

Warszawa, dnia 14.11.2024

INSTYTUT BIOTECHNOLOGII  
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO  
im. prof. Wacława Dąbrowskiego  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
02-532 Warszawa, ul. Rakowiecka 36  
... NIP: 525 000 82 64, REGON: 000053835, KRS: 0000126823  
tel. 22 606 36 00, e-mail: [ibprs@ibprs.pl](mailto:ibprs@ibprs.pl), <https://www.ibprs.pl> .....

pieczęć wnioskodawcy i adres

Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

ul. Wspólna 30

00-930 Warszawa

## SPRAWOZDANIE

**z zadania w zakresie rolnictwa ekologicznego w 2024 r.**

**pt. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi – badania w zakresie optymalizacji technologii procesów przetwórstwa produktów ekologicznych z jednoczesnym wydłużeniem trwałości przechowalniczej. Opracowanie zbioru wytycznych w formie przewodnika dla producentów. Temat: Produkcja ekologiczna wyrobów mięsnych z ras rodzimych trzody z wykorzystaniem bakterii środowiskowych.**

Wykonanego na podstawie dotacji przedmiotowej udzielonej na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 2 i ust 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. z 2019 r. poz. 1522) Decyzja nr DEJ.re.765.23.2024 z dnia 08.04.2024r.

**Jednostka badawczo-rozwojowa**

**Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy**

**Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu – Kierownik Zakładu: dr inż. Piotr Szymański**

ul. Rakowiecka 36

02-532 Warszawa

tel.: 848 02 24, 849 50 39, 606 36 00; fax: 849 04 26 (28), e-mail: [ibprs@ibprs.pl](mailto:ibprs@ibprs.pl)

**nr konta 67 1240 1095 1111 0000 0336 5564, Bank PEKAO S.A.**

**Status prawny działania jednostki: KRS nr 0000126823**

DYREKTOR

  
dr hab. inż. Marek Roszko, prof. IBPRS-PIB

pieczęć i podpis wnioskodawcy

Otrzymują:

Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Departament Rolnictwa Ekologicznego i Jakości Żywności

**SPRAWOZDANIE**  
**Z BADAŃ NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO**  
**FINANSOWANYCH PRZEZ MRiRW W 2024 ROKU**

**„PRZETWÓRSTWO PRODUKTÓW ROŚLINNYCH I ZWIERZĘCYCH  
METODAMI EKOLOGICZNYMI – BADANIA W ZAKRESIE OPTIMALIZACJI  
TECHNOLOGII PROCESÓW PRZETWÓRSTWA PRODUKTÓW  
EKOLOGICZNYCH Z JEDNOCZESNYM WYDŁUŻENIEM TRWAŁOŚCI  
PRZECHOWALNICZEJ. OPRACOWANIE ZBIORU WYTYCZNYCH W FORMIE  
PRZEWODNIKA DLA PRODUCENTÓW”**

**TEMAT: PRODUKCJA EKOLOGICZNA WYROBÓW MIĘSNYCH Z RAS  
RODZIMYCH TRZODY Z WYKORZYSTANIEM BAKTERII  
ŚRODOWISKOWYCH**

KIEROWNIK ZADANIA: Dr inż. Piotr Szymański, Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski

WARSZAWA, 2024



## **REALIZACJA PROJEKTU**

### **Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego - Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu**

#### **Wykonawcy:**

##### **IBPRS**

- Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski
- Dr inż. Piotr Szymański
- Dr inż. Anna Okoń
- Dr inż. Beata Łaszkiewicz
- Mgr inż. Urszula Siekierko
- Mgr inż. Dorota Grzeszczak
- Mgr inż. Aneta Kern-Jędrychowska
- Mgr inż. Jakub Kern-Jędrychowski
- Mgr inż. Magdalena Skorupska
- Mgr Agnieszka Malitka
- Inż. Maria Wawrzyniewicz
- Tech. Wiesława Popławska

#### **Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

##### **Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności:**

- Dr hab. Dorota Zielińska, prof. SGGW
- Dr hab. Katarzyna Neffe- Skocińska, prof. SGGW
- Dr inż. Aleksandra Szydłowska
- Dr inż. Barbara Sionek

#### **Zakład Mięsny „Jasiołka” w Dukli**

- Mgr inż. Paweł Krajmas – Dyrektor
- Mgr inż. Bartosz Ruda



## Spis treści

Część I (Wprowadzenie do problemu badawczego).....	9
Część II (Wyniki badań) .....	27
Część III (Podsumowanie i wnioski) .....	86
Część IV (Literatura i publikacje).....	93
Część V (Poradnik) .....	100





## Schemat sprawozdania

W projekcie podjęta została próba opracowania innowacyjnej technologii produkcji ekologicznych wyrobów mięsnych z mięsa rodzimych ras trzody z zastosowaniem środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej. Celem badań ekologicznych proponowanych do finansowania w 2024 roku było: zastosowanie bakterii środowiskowych w przetwarzaniu mięsa ras rodzimych trzody chlewnej z oceną wpływu na jakość i trwałość przechowalniczą produktu.

Z badań prowadzonych w IBPRS-PIB wynika, że możliwe jest wykorzystanie naturalnego potencjału środowiska - zastosowania lokalnych środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej (LAB) izolowanych z ekologicznej żywności lub środowiska w procesach przetwarzania mięsa w celu wytworzenia żywności o naturalnych cechach, pożądalności sensorycznej, wysokiej jakości żywieniowej i zdrowotnej, bez dodatku chemicznych substancji dodatkowych. Selekcja lokalnych bakterii fermentacji mlekowej pozwala wyodrębnić drobnoustroje z danej niszy środowiskowej o specyficznych właściwościach technologicznych, które kształtują pożądane, unikatowe dla danego regionu cechy sensoryczne tradycyjnych produktów, ale również poprzez aktywność enzymatyczną i wytwarzanie szeregu metabolitów mogą mieć pozytywny wpływ na smakowitość, stabilność oksydacyjną i trwałość produktów mięsnych surowych dojrzewających i poddawanych obróbce cieplnej bez konieczności stosowania chemicznych dodatków. W ramach zadania wykonane zostały badania wstępne w IBPRS-PIB i przemysłowe – pilotażowe produkcje wyrobów mięsnych z mięsa ras rodzimych trzody w oparciu o zaproponowaną technologię.

W warunkach przemysłowych wytworzone zostały wybrane produkty, kiełbasy i wędzonki, surowe dojrzewające i poddawane obróbce cieplnej. Produkty mięsne wytworzone w ramach pilotażu w zakładach mięsnych były ocenione bezpośrednio po produkcji i po przechowywaniu. Dokonana została analiza fizyczna, chemiczna, mikrobiologiczna i sensoryczna w zakresie niezbędnych cech jakościowych związanych z oceną proponowanej technologii i jej wdrożenia u małych przetwórców i rolników.

Wyroby mięsne otrzymane w badaniach, charakteryzowały się powtarzalną wysoką jakością i wartością odżywczą wynikającą, po pierwsze, z wykorzystania mięsa rodzimych ras trzody, a po drugie, z zastosowania specjalnie dobranych środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej. Zaproponowany został wstępny przewodnik do produkcji wyrobów mięsnych z dodatkiem bakterii środowiskowych.



# Część I

## Wprowadzenie do problemu badawczego

### Bakterie środowiskowe w technologii żywności

Żywność stanowi podstawowy i niezastąpiony czynnik rozwoju i funkcjonowania człowieka w przyrodzie. Obecnie żywność przestała być postrzegana wyłącznie jako źródło składników pokarmowych służących pokryciu potrzeb organizmu człowieka, natomiast wzrosło zainteresowanie konsumentów jej walorami prozdrowotnymi. Wiele badań wskazuje na to, że szereg zanieczyszczeń żywności ma swoje źródło w chemizacji rolnictwa i procesach przetwarzania. Żywność może być źródłem zagrożeń biologicznych, chemicznych i fizycznych zdrowia człowieka. Przemysłowa produkcja żywności, na skutek rosnącej świadomości konsumenta, rozwoju nauk o żywności i żywieniu dowodzących wpływu sposobu odżywiania na funkcjonowanie organizmu jest trudna do jednoznacznej oceny. Intensywne metody hodowli i uprawy są uważane za groźne dla zdrowia społeczeństwa.

Terminem „żywność ekologiczna” określa się żywność produkowaną bez użycia nawozów sztucznych i chemicznych środków ochrony roślin, przy zachowaniu żyzności gleby i różnorodności biologicznej. Żywność pochodząca z rolnictwa ekologicznego jest postrzegana jako produkt wysokiej jakości, gdyż zawiera mniej skażeń, a zatem jest prozdrowotnym czynnikiem naszego funkcjonowania w przyrodzie, można powiedzieć, że ma ona bardziej prozdrowotne oddziaływanie na organizm człowieka niż żywność produkowana konwencjonalnie. Dotychczasowe badania wykazują, że roślinne surowce ekologiczne zawierają mniej azotanów i pozostałości pestycydów, natomiast więcej suchej masy, witaminy C, witamin z grupy B, związków fenolowych, cukrów ogółem i niezbędnych aminokwasów, zawierają też więcej składników mineralnych. Zwierzęta żywione paszą z produkcji ekologicznej wykazują lepsze parametry odporności i płodności, a także jakości przetworczej otrzymywanych surowców. Produkcja zwierzęca ma podstawowe znaczenie w organizacji produkcji rolnej w gospodarstwach ekologicznych, ponieważ dostarcza ona materii organicznej i substancji odżywczych dla uprawianej gleby, przyczyniając się w ten sposób do poprawy stanu gleby i zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Od najdawniejszych czasów korzystaliśmy głównie z bardziej strawnych i bogatych w składniki odżywcze i regulacyjne produktów fermentowanych, szczególnie z mleka fermentowanego i kiełbas dojrzewających, długo

przechowywanych. Zawierają one niezwykle cenne dla nas bakterie fermentacji kwasu mlekowego, które wspomagają naszą mikrobiotę jamy ustnej, przewodu pokarmowego, oraz dostarczają wielu cennych składników swojego metabolizmu. Fermentowana żywność była produkowana i spożywana od około okresu neolitu i została osadzona w normach kulturowych diety na całym świecie. Fermentacja konserwuje żywność i zapewnia nowe smaki i tekstury tradycyjnej żywności, które przyczyniają się do przyjemnych doznań gastronomicznych i korzyści zdrowotnych. Na całym świecie istnieje szeroka gama fermentowanej żywności powszechnie obecnej w codziennej diecie, która obejmuje te pochodzące z roślin strączkowych, mleka, zbóż, warzyw, owoców, mięsa i owoców morza. Niektóre powszechnie spożywane fermentowane produkty spożywcze stanowią podstawę naszej diety jak produkty sojowe i ocet z Azji Wschodniej i Południowo-Wschodniej oraz jogurt, ser i kefir oraz produkty mięsne z Europy i Ameryki. Inne tradycyjnie fermentowane produkty spożywcze to kiszone owoce i warzywa oraz napoje fermentowane (np. piwo, wino i herbata) ze zbóż i roślin. W przypadku żywności pochodzenia zwierzęcego wykazano, że gdyby przeciętny Europejczyk żywił się wyłącznie mięsem ekologicznym, spożywałby od kilku do kilkunastu procent mniej szkodliwych nasyconych kwasów tłuszczowych i kilkanaście procent więcej niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Podobne obserwacje dotyczyły również mleka, choć w tym przypadku bardziej istotne było czy krowy mają dostęp do świeżej paszy, a nie czy gospodarstwo ma charakter stricte ekologiczny. Na temat wpływu spożywania żywności ekologicznej na zdrowie wciąż brakuje opracowań badawczych odnoszących się do dużych grup populacyjnych. W jednej z prac, która dotyczyła ponad miliona kobiet w Wielkiej Brytanii wykazano, że kobiety, które częściej spożywały żywność ekologiczną charakteryzowało o 21% mniejsze ryzyko wystąpienia chłoniaka nieziarniczego, choć nie stwierdzono istotnego zmniejszenia wystąpienia nowotworów ogółem. W badaniach francuskich przeprowadzonych na ponad 50 tysiącach ochotników udowodniono, że częste spożywanie żywności ekologicznej zmniejsza ryzyko wystąpienia nadwagi i otyłości nawet o kilkadziesiąt procent. W badaniach norweskich obejmujących blisko 30 tysięcy kobiet wykazano, że kobiety, które sięgały po żywność ekologiczną, szczególnie warzywa, w mniejszym stopniu były narażone na zatrucie ciążowe. We wszystkich omówionych wyżej przypadkach badacze wskazują, że prawdopodobną przyczyną korzystnego oddziaływania na zdrowie żywności ekologicznej jest zmniejszone spożycie pozostałości pestycydów.

Nowe odkrycia z dziedziny mikrobiologii i immunologii, rozwój metod identyfikacji mikroorganizmów, nowatorskie sposoby rozwiązywania problemów naukowych,

podejmowanie prób coraz dokładniejszego wyjaśniania przyczyn zjawisk i ich wzajemnych powiązań umożliwiło odkrywanie nieznanych dotychczas dziedzin wiedzy i ich wpływu na zdrowie człowieka. Taką nową dziedziną wiedzy, budzącą coraz większe zainteresowanie nauk biologicznych, medycyny i agrobiologii, jest mikrobiom przewodu pokarmowego człowieka i wpływ żywienia na jego zmiany. Mikrobiom tworzą wszystkie drobnoustroje saprofityczne, komensale i pasożyty, które zasiedlają organizm ludzi, zwierząt, roślin lub glebę, ich genomy i wzajemne zależności oraz interakcje ze środowiskiem. W organizmie człowieka mikrobiom nie jest przypadkowo rozproszony, ale lokalizuje się w ściśle określonych miejscach, np. przewód pokarmowy, jama ustna, skóra, układ rozrodczy, górne drogi oddechowe, i dlatego rozróżniamy mikrobiomy zasiedlające różne obszary ciała. Szczególnie ważne dla naszego funkcjonowania są mikroorganizmy naszego przewodu pokarmowego. Bakterie przewodu pokarmowego wykazują szerokie spektrum działania, łącznie z wpływem na układ immunologiczny. Stymulują bowiem zarówno swoiste, jak i nieswoiste mechanizmy odporności organizmu, wpływając na tkankę limfatyczną związaną z błonami śluzowymi (mucosal associated lymphoid tissue – MALT). Mikrobiom jelit wpływa na rozwój mózgu, czego efektem jest nie tylko zmiana behawioru, ale też ma wpływ na rozwój ośrodkowego układu nerwowego i na odpowiedź na stres. U dorosłych zwierząt mikrobiom moduluje czynności układu nerwowego przez wpływ na oś podwzgórze-mózg.

