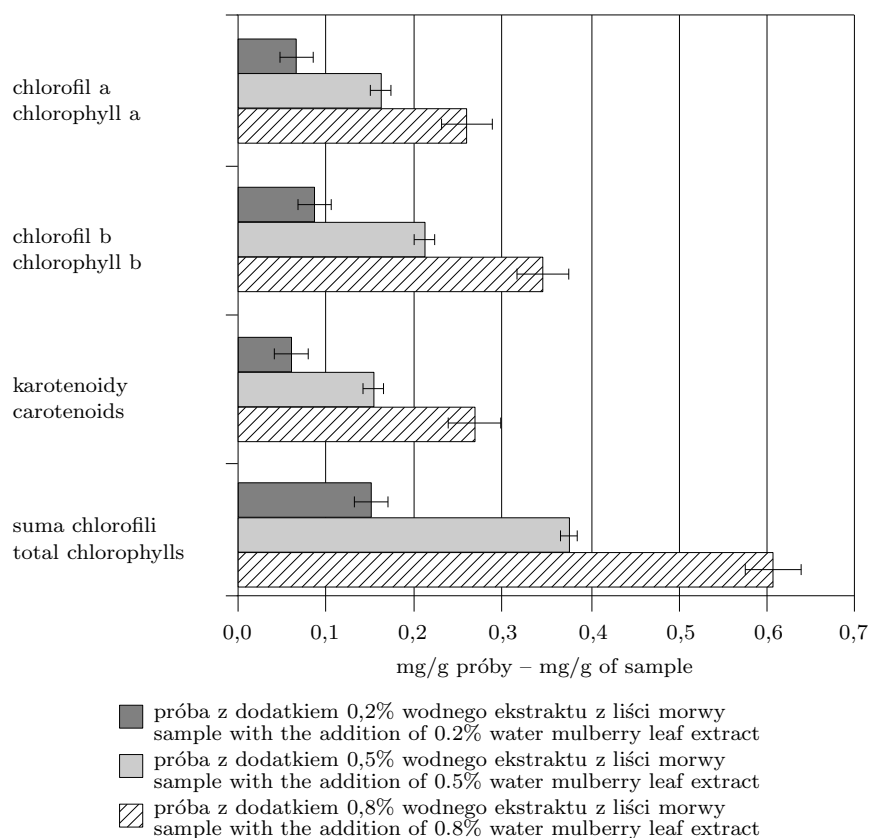
#### **4.3.2. Zawartość składników biologicznie aktywnych w wędlinach podrobowych typu pasztetowa wyprodukowanych z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy**

W wielu doniesieniach naukowych zwraca się uwagę na korzystne właściwości morwy oraz na możliwość jej wykorzystania przy wytwarzaniu produktów spożywczych. Obecnie jest już stosowana w produkcji soków, dżemów, marmolad, win czy lodów (Krishna i in., 2018). Owoce morwy mogą być składnikiem musli (Kobus-Cisowska i in., 2013). Dzięki ich dodatkowi zwiększa się zawartość polife-

noli w produkcji i aktywność antyoksydacyjna. W literaturze przedmiotu brakuje jednak informacji na temat wpływu dodatku preparatów z morwy na jakość i trwałość wyrobów mięsnych. Nie znaleziono opracowań dotyczących możliwości zastosowania zarówno ekstraktu, jak i owoców morwy w produkcji wyrobów mięsnych oraz wpływu ich dodatku na wartość odżywczą, zawartość składników aktywnych, właściwości przeciwutleniające oraz jakość mikrobiologiczną i sensoryczną.

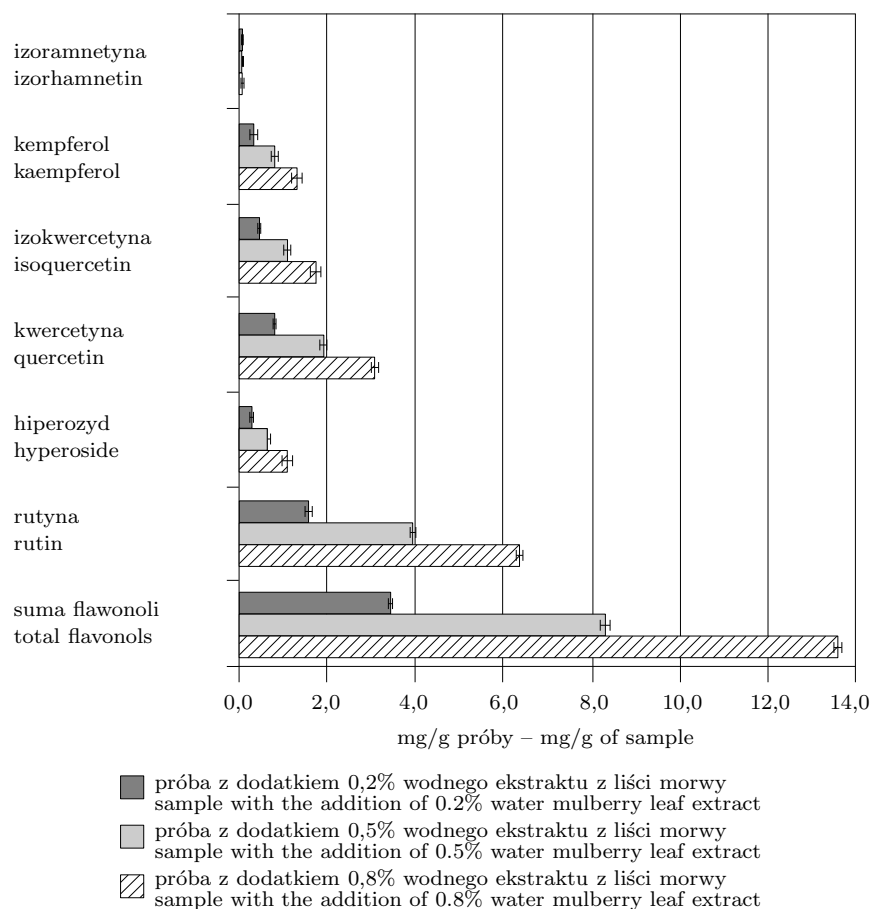
W wędlinach podrobowych typu pasztetowa, w których podczas procesu produkcji zastosowano dodatek ekstraktu wodnego z liści morwy, oznaczono zawartość składników aktywnych, barwników roślinnych (karotenoidów i chlorofili), kwasów fenolowych i flawonoli. Uzyskane wyniki zawartości karotenoidów i chlorofili przedstawiono na rysunku 8. Wśród barwników roślinnych dominował chlorofil b, niezależnie od ilości dodanego ekstraktu z morwy.

Zawartość flawonoli w wędlinach doświadczalnych wyprodukowanych z dodatkiem ekstraktu z morwy przedstawiono na rysunku 9. Dominującym flawonolem w wędlinach doświadczalnych była rutyna, której udział stanowił ponad 45% sumy



**Rys. 8.** Zawartość karotenoidów i chlorofili w wędlinach doświadczalnych wyprodukowanych z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy  $\bar{x}$  ( $n = 8$ )  $\pm$ sd

**Fig. 8.** The content of carotenoids and chlorophylls in the experimental sausages produced with the addition of water mulberry leaf extract  $\bar{x}$  ( $n = 8$ )  $\pm$ sd



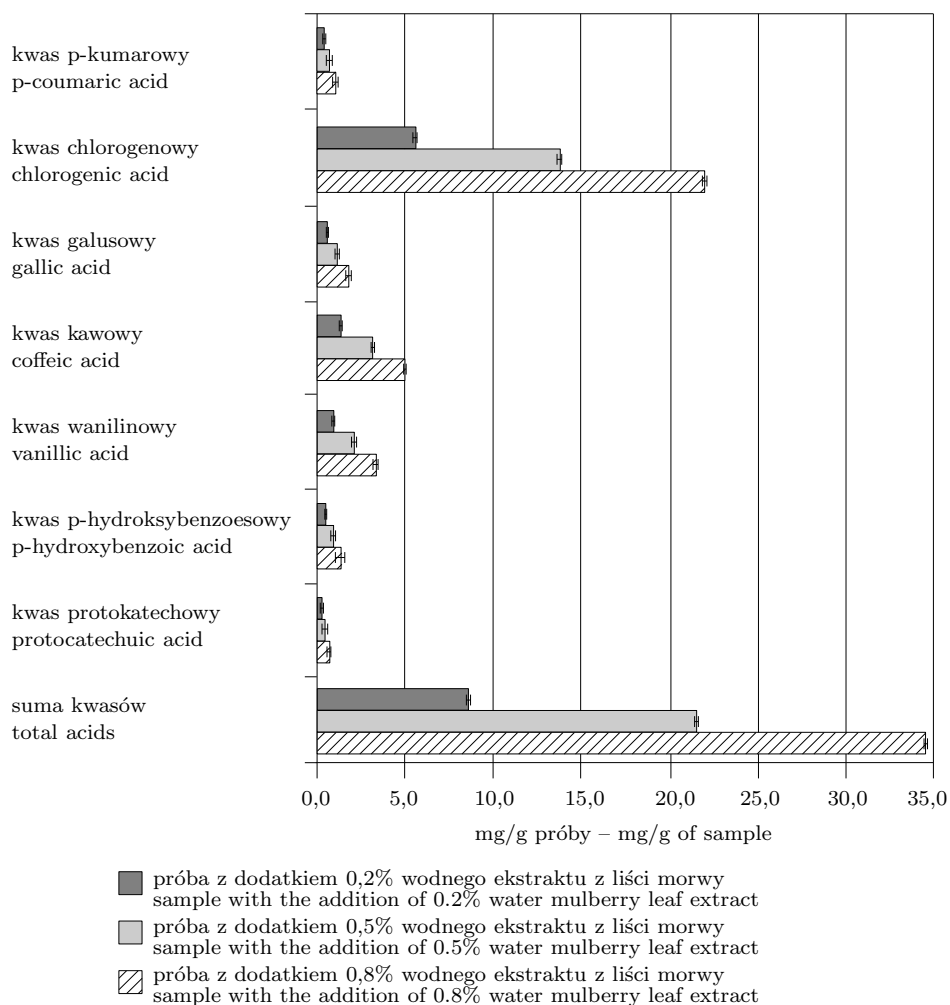
**Rys. 9.** Zawartość flawonoli w wędlinach doświadczalnych wyprodukowanych z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy  $\bar{x}$  ( $n = 8$ )  $\pm$ sd

**Fig. 9.** The content of flavonols in the experimental sausages produced with the addition of water mulberry leaf extract  $\bar{x}$  ( $n = 8$ )  $\pm$ sd

flawonoli w próbach. Drugim pod względem ilościowym flawonolem była kwercetyna, której udział procentowy w wędlinach modelowych wyniósł ponad 22% sumy flawonoli.

W wędlinach podrobowych typu pasztetowa wyprodukowanych z dodatkiem wodnego ekstraktu z morwy dominował kwas chlorogenowy (rys. 10). Stanowił on około 64% wszystkich kwasów fenolowych. Stwierdzono w próbach doświadczalnych około 14% kwasu kawowego i ponad 9% kwasu wanilinowego, niezależnie od ilości dodanego wodnego ekstraktu z morwy. Kwas kawowy jest przedstawicielem kwasów hydroksycynamonowych o bardzo dużej aktywności przeciwutleniającej. Występuje m.in. w jabłkach, gruszkach, śliwkach, liściach (np. miłorzębie dwukłapowym, liściach tytoniu), w kawie, ziemniakach, szpinaku, sałacie, kapuście, oliwie z oliwek i winie (Jeszka i in., 2009; 2010).





**Rys. 10.** Zawartość kwasów fenolowych w wędlinach doświadczalnych wyprodukowanych z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy  $\bar{x}$  ( $n = 8$ )  $\pm$ sd

**Fig. 10.** The content of phenolic acids in the experimental sausages produced with the addition of water mulberry leaf extract  $\bar{x}$  ( $n = 8$ )  $\pm$ sd

#### 4.3.3. Ocena aktywności wodnego ekstraktu z liści morwy w hamowaniu aktywności cholinesteraz w wędlinach doświadczalnych

W pracy oceniono wpływ dodatku wodnego ekstraktu z liści morwy na właściwości prozdrowotne wędlin podrobowych typu pasztetowa pod kątem hamowania aktywności cholinesteraz – acetylocholinoesterazy (AChE) i butyrylocholinoesterazy (BChE). Zdolność do hamowania cholinesteraz przez warianty doświadczalne wyrażono w równoważnikach eseryny ( $\mu$ M eseryny/1 g s.m.). Eseryna jest alkaloidem indolowym, o właściwościach silnie trujących, ale najsku-

**Tabela 27.** Wpływ wodnego ekstraktu z liści morwy na aktywność inhibicyjną AChE ( $\mu\text{M}$  eseryny/1 g s.m.) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 4$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,010; NIR B = 0,009)

**Table 27.** The influence of the water mulberry leaf extract on the AChE ( $\mu\text{M}$  eserine/1 g s.m.) inhibitory activity in the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 4$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0.010; NIR B = 0.009)

Rodzaj próby Type of sample	Aktywność inhibicyjna AChE w zależności od czasu przechowywania (dni) AChE inhibitory activity depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	0,061 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,013	0,058 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,004	0,058 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,003	0,059 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,003	0,058 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,003		-0,18	0,46
20% oleju Oil 20%	0,063 <sup>abA</sup> $\pm$ 0,003	0,067 <sup>abA</sup> $\pm$ 0,004	0,059 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,003	0,062 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,014	0,065 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,005		0,02	0,002
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0.2% RO	0,073 <sup>bcA</sup> $\pm$ 0,004	0,079 <sup>cAB</sup> $\pm$ 0,005	0,076 <sup>bAB</sup> $\pm$ 0,004	0,076 <sup>bAB</sup> $\pm$ 0,007	0,085 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,004		0,54	0,49
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0.2% mulberry	0,079 <sup>cAB</sup> $\pm$ 0,004	0,076 <sup>bAB</sup> $\pm$ 0,004	0,076 <sup>bAB</sup> $\pm$ 0,004	0,073 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,014	0,085 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,008		0,24	0,09
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0.5% mulberry	0,117 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,016	0,098 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,005	0,098 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,015	0,094 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,010	0,094 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,005		-1,49	0,71
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0.8% mulberry	0,166 <sup>eD</sup> $\pm$ 0,013	0,155 <sup>eC</sup> $\pm$ 0,008	0,155 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,013	0,137 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,007	0,126 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,019		-2,85	0,95

Objaśnienia:

RO – ekstrakt z rozmarynu.