W wyrobach fermentowanych znajdziemy bakterie kwasu mlekowego (lactic acid bacteria - LAB), spośród których najpowszechniej występują 2 rodzaje: *Lactobacillus* (m.in. gatunki: *L. acidophilus*, *L. gasseri*, *L. helveticus*, *L. johnsonii*, *L.(para)casei*, *L.reuteri*, *L. plantarum*, *L.rhamnosus* i *L. fermentum*) oraz *Bifidobacterium* (m.in. gatunki: *B. bifidum*, *B. longum*, *B. animalis*, *B. breve*). Ważnym elementem ich działania jest pochodzenie ze środowiska naszego bytowania. Stosowaliśmy je w diecie od setek lat obserwując, że służą naszemu zdrowiu, co potwierdzono w setkach badań. Działanie LAB to głównie regulacja mikrobioty jelitowej, a tą drogą wpływają na zwalczanie infekcji żołądkowo-jelitowych, biegunki po antybiotykowej, objawów zespołu jelita drażliwego i nieswoistych chorób zapalnych jelita, zaparc, nawracających infekcji dróg oddechowych i moczowo płciowych oraz alergii (np. atopowego zapalenia skóry). Ponadto bakterie te mogą regulować działanie układu odpornościowego, hamować procesy nowotworowe, obniżać poziom cholesterolu czy ciśnienie krwi. Wiele z tych działań możemy przypisać produktom ich metabolizmu. To m.in.: witaminy z grupy B, witamina K, krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (KKT- octowy, masłowy, propionowy) o działaniu przeciwzapalnym i troficznym dla kolonocytów, kwas gamma-

aminomasłowy (GABA) pełniący funkcję neuroprzekaźnika, bakteriocyny (peptydy hamujące wzrost innych bakterii), skoniugowany kwas linolowy (CLA) o właściwościach przeciwzapalnych, antyoksydacyjnych, antykancerogennych i antyaterogennych, enzymy (np.  $\beta$ -galaktozydaza, trawiąca dwucukier laktozę), czy egzopolisacharydy (cukry złożone o działaniu bifidogennym). Bakterie stymulują syntezę przeciwciał klas IgG, IgM i IgA, SIgA i SIgM zapobiegających adhezji patogenów do nabłonka śluzówki jelit i wnikaniu w głąb błon śluzowych. Podczas fermentacji mięsa bakterie za pomocą swoich enzymów proteolitycznych rozkładają białka do licznych bioaktywnych peptydów o działaniu przeciwdrobnoustrojowym, immunomodulującym, hipotensyjnym, przeciwwkrzepliwym i antyoksydacyjnym. Różne strefy klimatyczne, warunki środowiskowe i nisze ekologiczne charakteryzują się swoistym składem mikroflory środowiskowej, w tym i bakterii kwasu mlekowego. Mikroflora nieprzetworzonej żywności zależy od wspomnianych uwarunkowań środowiskowych. Badania wskazują na specyficzne właściwości mikroflory jelitowej ludzi żyjących w różnych częściach świata. Dowiedziono, że mikroflora jelitowa ludzi pochodzących z krajów, gdzie przeważa żywność nieprzetworzona lub słabo przetworzona, przybywających do krajów rozwiniętych, gdzie króluje przetworzona żywność, diametralnie zmienia swój skład, co objawia się różnymi chorobami cywilizacyjnymi, głównie otyłością. Sposobem na uniknięcie wielu chorób cywilizacyjnych, w tym nowotworowych, otyłości jest powrót do spożywania żywności wyprodukowanej tradycyjnie, minimalnie przetworzonej i pochodzącej z rejonów, w których od pokoleń żyli nasi przodkowie.

Bakterie fermentacji mlekowej są szeroko wykorzystywane w wytwarzaniu żywności fermentowanej, nadając produktom specyficzny smak i aromat oraz, dzięki produkcji tzw. substancji antagonistycznych, chronią go przed rozwojem mikroorganizmów zanieczyszczających surowce, w tym również mikroflory patogennej. Kryteria ich selekcji obejmują aspekty bezpieczeństwa, właściwości funkcjonalne i technologiczne. Nie ulega wątpliwości, że bakterie mają istotny wpływ na życie człowieka i innych zwierząt. Istnieje wiele gatunków, które we wnętrzu organizmów zwierzęcych znajdują doskonałe warunki bytowe. Generalnie można je zróżnicować na dwie główne grupy: bakterie wywierające pozytywny wpływ na funkcjonowanie organizmu i druga grupa, bakterie wywierające negatywny wpływ na funkcjonowanie organizmu, lub o jeszcze nie poznanym działaniu. Jeżeli chodzi o pozytywny wpływ, to od niemal niepamiętnych czasów bakterie są wykorzystywane do produkcji i utrwalania wielu artykułów spożywczych, jak np. kefiry, sery, jogurty, wędliny dojrzewające, kapusta, ogórki i inne. Mają swój udział w wytwarzaniu kiszonek stanowiących

paszę dla zwierząt, głównie bydła. Dostępność nieprzetworzonej, produkowanej tradycyjnymi, naturalnymi metodami żywności malała wraz z coraz większym rozwojem społeczeństwa, związanym z migracją ludzi z wsi do miast, coraz większymi fizycznymi odległościami pomiędzy gospodarstwami, a konsumentami oraz rozwojem sieci pośredników, którzy składują i sprzedają żywność. W warunkach coraz większego rozwoju sieci sprzedaży, chęci dotarcia do jak największej liczby konsumentów, został stworzony taki system procesowania żywności, który zapewnia jej sterylność i brak możliwości rozwoju mikroorganizmów, nawet tych pożytecznych. Jednym z prężnie funkcjonujących działów gospodarki mikroorganizmami jest medycyna. Są one używane do eksperymentów genetycznych oraz w doświadczeniach prowadzonych nad nowymi lekami. Dzięki bakteriom dysponujemy dziś antybiotykami pomocnymi w zwalczaniu wielu chorób wywoływanych przez wrażliwe na nie gatunki drobnoustrojów.

Obecnie jednym z ważniejszych celów hodowli trzody chlewnej staje się poprawa jakości uzyskiwanego surowca rzeźnego, dostosowana do wymogów współczesnego odbiorcy. Związane jest to z coraz większymi oczekiwaniami konsumentów i przetwórców, którzy poszukują mięsa o bardzo wysokiej jakości, charakteryzującego się odpowiednią przydatnością technologiczną. Mięso z ras rodzimych trzody jest surowcem pożądanym ze względu na jakość sensoryczną, niemniej, ze względu na jego specyficzny skład, szczególnie zawartość tłuszczu, musi zostać w odpowiedni sposób przetworzone. Ponadto, coraz więcej uwagi poświęca się wartości odżywczej spożywanych produktów mięsnych, będących jednym z najstarszych i najważniejszych składników diety człowieka. Z badań prowadzonych w IBPRS-PIB wynika, że możliwe jest wykorzystanie naturalnego potencjału środowiska - zastosowania lokalnych środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej (LAB) izolowanych z ekologicznej żywności lub środowiska w procesach przetwarzania mięsa w celu wytworzenia żywności o naturalnych cechach, pożądalności sensorycznej, wysokiej jakości żywieniowej i zdrowotnej. Selekcja lokalnych bakterii fermentacji mlekowej pozwala wyodrębnić drobnoustroje z danej niszy środowiskowej o specyficznych właściwościach technologicznych, które kształtują pożądane, unikatowe dla danego regionu cechy sensoryczne tradycyjnych produktów ale również poprzez aktywność enzymatyczną (reduktazy azotanowe, syntazy tlenu azotu, peroksydazy glutationowej, dysmutazy nadmanganowej, reduktazy glutationowej i innych) i wytwarzanie szeregu metabolitów (kwasy organiczne, diacetyl, acetoina, nadtlenek wodoru, reuteryna, reutericyklina, peptydy przeciwgrzybiczne i bakteriocyny) mogą mieć pozytywny wpływ na smakowitość, stabilność oksydacyjną i trwałość produktów mięsnych surowych

dojrzewających i poddawanych obróbce cieplnej bez konieczności stosowania chemicznych dodatków. Jest to szczególnie ważne w przypadku przetwarzania ekologicznego mięsa wieprzowego pozyskanego z ras rodzimych trzody chlewnej, które ze względu na większą ilość tłuszczu podskórnego i śródmięśniowego może być podatne na zmiany oksydacyjne i inne niepożądane w procesie przetwarzania i przechowywania produktu.

Fermentacja to proces metaboliczny, w którym mikroorganizmy enzymatycznie przekształcają substraty w surowcach w nowe produkty, co skutkuje unikalnymi końcowymi cechami smakowymi, odżywczymi, funkcjonalnymi i bezpieczeństwa fermentowanej żywności. Sfermentowana żywność została uznana za kluczowy składnik do opracowania nowej żywności funkcjonalnej w przemyśle spożywczym. Fermentacja może sprzyjać poprawie właściwości żywności, w tym przekształceniu profilu składników odżywczych i powstaniu nowego smaku, a także właściwościom funkcjonalnym i zdrowotnym, ponieważ mikroorganizmy mogą wytwarzać enzymy, które rozkładają związki wielkocząsteczkowe i czynniki nieodżywcze w surowcach, aby poprawić charakterystykę trawienia i wchłaniania. Ponadto poprzez fermentację można zwiększyć bezpieczeństwo żywności i okres przydatności do spożycia oraz zahamować rozwój mikroorganizmów chorobotwórczych. W związku z tym działanie mikroorganizmów na metabolity pierwotne i wtórne powstające podczas procesu fermentacji modyfikuje właściwości fermentowanej żywności. Ostatnio naukowcy wykorzystują analizę metabolomiczną w celu uzyskania szczegółowych informacji na temat metabolitów (aminokwasów, lipidów i fitochemikaliów), a tym samym skutecznej oceny właściwości żywności. Fermentacja to proces metaboliczny, w którym mikroorganizmy enzymatycznie przekształcają substraty w surowcach w nowe produkty, co skutkuje unikalnymi końcowymi cechami smakowymi, odżywczymi, funkcjonalnymi i bezpieczeństwa fermentowanej żywności. Mikroorganizmy stosowane w fermentowanej żywności obejmują głównie grzyby (np. *Saccharomyces spp.*, *Mucor spp.* i *Rhizopus spp.*) oraz bakterie (np. *Bacillus subtilis spp.*, *Lactobacillus spp.* i *Bifidobacterium spp.*).

Żywność ekologiczna jest certyfikowana. Produkt z certyfikatem może być sprzedawany we wszystkich krajach Unii Europejskiej. Zgodnie z ustawodawstwem unijnym, który obowiązuje w Polsce, na produktach ekologicznych musi znajdować się nazwa oraz kod jednostki certyfikującej, której podlega producent. Ponadto na etykiecie powinno być umieszczone oznaczenie, że produkt został objęty systemem kontroli.



## Podstawowe przemiany związków azotowych w mięsie

Peklowanie to etap decydujący o trwałości, stabilności barwy i tworzenia aromatu. Podczas peklowania dodajemy chlorek sodu (NaCl) i substancje peklujące (azotan sodu/potasu, azotyn sodu/potasu) tworzące barwę i jakość sensoryczną produktu mięsnego. Mięso można otaczać solą peklującą na sucho, na mokro bądź metodą kombinowaną. Sole te dyfundują do wnętrza kawałków mięsa, a w przeciwnym kierunku dyfundują na zewnątrz. W następnym etapie dyfuzja soli odbywa się tylko wewnątrz peklowanych kawałków mięsa. Bardzo ważną rolę podczas peklowania odgrywa temperatura panująca w peklowni. Aby ograniczyć rozwój niepożądanych drobnoustrojów, należy utrzymywać temperaturę na poziomie nie przekraczającym 5 °C, co zmniejsza znacznie ryzyko zepsucia mikrobiologicznego. Decydujące znaczenie dla stabilności mikrobiologicznej oraz trwałości surowych wyrobów ma dodatek chlorku sodu (NaCl). Pełni on rolę środka konserwującego, a jednocześnie nadaje smak gotowemu wyrobowi. Wnikające do mięsa na drodze dyfuzji jony soli unieruchamiają część występującej w nim wody, zmniejszają jej aktywność, co obniża rozwój niepożądanych drobnoustrojów. Aby wytworzyć produkt o dobrej jakości, powinno się podczas peklowania tak sterować ilością dodawanej soli do mięsa, aby w gotowym produkcie jej zawartość wynosiła, zarówno z przyczyn organoleptycznych, jak i żywieniowych oraz fizycznych 4,0 do 5,5%. Istota peklowania polega na powstawaniu nitrozylomioglobiny w reakcji tlenowania tlenkiem azotu natywnego barwnika tkanki mięśniowej – mioglobiny. W reakcji tej tlenek azotu zastępuje cząsteczkę wody przyłączoną do żelaza w części hemowej mioglobiny, tworząc nitrozokompleks, w którym żelazo pozostaje na +2 stopniu utlenienia. Inne reakcje są także możliwe i mogą one zachodzić równolegle w zależności od warunków środowiskowych. Tworzenie się nitrozylomioglobiny może zachodzić w reakcjach chemicznych, biochemicznych, enzymatycznych i nieenzymatycznych. Tworzenie się nitrozylomioglobiny wskutek reakcji chemicznej polega na redukcji metmioglobiny przez grupy –SH związane z białkami, reakcja enzymatyczna prowadzona jest przez dehydrogenazy, a nieenzymatyczna przez NADH w obecności koenzymów FMN i FAD. Nitrozylomioglobina może tworzyć się także w reakcji tlenku azotu z oksymioglobiną obecną w mięsie przy wysokim ciśnieniu parcjalnemu tlenu. Podczas obróbki termicznej, część białkowa nitrozylomioglobiny (NOMB) ulega denaturacji i powstaje nitrozyloochromogen o różowoczerwonej barwie. Bezpośrednie działanie technologiczne soli peklującej wynika z obecności anionu azotanowego. Azotyn po reakcji do tlenku azotu działa na barwę mięsa wytwórczo i stabilizująco. Tlenek azotu reaguje z barwnikiem mięsa mioglobiną tworząc nitrozylomioglobinę, której szczególną cechą jest to,

że swoje czerwone zabarwienie zachowuje również po denaturacji białka. Związki chemiczne powstające w wyniku reakcji azotynu bądź produktów jego rozkładu ze składnikami mięsa współuczestniczą w wytwarzaniu typowego aromatu dla peklowanego salami. Ponadto azotyn działa jako środek konserwujący, poprzez właściwości bakteriostatyczne, bakteriobójcze jak i przeciwutleniające. Jedną z możliwości tworzenia się tlenku azotu w procesie peklowania jest rozpad azotynu w środowisku kwaśnym. Środowisko kwaśne w przetworach mięsnych można uzyskać np. w wyniku przemian cukrów do kwasów lub glukono-d-laktonu do kwasu glukonowego. Reakcje przemiany azotynu do tlenku azotu mogą także zachodzić w obecności grup -SH (system cysteina-cystyna). Przemiana zachodzi też w obecności enzymów tkankowych i bakteryjnych. W powstawaniu tlenku azotu uczestniczy zredukowany cytochrom c oraz NADH. Proces tworzenia tlenku azotu może być także stymulowany zmianą potencjału redoks w wyniku dodania redukujących substancji; obecnie powszechnie stosowany jest w tym celu askorbinian sodu lub izoaskorbinian. Zastosowanie tych substancji zwiększa efektywność peklowania mięsa i zmniejsza pozostałość azotynu w wyrobie gotowym. W ostatnich latach proponuje się obniżenie poziomu azotynów ze względu na możliwość tworzenia nitrozoamin, które według wielu pracowników naukowych mają właściwości rakotwórcze. Zastosowanie azotynu sodu w sfermentowanych kiełbasach hamuje rozwój drobnoustrojów, opóźnia psucie się, stabilizuje czerwony kolor mięsa i przyczynia się do charakterystycznego smaku kiełbas. Nadmiar azotynu sodu w warunkach ogrzewania może reagować z aminami biogennymi w mięsie, tworząc N-nitrozoaminy, które są silnymi substancjami rakotwórczymi szkodliwymi dla zdrowia ludzkiego. Jedną z metod obniżenia poziomu związków azotowych w mięsie bez zmiany właściwości smakowych i bezpieczeństwa zdrowotnego w postaci rozwoju drobnoustrojów chorobotwórczych jest dodatek bakterii kwasu mlekowego. Drobnoustroje wspomagające peklowanie dodawane są na początku produkcji i zawsze do mięsa chudego. Jako gotowe kultury starterowe używamy mieszanek bakterii kwasu mlekowego, drożdży, promieniowców, pleśni, a także mikrokoków katalazo-dodatnich. Poszczególne szczepy drobnoustrojów odznaczają się bardzo zróżnicowanymi właściwościami, tempem przemiany materii, zdolnością do fermentowania cukrów, wytwarzaniem reduktazy azotanowej, katalazy i nadtlenu, a także tolerancją wobec temperatury i aktywności wody. Bakterie kwasu mlekowego stosowane są przede wszystkim ze względu na ich zdolność tworzenia kwasu mlekowego z cukru, dzięki temu możliwe staje się uzyskanie standaryzowanego i powtarzalnego zakwaszenia oraz aromatu. Bakterie kwasu mlekowego ze względu na szybki rozwój oraz efektywną przemianę materii tłumią namnażanie drobnoustrojów pogarszających jakość kiełbas, szczepów saprofitycznych oraz drobnoustrojów chorobotwórczych np. *Listerii*

*monocytogenes*. Niepożądana jest zdolność wielu szczepów *Lactobacillus*ów do wytwarzania nadtlenczków wodoru w obecności tlenu. Bakterie kwasu mlekowego są tolerancyjne w stosunku do obniżonej aktywności wody, mają także zdolność do tworzenia substancji antygenowych na przykład bakteriocyn. *Lactobacillus*usy, będące składnikami kultur starterowych, rozwijając się w farszu mięsnym, zużywają składniki pokarmowe, a ich produkty przemiany materii uniemożliwiają rozwój innych mikroorganizmów. Z upływem czasu fermentacji na skutek ich zbyt dużej liczby nie rozwijają się i giną. Po przeprowadzeniu prawidłowej fermentacji i dojrzewania uzyskujemy produkt pozbawiony bakterii starterowych. Mikrokokki odznaczają się dużą wrażliwością na zmiany aktywności wody. Przyczyniają się do tworzenia typowego aromatu kiełbas. Stosowane są w produkcji kiełbas surowych ze względu na ich zdolność do tworzenia enzymów reduktazy azotanowej i katalazy, przez co wykazują zdolność do rozkładu zarówno azotanu dodanego do przetworu mięsnego bądź w nim utworzonego, jak i nadtlenczków wodoru wytworzonych przez inne drobnoustroje. Nadtlenczkiki wodoru działają niszcząco na barwniki hemowe kształtujące barwę produktu mięsnego. *Staphylococcus* i *Micrococcus* nie mają zdolności namazania się w farszu mięsnym. Ich ilość podczas procesu fermentacji zmniejsza się z upływem czasu. Staphylokokki najlepiej rozwijają się przy wyższych wartościach pH. Dlatego też najbardziej smakowe i najlepiej wybarwione kiełbasy uzyskujemy przy zastosowaniu kultur wolniejszych, o okresie fermentacji 5 – 6 dni lub więcej.