$\bar{x}$  – wartość średnia,  $n$  – liczba powtórzeń,  $sd$  – odchylenie standardowe.

NIR A – najmniejsza istotna różnica dla rodzaju próby.

NIR B – najmniejsza istotna różnica dla czasu przechowywania.

a, b – różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na rodzaj próby ( $p \leq 0,05$ ).

A, B – różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu czas przechowywania ( $p \leq 0,05$ ).

Równanie regresji liniowej:  $y = Ax + B$  ( $y$  – zmienna zależna,  $x$  – zmienna niezależna,  $A$  – współczynnik przy zmiennej niezależnej, punkt przecięcia  $B$ ).

Współczynnik  $A/24$  h – współczynnik kąta nachylenia.

$R^2$  – współczynnik determinacji ( $p \leq 0,05$ ).

Explanations:

RO – rosemary extract.

$\bar{x}$  – mean value,  $n$  – number of replications,  $sd$  – standard deviation.

LSD A – the least significant difference for the type of sample.

LSD B – the least significant difference for storage time.

a, b – different letters in columns refer to statistically significant differences between the types of samples ( $p \leq 0.05$ ).

A, B – different letters in rows refer to statistically significant differences in storage time ( $p \leq 0.05$ ).

Linear regression equation:  $y = Ax + B$  ( $y$  – dependent variable,  $x$  – independent variable,  $A$  – independent variable coefficient per slope of the line,

$B$  – intercept).

Coefficient  $A/24$  h – change of coefficient  $A$  during 24 h-storage.

$R^2$  – coefficient of determination,  $p \leq 0.05$ .

teczniejszym unieczyniającym cholinesterazy, występującym w nasionach bobotrutki kalabarskiej (Kobus-Cisowska i in., 2019).

W celu weryfikacji hipotezy badawczej zakładającej, że zastosowanie substancji przeciwutleniających pochodzenia roślinnego w produkcie mięsny typu paszтетowa warunkuje inhibicję aktywności cholinesteraz, przeprowadzono analizę statystyczną otrzymanych wyników. Na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji stwierdzono, że czas przechowywania nie miał istotnego wpływu na aktywność acetylocholinesterazy. Natomiast rodzaj próby, czyli substytucja tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym w ilości 20% oraz dodatek ekstraktu z morwy i rozmarynu, miały statystycznie istotny wpływ na aktywność AChE. Wyniki aktywności wodnego ekstraktu z liści morwy na inhibicję AChE zestawiono w tabeli 27.

Dodatek ekstraktu z rozmarynu i wodnego ekstraktu z liści morwy przyczynił się statystycznie istotnie do zwiększenia inhibicji acetylocholinesterazy. Stwierdzono jednak brak statystycznie istotnych różnic między próbą z ekstraktem z rozmarynu a próbą z 0,2% dodatkiem ekstraktu z liści morwy. Wartości współczynnika kierunkowego dla wariantów z dodatkiem ekstraktu z rozmarynu i morwy były wyższe niż dla próby kontrolnej, co wskazuje na aktywność inhibitującą zastosowanych ekstraktów.

Według wcześniejszych doniesień kwasy fenolowe i flawonole są inhibitorami cholinesteraz (ChE), co oznaczono w odniesieniu do polifenoli obecnych w nasionach chia (Kobus-Cisowska i in., 2019). Wyniki niniejszej pracy wskazują, że próby z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy wykazały wysoką aktywność antyChE, co również najprawdopodobniej wynika z obecności polifenoli.

Inhibicja aktywności cholinesteraz ma kluczowe znaczenie w objawowym leczeniu choroby Alzheimera. W chorobie Alzheimera dochodzi do stałego i postępującego uszkodzenia, głównie układu cholinergicznego, a więc do ciągłego zmniejszania się acetylocholinyl (neuroprzekaznika). Prekursorem acetylocholinyl jest cholina, która przenika z przestrzeni międzykomórkowej do wnętrza neuronów (Bukowska i in., 2007). Odpowiednia ilość acetylocholinyl jest niezbędna do właściwego funkcjonowania organizmu, ponieważ powoduje skurcze mięśni gładkich oskrzeli, jelit i pęcherza moczowego, a także zwężenie źrenic. Ponadto wpływa na obniżenie ciśnienia krwi, zmniejszenie siły skurczu mięśnia sercowego, spowolnienie częstości akcji serca oraz na rozszerzenie naczyń krwionośnych. Powstanie acetylocholinyl następuje w wyniku estryfikacji cholinyl przy udziale enzymu acetylotransferazy cholinowej. Wówczas acetylocholinyl przenika z zakończeń presynaptycznych do przestrzeni synaptycznej przez dopływające impulsy nerwowe. Po wydzieleniu z zakończeń presynaptycznych acetylocholinyl działa na receptory znajdujące się w zakończeniach postsynaptycznych i jest rozkładana przez enzym acetylocholinylsterazę (Bukowska i in., 2007; Zawadzka i Czarnocki, 2015). W stanie fizjologicznym aktywność butyrylocholinylsterazy jest niewielka, jednak wraz z rozwojem choroby Alzheimera, kiedy dochodzi do obumierania neuronów cholinergicznyl, enzym ten staje się bardziej aktywny. Skutkiem tych zmian są między innymi zaburzenia pamięci czy zmiana zachowania. Wraz z postępem choroby poziom acetylocholinylsterazy w różnych rejonach mózgu spada o 85%, natomiast wzrasta ilość BChE. Zmienia się więc stosunek butyrylocholinylsterazy do acetylocholinylsterazy (Bukowska, 2005; Bukowska i in., 2007; Kobus-Cisowska i in., 2019).

Obecnie leczenie choroby Alzheimera koncentruje się przede wszystkim na łagodzeniu objawów choroby, tzn. na poprawie funkcji poznawczych oraz behawioralnych przez normalizację neurotransmisji cholinergiczej w mózgu. Stosuje się inhibitory cholinesterazy podnoszące naturalny poziom acetylocholinoi i zapobiegające jej szybkiemu rozkładowi. AChE uznana jest przez enzymologów za enzym ewolucyjnie perfekcyjny. Pełni bardzo ważną funkcję, ponieważ zapobiega zbytniemu nagromadzeniu mediatora w błonie postsynaptycznej i zapobiega upośledzeniu dalszego przewodzenia nerwowego. Dlatego podczas leczenia choroby Alzheimera stosuje się leki będące inhibitorami acetylocholinoesterazy. Trwają również badania mające na celu wprowadzenie do leczenia substancji hamujących aktywność zarówno AChE, jak i BChE, które mają dać lepsze efekty terapeutyczne niż inhibicja wyłącznie AChE (Booij i Drobnik, 2009; Zawadzka i Czarnocki, 2015).

Wędliny doświadczalne scharakteryzowano również pod względem hamowania aktywności butyrylocholinoesterazy, a wyniki analizy zamieszczono w tabeli 28. Zdolność do hamowania wyrażono w równoważnikach eseryny. Próby wykazywały aktywność wobec BChE przez cały okres przechowywania. Opierając się na wartościach współczynników regresji, najwyższy stopień inhibicji butyrylocholinoesterazy stwierdzono w wędlinie z 0,8% dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy. Niższe poziomy dodatku wodnego ekstraktu z liści morwy w mniejszym stopniu wykazywały aktywność inhibicyjną BChE. Stwierdzono również, że dodatek wodnego ekstraktu z morwy do wędliny doświadczalnej w większym stopniu wpłynął na inhibicję AChE niż BChE.

Inhibitory cholinesteraz, dzięki blokowaniu AChE i BChE, przyczyniają się do zwiększenia ilości acetylocholinoi w synapsach cholinergiczych, co poprawia przekaźnictwo neuronalne. Dlatego prowadzone są badania nad naturalnymi związkami, które mogą być odwracalnymi inhibitorami esteraz, co ma duże znaczenie w poprawie przekaźnictwa w układzie cholinergicznym ośrodkowego układu nerwowego (Akhtar i in., 2011; Bukowska i in., 2007; Kobus-Cisowska i in., 2019; Pettigrew i in., 2015). W literaturze szeroko opisana jest aktywność fitozwiązków jako inhibitorów cholinesteraz. Ferlemi i in. (2015) w badaniach na myszach wykazali korzystne działanie naparu z liści rozmarynu wobec BChE i AChE. Podobne działanie ekstraktu z liści rozmarynu jako inhibitorów ChE opisano w badaniach na szczurach (Ozarowski i in., 2013). W dostępnej literaturze znaleziono nieliczne doniesienia na temat hamującego działania substancji zawartych w morwie na inhibicję aktywności cholinesteraz.

#### **4.3.4. Ocena aktywności jako inhibitorów konwertazy angiotensyny I w wędlinach doświadczalnych**

W literaturze można znaleźć także doniesienia o działaniu polifenoli i preparatów roślinnych na hamowanie działania angiotensyny (Shahidi i Ambigaipalan, 2015). Brakuje natomiast jednoznacznych badań, które wskazywałyby na ekstrakty z liści morwy białej jako surowca zawierającego zestaw związków czynnych hamujących działanie angiotensyny i mogących wzbogacać produkty mięsne w komponenty o takiej aktywności. Dlatego też postawiono hipotezę badawczą, że zastososo-

**Tabela 28.** Wpływ wodnego ekstraktu z liści morwy na aktywność inhibicyjną BChE ( $\mu\text{M}$  eseryny/1 g s.m.) wędlin doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 4$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,003; NIR B = 0,002)

**Table 28.** The influence of water mulberry leaf extract on the BChE ( $\mu\text{M}$  eserine/1 g s.m.) inhibitory activity in the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 4$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,003; NIR B = 0,002)

Rodzaj próby Type of sample	Aktywność inhibicyjna BChE w zależności od czasu przechowywania (dni) BChE inhibitory activity depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	0,002 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,001	0,003 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,000	0,003 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,000	0,002 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,001	0,002 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,001		-0,01	0,05
20% oleju Oil 20%	0,002 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,001	0,003 <sup>a</sup> $\pm$ 0,000	0,003 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,001	0,002 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,000	0,002 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,000		0,01	0,03
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	0,012 <sup>bBC</sup> $\pm$ 0,001	0,011 <sup>bABC</sup> $\pm$ 0,001	0,013 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,001	0,010 <sup>bAB</sup> $\pm$ 0,000	0,009 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,000		-0,20	0,60
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	0,013 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,001	0,010 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,001	0,011 <sup>bAB</sup> $\pm$ 0,001	0,009 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,000	0,009 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,001		-0,26	0,71
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	0,015 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,001	0,013 <sup>bBC</sup> $\pm$ 0,001	0,010 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,000	0,011 <sup>bAB</sup> $\pm$ 0,001	0,010 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,001		-0,35	0,82
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	0,020 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,001	0,019 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,002	0,019 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,002	0,011 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,001	0,010 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,001		-0,83	0,87

Objaśnienia jak w tabeli 27.

Explanations as in Table 27.

wanie substancji pochodzenia roślinnego w produkcie mięsny typu pasztetowa ma statystycznie istotny wpływ na hamowanie aktywności angiotensyny. Wyniki analiz przedstawiono w tabeli 29. Stwierdzono, że wędliny podrobowe typu pasztetowa wyprodukowane z dodatkiem ekstraktów z liści morwy wykazywały aktywność inhibicji konwertazy angiotensyny I. Spośród badanych prób wykazano aktywność wodnego ekstraktu z liści morwy, która była zależna od ilości dodanego ekstraktu podczas produkcji wędlin podrobowych. Ponadto zauważono, że ekstrakt z rozmarynu w mniejszym stopniu niż ekstrakt z liści morwy wykazywał aktywność wobec angiotensyny.