## Metody peklowania

W zależności od sposobu aplikacji substancji peklujących możemy wyróżnić następujące metody peklowania:

- suche,
- mokre,
- mieszane (kombinowane).

Peklowanie mięsa „na sucho” polega na wymieszaniu go w stanie mniej lub bardziej rozdrobnionym z mieszanką peklującą, tzw. peklosolą, składającą się z soli kuchennej i azotynu sodu, a następnie umieszcza się je w pojemnikach lub basenach. Czas trwania tego rodzaju peklowania wynosi od 3 do 7 dni w temperaturze od 2°C do 4°C. Przy peklowaniu mięs drobnych proces peklowania trwa krócej tj. od 1 do 3 dni. Zaletą suchego peklowania jest to, że otrzymuje się produkt o dłuższej trwałości (na skutek częściowego odwodnienia mięsa).

Wadą natomiast tej metody jest nierównomierne zasolenie, długi czas peklowania, duże ubytki masy, nierównomierna barwa mięsa, a zwłaszcza ciemniejsza barwa powierzchni mięsa.

Peklowanie zalewowe polega na dodaniu do surowca mięsnego substancji peklujących i soli w postaci solanki. Stężenie solanki i jej ilość zależne są od przewidywanego stopnia uwodnienia gotowego wyrobu oraz czasu peklowania. W skład solanki wchodzi też wiele substancji pomocniczych, spełniających różne funkcje w gotowym wyrobie mięsnym (wiązanie wody, żelowanie, nadawanie smaku, stabilizowanie barwy itp.). Czas peklowania jest zależny od stężenia solanki, wielkości kawałków mięsa i wynosi od 3 do 14 dni. Jest to metoda długotrwała, stwarzająca ryzyko niedopeklowania kawałków mięsa w ich centrum geometrycznym. Oprócz tej podstawowej metody peklowania na mokro stosuje się dwie zmodyfikowane metody:

- peklowanie nastrzykowe dotętnicze, przy którym wprowadza się solankę przez tętnicę biodrową lub pachową pod ciśnieniem 1,2 do 1,8 atm. w ilości ok. 6% w stosunku do masy mięsa. Jest to metoda Beissera zmodyfikowana przez Polaka, prof. Koeppa, w 1939 r. Metoda nastrzyku dotętniczego wymaga dużego nakładu pracy i jest obecnie stosowana niezwykle rzadko. W metodzie tej solanka rozprowadzana jest w mięsie nie odkostnionym poprzez nieuszkodzony układ krwionośny,
- peklowanie nastrzykowe domięśniowe, polegające na wstrzykiwaniu solanki domięśniowo pod odpowiednio dobranym ciśnieniem atmosferycznym. Metoda ta jest obecnie stosowana powszechnie.

## **Cel badań**

Celem proponowanych badań było zastosowanie bakterii środowiskowych w przetwarzaniu mięsa ras rodzimych trzody chlewnej z oceną wpływu na jakość i trwałość przechowalniczą produktu.

Badania zostały podzielone na dwa wzajemnie powiązane zadania badawcze:

A. Przygotowanie technologii produkcji wyrobów mięsnych z zastosowaniem środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej wyizolowanych z ekologicznych produktów i środowiska. Wybór wybranych szczepów bakterii środowiskowych do badań przemysłowych.

B. Badania przemysłowe zastosowania bakterii środowiskowych w produkcji ekologicznych produktów surowo dojrzewających i poddawanych obróbce cieplnej wytworzonych z mięsa ras rodzimych trzody chlewnej z oceną zastosowanych rozwiązań. Ocena jakości, wartości żywieniowej i zdrowotnej produktu gotowego po produkcji i przechowywaniu.

Zadania:

A. Celem badań w zadaniu było opracowanie optymalnych parametrów procesu technologicznego produkcji wyrobów mięsnych z mięsa z ras rodzimych z zastosowaniem środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej. W badaniach, które były prowadzone w warunkach póltechniki (IBPRS-PIB) i zakładu mięsnego (Zakład Mięсны „Jasiołka” w Dukli) dobrane zostały odpowiednie warunki procesu technologii produkcji modelowych produktów mięsnych. Na tym etapie wybrano szczepy środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej izolowane z produktów ekologicznych i środowiska charakteryzujące się właściwościami biochemicznymi (aktywność enzymatyczna, produkcja metabolitów), które są istotne dla kształtowania cech jakościowych, żywieniowych i zdrowotnych produktu wytwarzanych z mięsa ras rodzimych. Szczególną uwagę zwrócono na aktywność antyoksydacyjną szczepów bakteryjnych i zapewnienia trwałości produktowi podczas przechowywania. Opracowano technikę wprowadzania bakterii do mięsa i ich niezbędną liczbę potrzebną do osiągnięcia pożądaných efektów technologicznych w przypadku produktów surowo dojrzewających i poddawanych obróbce cieplnej. Zostały wykonane partie produktu w warunkach przemysłowych w celu przygotowania przemysłowego modelu przetwórstwa mięsa w małych zakładach lub gospodarstwach ekologicznych. Wytworzone produkty zostały poddane ocenie

sensorycznej, fizykochemicznej, badane były zmiany oksydacyjne, przemiany i pozostałość resztkowych azotanów III i V, jakość mikrobiologiczna i trwałość przechowalnicza ekologicznych wyrobów mięsnych. Przygotowano proces technologiczny produkcji kiełbas i wędzonek z zastosowaniem wybranych środowiskowych szczepów bakterii fermentacji mlekowej.

B. W ramach zadania przeprowadzono badania przemysłowe – pilotażowe produkcje wyrobów mięsnych z mięsa ras rodzimych trzody w oparciu o zaproponowaną technologię z oceną zaproponowanych rozwiązań. W warunkach przemysłowych w Zakładzie Mięsnym „Jasiołka” w Dukli wytworzone zostały wybrane produkty, kiełbasy i wędzonki, surowe dojrzewające i poddawane obróbce cieplnej. Produkty mięsne wytworzone w ramach pilotażu w zakładach mięsnych były ocenione bezpośrednio po produkcji i po przechowywaniu. Dokonana została analiza fizyczna, chemiczna, mikrobiologiczna i sensoryczna w zakresie niezbędnych cech jakościowych związanych z oceną proponowanej technologii. Oceniono wartość odżywczą, trwałość i bezpieczeństwo zdrowotne wyrobów mięsnych. Podczas badań okresu trwałości zwrócono szczególną uwagę na profil mikrobiologiczny produktów, poziom zanieczyszczeń mikrobiologicznych, (w tym bakterii patogennych), które ograniczają trwałość przechowalniczą oraz zmiany oksydacyjne. Z oznaczeń fizykochemicznych zostały wykonane między innymi następujące analizy: skład chemiczny, kwasowość, tekstura, analiza barwy i jej trwałości podczas przechowywania, profil kwasów tłuszczowych, zawartość resztkowych azotanów (III) i (V) i stabilność oksydacyjna. Dokonana została ocena poziomu związków biologicznie aktywnych, aminokwasów oraz o właściwościach toksycznych, a także zmiany kwasów tłuszczowych podczas przechowywania. Dokonano analizy barwy tworzonej prawdopodobnie przez mikrobiologiczną konwersję mioglobiny w szlaku przemiany argininy do związków nitrozowych, wchodzących w kompleks z mioglobina, które tworzą pożądaną przez konsumenta barwę i cechy sensoryczne. Badania te zostały przeprowadzone dla wybranych produktów przygotowanych według proponowanej technologii.

## Wykonano następujące badania:

### 1. Metody oceny fizyko – chemicznej:

- Zawartość wody;
- Zawartość białka;
- Zawartość tłuszczu wolnego;
- Zawartość chlorków;
- Pomiar parametrów barwy w systemie CIE L\*a\*b\*;
- Pomiar potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP);
- Pomiar wartości pH;
- Oznaczanie wskaźnika TBARS
- Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych;
- Oznaczanie cholesterolu;
- Oznaczanie zawartości azotynów i azotanów;
- Ocena bioróżnorodności mikrobiologicznej ekologicznych produktów mięsnych wytworzonych z zastosowaniem bakterii środowiskowych;
- Pomiar parametrów tekstury (TPA);
- Aktywność wody ( $a_w$ );

### 2. Ocena mikrobiologiczna:

- Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD);
- Bakterie kwasu mlekowego (LAB),
- Liczba drożdży i pleśni (DiP);
- Drobnoustroje patogenne (*Enterobacteriaceae* (ENT), *Listeria monocytogenes* (L.MONO), *Salmonella* spp. (SALM), *Escherichia coli* (*E.coli*), *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*));

### 3. Analiza sensoryczna za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA

## **Badania realizowano w:**

- Zakładzie Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Wacława Dąbrowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie;
- Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością Żywności, Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie;
- Laboratorium Genomed SA.;

## **Material badawczy**

Kultury bakterii fermentacji mlekowej pochodziły z kolekcji Zakładu Technologii Mięsa i Tłuszczu IBPRS-PIB oraz kolekcji Szkoły Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Szczepy zostały wyizolowane z otoczenia okołoprodukcyjnego zakładu mięsnego, działającego w systemie produkcji ekologicznej (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8) oraz ekologicznej serwatki kwasowej (*Lactiplantibacillus plantarum* S21).

## **Metodyka**

### **Skład podstawowy produktów**

Zawartość wody. Oznaczenie wykonywano metodą wagową według PN-ISO 1442:2000.

Zawartość białka. Oznaczenie wykonywano metodą miareczkową (Kjeldahla).

Zawartość tłuszczu wolnego. Oznaczenie wykonywano metodą wagową (ekstrakcja techniką Soxhleta) według PN-ISO 1444:2000.

Zawartość chlorków. Oznaczenie wykonywano metodą potencjometryczną według PN-ISO 1841-2:2002.

### **Parametry barwy w systemie CIE L\*a\*b\***

Metoda polega na pomiarze barwy za pomocą fotokolorymetru Chroma-Meter serii CR-300 firmy Minolta. Oznaczenia wykonywano przy oświetleniu rozproszonym pod kątem 0° i średnicy przesłony 8 mm. Do wykonania oznaczenia użyto wyciętych plastrów wędliny o grubości 20 mm.



Aparat przed użyciem kalibrowano. Kalibrację spektrofotometru przeprowadzono na wzorcu bieli, którego parametry stanowią punkt odniesienia wszystkich dokonywanych analiz. Pomiaru barwy dokonano w systemie CIE L\*a\*b\*

### **Oznaczenie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP)**

Pobierano 10 g rozdrobnionej wcześniej próby, mieszano z 50 ml wody destylowanej. Homogenizowano przy prędkości 6500 obr/min w czasie 1 minuty. Następnie umieszczano w homogenacie elektrodę InLab Redox Pro i mierzono potencjał oksydacyjno-redukcyjny oraz temperaturę urządzeniem SevenCompact™ S220 firmy Mettler Toledo.

### **Wartość pH**

Wartość pH oznaczano za pomocą pH-metru. Próbkę 10 g rozdrobnionego uprzednio produktu, zmieszano z 50 cm<sup>3</sup> wody destylowanej i homogenizowano przez 1 minutę przy 6500 obrotów na minutę. Pomiaru dokonano urządzeniem SevenCompact™ S220 firmy Mettler Toledo z elektrodą InLab poprzez zanurzenie elektrody w próbce i po ustaleniu wskazań elektrody odczytano wynik z dokładnością do 0,01.

### **Oznaczenie wskaźnika TBARS**

Oznaczenie wykonywano według zmodyfikowanej metody Saliha wg Pikula (1989). Dokonywano pomiaru absorbancji przy długości fali 532 nm wobec próby ślepej zawierającej 5 cm<sup>3</sup> 4 % kwasu nadchlorowego i 5 cm<sup>3</sup> odczynnika TBA.

### **Skład kwasów tłuszczowych**

Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych wykonywano metodą GC (HP 6890 II z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym) wg EN ISO 5508:1996. Do rozdziału estrów stosowano wysokopolarną kolumnę kapilarną BPX 70 (60 m×0,25 mm, 25 μm). Warunki analizy: temp. kolumny programowana w zakresie 140-210 °C, temp. dozownika: 210 °C, temp. detektora 250 °C, gaz nośny: hel.

### **Zawartość cholesterolu**

W badaniu przeprowadzono ekstrakcję frakcji lipidowej z próbki, estryfikację kwasów tłuszczowych i derywatyzację cholesterolu w obecności wzorca wewnętrznego. Próbkę analizowano metodą chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (GC-FID). Wartość cholesterolu wyrażano w mg/100 g produktu.

### **Oznaczenie zawartości azotanów (V) i (III)**

Zawartość azotanów (V) i (III) oznaczono wg PN-EN 120414:2006 ze zmianą Siu i Henshall (1998). Do wykonania oznaczeń zastosowano chromatograf cieczowy wyposażony w detektor UV z kolumną analityczną IonPac® AS11-HC 4 x 250 mm i przedkolumną AG11-HC 4 x 50 mm. Zawartość anionów azotanowych (V) i azotanowych (III) w badanych próbkach podawano w przeliczeniu na sole:  $\text{NaNO}_3$  i  $\text{NaNO}_2$ .

### **Parametry tekstury**

Teksturę określano przy wykorzystaniu testu TPA. Oznaczono twardość I, twardość II, adhezyjność, kohezyjność, sprężystość, gumistość i żujność. Testy serów przeprowadzono z wykorzystaniem teksturometru CT3 Texture Analyzer firmy Brookfield Ametek, USA. Badane próbki wędlin miały kształt sześcianu o boku 20 mm. Zastosowano głowicę cylindryczną o średnicy 38,1 mm i wysokości 20 mm o maksymalnej sile nacisku 10000 g. Deformacje prowadzono do 50% pierwotnej wysokości próbki z prędkością przesuwu głowicy 0,50 mm/s. Pomiar prowadzono w 15±5 min od wyjęcia prób z komory chłodniczej. Badanie przeprowadzono w 6 i 3 powtórzeniach.

Maksymalna siła cięcia gotowanego mięśnia LD została określona za pomocą aparatu Warner-Bratzler. Próbki mięśni po obróbce termicznej (zgodnie z metodyką) schłodzono (4°C) i przechowywano przez noc przed pomiarem. Maszynę ZWICK/ROELL Z0.5 zaprogramowano na wartość maksymalną 500 kN i prędkość głowicy 100 mm/min. Średnia wartości sił cięcia została obliczona na podstawie zarejestrowanych wartości maksymalnych dla cylindrycznych rdzeni (średnicy 25,4 mm (1 cal)) wyciętych równolegle do włókien z każdej próbki mięśniowej. Każdy pomiar przeprowadzono w trzech powtórzeniach, przyjmując ich średnią za wynik oznaczenia.

### **Ocena aktywności wody**

Pomiar aktywności wody został wykonany za pomocą aparatu AQUALAB Pawkit Water Activity Meter (METER Group, Inc., Washington, USA) zgodnie z ISO 21807:2004. Próbki wykorzystane do badań były próbkami reprezentatywnymi. Zostały pobrane bezpośrednio po otwarciu opakowania i umieszczone w specjalnych, zamkniętych naczynkach. Trzymywano je w temperaturze 25°C przez 1 godzinę, w celu uzyskania przez nie odpowiedniej temperatury. Pomiar dla każdej badanej próbki wykonano w 3 powtórzeniach. Wynik podano jako wartość aktywności wody wraz z odchyleniem standardowym.

## Ocena mikrobiologiczna

W badaniach mikrobiologicznych zastosowano następujące podłoża mikrobiologiczne i metody badań:

- OLD – agar odżywczy - w celu określenia ogólnej liczby drobnoustrojów, zgodnie z normą PN-EN ISO 4833:2004 - Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- ENT – MacConkey agar - w celu określenia liczby pałeczek bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* zgodnie z normą PN-ISO 21528-2:2005 – Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Enterobacteriaceae*.
- SALM – agar BGA - w celu określenia obecności bakterii *Salmonella* zgodnie z normą PN-EN ISO 6579 - Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania *Salmonella* spp.
- *S. aureus* - określono zgodnie z ISO 6888-1:2021 na agarze Baird-Parker z żółtkiem jaja i telurynem (Oxoid, Basingstoke, Wielka Brytania).
- LIST – agar ALOA i agar PALCAM - w celu określenia obecności bakterii *Listeria monocytogenes* zgodnie z normą PN-EN ISO 11290-1: wrzesień 1999 wraz ze zmianą PN-EN ISO 11290-1:1999/A1 - listopad 2005. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania *Listeria monocytogenes*. Metoda wykrywania.
- *E. coli* - agar TBX - – w celu określenia liczby bakterii *Escherichia coli* zgodnie z normą PN-ISO 16649-1:2004 – Horyzontalna metoda oznaczania liczby β-glukuronidazododatnich *Escherichia coli*.
- LAB – agar MRS - w celu określenia liczby bakterii fermentacji mlekowej zgodnie z normą PN-ISO 15214:2002 – Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- DiP – agar z chloramfenikolem - w celu określenia liczby drożdży i pleśni zgodnie z normą PN-ISO 21527:2009.

## Ocena sensoryczna

Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły

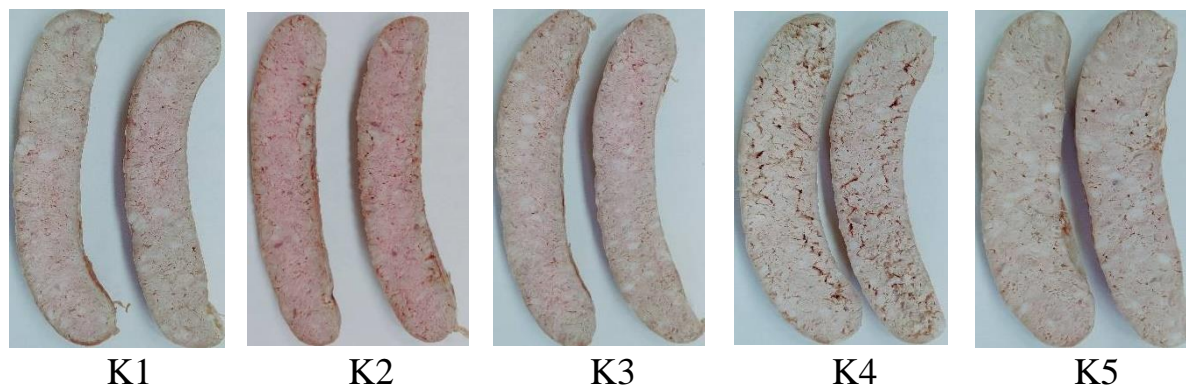
one zapachu, barwy, konsystencji i smaku. Analizę badanych produktów przeprowadzono po ich produkcji oraz po przechowywaniu w chłodniczym w warunkach beztlenowych. Oceny QDA zostały przeprowadzone z udziałem 10-osobowego zespołu pracowników Katedry Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW w Warszawie. Członkowie zespołu oceniającego zostali przeszkoleni w zakresie metodyki wykonywanych analiz oraz przebadani pod względem wrażliwości sensorycznej. Na podstawie dyskusji panelowej zespół oceniających wybrał wyróżniki zapachu, smaku oraz wyróżniki dotyczące tekstury lub konsystencji. Wyróżnikiem podsumowującym cały profil sensoryczny badanych produktów była jakość ogólna produktów (brzegowe określenia „zła – bardzo dobra”). Podstawą wyników średnich było 10 ocen jednostkowych. Uzyskane wyniki przedstawiono za pomocą wykresów biegunowych.

Próbki wędlin w ilości 15-20 g wkładano do jednorazowych plastikowych, bezbarwnych pudełek, nakrywano wieczkami i kodowano kodami literowymi i cyfrowymi. Po około 15 minutach próbki podawano oceniającym do oceny wraz z przygotowaną uprzednio kartą ocen.

## Część II

### Wyniki badań

#### PRODUKCJA MODELOWYCH KIEŁBAS



Rysunek 1. Zdjęcia wyprodukowanych kiełbas parzonych modelowych

Warianty badawcze:

K1- kontrola niepeklowana

K2- kontrola peklowana

K3- próba ze szczepem OP5

K4- próba ze szczepem OP8

K5- próba ze szczepem S21

Tabela 1. Skład chemiczny badanych kiełbas parzonych (średnia  $\pm$  niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
K1	61,6 $\pm$ 1,9	25,9 $\pm$ 1,4	12,7 $\pm$ 1,3	<0,5
K2	63,2 $\pm$ 1,9	25,5 $\pm$ 1,4	11,0 $\pm$ 1,1	<0,5
K3	61,7 $\pm$ 1,9	24,9 $\pm$ 1,4	13,4 $\pm$ 1,3	<0,5
K4	61,7 $\pm$ 1,9	25,8 $\pm$ 1,4	12,6 $\pm$ 1,3	<0,5
K5	61,2 $\pm$ 1,8	26,1 $\pm$ 1,5	12,6 $\pm$ 1,3	<0,5

Tabela 2. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
K1	68,50 $\pm$ 2,33	3,27 $\pm$ 1,16	12,87 $\pm$ 0,35
K2	68,23 $\pm$ 1,98	4,02 $\pm$ 1,65	13,24 $\pm$ 0,46
K3	69,63 $\pm$ 1,23	3,69 $\pm$ 1,24	12,84 $\pm$ 0,46
K4	70,32 $\pm$ 1,28	3,73 $\pm$ 1,22	12,79 $\pm$ 0,45
K5	69,17 $\pm$ 1,49	4,24 $\pm$ 1,13	12,95 $\pm$ 0,65

Tabela 3. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po ekspozycji na światło w czasie 0 (po produkcji) (średnia ± odchylenie standardowe)

Parametr/ Kod wariantu		Czas przechowywania				
		Po produkcji (czas 0)				
		Czas naświetlania (godziny)				
		0	2	5	24	48
L*	K1	69,45±1,60	68,29±1,75	68,04±1,83	62,38±2,78	50,91±3,25
	K2	68,89±1,72	67,76±1,61	67,51±2,22	60,14±2,28	49,18±2,83
	K3	69,57±1,15	69,51±1,48	68,87±1,49	61,46±2,89	51,66±2,30
	K4	69,99±1,17	69,71±1,30	69,48±0,72	65,24±1,76	55,62±3,43
	K5	69,39±1,74	69,12±1,30	68,72±1,17	61,18±2,45	50,55±3,51
a*	K1	2,74±1,08	6,49±5,02	2,54±0,69	5,59±1,52	7,21±1,17
	K2	3,21±1,51	3,87±1,01	4,03±1,19	9,39±1,54	10,97±1,81
	K3	3,66±1,24	2,55±0,90	2,74±0,87	6,59±1,73	7,70±1,58
	K4	3,91±1,28	2,74±0,66	2,80±0,53	6,11±0,97	9,29±1,35
	K5	4,35±1,33	3,35±1,84	3,71±0,67	8,81±1,03	10,54±1,66
b*	K1	12,85±0,37	13,42±0,32	13,63±0,37	14,37±0,52	11,87±1,63
	K2	13,33±0,33	14,08±0,30	14,23±0,45	15,08±0,48	12,33±1,25
	K3	12,92±0,23	13,58±0,46	13,87±0,41	14,71±0,63	12,31±0,97
	K4	12,77±0,48	13,57±0,37	13,77±0,31	14,58±0,38	13,82±0,89
	K5	12,82±0,69	13,94±0,29	13,97±0,37	15,14±0,41	12,72±1,46

W tabeli 4 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 4. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
K1	455,78±12,30	5,50±0,10	2,10±0,26
K2	445,00±8,99	6,11±0,14	2,13±0,24
K3	453,67±3,32	5,89±0,05	1,47±0,18
K4	458,44±1,42	5,90±0,02	1,27±0,10
K5	460,67±5,20	6,02±0,02	1,94±0,19

Tabela 5. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
K1	67,15±1,26	3,98±1,19	13,23±0,69
K2	66,16±1,52	4,88±2,34	13,62±0,97
K3	67,98±0,98	3,15±1,37	13,42±0,84
K4	68,78±1,26	2,47±0,92	13,12±0,34
K5	68,07±1,59	3,91±1,28	12,72±0,53

W tabeli 6 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania.

Tabela 6. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
K1	443,33±10,40	5,88±0,15	2,57±0,22
K2	444,33±6,42	5,82±0,06	3,34±0,27
K3	430,11±19,39	5,65±0,07	1,89±0,18
K4	409,33±3,77	5,52±0,06	2,44±0,24
K5	411,44±6,33	5,69±0,06	2,40±0,21

Tabela 7. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
K1	68,18±1,84	4,21±2,19	13,00±0,71
K2	67,05±2,78	6,12±2,33	12,88±0,97
K3	69,02±1,32	4,88±0,77	12,63±0,32
K4	69,70±1,65	3,78±2,13	13,09±0,59
K5	69,74±1,66	4,01±1,73	13,18±0,94

Tabela 8. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
K1	67,15±1,26	3,98±1,19	13,23±0,69
K2	66,16±1,52	4,88±2,34	13,62±0,97
K3	67,98±0,98	3,15±1,37	13,42±0,84
K4	68,78±1,26	2,47±0,92	13,12±0,34
K5	68,07±1,59	3,91±1,28	12,72±0,53

Tabela 9. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2) (średnia ± odchylenie standardowe)

Parametry barwy			
Kod wariantu	L*	a*	b*
K1	68,18±1,84	4,21±2,19	13,00±0,71
K2	67,05±2,78	6,12±2,33	12,88±0,97
K3	69,02±1,32	4,88±0,77	12,63±0,32
K4	69,70±1,65	3,78±2,13	13,09±0,59
K5	69,74±1,66	4,01±1,73	13,18±0,94

Tabela 10. Zmiany aktywności wody prób kiełbas podczas przechowywania

Kod wariantu	Czas przechowywania [dni]	
	0	7
K1	0,98±0,00	0,98±0,01
K2	0,98±0,01	0,98±0,00
K3	0,98±0,01	0,99±0,01
K4	0,99±0,01	0,99±0,01
K5	0,98±0,01	0,98±0,00

Tabela 11. Parametry tekstury badanych kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Parametr	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
Twardość 1 [N]	35,61	24,67	31,08	28,20	31,25
Adhezyjność [mJ]	0,18	0,17	0,23	0,17	0,07
Twardość 2 [N]	5,51	0,00	0,00	0,00	0,00
Spoistość	0,96	1,01	0,94	0,83	0,93
Sprężystość [mm]	3,32	3,02	3,09	3,08	3,23
Gumowatość [N]	34,16	24,84	29,22	27,80	28,85
Żujność [mJ]	113,70	79,03	90,58	86,95	93,70
Odbojność	0,53	12,81	0,50	0,52	0,51

Tabela 12. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby K1

Czas [dni]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	LAB	<i>S.aureus</i>	SALM	L.MONO
0	5,16	2,70	<1,00	2,15	nb	nb
7	6,64	4,42	7,07	<1,00	nb	nb

nw – nie wykryto

Tabela 13. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby K2

Czas [dni]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	LAB	<i>S.aureus</i>	SALM	L.MONO
0	2,54	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb
7	7,71	<1,00	7,44	<1,00	nb	nb

nw – nie wykryto



Tabela 14. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby K3

Czas [dni]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	LAB	<i>S.aureus</i>	SALM	L.MONO
0	2,35	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb
7	7,33	<1,00	7,21	<1,00	nb	nb

nw – nie wykryto

Tabela 15. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby K4

Czas [dni]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	LAB	<i>S.aureus</i>	SALM	L.MONO
0	2,10	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb
7	7,39	<1,00	7,46	<1,00	nb	nb

nw – nie wykryto

Tabela 16. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby K5

Czas [dni]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	LAB	<i>S.aureus</i>	SALM	L.MONO
0	2,44	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb
7	7,56	<1,00	7,57	<1,00	nb	nb

nw – nie wykryto

Tabela 17. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas po produkcji (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe; n=3)

KT [%]	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
10:0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
12:0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
14:0	1,3±0,0	1,3±0,0	1,3±0,0	1,3±0,0	1,3±0,0
15:0	-	0,1±0,0	-	-	-
16:0	24,4±0,2	24,2±0,0	24,7±0,2	24,4±0,2	24,5±0,1
16:1	2,8±0,1	2,9±0,0	2,9±0,1	2,9±0,1	3,0±0,1
17:0	0,3±0,0	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,0	0,3±0,0
17:1	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
18:0	14,2±0,1	13,9±0,1	14,5±0,2	13,5±0,2	13,7±0,1
18:1trans	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
18:1cis9	38,5±0,2	38,7±0,0	38,5±0,2	38,6±0,3	38,5±0,2
18:1cis11	3,2±0,0	3,2±0,0	3,1±0,1	3,2±0,1	3,3±0,1
18:1 c inne	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,3±0,1	0,2±0,1
18:2	10,8±0,1	11,1±0,1	10,3±0,2	11,0±0,2	10,6±0,2
18:3 n3	0,6±0,1	0,7±0,1	0,6±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0
18:2c9t11	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
20:0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
20:1	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,9±0,1	0,8±0,0
20:2	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,1	0,5±0,0	0,5±0,0
20:3n6	0,1±0,0	0,1±0,1	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
20:4n6	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1	0,6±0,1	0,6±0,0
20:3n3	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0

22:4n6	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
22:5n3	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
<b>Σ SFA</b>	40,6	40,0	41,1	39,9	40,2
<b>Σ MUFA</b>	46,0	46,1	45,9	46,2	46,1
<b>Σ PUFA</b>	13,2	13,6	12,6	13,5	13,0
<b>Σ n3</b>	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9
<b>Σ n6</b>	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	65,30±4,27	58,80±2,20	58,00±1,35	58,07±0,98	64,60±2,91

Tabela 18. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe; n=3)

KT [%]	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
10:0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
12:0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
14:0	1,3±0,0	1,3±0,0	1,3±0,0	1,3±0,0	1,3±0,0
15:0	-	0,1±0,0	-	-	-
16:0	24,3±0,0	24,2±0,0	24,7±0,2	24,4±0,2	24,5±0,1
16:1	2,8±0,0	2,9±0,0	2,9±0,1	2,9±0,1	3,0±0,1
17:0	0,3±0,0	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,0	0,3±0,0
17:1	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
18:0	14,4±0,2	13,9±0,1	14,5±0,2	13,5±0,2	13,7±0,1
18:1trans	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
18:1cis9	38,5±0,2	38,7±0,0	38,5±0,2	38,6±0,3	38,5±0,2
18:1cis11	3,2±0,0	3,2±0,0	3,1±0,1	3,2±0,1	3,3±0,1
18:1 c inne	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,3±0,1	0,2±0,1
18:2	10,8±0,1	11,1±0,1	10,3±0,2	11,0±0,2	10,6±0,2
18:3 n3	0,6±0,1	0,7±0,1	0,6±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0
18:2c9t11	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
20:0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
20:1	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,9±0,1	0,8±0,0
20:2	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,1	0,5±0,0	0,5±0,0
20:3n6	0,1±0,0	0,1±0,1	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
20:4n6	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1	0,6±0,1	0,6±0,0
20:3n3	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
22:4n6	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
22:5n3	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
<b>Σ SFA</b>	40,6	40,0	41,1	39,9	40,2
<b>Σ MUFA</b>	46,0	46,1	45,9	46,2	46,1
<b>Σ PUFA</b>	13,2	13,6	12,6	13,5	13,0
<b>Σ n3</b>	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9
<b>Σ n6</b>	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	61,43±1,75	58,20±1,61	55,97±0,87	58,40±1,68	55,83±3,71

W tabeli 19 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbasach po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 19. Zawartość azotynów i azotanów w badanych próbkach kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe; n=3)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
NO <sub>2</sub> -	0,45±0,04	0,31±0,02	0,31±0,02	0,31±0,01	0,39±0,01
NO <sub>3</sub> -	1,30±0,10	1,29±0,16	0,84±0,05	1,27±0,09	0,80±0,02

W tabeli 20 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1).