Jednym z głównych czynników ryzyka miażdżycy tętnic i chorób z nią związanych, takich jak choroba niedokrwienna serca, zawał serca czy udar mózgu jest nadciśnienie tętnicze. Stosowanie podczas leczenia niewydolności serca inhibitorów enzymu konwertazy angiotensyny (ACE, angiotensin converting enzyme) spowodowało zmniejszenie częstości ponownych zawałów serca. Na tej podstawie stwierdzono, że inhibitory enzymu konwertazy angiotensyny wykazują działanie ochronne w stosunku do ściany tętnic, przejawiające się stabilizacją zmian miażdżycowych. Układ renina, angiotensyna II i aldosteron jest tętnicznym ważnym układem sprzężenia zwrotnego w nadciśnieniu. Jest on odpowiedzialny również za homeostazę wodno-elektrolitową i kwasowo-zasadową w organizmie. Istotnym ogniwem w układzie jest peptydowy hormon angiotensyna II, która powstaje w dwóch etapach. W pierwszym następuje przekształcenie angiotensynogenu do dziesięciopeptydu angiotensyny I pod wpływem reniny, aktywowanej przez spadek stężenia sodu. Drugi etap polega na hydrolizie angiotensyny I do angiotensyny II przy udziale enzymu konwertującego. Enzym konwertujący angiotensynę jest dipeptydylokarboksypeptydazą odpowiedzialną za przekształcenie angiotensyny I (Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-His-Pro-Phe-His-Leu) do angiotensyny II (Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-His-Pro-Phe). Efektem fizjologicznym tego przekształcenia jest zwężenie naczyń krwionośnych i podwyższenie ciśnienia krwi. Peptydowe inhibitory ACE uniemożliwiają zamianę angiotensyny I w II, co zapobiega zwężeniu naczyń krwionośnych, a w konsekwencji zapobiega podwyższeniu ciśnienia krwi (Iwaniak i in., 2016). Inhibitory konwertazy angiotensyny wykazują nie tylko działanie hipotensyjne, ale także przeciwzakrzepowe, antyproliferacyjne oraz nefroprotektoryjne (Carillon i in., 2012).

Przy wzrastającym zainteresowaniu i zapotrzebowaniu na nowe leki hipotensyjne prowadzi się liczne badania nad poszukiwaniem związków chemicznych pochodzących również z roślin leczniczych. Bogatym źródłem biologicznie aktywnych peptydowych inhibitorów ACE są białka. Wyzolowano je m.in. z białek mleka, jaj, mięsa czy ryb (Decker i Park, 2010; Feresin i in., 2016; Iwaniak i in., 2016; Tylicki i in., 2012). Za najbogatsze źródło inhibitorów ACE uznawane są białka mleka. Peptydy bioaktywne pochodzące z białek żywności, oddziałując z odpowiednimi receptorami, mogą regulować funkcjonowanie organizmu (Iwaniak i in., 2016). Peptydy te mogą pełnić następujące funkcje: obniżać poziom glukozy we krwi, redukować ciśnienie krwi czy wykazywać efekt przeciwtleniający (Huang i in., 2013; Paran i in., 2009).

**Tabela 29.** Wpływ wodnego ekstraktu z liści morwy na aktywność konwertazy angiotensyny (% inhibicji) według doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 4$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,21; NIR B = 0,19)  
**Table 29.** The influence of water mulberry leaf extract on the angiotensin-converting enzyme activity (% inhibition) in the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 4$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,21; NIR B = 0,19)

Rodzaj próby Type of sample	Aktywność konwertazy angiotensyny w zależności od czasu przechowywania (dni) Angiotensin-converting enzyme activity depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	0,53 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,03	0,57 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,10	0,60 <sup>aBA</sup> $\pm$ 0,10	0,56 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,00	0,56 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,03	1,38	0,11	
20% oleju Oil 20%	0,56 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,33	0,58 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,11	0,55 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,10	0,53 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,23	0,54 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,04	-2,75	0,72	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	1,18 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,08	0,88 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,06	0,78 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,07	0,78 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,05	0,75 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,06	-27,61	0,74	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	2,00 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,12	1,94 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,10	1,58 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,08	1,55 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,08	1,53 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,12	-37,33	0,82	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	2,89 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,14	2,58 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,12	2,43 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,62	2,42 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,12	2,42 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,16	-32,26	0,76	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	4,34 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,43	3,44 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,22	3,44 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,33	3,43 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,12	3,42 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,42	-54,03	0,55	

Objaśnienia jak w tabeli 27.  
 Explanations as in Table 27.



#### 4.3.5. Wpływ dodatku wodnego ekstraktu z liści morwy na bezpieczeństwo mikrobiologiczne wędlin podrobowych typu pasztetowa

Produkty żywnościowe, w tym mięso i przetwory z mięsa, charakteryzują się określonym początkowym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym zależnym od wielu czynników, takich jak higiena procesu produkcyjnego czy skład surowcowy. W związku z powyższym w tym etapie pracy postawiono hipotezę badawczą, że trwałość mikrobiologiczna wędliny podrobowej typu pasztetowa różni się zależnie od rodzaju i ilości ekstraktów roślinnych wprowadzonych do składu recepturowego. Uważa się, że początkowy stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego, zawartość wody wolnej i temperatura przechowywania należą do czynników wpływających na postępowanie procesu psucia produktów spożywczych. W czasie chłodniczego przechowywania jakość mięsa i przetworów z mięsa pogarsza się na skutek działania rozwoju mikroflory tlenowej, aktywności enzymów tkankowych i bakteryjnych, utleniania barwników hemowych, utleniania lipidów oraz wysychania powierzchni na skutek odparowywania wody (Estévez i in., 2006; Lorenzo i in., 2014). Ocenę jakości mikrobiologicznej wędlin doświadczalnych przeprowadzono pięciokrotnie. Oznaczono ogólną liczbę drobnoustrojów, liczbę enterokoków na podłożu Slanetz i Bartleya, liczbę pałeczek z rodziny *Enterobacteriaceae* na podłożu VRGB oraz liczbę bakterii z rodzaju *Pseudomonas* na podłożu CFC.

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość drobnoustrojów tlenowych w badanych próbach nie przekraczała  $2,73 \log_{10}$  jtk/1 g w czasie 15 dni przechowywania (tab. 30).

Bakterie *Pseudomonas* wchodzi w skład mikroflory saprofitycznej, powodującej psucie się produktów mięsnych, przechowywanych w warunkach tlenowych i chłodniczych. Mają one zdolność wytwarzania w niskiej temperaturze zewnątrzkomórkowych enzymów: lipaz i proteinaz. W przypadku gdy liczba *Pseudomonas* przekracza  $10^7$ – $10^9$  jtk/1 g, enzymy te są odpowiedzialne za powstawanie nieodwracalnych zmian jakości mięsa oraz nieakceptowanego zapachu (Cukon i in., 2012). W tabeli 31 zestawiono wyniki oznaczenia liczby bakterii *Pseudomonas*. W przeprowadzonych badaniach liczbę bakterii *Pseudomonas* oznaczono na poziomie  $10^2$ – $10^3$  jtk/1 g.

Enterokoki mogą przeżywać procesy technologiczne stosowane w przetwórstwie żywności, takie jak fermentacja, pasteryzacja czy gotowanie (Devriese i in., 2006; Hugas i in., 2003; Vignaroli i in., 2011). Z powodu swojej oporności na temperaturę enterokoki uważane są przez wielu autorów za dobry wskaźnik higieny procesu produkcji żywności (Devriese i in., 2006; Jurkovič i in., 2007), ponieważ przeżywając procesy technologiczne, same mogą być przyczyną psucia się żywności (Franz i in., 2011; Hugas i in., 2003; Silva i in., 2012). W wędlinach doświadczalnych nie stwierdzono ciepłoopornych enterokoków w czasie 15 dni przechowywania. Nie stwierdzono również obecności bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Podobne wyniki uzyskano w ocenie jakości mikrobiologicznej pasztetów pakowanych próżniowo i przechowywanych przez 28 dni w temperaturze  $+4^\circ\text{C}$  (Fernandez-Lopez i in., 2004).

Aktywność wody ma wpływ na wiele wyróżników, w tym m.in. na wygląd, zapach, konsystencję, smakowitość oraz podatność wyrobu na zepsucie. Kontrola

**Tabela 30.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany ogólnej liczby drobnoustrojów mezofilnych ( $\log_{10}$  jtk/1 g) w wędlinach doświadczalnych ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,06; NIR B = 0,06)

**Table 30.** The influence of storage time on changes in the total mesophilic bacteria ( $\log_{10}$  cfu/1 g) in the experimental sausages ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,06; NIR B = 0,06)

Rodzaj próby Type of sample	Ogólna liczba drobnoustrojów mezofilnych w zależności od czasu przechowywania (dni) Total count of mesophilic bacteria depending on storage time (days)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3}/24$ h	$R^2$
	1	5	8	12	15			
Kontrolna Control	1,41 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,43	2,16 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,11	2,35 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,02	2,57 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,06	2,73 <sup>cE</sup> $\pm$ 0,07	90	0,90	
20% oleju Oil 20%	1,56 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,11	2,03 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,10	2,26 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,06	2,37 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,02	2,62 <sup>bE</sup> $\pm$ 0,07	70	0,95	
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	1,69 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,07	2,14 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,07	2,28 <sup>sC</sup> $\pm$ 0,04	2,43 <sup>abD</sup> $\pm$ 0,01	2,49 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,05	54	0,90	
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	1,69 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,07	1,79 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,07	2,23 <sup>sC</sup> $\pm$ 0,05	2,46 <sup>bD</sup> $\pm$ 0,01	2,51 <sup>aE</sup> $\pm$ 0,02	70	0,93	
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	1,64 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,20	1,67 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,09	2,23 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,06	2,38 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,03	2,55 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,04	71	0,90	
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	1,67 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,09	1,81 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,04	2,25 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,04	2,37 <sup>abD</sup> $\pm$ 0,04	2,50 <sup>aE</sup> $\pm$ 0,02	60	0,93	

Objaśnienia jak w tabeli 27.

Explanations as in Table 27.

**Tabela 31.** Wpływ czasu przechowywania na zmiany liczby bakterii z rodzaju *Pseudomonas* ( $\log_{10}$  jtk/1 g) w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,07; NIR B = 0,06)  
**Table 31.** The influence of storage time on changes in the count of *Pseudomonas* ( $\log_{10}$  cfu/1 g) in the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,07; NIR B = 0,06)

Rodzaj próby Type of sample	Liczba bakterii z rodzaju <i>Pseudomonas</i> w zależności od czasu przechowywania (dni) <i>Pseudomonas</i> bacteria depending on storage time (days)					Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3}/24$ h	$R^2$
	1	5	8	12	15		
Kontrolna Control	1,50 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,34	2,06 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,05	2,40 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,02	2,55 <sup>dD</sup> $\pm$ 0,01	2,68 <sup>dE</sup> $\pm$ 0,06	82	0,92
20% oleju Oil 20%	1,54 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,07	2,04 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,07	2,10 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,05	2,20 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,04	2,42 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,07	55	0,89
20% oleju + 0,2% RO Oil 20% + 0,2% RO	1,52 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,17	2,08 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,03	2,07 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,11	2,21 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,08	2,61 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,03	66	0,88
20% oleju + 0,2% morwa Oil 20% + 0,2% mulberry	1,54 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,07	1,65 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,06	1,97 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,06	2,10 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,03	2,52 <sup>bE</sup> $\pm$ 0,02	68	0,94
20% oleju + 0,5% morwa Oil 20% + 0,5% mulberry	1,52 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,17	1,66 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,16	2,17 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,12	2,29 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,04	2,43 <sup>aE</sup> $\pm$ 0,04	70	0,92
20% oleju + 0,8% morwa Oil 20% + 0,8% mulberry	1,48 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,21	1,56 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,11	2,16 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,05	2,27 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,07	2,39 <sup>aE</sup> $\pm$ 0,10	70	0,89

Objaśnienia jak w tabeli 27.  
 Explanations as in Table 27.

aktywności wody, charakterystycznej dla danego produktu, umożliwia uzyskanie najwyższej jakości, maksymalnej trwałości i zminimalizowania zawartości substancji konserwujących (Kowalska i in., 2011; Makala, 2016).

Aktywność wody w wędlinach doświadczalnych mieściła się w przedziale od 0,94 (dla próby kontrolnej w 15 dniu po produkcji) do 0,98 (bezpośrednio po produkcji również dla próby kontrolnej). Wyniki zmian aktywności wody w czasie 15 dni przechowywania zestawiono w tabeli 32. Najmniejsze zmiany aktywności wody w czasie przechowywania zaobserwowano dla próby, w której oprócz wymiany 20% tłuszczu zwierzęcego na olej rzepakowy dodano wodny ekstrakt z liści morwy w ilości 0,8%.