Tabela 20. Zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe; n=3)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
NO <sub>2</sub> -	0,46±0,04	0,57±0,07	0,54±0,06	0,42±0,02	0,45±0,03
NO <sub>3</sub> -	1,35±0,03	1,77±0,04	1,01±0,04	1,27±0,07	1,15±0,11

# PRODUKCJA KIELBASY PARZONEJ WIEPRZOWEJ Z DODATKIEM BAKTERII ŚRODOWISKOWYCH – ZAKŁAD MIĘSNY „JASIOŁKA” W DUKLI

## Wyniki

### PRODUKCJA 1

Na rysunku 2 przedstawiono zdjęcia wyprodukowanych kiełbas parzonych.



Rysunek 2. Zdjęcia wyprodukowanych kiełbas parzonych

Warianty badawcze:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0, 5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 21. Skład chemiczny badanych kiełbas parzonych (średnia  $\pm$  niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
C	63,9 $\pm$ 1,86	21,7 $\pm$ 0,84	14,3 $\pm$ 1,30	2,3 $\pm$ 0,28
P	64,7 $\pm$ 1,88	22,2 $\pm$ 0,85	14,0 $\pm$ 1,27	2,3 $\pm$ 0,28
S1	64,2 $\pm$ 1,87	23,2 $\pm$ 0,89	13,2 $\pm$ 1,20	1,9 $\pm$ 0,24
S2	64,6 $\pm$ 1,88	21,7 $\pm$ 0,84	14,5 $\pm$ 1,32	2,2 $\pm$ 0,27
S3	64,6 $\pm$ 1,88	21,3 $\pm$ 0,82	13,8 $\pm$ 1,25	2,2 $\pm$ 0,27

Tabela 22. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	62,94±1,37	3,96±0,47	10,53±0,24
P	63,25±1,45	8,81±0,87	9,61±0,19
S1	63,26±1,15	3,96±0,36	11,34±0,36
S2	64,12±2,27	3,16±0,60	11,05±0,0
S3	65,63±1,47	2,93±0,68	11,17±0,42

W tabeli 23 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 23. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	360,67±5,69	5,03±0,03	1,28±0,01
P	368,00±4,58	5,12±0,10	0,75±0,02
S1	339,67±4,04	5,26±0,09	1,12±0,02
S2	347,33±4,04	5,24±0,02	1,00±0,01
S3	331,67±3,79	5,51±0,09	0,94±0,01

Tabela 24. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	63,01±1,40	4,89±0,75	10,79±0,33
P	63,52±0,69	9,30±0,43	9,71±0,25
S1	63,66±1,37	5,00±0,75	11,00±0,44
S2	64,43±0,77	3,73±0,33	10,91±0,38
S3	65,19±1,20	4,26±0,55	10,86±0,43

W tabeli 25 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1).

Tabela 25. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	351,67±4,73	5,11±0,02	2,19±0,01
P	381,67±2,08	5,15±0,03	0,80±0,01
S1	336,00±1,00	5,29±0,03	1,77±0,03
S2	339,33±2,52	5,19±0,01	1,39±0,08
S3	338,33±3,21	5,23±0,02	1,37±0,02

Tabela 26. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	63,51±0,94	5,16±0,59	10,49±0,36
P	64,32±1,22	8,72±0,65	9,50±0,24
S1	63,79±1,38	5,42±0,33	10,80±0,68
S2	64,95±1,68	5,37±0,79	10,47±0,38
S3	64,99±1,27	4,91±0,78	10,22±0,38

W tabeli 27 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2).

Tabela 27. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	392,33±8,50	5,53±0,07	1,81±0,06
P	369,67±0,58	5,50±0,04	1,13±0,02
S1	366,67±4,62	5,45±0,04	1,88±0,01
S2	358,33±4,16	5,37±0,04	1,36±0,03
S3	362,33±1,53	5,41±0,02	1,58±0,02

Tabela 28. Zmiany aktywności wody prób kiełbas parzonych podczas przechowywania

Kod wariantu	Czas przechowywania [dni]		
	0	7	14
C	0,980±0,000	0,980±0,000	0,970±0,000
P	0,970±0,005	0,980±0,000	0,970±0,000
S1	0,987±0,005	0,970±0,000	0,980±0,000
S2	0,980±0,000	0,980±0,000	0,983±0,005
S3	0,977±0,005	0,980±0,000	0,977±0,005

Tabela 29. Parametry tekstury badanych kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	34,79±2,55	53,16±0,95	36,57±0,95	37,16±2,00	33,73±1,00
Adhezyjność [mJ]	0,05±0,05	0,05±0,05	0,00±0,00	0,10±0,10	0,05±0,05
Twardość 2 [N]	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Spoistość	0,91±0,02	0,92±0,05	0,99±0,06	0,98±0,08	0,96±0,04
Sprężystość [mm]	2,99±0,19	3,49±0,12	3,41±0,23	3,16±0,18	3,05±0,05
Gumowatość [N]	31,49±1,76	48,70±3,41	35,99±2,90	36,05±0,75	32,25±0,39
Żujność [mJ]	94,35±11,05	170,35±17,75	123,35±18,15	114,05±8,85	98,30±0,40
Odbojność	0,51±0,02	0,48±0,04	0,51±0,02	0,50±0,03	0,48±0,02

Tabela 30. Parametry tekstury badanych kiełbas po 14 dniach przechowywania (czas 2)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	42,43±4,43	49,12±2,83	39,47±1,39	46,79±4,80	49,07±0,13
Adhezyjność [mJ]	0,05±0,05	0,05±0,05	0,25±0,25	0,15±0,05	0,05±0,05
Twardość 2 [N]	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Spoistość	0,97±0,05	0,98±0,04	0,94±0,07	0,92±0,05	0,86±0,06
Sprężystość [mm]	3,48±0,23	3,56±0,06	3,24±0,20	3,23±0,25	3,44±0,26
Gumowatość [N]	41,37±6,26	48,01±4,51	36,95±3,82	43,44±6,80	42,00±2,64
Żujność [mJ]	145,15±31,05	171,20±18,90	120,50±19,80	142,05±32,85	144,95±19,75
Odbojność	0,49±0,02	0,56±0,02	0,50±0,03	0,47±0,03	0,43±0,03

Tabela 31. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,95	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 32. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 33. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,55	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 34. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	5,69	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 35. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	5,48	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 36. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas po produkcji (czas 0)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14:0	1,30	1,40	1,30	1,40	1,30
16:0	24,90	24,80	24,90	25,50	24,80
16:1	2,90	2,90	3,10	3,10	3,10
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:0	14,30	14,40	14,00	14,60	14,00
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	39,80	38,50	40,80	40,80	40,90
18:1cis11	3,20	3,10	3,30	3,30	3,40
18:1 c inne	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20
18:2	8,90	10,20	8,20	7,20	7,90
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,80	0,90	0,90	0,90
20:2	0,40	0,40	0,40	0,30	0,40
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	41,10	41,20	40,80	42,2	40,80
<b>Σ MUFA</b>	47,50	46,00	48,70	48,80	49,00
<b>Σ PUFA</b>	10,80	12,30	10,10	8,90	9,80
<b>Σ n3</b>	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70
<b>Σ n6</b>	0,80	0,90	0,80	0,70	0,80
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	63,50	66,70	65,80	61,20	64,40



Tabela 37. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,40	1,40	1,40	1,40	1,30
16:0	24,90	24,80	25,00	25,10	24,70
16:1	3,00	2,90	3,10	3,00	3,20
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:0	14,30	14,50	14,10	14,70	14,10
18:1trans	0,20	0,10	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	39,60	38,70	40,40	40,10	40,90
18:1cis11	3,20	3,10	3,30	3,20	3,40
18:1 c inne	0,40	0,30	0,20	0,20	0,30
18:2	9,10	10,10	8,40	8,10	7,70
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
CLA	-	-	-	0,10	0,10
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,90	0,80	0,80	0,90
20:2	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:6 DHA	-	0,10	-	-	0,10
<b>Σ SFA</b>	41,20	41,30	41,10	41,90	40,80
<b>Σ MUFA</b>	47,50	46,20	48,20	47,80	49,20
<b>Σ PUFA</b>	11,00	12,30	10,30	10,00	9,70
<b>Σ n3</b>	0,70	0,90	0,70	0,70	0,80
<b>Σ n6</b>	0,80	0,90	0,80	0,70	0,80
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	82,00	66,80	69,60	65,30	70,40

Tabela 38. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,40	1,40	1,40	1,50	1,40
15:0	-	-	-	0,10	0,10
16:0	25,30	25,20	25,00	25,90	25,10
16:1	3,00	3,00	3,20	3,20	3,10
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:0	14,50	14,40	14,30	14,40	13,90
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	40,40	38,70	40,80	40,20	41,10

18:1cis11	3,30	3,10	3,30	3,30	3,40
18:1 c inne	0,20	0,20	0,30	0,20	0,30
18:2	8,30	9,90	8,00	7,50	7,60
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
CLA	-	-	-	-	0,10
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,80	0,80	0,80	0,90
20:2	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,40	0,50	0,50	0,40	0,50
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	41,80	41,60	41,30	42,60	41,20
<b>Σ MUFA</b>	48,20	46,20	48,80	48,20	49,30
<b>Σ PUFA</b>	10,00	11,80	9,70	9,10	9,40
<b>Σ n3</b>	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70
<b>Σ n6</b>	0,60	0,70	0,70	0,60	0,70
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	64,80	68,10	65,20	63,50	70,90

W tabeli 39 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbasach po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 39. Zawartość azotynów i azotanów w badanych próbkach kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
NO <sub>2</sub> -	0,47	1,60	0,57	0,70	0,61
NO <sub>3</sub> -	0,62	3,20	0,92	0,84	0,67

W tabeli 40 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1).

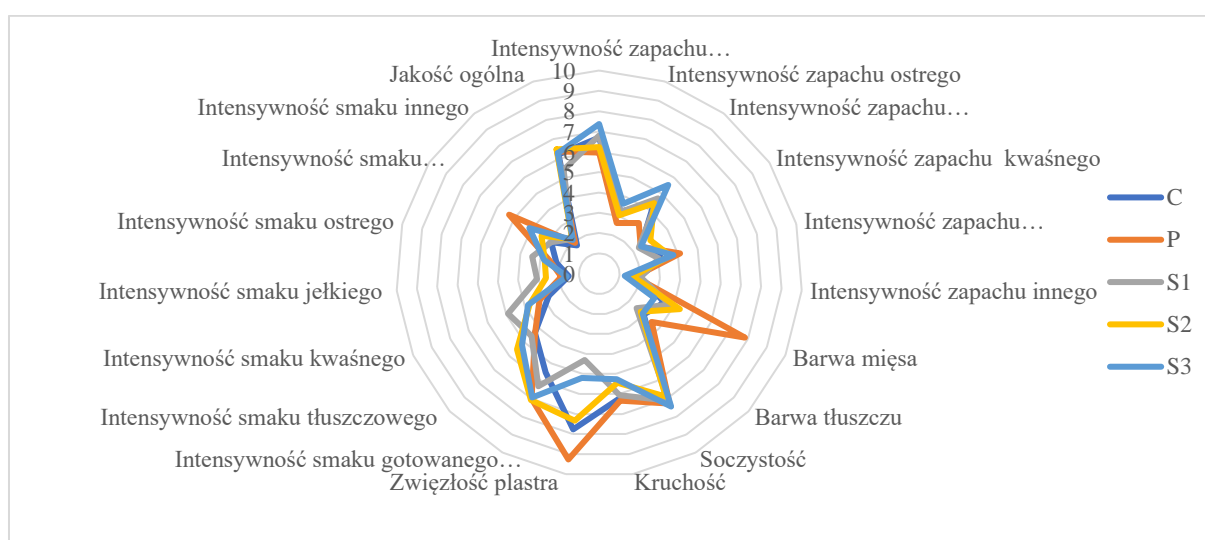
Tabela 40. Zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
NO <sub>2</sub> -	0,60	1,12	0,52	0,51	0,49
NO <sub>3</sub> -	2,76	4,22	3,40	2,64	2,24

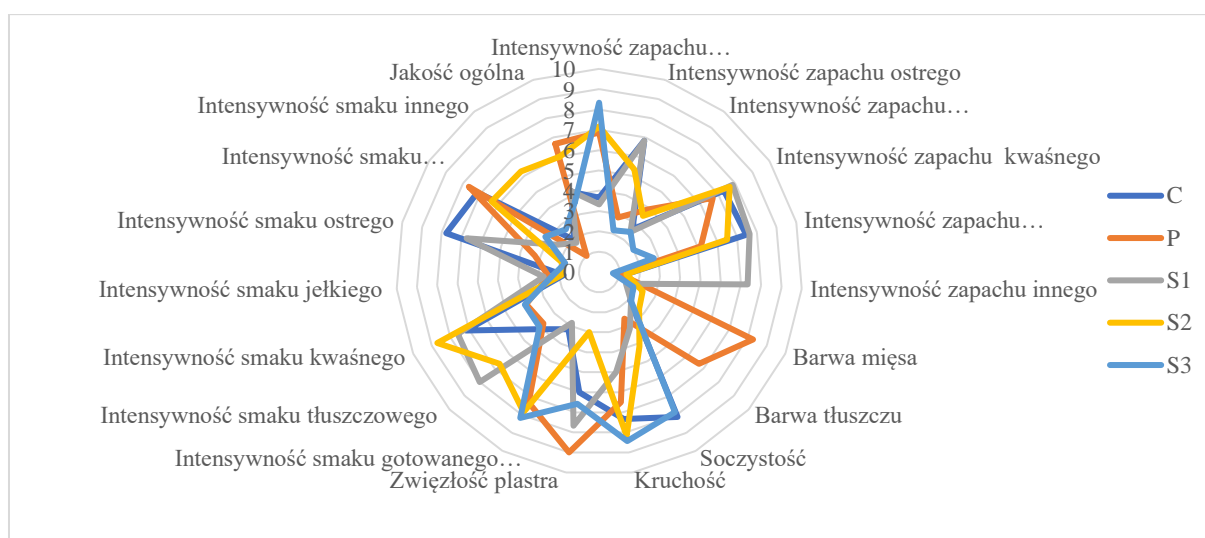
Tabela 41. Zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
NO <sub>2</sub> -	0,59	1,31	0,65	0,72	0,69
NO <sub>3</sub> -	0,54	4,42	1,41	0,99	0,51

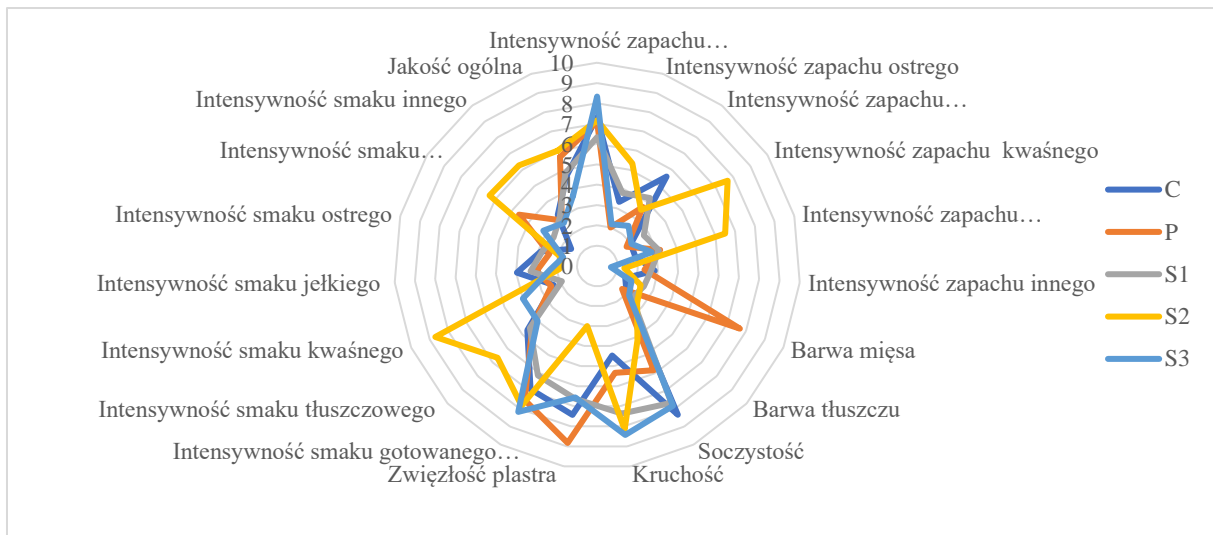
Na rysunkach 3-5 przedstawiono profile sensoryczne badanych kiełbas parzonych po produkcji, po 7 i 14 dniach przechowywania.



Rysunek 3. Profil sensoryczny kiełbas parzonych po produkcji.



Rysunek 4. Profil sensoryczny kiełbas parzonych po 7 dniach chłodniczego przechowywania.



Rysunek 5. Profil sensoryczny kielbas parzonych po 14 dniach chłodniczego przechowywania.

## PRODUKCJA 2



Rysunek 6. Zdjęcia wyprodukowanych kiełbas parzonych

Warianty badawcze:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 42. Skład chemiczny badanych kiełbas parzonych (średnia  $\pm$  niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
C	64,0 $\pm$ 1,86	22,0 $\pm$ 0,85	14,3 $\pm$ 1,30	2,3 $\pm$ 0,28
P	64,9 $\pm$ 1,89	22,2 $\pm$ 0,85	13,8 $\pm$ 1,25	2,3 $\pm$ 0,28
S1	63,4 $\pm$ 1,85	23,0 $\pm$ 0,88	13,4 $\pm$ 1,22	1,9 $\pm$ 0,24
S2	63,9 $\pm$ 1,86	21,8 $\pm$ 0,84	14,1 $\pm$ 1,28	2,2 $\pm$ 0,27
S3	64,8 $\pm$ 1,89	21,8 $\pm$ 0,84	13,9 $\pm$ 1,26	2,4 $\pm$ 0,29

Tabela 43. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	62,27 $\pm$ 1,00	4,67 $\pm$ 1,00	10,86 $\pm$ 0,66
P	64,62 $\pm$ 1,93	8,15 $\pm$ 1,29	9,53 $\pm$ 0,26
S1	62,70 $\pm$ 1,68	4,03 $\pm$ 0,55	10,99 $\pm$ 0,36
S2	64,21 $\pm$ 0,67	3,38 $\pm$ 0,43	10,99 $\pm$ 0,18
S3	64,80 $\pm$ 1,47	3,16 $\pm$ 0,68	11,22 $\pm$ 0,23

W tabeli 44 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 44. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kielbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	340,00±2,65	5,09±0,05	1,22±0,01
P	365,67±3,51	5,25±0,03	0,82±0,05
S1	334,67±2,08	5,31±0,02	1,05±0,04
S2	334,67±2,52	5,26±0,01	1,04±0,01
S3	333,00±1,00	5,41±0,01	0,96±0,01

Tabela 45. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kielbas parzonych po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	64,02±1,79	4,05±1,79	10,71±0,44
P	65,50±1,86	7,66±1,31	9,36±0,19
S1	63,91±1,06	4,94±0,72	10,93±0,35
S2	64,92±0,73	4,23±0,95	10,54±0,27
S3	64,74±1,54	3,60±0,68	10,90±0,31

W tabeli 46 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kielbas parzonych po 1 miesiącu przechowywania (czas 1).

Tabela 46. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kielbas parzonych po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	349,67±7,02	5,17±0,01	2,06±0,07
P	371,67±2,52	5,21±0,01	0,90±0,02
S1	332,33±2,08	5,32±0,01	1,88±0,10
S2	334,00±1,73	5,16±0,03	1,48±0,00
S3	335,67±1,53	5,24±0,01	1,27±0,04

Tabela 47. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kielbas parzonych po 2 miesiącach przechowywania (czas 2) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	63,34±0,61	5,85±0,61	10,56±0,42
P	64,66±0,60	8,70±0,48	9,42±0,24
S1	63,80±1,15	5,75±0,48	10,76±0,22
S2	64,93±0,83	5,08±0,58	10,53±0,39
S3	66,15±2,16	4,89±1,06	10,45±0,37

W tabeli 48 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas parzonych po 2 miesiącach przechowywania (czas 2).

Tabela 48. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po 2 miesiącach przechowywania (czas 2) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	375,33 $\pm$ 3,21	5,45 $\pm$ 0,05	1,55 $\pm$ 0,14
P	371,67 $\pm$ 0,58	5,47 $\pm$ 0,04	1,38 $\pm$ 0,04
S1	362,33 $\pm$ 0,58	5,39 $\pm$ 0,01	1,90 $\pm$ 0,06
S2	355,00 $\pm$ 1,73	5,30 $\pm$ 0,01	1,45 $\pm$ 0,04
S3	364,33 $\pm$ 0,58	5,36 $\pm$ 0,02	1,65 $\pm$ 0,02

Tabela 49. Zmiany aktywności wody prób kiełbas parzonych podczas przechowywania

Kod wariantu	Czas przechowywania [dni]		
	0	7	14
C	0,980 $\pm$ 0,000	0,987 $\pm$ 0,005	0,970 $\pm$ 0,000
P	0,970 $\pm$ 0,000	0,980 $\pm$ 0,000	0,977 $\pm$ 0,005
S1	0,990 $\pm$ 0,000	0,970 $\pm$ 0,000	0,980 $\pm$ 0,000
S2	0,980 $\pm$ 0,000	0,973 $\pm$ 0,005	0,980 $\pm$ 0,000
S3	0,977 $\pm$ 0,005	0,980 $\pm$ 0,000	0,977 $\pm$ 0,005

Tabela 50. Parametry tekstury badanych kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	43,04 $\pm$ 0,04	62,73 $\pm$ 0,19	36,44 $\pm$ 1,82	51,18 $\pm$ 1,56	37,72 $\pm$ 3,91
Adhezyjność [mJ]	0,05 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,05	0,20 $\pm$ 0,20	0,05 $\pm$ 0,05	0,20 $\pm$ 0,10
Twardość 2 [N]	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
Spoistość	0,91 $\pm$ 0,02	0,94 $\pm$ 0,03	0,99 $\pm$ 0,05	0,85 $\pm$ 0,03	0,93 $\pm$ 0,01
Sprężystość [mm]	3,34 $\pm$ 0,02	3,66 $\pm$ 0,11	3,43 $\pm$ 0,06	3,42 $\pm$ 0,02	3,27 $\pm$ 0,15
Gumowatość [N]	38,92 $\pm$ 0,82	58,99 $\pm$ 2,36	36,17 $\pm$ 3,75	43,58 $\pm$ 0,11	35,12 $\pm$ 3,24
Żujność [mJ]	129,75 $\pm$ 1,75	215,80 $\pm$ 14,80	124,30 $\pm$ 15,00	148,80 $\pm$ 0,30	115,15 $\pm$ 15,65
Odbojność	0,47 $\pm$ 0,01	0,47 $\pm$ 0,01	0,52 $\pm$ 0,04	0,43 $\pm$ 0,01	0,49 $\pm$ 0,01

Tabela 51. Parametry tekstury badanych kiełbas po 14 dniach przechowywania (czas 2)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	51,79 $\pm$ 3,39	50,44 $\pm$ 3,48	42,72 $\pm$ 1,55	45,69 $\pm$ 1,82	45,49 $\pm$ 3,86
Adhezyjność [mJ]	0,10 $\pm$ 0,00	0,05 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,05	0,10 $\pm$ 0,10	0,10 $\pm$ 0,00
Twardość 2 [N]	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	43,35 $\pm$ 1,55	0,00 $\pm$ 0,00
Spoistość	0,96 $\pm$ 0,05	0,95 $\pm$ 0,04	0,92 $\pm$ 0,05	0,87 $\pm$ 0,01	0,87 $\pm$ 0,05

Sprężystość [mm]	3,54±0,08	3,54±0,12	3,23±0,21	3,19±0,06	3,43±0,02
Gumowatość [N]	49,73±5,48	48,06±5,17	39,33±3,63	40,15±0,93	36,17±4,29
Żujność [mJ]	176,50±23,40	170,75±24,05	127,80±20,00	127,90±5,20	135,20±4,40
Odbojność	0,51±0,03	0,51±0,02	0,51±0,01	0,46±0,02	0,46±0,02

Tabela 52. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 53. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 54. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 55. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	5,48	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 56. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,60	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	5,34	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb



Tabela 57. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas po produkcji (czas 0)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,40	1,40	1,30	1,30	1,30
16:0	25,00	24,70	24,90	25,20	24,80
16:1	3,00	2,90	3,00	3,10	3,10
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30
18:0	14,30	14,30	14,20	14,80	13,90
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	40,10	38,80	40,80	40,90	41,20
18:1cis11	3,30	3,10	3,30	3,40	3,40
18:1 c inne	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30
18:2	8,60	10,20	8,20	7,60	7,90
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,80	0,90	0,80	0,90
20:2	0,40	0,40	0,40	0,30	0,40
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	41,30	41,00	41,00	42,00	40,70
<b>Σ MUFA</b>	47,90	46,20	48,70	48,90	49,40
<b>Σ PUFA</b>	10,50	12,30	10,10	9,30	9,80
<b>Σ n3</b>	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70
<b>Σ n6</b>	0,80	0,90	0,80	0,70	0,80
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	65,20	65,00	58,30	73,60	64,50

Tabela 58. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,30	1,40	1,40	1,40	1,30
16:0	24,80	24,80	25,10	25,20	24,60
16:1	3,00	3,00	3,00	3,00	3,10
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:0	14,40	14,20	14,10	14,60	13,90
18:1trans	0,20	0,10	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	40,10	38,60	40,50	40,20	41,40
18:1cis11	3,30	3,10	3,20	3,30	3,50
18:1 c inne	0,30	0,40	0,20	0,20	0,30
18:2	8,60	10,20	8,40	7,90	7,80
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50

CLA	-	-	-	0,10	0,10
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90
20:2	0,40	0,40	0,40	0,30	0,40
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,60	0,70	0,60	0,50	0,50
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:6 DHA	0,10	0,10	0,10	-	0,10
<b>Σ SFA</b>	41,10	41,00	41,20	41,90	40,50
<b>Σ MUFA</b>	48,00	46,30	48,10	48,10	49,70
<b>Σ PUFA</b>	10,70	12,50	10,30	9,70	9,80
<b>Σ n3</b>	0,80	0,90	0,70	0,70	0,80
<b>Σ n6</b>	0,90	1,00	0,80	0,70	0,70
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	69,80	76,20	67,90	70,50	68,70

Tabela 59. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
15:0	-	-	-	-	0,10
16:0	25,50	25,00	25,20	25,40	24,90
16:1	3,10	2,90	3,20	3,10	3,10
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:0	14,30	14,50	13,70	14,60	14,00
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	40,20	38,70	40,80	40,40	41,00
18:1cis11	3,30	3,10	3,30	3,30	3,40
18:1 c inne	0,30	0,30	0,30	0,20	0,30
18:2	8,20	10,10	7,90	7,70	7,70
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
CLA	-	-	-	0,10	0,10
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90
20:2	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,1	0,10
22:4n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	41,80	41,50	40,90	42,10	41,10
<b>Σ MUFA</b>	48,20	46,30	48,80	48,40	49,20
<b>Σ PUFA</b>	9,80	12,00	9,60	9,50	9,50
<b>Σ n3</b>	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70
<b>Σ n6</b>	0,50	0,70	0,70	0,70	0,70
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	65,90	65,50	63,10	65,30	63,10

W tabeli 60 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbasach po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 60. Zawartość azotynów i azotanów w badanych próbkach kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

<b>Zawartość</b> [mg/kg]	<b>Kod wariantu</b>				
	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
NO <sub>2</sub> -	0,49	1,49	0,56	0,65	0,65
NO <sub>3</sub> -	0,95	3,25	1,28	0,99	0,68

W tabeli 61 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1).

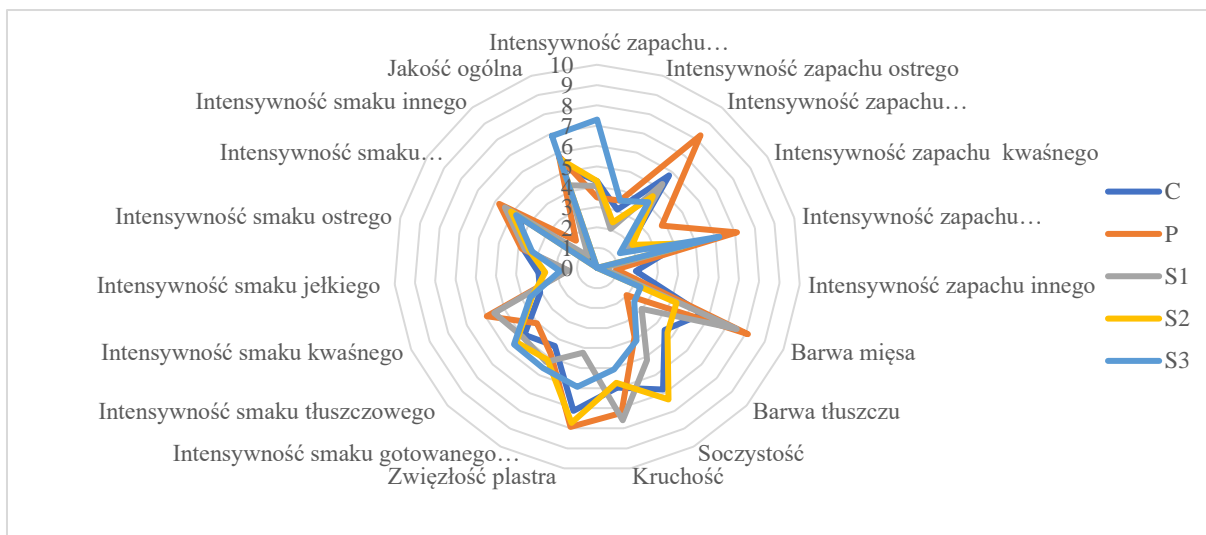
Tabela 61. Zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1)

<b>Zawartość</b> [mg/kg]	<b>Kod wariantu</b>				
	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
NO <sub>2</sub> -	0,63	1,09	0,53	0,52	0,52
NO <sub>3</sub> -	2,56	4,42	2,85	2,45	2,41

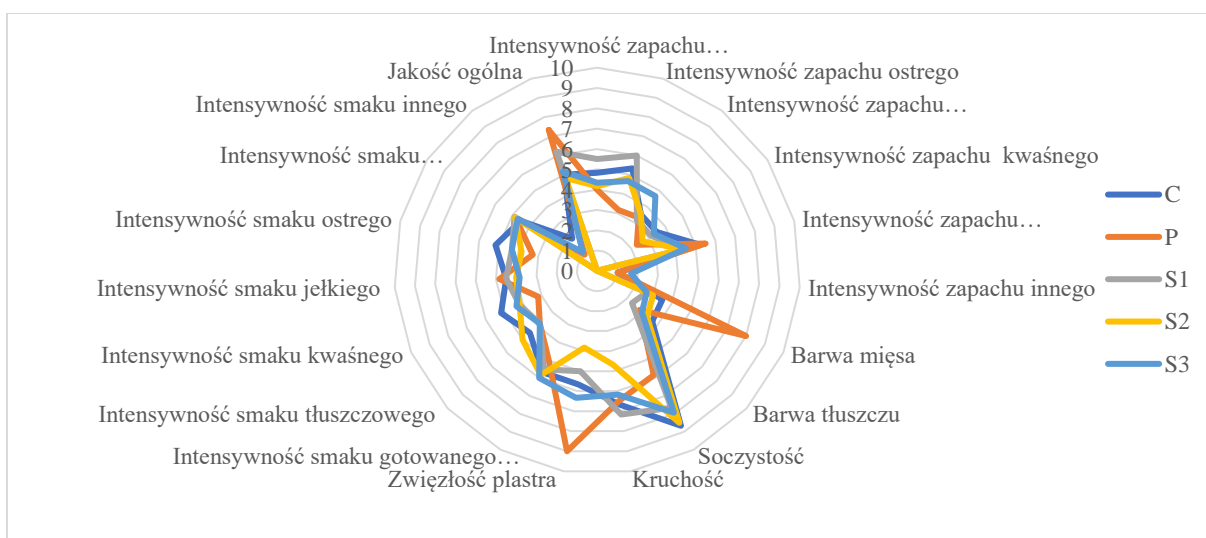
Tabela 62. Zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2)