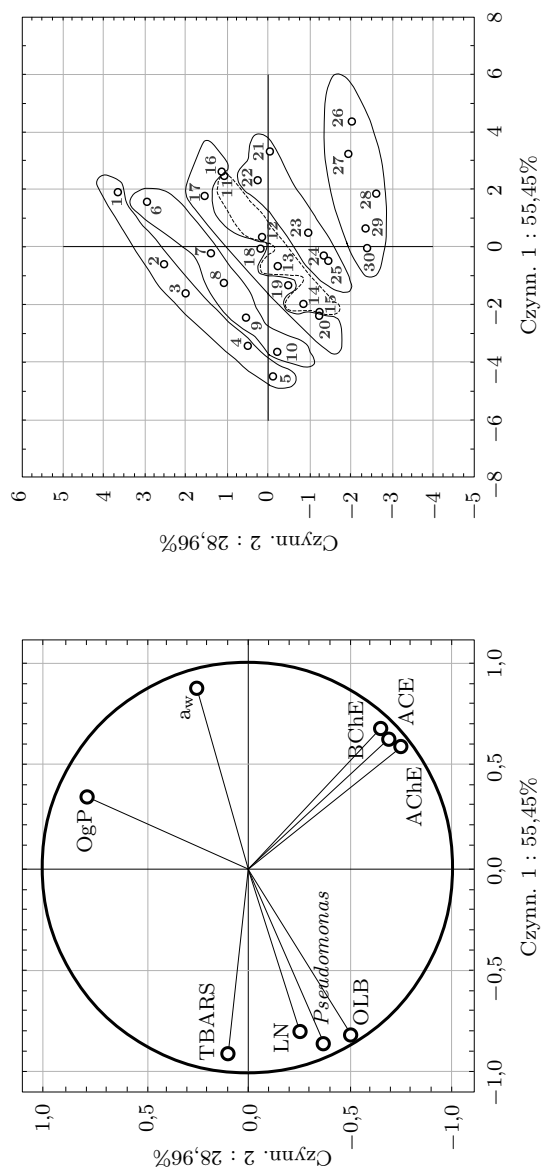
Analiza składowych głównych (z ang. PCA) służy m.in. do redukcji liczby zmiennych opisujących zjawiska, a także do ustalenia zależności między zmiennymi. Polega ona na wyznaczeniu składowych będących kombinacją liniową badanych zmiennych. W celu zobrazowania oceny stopnia, w jakim każda z badanych zmiennych jest reprezentowana przez aktualny zbiór czynników, sporządzono dwuwymiarowe wykresy będące rzutem przestrzeni badanych prób na płaszczyznę głównych składowych (rys. 11). Im dalej od środka koła umieszczona jest dana zmienna, tym lepiej reprezentowana przez bieżący układ współrzędnych. Pierwsze dwa główne czynniki stanowiły 84,41% (czynnik 1 = 55,45% i czynnik 2 = 28,96%) całkowitej zmienności. Aby stwierdzić, które parametry są do siebie podobne, a które różnicują próby doświadczalne, dokonano analizy według płaszczyzny, które zostały zdefiniowane parami czynników głównych. Wzajemne podobieństwa określono na podstawie kąta, jaki utworzyły między sobą dwa wektory wag o początku w punkcie [0 0] i końcach zdefiniowanych przez odpowiednie wartości wag zmiennych na rozważanych projekcjach. Stwierdzono, że czynnik 1 był ujemnie skorelowany z wartością TBARS. Ponadto zauważono, że znaczny wkład w tworzenie pierwszego czynnika mają parametry:  $a_w$  (dodatni) oraz bakterie z rodzaju *Pseudomonas* i ogólna liczba drobnoustrojów (ujemne), gdyż ich absolutne wartości wag są największe. Czynnik 2 był dodatnio skorelowany z ogólną pożądalnością badanych wędlin oraz ujemnie skorelowany z hamowaniem aktywności cholinesteraz (AChE i BChE) oraz aktywności angiotensyny.

Wyniki analizy PCA wykazały zauważalne różnice między próbą kontrolną i wariantem z substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym oraz próbami zawierającymi olej rzepakowy, ekstrakt z rozmarynu i wodny ekstrakt z morwy.

**Tabela 32.** Wpływ czasu przechowywania na aktywność wody w wędlinach doświadczalnych  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (NIR A = 0,001; NIR B = 0,001)  
**Table 32.** The influence of storage time on the water activity in the experimental sausages  $\bar{x}$  ( $n = 6$ )  $\pm$ sd (LSD A = 0,001; LSD B = 0,001)

Rodzaj próby Type of sample	Aktywność wody w zależności od czasu przechowywania (dni)						Współczynnik Coefficient $A \cdot 10^{-3} / 24 \text{ h}$	$R^2$
	1	5	8	12	15			
Kontrolna	0,977 <sup>dE</sup> $\pm$ 0,009	0,963 <sup>aD</sup> $\pm$ 0,001	0,959 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,000	0,952 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,000	0,939 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,002		-2,5	0,97
20% oleju	0,968 <sup>aE</sup> $\pm$ 0,001	0,964 <sup>abD</sup> $\pm$ 0,000	0,963 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,000	0,956 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,000	0,949 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,001		-1,3	0,94
Oil 20%								
20% oleju + 0,2% RO	0,970 <sup>bE</sup> $\pm$ 0,001	0,965 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,003	0,963 <sup>bC</sup> $\pm$ 0,001	0,957 <sup>bca</sup> $\pm$ 0,003	0,959 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,004		-0,9	0,9
Oil 20% + 0,2% RO								
20% oleju + 0,2% morwa	0,969 <sup>abD</sup> $\pm$ 0,000	0,968 <sup>dD</sup> $\pm$ 0,000	0,966 <sup>cdC</sup> $\pm$ 0,001	0,958 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,005	0,952 <sup>cA</sup> $\pm$ 0,001		-1,2	0,87
Oil 20% + 0,2% mulberry								
20% oleju + 0,5% morwa	0,973 <sup>cD</sup> $\pm$ 0,001	0,966 <sup>cC</sup> $\pm$ 0,001	0,967 <sup>dC</sup> $\pm$ 0,002	0,961 <sup>dB</sup> $\pm$ 0,001	0,959 <sup>dA</sup> $\pm$ 0,001		-1	0,93
Oil 20% + 0,5% mulberry								
20% oleju + 0,8% morwa	0,969 <sup>abC</sup> $\pm$ 0,000	0,966 <sup>ceB</sup> $\pm$ 0,000	0,965 <sup>cB</sup> $\pm$ 0,001	0,965 <sup>eB</sup> $\pm$ 0,001	0,961 <sup>eA</sup> $\pm$ 0,002		-0,5	0,89
Oil 20% + 0,8% mulberry								

Objaśnienia jak w tabeli 27.  
 Explanations as in Table 27.



**Rys. 11.** Analiza składowych głównych dla badanych wyróżników i wykres punktowy danych odnoszący się do wartości liczby nadtlenkowej (PV), TBARS, aktywności wody ( $a_w$ ), bakterii z rodzaju *Pseudomonas* i mezofilnych bakterii tlenowych (OLB), inhibitorów cholinesteraz (AChE i BChE) oraz inhibicji konwertazy angiotensyny (ACE)  
**Fig. 11.** PC analysis for the tested discriminants and data point plot referring to the peroxide value (PV), TBARS, water activity ( $a_w$ ), total content of *Pseudomonas* and mesophilic aerobic bacteria (OLB), cholinesterase inhibitors (AChE and BChE) and angiotensin-converting enzyme (ACE)

Objaśnienia:

- 1-5 – próba kontrolna, w pięciu terminach badań.
- 6-10 – próba z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym, w pięciu terminach badań.
- 11-15 – próba z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym i dodatkiem ekstraktu z rozmarynu w ilości 0,2%, w pięciu terminach badań.
- 16-20 – próba z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym i dodatkiem ekstraktu z liści morwy w ilości 0,2%, w pięciu terminach badań.
- 21-25 – próba z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym i dodatkiem ekstraktu z liści morwy w ilości 0,5%, w pięciu terminach badań.
- 26-30 – próba z 20% substytucją tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym i dodatkiem ekstraktu z liści morwy w ilości 0,8%, w pięciu terminach badań.

Explanations:

- 1-5 – the control sample at five terms of the investigations.
- 6-10 – the sample with 20% of animal fat substituted with rapeseed oil, at five terms of the investigations.
- 11-15 – the sample with 20% of animal fat substituted with rapeseed oil and 0.2% of rosemary extract added, at five terms of the investigations.
- 16-20 – the sample with 20% of animal fat substituted with rapeseed oil and 0.2% of mulberry leaf extract added, at five terms of the investigations.
- 21-25 – the sample with 20% of animal fat substituted with rapeseed oil and 0.5% of mulberry leaf extract added, at five terms of the investigations.
- 26-30 – the sample with 20% of animal fat substituted with rapeseed oil and 0.8% of mulberry leaf extract added, at five terms of the investigations.

## 5. PODSUMOWANIE

Konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na skład produktów spożywczych oraz ich wpływ na zdrowie. Istotną rolę przy zakupie produktów żywnościowych odgrywa także cena. Jednak wybór produktów żywnościowych zależy przede wszystkim od ich cech sensorycznych, a szczególnie smakowitości, czyli zapachu i smaku. Tak więc walory odżywcze i sensoryczne stanowią obecnie, obok ceny, bardzo istotny element decydujący o popycie. Tylko produkt, który charakteryzuje się wysoką jakością sensoryczną, zdrowotnością, rozpoznawalnością i trwałością, może wpłynąć na decyzje konsumenta o powtórny zakupie. Z drugiej strony, wśród społeczeństwa obserwuje się wzrastający odsetek osób zapadających na tzw. choroby cywilizacyjne, tj. sercowo-naczyniowe (np. zawał serca, miażdżyca, nadciśnienie tętnicze), przewodu pokarmowego (np. choroba wrzodowa żołądka i dwunastnicy, refluks, biegunka, zaparcia) i psychiczne (pracoholizm, alkoholizm, depresja, anoreksja, bulimia, nerwica, narkomania). Znaczny udział wśród chorób ma otyłość, cukrzyca czy nowotwory. Badania Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) potwierdzają, że żywność i żywienie są głównymi czynnikami powstawania przewlekłych chorób niezakaźnych. Zmiana sposobu żywienia może zatem wpływać na obecny stan zdrowia, ale również może decydować o zapadalności na choroby dietozależne w przyszłości. Dlatego konsumenci coraz częściej poszukują żywności o zwiększonej wartości odżywczej, tzw. żywności funkcjonalnej i/lub o obniżonej wartości energetycznej w porównaniu do podobnych produktów oferowanych dotychczas na rynku.

Mięso i produkty mięsne charakteryzują się dużą zawartością tłuszczu, który jest źródłem cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych. Tłuszcz zwierząt rzeźnych korzystnie wpływa na właściwości gotowego produktu, m.in. na smakowitość, wygląd i konsystencję. Produkty mięsne stanowią istotny element diety, dlatego w przemyśle podejmowane są próby opracowania produktów o zwiększonej wartości żywieniowej. Działania te związane są z modyfikacją składu surowcowego, a w efekcie wartości odżywczej. Jednym ze sposobów obniżania zawartości tłuszczu w gotowym produkcie jest wprowadzenie w jego miejsce zamienników białkowych, węglowodanowych lub syntetycznych substancji tłuszczopodobnych. Przetwory te, o obniżonej zawartości tłuszczu, będą spełniały kryteria stawiane środkiem spożywczym specjalnego przeznaczenia żywieniowego, np. dla osób z zaburzeniami gospodarki lipidowej, z nadmierną masą ciała i otyłych. Poprawę jakości i profilu składu kwasów tłuszczowych w przetworach mięsnych można uzyskać np. przez dodatek różnorodnych zamienników tłuszczu zwierzęcego, takich jak skrobie modyfikowane, gumy, błonnik, celulozy, białka. Innym sposobem wzrostu udziału w diecie PUFA z rodziny n-3 może być wzbogacanie produktów mięsnych olejem roślinnym oraz rybnym i/lub częściowa zamiana tłuszczu zwierzęcego tłuszczem roślinnym, co nie jest łatwe bez zmiany jakości gotowego produktu.

W pierwszej części pracy w składzie surowcowym wędlin podrobowych typu pasztetowa 20% i 30% tłuszczu zwierzęcego drobnego zastąpiono olejami (lnianym, kukurydzianym, rzepakowym, słonecznikowym i sojowym). Ocenie poddano



jakość sensoryczną oraz parametry chemiczne wędlin doświadczalnych podczas 15-dniowego przechowywania. Wymiana 20% i 30% tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem roślinnym spowodowała obniżenie zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych oraz wzrost zawartości jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Największą zawartością MUFA, przy jednoczesnym niższym poziomie PUFA, charakteryzowały się próby, w których użyto oleju rzepakowego. W wędlinach tych stwierdzono zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego średnio o 8 razy wyższą w porównaniu do prób z olejem kukurydzianym czy słonecznikowym. Wędliny, w których tłuszcz zwierzęcy wymieniono olejem rzepakowym, charakteryzowały się najbardziej pożądaną i zbliżoną do zaleceń żywieniowych proporcją kwasów tłuszczowych n-6 do n-3 (4,6–4,7 : 1). Największym przyrostem ilości pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczów przez cały okres badań charakteryzowały się próby z substytucją tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem lnianym. W wędlinach z udziałem oleju rzepakowego proces utleniania tłuszczu przebiegał wolniej w porównaniu do prób z olejem kukurydzianym, lnianym, słonecznikowym czy sojowym. Próby te charakteryzowały się również najmniejszą dynamiką zmian wskaźnika TBARS w czasie przechowywania.

Wykazano, że substytucja tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym w ilości 20% nie pogarszała stabilności oksydacyjnej tłuszczów mimo większej zawartości bardziej podatnych na utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Stwierdzono, że ten poziom wymiany wpłynął na poprawę stabilności gotowego produktu w porównaniu do prób, w których 30% tłuszczu zwierzęcego drobnego zastąpiono olejami: lnianym, sojowym, słonecznikowym czy rzepakowym.

Analiza sensoryczna jest istotnym elementem potwierdzającym przydatność gotowego produktu w handlu. Na podstawie przeprowadzonej oceny wykazano, że warianty doświadczalne z substytucją tłuszczu zwierzęcego drobnego olejami roślinnymi w ilości 30% charakteryzowały się istotnie niższymi notami punktowymi dotyczącymi wyróżników jakości w porównaniu do prób z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego. Próby te charakteryzowały się jaśniejszą barwą i luźną konsystencją. Ponadto wędliny, w których użyto oleju kukurydzianego, lnianego i słonecznikowego, niezależnie od ilości wymienionego tłuszczu charakteryzowały się podobną jakością sensoryczną pod względem barwy na przekroju, zapachu i smaku. Natomiast najwyższą stabilność pod kątem badanych deskryptorów w czasie 15-dniowego przechowywania wykazała próba z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym.

W drugim etapie badań – opierając się na poprzednich wynikach, przede wszystkim na ocenie ogólnej pożądaności wędlin – do produkcji wędlin podrobowych typu pasztetowa wybrano olej rzepakowy, którym zastąpiono 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego oraz dodano wybrane substancje przeciwutleniające pochodzenia naturalnego. Oceniono wpływ dodanych substancji na kształtowanie stabilności oksydacyjnej i jakości sensorycznej przechowywanych wędlin podrobowych typu pasztetowa.

Analiza profilowa kwasów tłuszczowych wykazała, że wymiana 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym spowodowała korzystne pod względem żywieniowym zmiany w proporcjach poszczególnych grup kwasów tłuszczowych. Wzajemna proporcja kwasów z rodziny n-6 do n-3 w próbie kontrolnej wyniosła 6,57 : 1, na-

tomiast w próbach z olejem rzepakowym 3,9 : 1. Analiza wpływu wybranych substancji przeciwutleniających na stabilność oksydacyjną wędlin doświadczalnych wykazała zróżnicowaną dynamikę procesu utleniania. Stwierdzono wysoki stopień inhibicji powstawania nadtlenków w próbach z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy w ilości 0,5% i 0,8% oraz ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,2% i 0,35%, natomiast dodatek mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu spowodował istotny wzrost pierwotnych produktów utleniania tłuszczu w porównaniu do próby kontrolnej. Również analiza wtórnych produktów utleniania tłuszczu wykazała, że najsłabszym działaniem ochronnym charakteryzowała się mieszanina kwasu mlekowego i mleczanu sodu. Wartości wskaźnika TBARS dla pozostałych prób były niższe w porównaniu do próby kontrolnej, co potwierdziło ich wysoką aktywność przeciwutleniającą. Najmniejszy przyrost wtórnych produktów utleniania tłuszczów stwierdzono w próbach z dodatkiem ekstraktu z liści morwy w ilości 0,5% i 0,8% oraz ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,2% i 0,35%.

Spośród wędlin doświadczalnych niską intensywnością zapachu i smaku obcego oraz jełkiego charakteryzowały się próby: kontrolna oraz z dodatkiem ekstraktu z liści morwy, natomiast najbardziej wyczuwalny był on w próbach z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty. Zapach olejowy stwierdzono w wariantach z dodatkiem ekstraktu z rozmarynu oraz liści morwy. Wykazano również, że próby z dodatkiem ekstraktu z liści morwy w ilości 0,2% i 0,5% charakteryzowały się najbardziej pożądaną barwą na przekroju, natomiast próba z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym i dodatkiem 0,35% ekstraktu z żółtej herbaty wykazała się najbardziej stabilną barwą na przekroju w 15-dniowym okresie przechowywania. Podczas przeprowadzonej analizy sensorycznej ocenie poddano także deskryptory smaku. Próby z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty charakteryzowały się najbardziej intensywnym smakiem obcym i gorzkim, a najmniej wyczuwalnym smakiem słonym w porównaniu do pozostałych wariantów doświadczalnych. Wędliny doświadczalne cechowały się wysoką ogólną pożądalnością. Ponadto zauważono, że podczas przechowywania próby: kontrolna oraz z dodatkiem ekstraktu z liści morwy w ilości 0,2% i 0,5% charakteryzowały się wyższą pożądalnością w porównaniu do pozostałych wędlin doświadczalnych. Statystycznie istotnie niższe noty otrzymała próba z dodatkiem ekstraktu z żółtej herbaty w ilości 0,5%. Na podstawie analiz chemicznych oraz oceny sensorycznej stwierdzono, że spośród wędlin doświadczalnych, do których zastosowano substancje przeciwutleniające pochodzenia naturalnego, najwyższą stabilnością oksydacyjną oraz wysoką jakością sensoryczną, oprócz próby kontrolnej, cechowały się warianty z dodatkiem ekstraktu z liści morwy.

W końcowym etapie badań oceniono wpływ wodnego ekstraktu z liści morwy na właściwości prozdrowotne oraz jakość mikrobiologiczną wędlin podrobowych typu pasztetowa. W wędlinach, w których zastosowano dodatek ekstraktu wodnego z liści morwy, oznaczono zawartość barwników roślinnych (karotenoidów i chlorofili), kwasów fenolowych i flawonoli. W wędlinach doświadczalnych z dodatkiem ekstraktu z liści morwy stwierdzono obecność flawonoli i kwasów fenolowych. Spośród flawonoli dominowała rutyna (ponad 45% udziału sumy flawonoli) oraz kwercetyna (ponad 22% sumy flawonoli). Kwas chlorogenowy, stanowił około 64% wszystkich kwasów fenolowych oznaczonych w próbach doświadczalnych.

Uzyskane wyniki potwierdzają hipotezę, że zastosowanie wodnego ekstraktu z liści morwy w produkcie mięsnym typu pasztetowa warunkuje inhibicję aktywności cholinoesteraz. Wodny ekstrakt z liści morwy zawiera dwie ważne grupy związków biologicznie aktywnych, tj. flawonole i kwasy fenolowe, które mogą przyczynić się do zmniejszenia prawdopodobieństwa zachorowalności na choroby układu wieńcowego, w tym miażdżycę, oraz chorób uznanych za cywilizacyjne (np. cukrzyce, chorobę Alzheimera, otyłość czy nadciśnienie tętnicze). Stwierdzono, że dodatek ekstraktu z rozmarynu i ekstraktu z liści morwy przyczynił się statystycznie istotnie do zwiększenia inhibicji AChE. Zauważono jednak brak statystycznie istotnych różnic między próbą z ekstraktem z rozmarynu a próbą z 0,2% dodatkiem ekstraktu z liści morwy. Wyniki niniejszej pracy wskazują, że próby z dodatkiem ekstraktu z liści morwy wykazały wysoką aktywność inhibicyjną wobec acetylocholinoesterazy, co wynikało z obecności polifenoli. Wędliny doświadczalne scharakteryzowano również pod kątem hamowania aktywności BChE. Próby z dodatkiem wodnego ekstraktu z liści morwy wykazywały aktywność wobec BChE przez cały okres przechowywania. Stwierdzono również, że dodatek ekstraktu z morwy do wędlin doświadczalnych w większym stopniu wpłynął na inhibicję AChE niż BChE.

Wędliny podrobowe typu pasztetowa wyprodukowane z dodatkiem ekstraktu z liści morwy hamowały także aktywność konwertazy angiotensyny I, która była zależna od stężenia ekstraktu w próbie. Ponadto zauważono, że ekstrakt z rozmarynu w niższym stopniu niż ekstrakt z liści morwy wykazywał aktywność wobec konwertazy angiotensyny.

Zapewnienie jakości sensorycznej i mikrobiologicznej produktów żywnościowych jest celem i obowiązkiem każdego producenta żywności. Trwałość mikrobiologiczna determinuje okres przechowywania produktów spożywczych i na jej podstawie ustala się okres przydatności do spożycia. W związku z powyższym w pracy przeprowadzono analizę jakości mikrobiologicznej badanych wędlin. Oceniane warianty doświadczalne charakteryzowały się niską zawartością drobnoustrojów tlenowych, która w czasie 15 dni przechowywania nie przekroczyła  $2,73 \log_{10}$  jtk/1 g oraz liczby bakterii *Pseudomonas* na poziomie  $10^2$ – $10^3$  jtk/1 g.

Ponadto w wędlinach doświadczalnych nie stwierdzono ciepłopornych enterokoków oraz obecności bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*.

Zaprezentowane wyniki badań mają potencjalne znaczenie praktyczne. Wędlina podrobowa typu pasztetowa wzbogacona w nienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA + PUFA) dzięki częściowej wymianie tłuszczu zwierzęcego drobnego olejem rzepakowym spełnia wymagania stawiane żywności o podwyższonej wartości odżywczej. Ponadto wędliny doświadczalne wyprodukowane z dodatkiem ekstraktu z liści morwy, który jest bogaty w związki biologicznie aktywne, m.in. polifenole, mogą spełniać wymagania wobec żywności prozdrowotnej, ponieważ polifenole zawarte w dodanym ekstrakcie oprócz właściwości przeciwutleniających (usuwiają wolne rodniki, które są odpowiedzialne za powstawanie nowotworów) wykazują silne działanie przeciwrzybicze, przeciwbakteryjne oraz przeciwwirusowe. Ekstrakt z morwy jest również bardzo skuteczny w leczeniu cukrzycy typu II oraz przyczynia się do przeciwdziałania otyłości. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do kontynuowania badań nad poszerzeniem oferty produktów mięsnych z dodatkiem ekstraktów z liści morwy.

## 6. STWIERDZENIA I WNIOSKI

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na sformułowanie następujących stwierdzeń i wniosków.

1. Zastąpienie części tłuszczu zwierzęcego w składzie recepturowym wędliny podrobowej typu pasztetowa olejami roślinnymi – takimi jak lniany, kukurydziany, rzepakowy, sojowy i słonecznikowy – pozwala na uzyskanie produktów o wysokiej atrakcyjności sensorycznej i stabilności antyoksydacyjnej. Wykazano, że spośród badanych wędlin próby z udziałem oleju rzepakowego charakteryzowały się najlepszymi właściwościami stabilności oksydacyjnej oraz najkorzystniejszą, zbliżoną do zaleceń żywieniowych proporcją kwasów tłuszczowych n-6 do n-3.
2. Dodatek naturalnych przeciwutleniaczy – takich jak kwas mlekowy, mleczan sodu, ekstrakt z rozmarynu, ekstrakt z liści morwy i z żółtej herbaty – do wędliny podrobowej typu pasztetowa z substytucją 20% tłuszczu zwierzęcego drobnym olejem rzepakowym spowolnił powstawanie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu opracowanego produktu. Spośród badanych przeciwutleniaczy ekstrakt z liści morwy najskuteczniej hamował wzrost wartości liczby nadtlenkowej oraz wskaźnika TBARS w wędlinach doświadczalnych w czasie przechowywania.
3. Ekstrakt wodny z liści morwy, użyty jako składnik wędliny podrobowej typu pasztetowa z wymianą 20% tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym, pozwalała na uzyskanie produktu o wysokiej zawartości polifenoli. Wędliny z dodatkiem ekstraktu z liści morwy cechowały się najwyższą zawartością flawonoli i kwasów fenolowych, w tym szczególnie kwasu chlorogenowego, kawowego, wanilinowego i galusowego oraz rutyny i kwercetyny. Stwierdzono, że wymienione związki fenolowe spowolniły procesy utleniania tłuszczów w wędlinach.
4. Ekstrakt wodny z liści morwy, jako składnik wędliny podrobowej typu pasztetowa, wykazał zdolność hamowania aktywności cholinesteraz. Dodatek ekstraktu z morwy do wędlin doświadczalnych w większym stopniu wpłynął na inhibicję AChE niż BChE. Ekstrakt wodny z liści morwy może stanowić składnik wędliny podrobowej typu pasztetowa w diecie służącej w szczególności w zapobieganiu chorobom neurodegeneracyjnym, z uwagi na zależną od stężenia aktywność wobec cholinesteraz.
5. Wyprodukowana wędlina podrobowa typu pasztetowa, wzbogacona w nienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA + PUFA) dzięki częściowej wymianie tłuszczu zwierzęcego drobnym olejem rzepakowym, spełnia wymagania stawiane żywności funkcjonalnej. Natomiast dodatek do wędlin doświadczalnych wodnego ekstraktu z liści morwy, który jest bogaty w związki biologicznie aktywne, m.in. polifenole, pozwolił na wyprodukowanie wyrobów, które mogą stanowić nowy asortyment żywności o ukierunkowanym działaniu prozdrowotnym. Dlatego należy prowadzić dalsze badania w celu zaproponowania innych produktów mięsnych wzbogaconych w ekstrakty z liści morwy.