<b>Zawartość</b> [mg/kg]	<b>Kod wariantu</b>				
	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
NO <sub>2</sub> -	0,51	1,41	0,57	0,56	0,68
NO <sub>3</sub> -	0,59	4,16	1,22	0,90	0,52

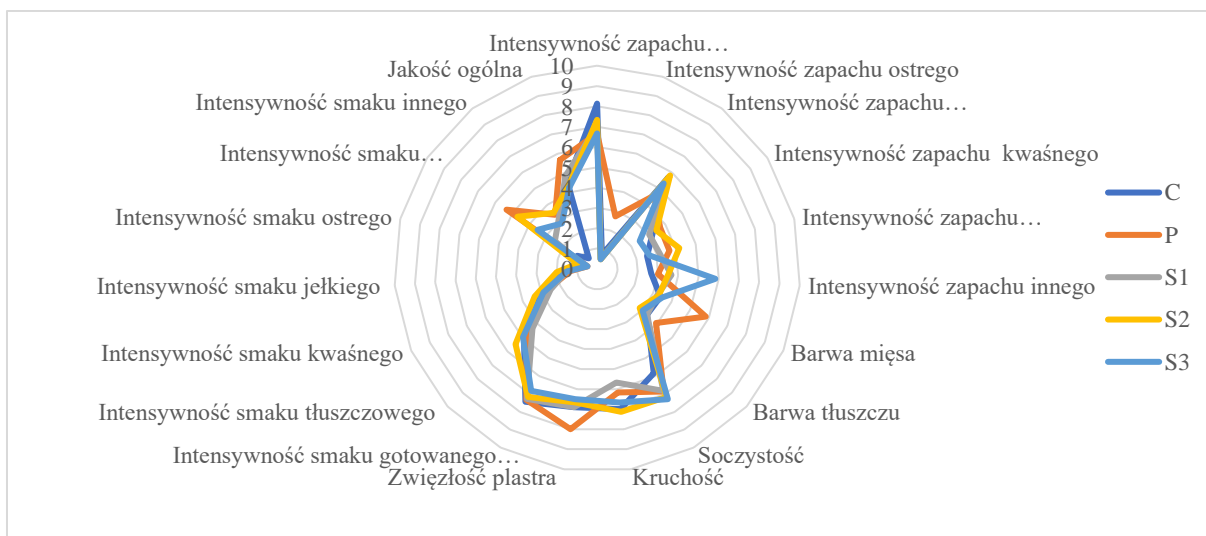
Na rysunkach 7-9 przedstawiono profile sensoryczne badanych kiełbas parzonych po produkcji, po 7 i 14 dniach przechowywania.



Rysunek 7. Profil sensoryczny kiełbas parzonych po produkcji.



Rysunek 8. Profil sensoryczny kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania.



Rysunek 9. Profil sensoryczny kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania.

### PRODUKCJA 3



Rysunek 10. Zdjęcia wyprodukowanych kiełbas parzonych

Wyjaśnienia skrótów:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 63. Skład chemiczny badanych kiełbas parzonych (średnia  $\pm$  niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
C	63,9 $\pm$ 1,86	21,9 $\pm$ 0,84	14,3 $\pm$ 1,30	2,3 $\pm$ 0,28
P	64,8 $\pm$ 1,89	22,2 $\pm$ 0,85	13,9 $\pm$ 1,26	2,3 $\pm$ 0,28
S1	63,8 $\pm$ 1,86	23,1 $\pm$ 0,89	13,3 $\pm$ 1,21	1,9 $\pm$ 0,24
S2	64,2 $\pm$ 1,87	21,8 $\pm$ 0,84	14,3 $\pm$ 1,30	2,2 $\pm$ 0,27
S3	64,7 $\pm$ 1,88	21,6 $\pm$ 0,83	13,8 $\pm$ 1,26	2,3 $\pm$ 0,28

Tabela 64. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	61,74 $\pm$ 1,52	4,81 $\pm$ 1,52	10,81 $\pm$ 0,69
P	63,16 $\pm$ 1,44	8,75 $\pm$ 1,44	9,65 $\pm$ 0,90
S1	63,12 $\pm$ 1,66	3,94 $\pm$ 1,66	11,11 $\pm$ 0,41
S2	63,47 $\pm$ 1,00	3,41 $\pm$ 1,00	11,01 $\pm$ 0,38
S3	64,23 $\pm$ 1,05	3,32 $\pm$ 1,05	11,23 $\pm$ 0,31

W tabeli 65 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 65. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	345,33±3,21	5,09±0,03	1,34±0,03
P	367,00±3,00	5,18±0,04	0,68±0,04
S1	339,67±3,51	5,29±0,04	1,19±0,07
S2	335,33±3,51	5,27±0,01	1,09±0,03
S3	335,00±2,00	5,40±0,01	1,02±0,02

Tabela 66. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	62,57±1,52	4,88±1,52	10,86±0,57
P	63,58±1,80	8,74±1,21	9,53±0,29
S1	64,43±0,95	3,94±0,37	10,99±0,48
S2	65,00±3,22	4,48±1,52	11,17±0,56
S3	65,65±0,56	3,49±0,34	11,26±0,34

W tabeli 67 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas parzonych po 1 miesiącu przechowywania (czas 1).

Tabela 67. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	342,33±0,58	5,19±0,02	1,93±0,04
P	366,67±3,79	5,24±0,01	0,74±0,03
S1	330,00±3,61	5,29±0,01	1,69±0,02
S2	335,67±2,08	5,19±0,02	1,64±0,05
S3	332,33±0,58	5,23±0,01	1,63±0,02

Tabela 68. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas parzonych po 2 miesiącach przechowywania (czas 2) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	64,22±1,52	64,22±1,52	5,23±0,63
P	63,23±1,61	9,15±0,95	9,28±0,30
S1	64,66±0,95	5,69±0,55	10,64±0,38
S2	64,72±1,55	5,19±0,78	10,29±0,44
S3	65,71±1,20	5,29±0,85	10,36±0,46

W tabeli 69 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas parzonych po 2 miesiącach przechowywania (czas 2).

Tabela 69. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych kiełbas parzonych po 2 miesiącach przechowywania (czas 2) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	373,67 $\pm$ 1,53	5,48 $\pm$ 0,01	1,98 $\pm$ 0,04
P	375,67 $\pm$ 0,58	5,49 $\pm$ 0,02	1,67 $\pm$ 0,06
S1	359,67 $\pm$ 0,58	5,37 $\pm$ 0,01	2,08 $\pm$ 0,01
S2	352,67 $\pm$ 3,06	5,32 $\pm$ 0,03	1,64 $\pm$ 0,05
S3	357,33 $\pm$ 1,53	5,40 $\pm$ 0,04	1,75 $\pm$ 0,04

Tabela 70. Zmiany aktywności wody prób kiełbas parzonych podczas przechowywania

Kod wariantu	Czas przechowywania [dni]		
	0	7	14
C	0,980 $\pm$ 0,000	0,990 $\pm$ 0,000	0,973 $\pm$ 0,005
P	0,977 $\pm$ 0,005	0,980 $\pm$ 0,000	0,970 $\pm$ 0,000
S1	0,987 $\pm$ 0,005	0,973 $\pm$ 0,005	0,980 $\pm$ 0,000
S2	0,980 $\pm$ 0,000	0,977 $\pm$ 0,005	0,980 $\pm$ 0,000
S3	0,977 $\pm$ 0,005	0,980 $\pm$ 0,000	0,980 $\pm$ 0,000

Tabela 71. Parametry tekstury badanych kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	41,75 $\pm$ 2,24	39,56 $\pm$ 2,25	33,08 $\pm$ 2,01	44,40 $\pm$ 1,98	39,54 $\pm$ 7,16
Adhezyjność [mJ]	0,00 $\pm$ 0,00	0,05 $\pm$ 0,05	0,00 $\pm$ 0,00	0,05 $\pm$ 0,05	0,10 $\pm$ 0,00
Twardość 2 [N]	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
Spoistość	0,92 $\pm$ 0,01	0,99 $\pm$ 0,02	1,02 $\pm$ 0,06	0,93 $\pm$ 0,05	0,93 $\pm$ 0,07
Sprężystość [mm]	3,29 $\pm$ 0,10	3,44 $\pm$ 0,08	3,39 $\pm$ 0,13	3,52 $\pm$ 0,23	3,29 $\pm$ 0,12
Gumowatość [N]	37,95 $\pm$ 1,66	39,12 $\pm$ 3,02	33,66 $\pm$ 3,72	41,17 $\pm$ 4,00	35,98 $\pm$ 3,95
Żujność [mJ]	124,80 $\pm$ 9,00	134,80 $\pm$ 13,50	114,60 $\pm$ 17,00	145,60 $\pm$ 23,30	118,80 $\pm$ 17,30
Odbojność	0,56 $\pm$ 0,04	0,46 $\pm$ 0,06	0,52 $\pm$ 0,03	0,49 $\pm$ 0,03	0,52 $\pm$ 0,01

Tabela 72. Parametry tekstury badanych kiełbas po 14 dniach przechowywania (czas 2)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	43,50 $\pm$ 2,28	56,92 $\pm$ 5,19	39,62 $\pm$ 1,62	47,80 $\pm$ 3,17	39,71 $\pm$ 0,40
Adhezyjność [mJ]	0,05 $\pm$ 0,05	0,55 $\pm$ 0,35	0,05 $\pm$ 0,05	0,30 $\pm$ 0,20	0,10 $\pm$ 0,00
Twardość 2 [N]	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00

Spoistość	0,96±0,05	0,95±0,04	0,88±0,06	0,89±0,05	0,98±0,02
Sprężystość [mm]	3,47±0,06	3,42±0,11	3,07±0,24	3,38±0,11	3,21±0,05
Gumowatość [N]	41,80±4,17	54,02±6,74	35,07±3,73	42,65±5,24	38,00±0,11
Żujność [mJ]	145,05±17,15	185,20±28,70	108,35±19,65	144,45±22,15	121,85±1,65
Odbojność	0,52±0,02	0,50±0,03	0,46±0,03	0,45±0,03	0,50±0,00

Tabela 73. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,95	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 74. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 75. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	3,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 76. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	5,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb

Tabela 77. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]					Obecność bakterii		
	LAB	OLD	ENT	DiP	SALM	L.MONO	<i>S.aureus</i>	E.coli
0	3,96	3,79	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
1	<1,00	4,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb
2	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	nb	nb	nb	nb



Tabela 78. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas po produkcji (czas 0)

KT [%]	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,40	1,30	1,30	1,40	1,30
16:0	25,10	24,70	25,00	25,40	24,90
16:1	2,90	2,80	3,10	3,00	3,10
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:0	14,50	14,50	14,10	14,60	13,90
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	39,50	38,90	40,70	40,30	40,80
18:1cis11	3,20	3,10	3,30	3,30	3,40
18:1 c inne	0,30	0,20	0,20	0,20	0,30
18:2	8,90	10,00	8,10	7,80	8,00
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,90	0,90	0,80	0,90
20:2	0,40	0,40	0,40	0,30	0,40
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,50	0,60	0,60	0,50	0,60
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	<b>41,60</b>	<b>41,10</b>	<b>41,00</b>	<b>42,10</b>	<b>40,80</b>
<b>Σ MUFA</b>	<b>47,20</b>	<b>46,30</b>	<b>48,60</b>	<b>48,10</b>	<b>49,00</b>
<b>Σ PUFA</b>	<b>10,70</b>	<b>12,10</b>	<b>10,00</b>	<b>9,50</b>	<b>9,90</b>
<b>Σ n3</b>	<b>0,70</b>	<b>0,80</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>
<b>Σ n6</b>	<b>0,70</b>	<b>0,90</b>	<b>0,80</b>	<b>0,70</b>	<b>0,80</b>
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	<b>67,80</b>	<b>69,10</b>	<b>65,60</b>	<b>63,00</b>	<b>65,00</b>

Tabela 79. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1)

KT [%]	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,40	1,40	1,40	1,40	1,30
16:0	24,80	24,60	25,10	25,30	24,90
16:1	2,90	2,90	3,10	3,00	3,10
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:0	14,50	14,40	14,10	14,40	14,00
18:1trans	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	38,70	38,50	40,50	40,70	40,90
18:1cis11	3,10	3,10	3,30	3,30	3,40
18:1 c inne	0,30	0,30	0,20	0,30	0,30
18:2	10,10	10,20	8,40	7,70	8,00
18:3 n3	0,60	0,60	0,50	0,50	0,50

CLA	-	-	-	0,10	0,10
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,80	0,90	0,80	0,90
20:2	0,40	0,40	0,40	0,30	0,40
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,60	0,70	0,60	0,40	0,60
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:6 DHA	0,10	0,10	-	-	-
<b>Σ SFA</b>	41,30	41,00	41,20	41,80	40,90
<b>Σ MUFA</b>	46,20	46,00	48,40	48,60	49,10
<b>Σ PUFA</b>	12,30	12,50	10,30	9,40	10,00
<b>Σ n3</b>	0,90	0,90	0,70	0,70	0,70
<b>Σ n6</b>	0,90	1,00	0,80	0,60	0,80
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	73,20	73,30	64,20	74,50	65,50

Tabela 80. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2)

KT [%]	Kod wariantu				
	K1	K2	K3	K4	K5
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,40	1,40	1,30	1,40	1,40
15:0	-	-	-	-	0,10
16:0	25,40	25,00	25,10	25,30	25,10
16:1	3,00	2,90	3,10	3,10	3,20
17:0	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30
18:0	14,20	14,30	14,00	14,50	14,00
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:1cis9	40,50	38,80	40,80	40,40	41,00
18:1cis11	3,30	3,10	3,30	3,30	3,40
18:1 c inne	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30
18:2	8,10	10,00	8,10	7,70	7,60
18:3 n3	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
CLA	-	-	-	0,10	0,10
20:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1	0,90	0,80	0,90	0,80	0,90
20:2	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
20:3n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:4n6	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:5n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	41,60	41,30	41,00	41,90	41,30
<b>Σ MUFA</b>	48,40	46,20	48,80	48,30	49,30
<b>Σ PUFA</b>	9,70	11,90	9,80	9,50	9,40
<b>Σ n3</b>	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70
<b>Σ n6</b>	0,50	0,70	0,70	0,70	0,70
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	59,60	76,50	66,60	85,90	66,00

W tabeli 81 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbasach po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 81. Zawartość azotynów i azotanów w badanych próbkach kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

<b>Zawartość</b> [mg/kg]	<b>Kod wariantu</b>				
	K1	K2	K3	K4	K5
NO <sub>2</sub> -	0,39	1,56	0,62	0,65	0,69
NO <sub>3</sub> -	0,90	3,51	1,30	0,95	0,87

W tabeli 82 przedstawiono zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1).