## LITERATURA

- Abou-Arab, A. E., Abou-Arab, A. A., Abu-Salem, M. F. (2010). Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana bertonii* plant. *African Journal of Food Science*, 4(5), 269–281. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068412>
- Akhtar, M. N., Lam, K. W., Abas, F., Maulidiani, Ahmad, S., Shah, S. A. A., ... Lajis, N. H. (2011). New class of acetylcholinesterase inhibitors from the stem bark of *Knema laurina* and their structural insights. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 21(1), 4097–4103. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2011.04.065>
- Andrés, S. C., Zaritzky, N. E., Califano, A. N. (2009). Innovations in the development of healthier chicken sausages formulated with different lipid sources. *Poultry Science*, 88(8), 1755–1764. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00495>
- AOCS (2017). Official Method Ce 1h-05 determination of cis-, trans-, saturated, mono-unsaturated and polyunsaturated fatty acids in vegetable or non-ruminant animal oils and fats by capillary GLC. W: AOCS (red.), *Methods Recomm Pract AOCS*.
- Baek, K. H., Utama, D. T., Lee, S. G., An, B. K., Lee, S. K. (2016). Effects of replacing pork back fat with canola and flaxseed oils on physicochemical properties of emulsion sausages from spent layer meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(6), 865–871. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.1050>
- Balas, J. (2005). Kwasy tłuszczowe w rynkowych produktach spożywczych – oleje, margaryny, masło, tłuszcze mieszane, majonezy. *Postępy Fitoterapii*, 3–4(1), 109–114.
- Baryłko-Pikielna, N., Kostyra, E. (2004). Współczesne trendy wyboru i akceptacji żywności. *Przemysł Spożywczy*, 58(12), 3–10.
- Baryłko-Pikielna, N., MacFie, H. J. H., Toth-Markus, M. (1996). Opracowanie systemu zapewnienia jakości sensorycznej poprzez krytyczne punkty kontroli (SQCCP). *Przemysł Spożywczy*, 50(12), 3–5.
- Bernardi, D. M., Bertol, T. M., Pflanzner, S. B., Sgarbieri, V. C., Pollonio, M. A. R. (2016).  $\omega$ -3 in meat products: benefits and effects on lipid oxidative stability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(8), 2620–2634. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7559>
- Bianchin, M., Pereira, D., dos Reis, S. A., Almeida, J. D. F., do Silva, Dangui, L., de Moura, C., Carpes, S. T. (2017). Rosemary essential oil and lyophilized extract as natural antioxidant source to prevent lipid oxidation in pork sausage. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 13(5), 210–217. <https://doi.org/10.19026/ajfst.13.5070>
- Bilska, A. (2008). Substancje konserwujące stosowane w produkcji wyrobów mięsnych. W: W. Uchman (red.), *Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa* (wyd. II zm., s. 132–144). Poznań: Wyd. AR.
- Bilska, A., Kowalski, R. (2014). Food quality and safety management. *LogForum*, 10(3), 351–361. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2016.07.338>
- Bilska, A., Kowalski, R., Kalinowska, A. (2014). Zmiany lipidów w wędlinach podrobowych typu pasztetowa z dodatkiem oleju. *Medycyna Weterynaryjna*, 70(4), 232–236.

- Bilska, A., Waszkowiak, K., Błaszcyk, M., Rudzińska, M., Kowalski, R. (2018). Effect of liver pâté enrichment with flaxseed oil and flaxseed extract on lipid composition and stability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 4112–4120. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8928>
- Bołonkowska, O., Pietrosiuk, A., Sykłowska-Baranek, K. (2011). Roślinne związki barwne ich właściwości biologiczne oraz możliwości wytwarzania w kulturach *in vitro*. *Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego WUM*, 1(1), 1–27.
- Booij, L. H. D. J., Drobnik, L. (2009). Neostigmina jako środek odwracający blokadę: Działanie i efekty uboczne. *Anestezjologia i Ratownictwo*, 3(1), 304–335.
- Bukowska, B. (2005). Acetylcholinesterase – apoptosis induction, role in neurological diseases and leukemia. *Postępy Biochemii*, 51(2), 154–161. Pobrano z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16209353>
- Bukowska, B., Pieniążek, D., Hutniki, K., Duda, W. (2007). Acetylo- i butyrylocholinoesteraza – budowa, funkcje i ich inhibitory. *Current Topics in Biophysics*, 30 (Suppl. A), 11–23.
- Cáceres, E., García, M. L., Selgas, M. D. (2008). Effect of pre-emulsified fish oil - as source of PUFA n-3 - on microstructure and sensory properties of mortadella, a Spanish bologna-type sausage. *Meat Science*, 80(2), 183–193. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.018>
- Carillon, J., Del Rio, D., Teissèdre, P.-L., Cristol, J.-P., Lacan, D., Rouanet, J.-M. (2012). Antioxidant capacity and angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of a melon concentrate rich in superoxide dismutase. *Food Chemistry*, 135(3), 1298–1302. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.064>
- Choi, Y. S., Park, K. S., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Choi, M. S., ... Kim, C. J. (2013). Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science*, 93(3), 652–658. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.025>
- Cichosz, G., Czacot, H. (2011). Stabilność oksydacyjna tłuszczów jadalnych – konsekwencje zdrowotne. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLIV(1), 50–60.
- Cui, Y., Xue, F., Lin, F., Kong, X., Liu, W. (2016). Extraction process of ginger Pinellia and its anti-proliferative and proapoptotic activities on human gastric cancer SGC7901 cells. *Biomedical Research*, 27(1), 52–55.
- Cukon, N., Cvrtila Fleck, Ž., Bratulić, M., Kozačinski, L., Njari, B. (2012). Diversity of microflora in meat and meat products. *Meso*, 14(3), 271–279.
- Cushman, D. W., Cheung, H. S. (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochemical Pharmacology*, 20(7), 1637–1648. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(71\)90292-9](https://doi.org/10.1016/0006-2952(71)90292-9)
- Ćwiek, P. (2017). Prozdrowotne właściwości morwy białej. *Journal of NutriLife*, 09(1). Pobrano z: <http://www.nutrilife.pl/index.php?art=286>
- Dąbrowska, M., Zielińska, A., Nowak, I. (2015). Produkty utleniania lipidów jako potencjalny problem zdrowotny oraz analityczny. *Chemik*, 69(2), 89–94.
- Daniewski, M., Jacórzynski, B., Filipek, A., Balas, J., Pawlicka, M., Mielniczuk, E. (2003). Skład kwasów tłuszczowych wybranych olejów jadalnych. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 54(3), 263–267.
- Dasiewicz, K., Chmiel, M. (2016). Charakterystyka tłuszczów zwierzęcych i aspekty zdrowotne związane z ich spożywaniem. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1(1), 100–104.

- Decker, E. A., Park, Y. (2010). Healthier meat products as functional foods. *Meat Science*, 86(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.021>
- Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Rodríguez-Salas, L., Jiménez-Colmenero, F. (2011). A healthier oil combination and konjac gel as functional ingredients in low-fat pork liver pâté. *Meat Science*, 88(2), 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.028>
- Deng, F. E., Shivappa, N., Tang, Y., Mann, J. R., Hebert, J. R. (2017). Association between diet-related inflammation, all-cause, all-cancer, and cardiovascular disease mortality, with special focus on prediabetics: findings from NHANES III. *European Journal of Nutrition*, 56(3), 1085–1093. Pobrano z: <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1158-4>
- Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74(1), 188–196. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.014>
- Devriese, L., Baele, M., Butaye, P. (2006). The genus *Enterococcus*: Taxonomy, chapter 1.2.5. W: M. Dworkin (red.), *The Prokaryotes* (pp. 163–174). <https://doi.org/10.1007/0-387-30747-8>
- Di Cesare, L. F., Forni, E., Viscardi, D., Nani, R. C. (2004). Influence of drying techniques on the volatile phenolic compounds, chlorophyll and colour of oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *Prismaticum gaudin*). *Italian Journal of Food Science*, 16(2), 165–175.
- Domínguez, R., Agregán, R., Gonçalves, A., Lorenzo, J. (2016). Effect of fat replacement by olive oil on the physico-chemical properties, fatty acids, cholesterol and tocopherol content of pâté. *Grasas y Aceites*, 67(2), 1–9. <https://doi.org/10.3989/gya.0629152>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Sichert Munekata, P. E., Bastianello Campagnol, P. C., Lorenzo, J. M. (2017). Influence of partial pork backfat replacement by fish oil on nutritional and technological properties of liver pâté. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(5), 1–7. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201600178>
- Doulgeraki, A. I., Ercolini, D., Villani, F., Nychas, G. J. E. (2012). Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 157(2), 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.05.020>
- Dutkowska, A., Rachoń, D. (2015). Rola kwasów tłuszczowych n-3 oraz n-6 w prewencji chorób układu sercowo-naczyniowego. *Choroby Serca i Naczyń*, 12(3), 154–159.
- Dybkowska, E. (2015). Rola kwasów tłuszczowych w żywieniu i zdrowiu człowieka. W: A. Wolska-Adamczak (red.), *Znaczenie racjonalnego żywienia w edukacji zdrowotnej* (s. 173–181). Warszawa: WSiZ. Pobrano z: [https://joannahasnik.files.wordpress.com/2017/03/rola\\_kwasow\\_tluszczowych\\_w\\_zywieniu\\_i\\_zdrowiu\\_czlowieka2-1.pdf](https://joannahasnik.files.wordpress.com/2017/03/rola_kwasow_tluszczowych_w_zywieniu_i_zdrowiu_czlowieka2-1.pdf)
- Dyrektywa Komisji 2010/67/UE (2010). DYREKTYWA KOMISJI 2010/67/UE z dnia 20 października 2010 r. zmieniająca dyrektywę 2008/84/WE ustanawiającą szczególne kryteria czystości dla dodatków do środków spożywczych innych niż barwniki i substancje słodzące.
- Dyrektywa Komisji 2010/69/UE (2010). DYREKTYWA KOMISJI 2010/69/UE z dnia 22 października 2010 r. zmieniająca załączniki do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 95/2/WE w sprawie dodatków do żywności innych niż barwniki i substancje słodzące.

- Dzudie, T., Kouebou, C. P., Essia-Ngang, J. J., Mbofung, C. M. F. (2004). Lipid sources and essential oils effects on quality and stability of beef patties. *Journal of Food Engineering*, 65(1), 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.12.004>
- Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres jr, V., Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7(1), 88–95.
- Estévez, M., Cava, R. (2004). Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pâté. *Meat Science*, 68(4), 551–558. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.05.007>
- Estévez, M., Morcuende, D., Ramirez, R., Ventanas, J., Cava, R. (2004). Extensively reared Iberian pigs versus intensively reared white pigs for the manufacture of liver pate. *Meat Science*, 67(3), 453–461. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.11.019>
- Estévez, M., Ramírez, R., Ventanas, S., Cava, R. (2007). Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pâté. *LWT – Food Science and Technology*, 40(1), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.010>
- Estévez, M., Ventanas, S., Cava, R. (2006). Effect of natural and synthetic antioxidants on protein oxidation and colour and texture changes in refrigerated stored porcine liver pâté. *Meat Science*, 74(2), 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.010>
- Falowo, A. B., Fayemi, P. O., Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid – protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64(1), 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022>
- Feresin, R. G., Huang, J., Klarich, D. S., Zhao, Y., Pourafshar, S., Arjmandi, B. H., Salazar, G. (2016). Blackberry, raspberry and black raspberry polyphenol extracts attenuate angiotensin II-induced senescence in vascular smooth muscle cells. *Food and Function*, 7(10), 4175–4187. <https://doi.org/10.1039/c6fo00743k>
- Ferlemi, A. V., Katsikoudi, A., Kontogianni, V. G., Kellici, T. F., Iatrou, G., Lammari, F. N., ... Margarity, M. (2015). Rosemary tea consumption results to anxiolytic- and anti-depressant-like behavior of adult male mice and inhibits all cerebral area and liver cholinesterase activity; Phytochemical investigation and in silico studies. *Chemico-Biological Interactions*, 237(1), 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2015.04.013>
- Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvares, J. A. (2004). Quality characteristics of Ostrich Liver Pâté. *JFS: Sensory and Nutritive Qualities of Food Quality*, 69(2), 85–91.
- Flaczyk, E., Kobus-Cisowska, J., Przeor, M., Korczak, J., Remiszewski, M., Korbas, E., Buchowski, M. (2013). Chemical characterization and antioxidative properties of Polish variety of *Morus alba* L. leaf aqueous extracts from the laboratory and pilot-scale processes. *Agricultural Sciences*, 4(5B), 141–147. <https://doi.org/10.4236/as.2013.45B026>
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10858-011-9570-9>
- Franz, C. M. A. P., Huch, M., Abriouel, H., Holzapfel, W., Gálvez, A. (2011). Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *International Journal of Food Microbiology*, 151(2), 125–140. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014>



- Gahrue, H. H., Hosseini, S. M. H., Taghavifard, M. H., Eskandari, M. H., Golmakani, M.-T., Shad, E. (2017). Lipid oxidation, color changes, and microbiological quality of frozen beef burgers incorporated with shirazi thyme, cinnamon, and rosemary extracts. *Journal of Food Quality*, 2017(1), 1–9. <https://doi.org/10.1155/2017/6350156>
- Ganhão, R., Morcuende, D., Estévez, M. (2010). Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage. *Meat Science*, 85(1), 402–409. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.008>
- Gawęcki, J. (2015). Żywność prozdrowotna – terminologia, składniki, informacje dla konsumentów. W: J. Czapski, D. Górecka (red.), *Żywność prozdrowotna – składniki i technologia* (s. 21–46). Poznań: Wyd. UP.
- Gawlik-Dziki, U. (2004). Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 4(41), 29–40.
- Gertig, H., Przysławski, J. (1994). Rola tłuszczów w żywieniu człowieka. *Żywność Człowieka i Metabolizm*, 21(4), 375–388.
- Grajek, W. (2004). Rola przeciwutleniaczy w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 1(38), 3–11.
- Gramza-Michałowska, A., Kobus-Cisowska, J., Kmiecik, D., Korczak, J., Helak, B., Dziezic, K., Górecka, D. (2016). Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*, 211(15), 448–454. Pobrano z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.048>
- Gramza, A., Khokhar, S., Yoko, S., Gliszczynska-Swiglo, A., Hes, M., Korczak, J. (2006). Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(4), 351–362. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200500330>
- Grasso, S., Brunton, N. P., Lyng, J. G., Lator, F., Monahan, F. J. (2014). Healthy processed meat products – Regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends in Food Science and Technology*, 39(1), 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.006>
- Grębowiec, M. (2015). Rola jakości w podejmowaniu decyzji nabywczych przez konsumentów na przykładzie rynku mięsa i wędlin. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 1(35), 39–47. <https://doi.org/10.17306/10.17306/jard.2015.4>
- Grześkowiak, J., Łochyńska, M. (2017). Związki biologicznie aktywne morwy białej (*Morus alba* L.) i ich działanie lecznicze. *Post Fitoterapii*, 18(1), 31–35. Pobrano z: [http://www.postepyfitoterapii.pl/wp-content/uploads/2017/06/pf\\_2017\\_031-035.pdf](http://www.postepyfitoterapii.pl/wp-content/uploads/2017/06/pf_2017_031-035.pdf)
- Gungor, N., Sengul, M. (2008). Antioxidant activity, total phenolic content and selected physicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Properties*, 11(1), 44–52. <https://doi.org/10.1080/10942910701558652>
- Haak, L., Raes, K., Van Dyck, S., De Smet, S. (2008). Effect of dietary rosemary and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on the oxidative stability of raw and cooked pork following oxidized linseed oil administration. *Meat Science*, 78(3), 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.06.005>

- Hęś, M., Gramza-Michałowska, A., Szymandera-Buszk, K. (2009). Wpływ wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkiem przeciwutleniaczy. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLII(3), 455–459.
- Hęś, M., Korczak, J. (2007a). Wpływ produktów utleniania lipidów na wartość odżywczą białka. *Nauka Przyroda Technologie*, 1(1), 1–8.
- Hęś, M., Korczak, J. (2007b). Wpływ różnych czynników na szybkość utleniania się lipidów mięsa. *Nauka Przyroda Technologie*. 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1095-9270.2007.00142.x>
- Huang, W. Y., Davidge, S. T., Wu, J. (2013). Bioactive natural constituents from food sources-potential use in hypertension prevention and treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(6), 615–630. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.550071>
- Huerta-Yépez, S., Tirado-Rodriguez, A. B., Hankinson, O. (2016). Role of diets rich in omega-3 and omega-6 in the development of cancer. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 73(6), 446–456. <https://doi.org/10.1016/j.bmhmx.2016.11.001>
- Hugas, M., Garriga, M., Aymerich, M. T. (2003). Functionality of enterococci in meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 88(2–3), 223–233. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(03\)00184-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00184-3)
- Hygreeva, D., Pandey, M. C., Radhakrishna, K. (2014). Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. *Meat Science*, 98(1), 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.006>
- Iqbal, S., Younas, U., Sirajuddin, Chan, K. W., Sarfraz, R. A., Uddin, M. K. (2012). Proximate composition and antioxidant potential of leaves from three varieties of mulberry (*Morus* sp.): A comparative study. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(1), 6651–6664. <https://doi.org/10.3390/ijms13066651>
- ISO 13720:2010. (2010). ISO 13720:2010 Meat and meat products – Enumeration of presumptive *Pseudomonas* spp. W: Technical Committee: ISO/TC 34/SC 9 Microbiology (s. 1–7).
- ISO 1442:1997 (1997). ISO 1442:1997 Methods of test for meat and meat products. Determination of moisture content. W: Technical Committee ISO/TC 34 (s. 1–4).
- ISO 1444:1996 (1996). ISO 1444:1996. Meat and meat products. Determination of free fat content (1996). W: Technical Committee: ISO/TC 34/SC 6 (s. 1–4).
- ISO 1841-1:1996 (1996). ISO 1841-1:1996 Meat and meat products. Determination of chloride content – Part 1: Volhard method. International Organization for Standardization (s. 1–4).
- ISO 21528-1:2017 (2017). ISO 21528-1:2017 Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae – Part 1: Detection of Enterobacteriaceae. W: Technical Committee: ISO/TC 34/SC 9 Microbiology (s. 1–17).
- ISO 21528-2:2017(E). (2017). ISO 21528-2:2017(E) Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae – Part 2: Colony-count technique. Technical Committee: ISO/TC 34/SC 9 Microbiology (s. 1–15).

- ISO 3960:2017 (2017). ISO 3960:2017 Animal and vegetable fats and oils. Determination of peroxide value. Iodometric (visual) endpoint determination. Technical Committee ISO/TC 34 (s. 1–4).
- ISO 4833-1:2013 (2013). ISO 4833-1:2013 Microbiology of the food chain – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique. Technical Committee: ISO/TC 34/SC 9 Microbiology (s. 1–9).
- ISO 5983-2:2009 (2009). ISO 5983-2:2009. Animal feeding stuffs. Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. Part 2: block digestion/steam distillation method. Technical Committee ISO/TC 34 (s. 1–4).
- Iwaniak, A., Mogut, D., Darewicz, M., Hrynkiewicz, M. (2016). Wykorzystanie biologicznie aktywnych peptydów z białek żywności w profilaktyce zespołu metabolicznego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 585(1), 75–87. Pobrano z: <http://www.zppnr.sggw.pl/585.pdf>
- Jerzewska, M., Ptasznik, S. (2000). Ocena występujących na rynku krajowym olejów rzepakowych pod względem zmienności składu kwasów tłuszczowych. *Rośliny Oleiste*, XXI(1), 557–568.
- Jeszka-Skowron, M., Flaczyk, E., Kobus-Cisowska, J., Kośmider, A., Górecka, D. (2014). Optymalizacja procesu ekstrakcji związków fenolowych o aktywności przeciwrodnikowej z liści morwy białej za pomocą metody płaszczyzny odpowiedzi (RSM). *Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakość/Food. Science Technology. Quality*, 21(1), 148–159. <https://doi.org/10.15193/zntj/2014/92/148-159>
- Jeszka, M., Flaczyk, E., Kobus-Cisowska, J., Dziedzic, K. (2010). Związki fenolowe – charakterystyka i znaczenie w technologii żywności. *Nauka Przyroda Technologie*, 4(2), 1–8.
- Jeszka, M., Kobus-Cisowska, J., Flaczyk, E. (2009). Liście morwy jako źródło naturalnych substancji biologicznie aktywnych. *Postępy Fitoterapii*, 3(1), 175–179.
- Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science and Technology*, 18(11), 567–578. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.05.006>
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59(1), 5–13. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00053-5)
- Jurkovič, D., Križková, L., Sojka, M., Takáčová, M., Dušinský, R., Krajčovič, J., ... Vancanneyt, M. (2007). Genetic diversity of *Enterococcus faecium* isolated from Bryndza cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 116(1), 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.12.025>
- Kaczmarek-Duszek, J., Bilska, A., Krysztofiak, K., Uchman, W. (2008). The effect of selected technological additives on improvement of shelf life of ground meat. *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 7(2), 51–61.
- Kahraman, T., Issa, G., Bingol, E. B., Kahraman, B. B., Dumen, E. (2015). Effect of rosemary essential oil and modified-atmosphere packaging (MAP) on meat quality and survival of pathogens in poultry filets. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(2), 591–599.

- Kanner, J., Salan, M. A., Harel, S., Shegalovich, I. (1991). Lipid peroxidation of muscle food: the role of the cytosolic fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(2), 242–246. <https://doi.org/10.1021/jf00002a003>
- Katsube, T., Imawaka, N., Kawano, Y., Yamazaki, Y., Shiwaku, K. (2006). Antioxidant flavonol glycosides in mulberry (*Morus alba* L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity. *Food Chemistry*, 97(1), 25–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.019>
- Khyade, V. B. (2016). Antioxidant activity and phenolic compounds of mulberry, *Morus alba* (L.) (Variety: Baramatiwali). *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(1), 4–7.
- Kobus-Cisowska, J., Flaczyk, E., Przeor, M., Kmiecik, D., Heś, M., Szymandera-Buszk, K. (2016). Możliwość wykorzystania preparatów z liści morwy jako składników mlecznych napojów fermentowanych. W: G. Lewandowicz, J. Le Thanh-Blicharz (red.), *Bioprodukty – pozyskiwanie, właściwości i zastosowanie w produkcji żywności* (s. 30–37). Poznań: Wyd. UP.
- Kobus-Cisowska, J., Szymanowska, D., Maciejewska, P., Kmiecik, D., Gramza-Michalowska, A., Kulczyński, B., Cielecka-Piontek, J. (2019). *In vitro* screening for acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibition and antimicrobial activity of chia seeds (*Salvia hispanica*). *Electronic Journal of Biotechnology*, 37(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2018.10.002>
- Kobus, J., Flaczyk, E., Siger, A., Nogala-Kałużka, M., Korczak, J., Pegg, R. B. (2009). Phenolic compounds and antioxidant activity of extracts of Ginkgo leaves. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(1), 1150–1160. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800299>
- Kowalska, J., Majewska, E., Lenart, A. (2011). Sorption properties of a modified powdered cocoa beverage. *Chemical and Process Engineering*, 32(1), 21–31. <https://doi.org/10.2478/v10176-011-0002-x>
- Kris-Etherton, P. M., Grieger, J. A., Etherton, T. D. (2009). Dietary reference intakes for DHA and EPA. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 81(2–3), 99–104. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2009.05.011>
- Krishna, P. G. A., Sivakumar, T. R. C. J., Li, S.-H., Weng, Y.-J., Yin, Juan Jia, J.-Q., Wang, C.-Y., Gu, Z.-Z. (2018). Antioxidant and hemolysis protective effects of polyphenol-rich extract from mulberry fruits. *Pharmacognosy Magazine*, 14(53), 103–109. [https://doi.org/10.4103/pm.pm\\_491\\_16](https://doi.org/10.4103/pm.pm_491_16)
- Krysztofiak, K., Biliska, A. (2011). *Wędliny*. W: E. Flaczyk, D. Górecka i J. Korczak, *Towaroznawstwo żywności pochodzenia zwierzęcego* (pp. 243–266). Poznań: Wyd. UP.
- Krysztofiak, K., Uchman, W. (2008). Modyfikacja smakowitości wyrobów mięsnych. W: W. Uchman (red.), *Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa* (wyd. II zm., s. 80–94) Poznań: Wyd. AR.
- Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., Narsaiah, K. (2015). Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(1), 796–812. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12156>
- Kwasek, M. (2011). Jakość i bezpieczeństwo żywności. W: M. Kwasek (red.), *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym. Jakość i bezpieczeństwo żywności a zdrowie konsumenta*. Warszawa: PIB.

- López-López, I., Cofrades, S., Jiménez-Colmenero, F. (2009). Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Science*, 83(1), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.04.014>
- Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Fontán, M. C. G., Carballo, J. (2014). Effect of fat content on physical, microbial, lipid and protein changes during chill storage of foal liver pâté. *Food Chemistry*, 155(1), 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.038>
- Łoźna, K., Kita, A., Styczyńska, M., Biernat, J. (2012). Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 93(4), 871–875. Pobrano z: [www.phie.pl](http://www.phie.pl)
- Lucarini, M., Durazzo, A., Sánchez del Pulgar, J., Gabrielli, P., Lombardi-Boccia, G. (2018). Determination of fatty acid content in meat and meat products: The FTIR-ATR approach. *Food Chemistry*, 267(November), 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.042>
- Makała, H. (2016). Wpływ poziomu dodatku olejów roślinnych w modelowych rozdrobnionych przetworach mięsnych na dynamikę przemian oksydacyjnych. W: A. Duda-Chodak, D. Najgebauer-Lejko, I. Drożdż, T. Tarko (red.), *Rola procesów technologicznych w kształtowaniu jakości żywności* (s. 89–97). Kraków: PTTŻ, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.
- Makała, H. (2018). Modyfikacja wartości żywieniowej mięsa i przetworów mięsnych poprzez zmiany ilości i składu tłuszczów oraz ograniczenie zawartości soli. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 25(2(115)), 9–23. <https://doi.org/10.15193/ZNTJ/2018/115/229>
- Makała, H., Tyszkiewicz, S. (2009). Effect of raw material composition on quality and nutritional value of market pâtés. *Acta Agrophysica*, 14(3), 639–648.
- Marciniak-Łukasiak, K. (2011). Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 18(6), 24–35.
- Martin, D., Ruiz, J., Kivikari, R., Puolanne, E. (2008). Partial replacement of pork fat by conjugated linoleic acid and/or olive oil in liver pâtés: Effect on physicochemical characteristics and oxidative stability. *Meat Science*, 80(2), 496–504. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.01.014>
- Medina-Remón, A., Kirwan, R., Lamuela-Raventós, R. M., Estruch, R. (2018). Dietary patterns and the risk of obesity, type 2 diabetes mellitus, cardiovascular diseases, asthma, and neurodegenerative diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(2), 262–296. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1158690>
- Mińkowski, K., Grześkiewicz, S., Jerzewska, M. (2011). Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2(75), 124–135.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerry, J. P., Buckley, D. J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49(supl. 1), S73–S86. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)90039-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)90039-0)
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2004). New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 15(1), 452–457. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.12.010>

- Natić, M. M., Dabić, D., Papetti, A., Fotirić Akšić, M. M., Ognjanov, V., Ljubojević, M., Tešić, Ž. L. (2015). Analysis and characterisation of phytochemicals in mulberry (*Morus alba* L.) fruits grown in Vojvodina, North Serbia. *Food Chemistry*, 171(1), 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.101>
- Naveena, B. M., Sen, A. R., Vaithyanathan, S., Babji, Y., Kondaiah, N. (2008). Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80(4), 1304–1308. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.06.005>
- Nieto, G., Castillo, M., Xiong, Y. L., Álvarez, D., Payne, F. A., Garrido, M. D. (2009). Antioxidant and emulsifying properties of alcalase-hydrolyzed potato proteins in meat emulsions with different fat concentrations. *Meat Science*, 83(1), 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.005>
- Ningappa, M. B., Dineshaa, R., Srinivas, L. (2008). Antioxidant and free radical scavenging activities of polyphenol-enriched curry leaf (*Murraya koenigii* L.) extracts. *Food Chemistry*, 106(2), 720–728. Pobrano z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.057>
- Nychas, G. J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., Koutsoumanis, K. P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78(1–2), 77–89. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.06.020>
- Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F., Sánchez-Muniz, F. J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95(1), 919–930. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.030>
- Ozarowski, M., Mikołajczak, P. L., Bogacz, A., Gryszczyńska, A., Kujawska, M., Jodynis-Liebert, J., ... Mrozikiewicz, P. M. (2013). *Rosmarinus officinalis* L. leaf extract improves memory impairment and affects acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase activities in rat brain. *Fitoterapia*, 91(1), 261–271. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2013.09.012>
- Paran, E., Novack, V., Engelhard, Y. N., Hazan-Halevy, I. (2009). The effects of natural antioxidants from tomato extract in treated but uncontrolled hypertensive patients. *Cardiovascular Drugs and Therapy*, 23(2), 145–151.
- Pereira, D., Pinheiro, R. S., Heldt, L. F. S., de Moura, C., Bianchin, M., Almeida, J. D. F., ... Carpes, S. T. (2017). Rosemary as natural antioxidant to prevent oxidation in chicken burgers. *Food Science and Technology*, 37(suppl. 1), 17–23.
- Pettigrew, C., Soldan, A., Moghekar, A., Wang, M.-C., Gross, A. L., O'Brien, R., Albert, M. (2015). Relationship between cerebrospinal fluid biomarkers of Alzheimer's disease and cognition in cognitively normal older adults. *Neuropsychologia*, 78(1), 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.09.024>
- Pikul, J., Leszczynski, D. E., Kummerow, F. A. (1989). Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(5), 1309–1313. <https://doi.org/10.1021/jf00089a022>
- Piskuła, M. K., Strączkowski, M., Żmudzki, J., Osek, J., Niemczuk, K., Horbańczuk, J. O., Skomiał, J. (2011). Charakterystyka czynników decydujących o bezpieczeństwie konsumentów i jakości prozdrowotnej żywności. *Polish Journal of Agronomy*, 7(1), 82–91.
- PN-A-82007:1996/Az1:1998. (1998). PN-A-82007:1996/Az1:1998 Przetwory mięsne – Wędliny. W: Warszawa: PKN.

- PN-A-82055-7:1997. (1997). PN-A-82055-7:1997. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności i oznaczanie liczby enterokoków. W: Warszawa: PKNiM.
- PN-EN-ISO13299:2016-05 (2016). PN-EN ISO 13299:2016-05 Analiza sensoryczna – Metodyka – Ogólne wytyczne ustalania profilu sensorycznego. W: Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny norm PN-ISO i PN-EN.
- PN-EN-ISO5492:2009 (2009). PN-EN ISO 5492:2009 Analiza sensoryczna – Terminologia. W: Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny norm PN-ISO i PN-EN.
- Polak, R., Dziki, D., Krzykowski, A., Rudy, S., Różyło, R. (2014). Wpływ parametrów sublimacyjnego suszenia na retencję chlorofili i karotenoidów w suszach z liści selera zwyczajnego (*Apium graveolens* L.). *Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, 16(1), 105–112.
- Przeor, M., Flaczyk, E., Kobus-Cisowska, J., Kmiecik, D. (2016). Stabilność wybranych polifenoli z liści morwy białej w warunkach symulowanego przewodu pokarmowego (*in vitro*). W: G. Lewandowicz, J. Le Thanh-Blicharz (red.), *Bioprodukty* (s. 38–46). Poznań: Wyd. UP.
- Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., Estévez, M. (2012). Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Science*, 90(1), 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.06.007>
- Ryckińska, J., Słowiński, M. (2012). Próba zastąpienia tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym w kielbasach homogenizowanych. *Acta Agrophysica*, 19(1), 123–132.
- Schwartz, S. J., Von Elbe, J. H. (1983). Kinetics of chlorophyll degradation to pyropheophytin in vegetables. *Journal of Food Science*, 48(4), 1303–1306. Pobrano z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb09216.x>
- Shahidi, F., Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, 18(1), 820–897. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Sikorski, Z. E. (2007). *Chemia żywności. Składniki żywności*. Warszawa: WNT.
- Silva, N., Igrejas, G., Gonçalves, A., Poeta, P. (2012). Commensal gut bacteria: distribution of *Enterococcus* species and prevalence of *Escherichia coli* phylogenetic groups in animals and humans in Portugal. *Annals of Microbiology*, 62(2), 449–459. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0308-4>
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 56(1), 365–379. [https://doi.org/10.1016/S0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6)
- Sobiś, J., Kunert, Ł., Sołtysik, M., Piegza, M., Pudło, R., Gorczyca, P. W. (2015). Wielonienasycone kwasy omega-3 w profilaktyce zaburzeń afektywnych. Wybrane dane epidemiologiczne dotyczące zastosowania kwasów omega-3 w profilaktyce zaburzeń afektywnych. *Psychiatria*, 12(3), 147–152.
- Sugimoto, M., Arai, H., Tamura, Y., Murayama, T., Khaengkhan, P., Nishio, T., ... Yokode, M. (2009). Mulberry leaf ameliorates the expression profile of adipocytokines by inhibiting oxidative stress in white adipose tissue in db/db mice. *Atherosclerosis*, 204(2), 388–394.
- Tang, W., Page, M. (2013). Inducible expression of Norwalk virus capsid protein gene in plant cell suspension cultures. *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*, 49(2), 129–136. <https://doi.org/10.1007/s11627-012-9487-3>

- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., Dugan, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 37(1), 44–48. <https://doi.org/10.1007/BF02630824>
- Terrasa, A. M., Dello Staffolo, M., Tomás, M. C. (2016). Nutritional improvement and physicochemical evaluation of liver pâté formulations. *LWT - Food Science and Technology*, 66(1), 678–684. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.018>
- Thabti, I., Marzougui, N., Elfalleh, W., Ferchichi, A. (2011). Antioxidant composition and antioxidant activity of white (*Morus alba* L.), black (*Morus nigra* L.) and red (*Morus rubra* L.) mulberry leaves. *Acta Botanica Gallica*, 158(2), 205–214. <https://doi.org/10.1080/12538078.2011.10516267>
- Tolik, D., Słowiński, M., Desperak, K. (2015). Wpływ zastosowania drobiowego mięsa oddzielnego mechanicznie oraz mięsa odścięgniętego na jakość pasztetów sterylizowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(102), 132–141. <https://doi.org/10.15193/zntj/2015/102/077>
- Toruński, J. (2012). Zarządzanie jakością w przemyśle spożywczym. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Seria Administracja i Zarządzanie*, 22(95), 119–127.
- Tril, U., Salejda, A. M., Krasnowska, G. (2011). Próba zwiększenia stabilności oksydacyjnej modelowych przetworów mięsnych poprzez zastosowanie soku z aronii. *Żywność. Nauka Technologia Jakość*, 6(79), 55–66.
- Tylicki, L., Lizakowski, S., Rutkowski, B. (2012). Renin-angiotensin-aldosterone system blockade for nephroprotection: current evidence and future directions. *Journal of Nephrology*, 25(6), 900–910. <https://doi.org/10.5301/jn.5000134>
- Valencia, I., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2006). Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n - 3 PUFAs. *Meat Science*, 72(4), 727–733. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.09.022>
- Vignaroli, C., Zandri, G., Aquilanti, L., Pasquaroli, S., Biavasco, F. (2011). Multidrug-resistant Enterococci in animal meat and faeces and Co-transfer of resistance from an *Enterococcus durans* to a human *Enterococcus faecium*. *Current Microbiology*, 62(5), 1438–1447. <https://doi.org/10.1007/s00284-011-9880-x>
- Wawro, A., Pieprzyk-Kokocha, D., Gryszczyńska, A., Grajek, K., Łowicki, Z. (2016). Oznaczenie zawartości substancji biologicznie aktywnych w ekstraktach wodnych z liści i pędów morwy białej. *Postępy Fitoterapii*, 17(2), 87–90.
- Wawro, A., Pieprzyk-Kokocha, D., Gryszczyńska, A., Łowicki, Z., Mikołajczak, P. Ł., Grajek, K. (2013). Porównanie składu polifenoli zawartych w wyciągach hydroalkoholowych liści różnych odmian morwy białej (*Morus alba* L.). *Postępy Fitoterapii*, 4(1), 220–224.
- Wenjiao, F., Yongkui, Z., Yunchuan, C., Junxiu, S., Yuwen, Y. (2014). TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures. *Meat Science*, 96(1), 1–4.
- Wereńska-Sudnik, M., Chelmecka, I., Wołoszyn, J., Okruszek, A., Haraf, G., Orkus, A. (2016). Wpływ dodatku proszku z zielonej herbaty na jakość wyrobów podrobowych przechowywanych w warunkach chłodniczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(108), 60–71. <https://doi.org/10.15193/zntj/2016/108/149>
- Wereńska, M. (2013). Naturalne antyutleniacze stosowane do mięsa. *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 1(8), 79–90. <https://doi.org/10.1111/imm.12605>



- WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. W: WHO technical report series 916. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data (pp. 1–160). [https://doi.org/ISBN 92 4 120916 X ISSN 0512-3054](https://doi.org/ISBN_92_4_120916_X_ISSN_0512-3054) (NLM classification: QU 145)
- Witrowa-Rajchert, D., Hankus, M., Pawlak, E. (2009). Wpływ metody suszenia na zawartość chlorofilu i barwę oregano oraz bazylii. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 48(1), 70–71.
- Wolańska, D., Kłosiewicz-Latoszek, L. (2012). Struktura spożycia kwasów tłuszczowych a profil lipidowy u osób z nadwagą i otyłością. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 63(2), 155–162.
- Wroniak, M. (2012). Wartość żywieniowa olejów rzepakowych tłoczonych na zimno. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 6(85), 79–92.
- Wroniak, M., Cenkier, J. (2015). Porównanie cech sensorycznych, fizyko-chemicznych i stabilności oksydatywnej wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 581(1), 123–133.
- Xu, L., Zhu, M.-J., Liu, X.-M., Cheng, J.-R. (2018). Inhibitory effect of mulberry (*Morus alba*) polyphenol on the lipid and protein oxidation of dried minced pork slices during heat processing and storage. *LWT - Food Science and Technology*, 91(2), 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.040>
- Yuan, Q., Zhao, L. (2017). The mulberry (*Morus alba* L.) fruit - A Review of characteristic components and health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(48), 10383–10394. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03614>
- Zawadzka, A., Czarnocki, Z. (2015). Inhibitory cholinesteraz w terapii choroby Alzheimera. *Wiadomości Chemiczne*, 69(1), 9–10.
- Zeng, X., Bai, W., Lu, C., Dong, H. (2017). Effects of composite natural antioxidants on the fat oxidation, textural and sensory properties of cantonese sausages during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), 1–7. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13010>
- Zhang, H., Ma, Z. F., Luo, X., Li, X. (2018). Effects of Mulberry Fruit (*Morus alba* L.) Consumption on Health Outcomes: A Mini-Review. *Antioxidants*, 7(69), 1–13. <https://doi.org/10.3390/antiox7050069>
- Zhang, X., Li, D., Meng, Q., He, C., Ren, L. (2016). Effect of mulberry leaf extracts on color, lipid oxidation, antioxidant enzyme activities and oxidative breakdown products of raw ground beef during refrigerated storage. *Journal of Food Quality*, 39(3), 159–170. <https://doi.org/10.1111/jfq.12187>

### Źródła internetowe

- Zakład Mięсны KLINICCY Wiesław Klinicki, [http://www.zmkliniccy.pl/wyroby\\_podrobowe.html](http://www.zmkliniccy.pl/wyroby_podrobowe.html)
- Masarnia Władysławowo Sp. J. R., A., B. Zawistowski, <http://www.masarniazawistowski.pl/pasztety.php>
- Zakład Przetwórstwa Mięsnego GAIK, <http://www.gaik.eu/pl/wedliny-podrobowe?id=51>
- Masarnia Krzys sp. z o.o. sp.k., <http://www.masarniakrzys.pl/index.php/pl/product/items/34.html>