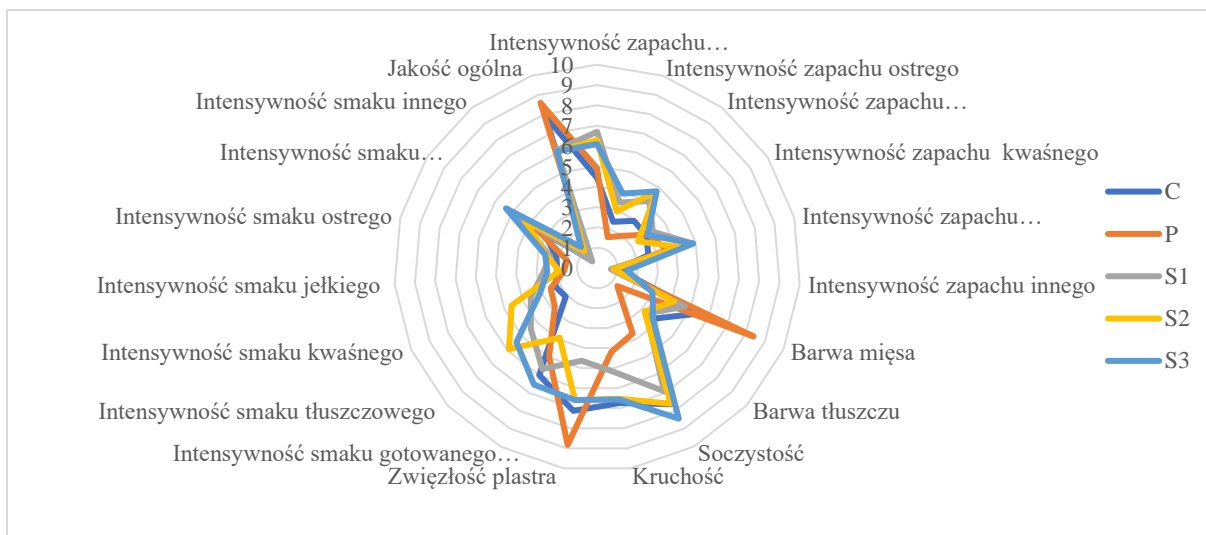
Tabela 82. Zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 7 dniach przechowywania (czas 1)

<b>Zawartość</b> [mg/kg]	<b>Kod wariantu</b>				
	K1	K2	K3	K4	K5
NO <sub>2</sub> -	0,56	1,10	0,45	0,56	0,60
NO <sub>3</sub> -	1,38	3,70	3,15	2,26	1,92

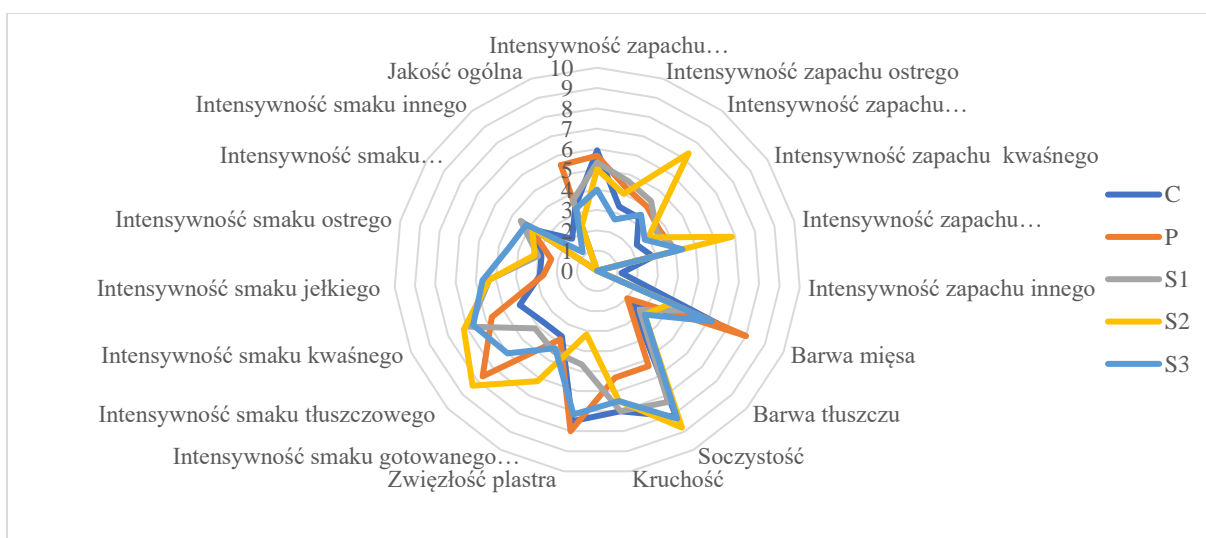
Tabela 83. Zawartość azotynów i azotanów w badanych kiełbas parzonych po 14 dniach przechowywania (czas 2)

<b>Zawartość</b> [mg/kg]	<b>Kod wariantu</b>				
	K1	K2	K3	K4	K5
NO <sub>2</sub> -	0,48	1,36	0,59	0,59	0,68
NO <sub>3</sub> -	0,61	4,22	1,31	0,89	0,79

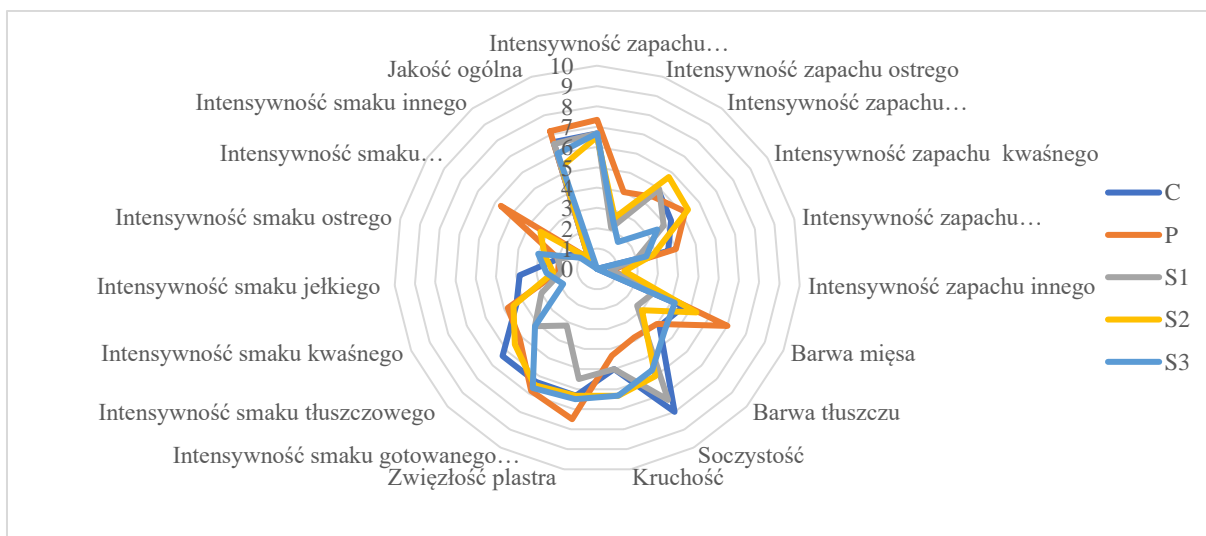
Na rysunkach 11-13 przedstawiono profile sensoryczne badanych kiełbas parzonych po produkcji, po 7 i 14 dniach przechowywania.



Rysunek 11. Profil sensoryczny kielbas po produkcji.



Rysunek 12. Profil sensoryczny kielbas po 7 dniach przechowywania.



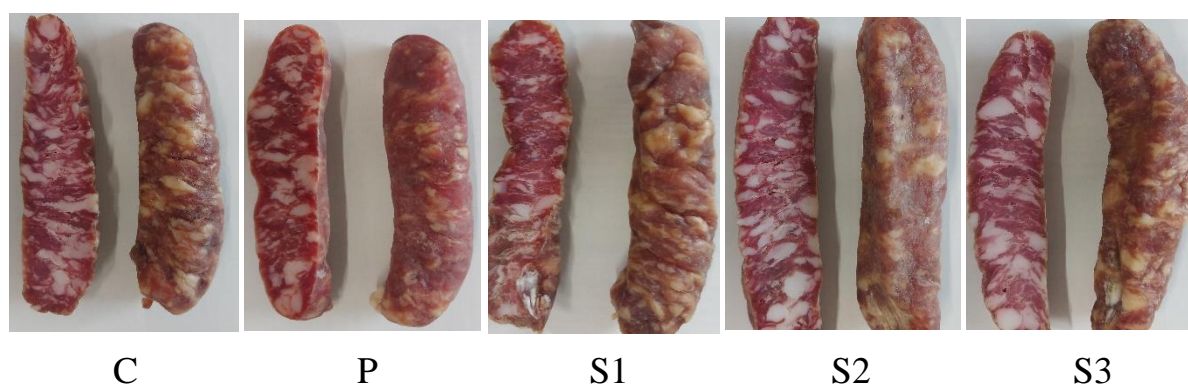
Rysunek 13. Profil sensoryczny kielbas po 14 dniach przechowywania.

**PRODUKCJA KIELBAS SUROWO DOJRZEWAJĄCYCH  
– ZAKŁAD MIĘSNY „JASIOŁKA” W DUKLI**

**Wyniki**

**PRODUKCJA 1**

Na rysunku 14 przedstawiono zdjęcia wyprodukowanych kielbas surowo dojrzewających.



Rysunek 14. Zdjęcia wyprodukowanych kielbas surowo dojrzewających.

Wyjaśnienia skrótów:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 84. Skład chemiczny badanych kielbas surowo dojrzewających (średnia ± niepewność)

<b>Kod wariantu</b>	<b>Woda [%]</b>	<b>Białko [%]</b>	<b>Tłuszcz [%]</b>	<b>NaCl [%]</b>
C	49,5±1,5	28±1,6	17,3±1,7	3,1±0,4
P	47,2±1,4	30,3±1,7	17,1±1,7	3,5±0,5
S1	54,3±1,6	27,7±1,6	14,3±1,4	2,8±0,4
S2	54,2±1,6	27,8±1,6	14,7±1,5	2,8±0,4
S3	54±1,6	27,8±1,6	15±1,5	2,7±0,4

Tabela 85. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	50,27 ± 2,82	10,19 ± 1,99	7,65 ± 0,91
P	53,53 ± 2,94	8,93 ± 1,76	7,85 ± 0,68
S1	51,23 ± 1,86	10,30 ± 0,98	6,87 ± 0,38
S2	52,03 ± 1,85	9,13 ± 1,29	6,28 ± 0,89
S3	51,35 ± 3,46	9,62 ± 1,52	6,83 ± 0,86

W tabeli 86 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 86. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH, wskaźnik TBARS i aktywności wody badanych kiełbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	384,67±29,26	5,29±0,05	0,94±0,01
P	359,33±3,21	5,12±0,01	0,39±0,02
S1	358,67±1,53	5,49±0,01	0,72±0,01
S2	345,33±5,13	5,45±0,02	0,63±0,01
S3	353,33±6,81	5,28±0,02	0,71±0,01

Tabela 87. Parametry tekstury badanych kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	25,16±1,61	29,65±0,86	30,72±1,81	-	-
Adhezyjność [mJ]	0,00±0,00	0,30±0,28	0,00±0,00	-	-
Twardość 2 [N]	0,00±0,00	29,86±0,00	29,93±0,00	-	-
Spoistość	0,92±0,01	0,91±0,06	0,82±0,00	-	-
Sprężystość [mm]	2,86±0,12	2,99±0,16	2,59±0,15	-	-
Gumowatość [N]	23,23±1,91	26,87±0,87	25,12±1,37	-	-
Żujność [mJ]	66,45±8,27	80,25±7,00	65,05±7,28	-	-
Odbojność	0,30±0,01	0,29±0,01	0,30±0,01	-	-

Tabela 88. Zawartość azotynów i azotanów w badanych próbkach kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
NO <sub>2</sub> -	13,7	4,7	28,1	19,7	23,9
NO <sub>3</sub> -	0	0	0	0	0

Tabela 89. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas po produkcji (czas 0)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14:0	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3
15:0	0	0	0	0,0	0,0
16:0	25,0	25,0	25,1	25,5	25,0
16:1	3,0	2,9	3,0	3,1	3,1
17:0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
17:1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
18:0	14,3	14,5	14,4	14,6	14
18:1trans	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
18:1cis9	39,7	38,3	40,3	39,8	41,1
18:1cis11	3,2	3,1	3,3	3,2	3,4
18:1 c inne	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
18:2	8,9	10,1	8,3	8,0	7,5
18:3 n3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
18:2c9t11	0	0	0	0	0,1
20:0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20:1	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
20:2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
20:3n6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
20:4n6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
20:3n3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22:4n6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
22:5n3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22:6	0	0,1	0	0	0
<b>Σ SFA</b>	41,3	41,5	41,4	42,2	41
<b>Σ MUFA</b>	47,4	45,7	48,1	47,8	49,3
<b>Σ PUFA</b>	10,9	12,4	10,3	9,9	9,5
<b>Σ n3</b>	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
<b>Σ n6</b>	0,9	1	0,9	0,8	0,9
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	92,9	127,5	89,4	91,6	84,1

Tabela 90. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,74	4,51	4,94	7,15	nb	nb

Tabela 91. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,87	3,11	5,17	8,29	nb	nb

Tabela 92. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,86	4,97	5,00	8,42	nb	nb

Tabela 93. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,33	5,09	4,77	8,52	nb	nb

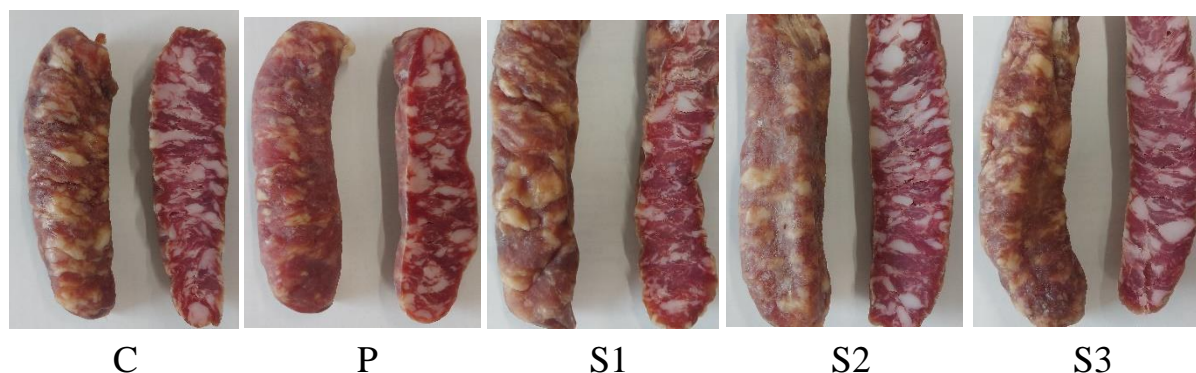
Tabela 94. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,84	<1,00	5,13	8,23	nb	nb



## PRODUKCJA 2

Na rysunku 15 przedstawiono zdjęcia wyprodukowanych kiełbas surowo dojrzewających.



Rysunek 15. Zdjęcia wyprodukowanych kiełbas surowo dojrzewających

Wyjaśnienia skrótów:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 95. Skład chemiczny badanych kiełbas surowo dojrzewających (średnia  $\pm$  niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
C	49,3 $\pm$ 1,5	28 $\pm$ 1,6	17,5 $\pm$ 1,8	3,2 $\pm$ 0,4
P	47,2 $\pm$ 1,4	30,3 $\pm$ 1,7	16,9 $\pm$ 1,7	3,5 $\pm$ 0,5
S1	54,2 $\pm$ 1,6	27,8 $\pm$ 1,6	14,7 $\pm$ 1,5	2,8 $\pm$ 0,4
S2	54 $\pm$ 1,6	27,8 $\pm$ 1,6	15 $\pm$ 1,5	2,7 $\pm$ 0,4
S3	52,4 $\pm$ 1,6	27,7 $\pm$ 1,6	15,6 $\pm$ 1,6	2,9 $\pm$ 0,4

Tabela 96. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	49,22 $\pm$ 2,46	8,21 $\pm$ 1,06	6,63 $\pm$ 0,61
P	49,31 $\pm$ 2,66	10,79 $\pm$ 1,84	8,41 $\pm$ 0,78
S1	52,15 $\pm$ 3,44	8,13 $\pm$ 1,41	7,37 $\pm$ 0,49
S2	52,03 $\pm$ 3,63	8,05 $\pm$ 1,70	6,93 $\pm$ 0,70
S3	52,56 $\pm$ 2,40	7,63 $\pm$ 1,30	6,89 $\pm$ 0,78

W tabeli 97 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kiełbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 97. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH, wskaźnik TBARS badanych kiełbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	359,67 $\pm$ 3,06	5,27 $\pm$ 0,02	0,89 $\pm$ 0,01
P	354,67 $\pm$ 3,06	5,15 $\pm$ 0,01	0,44 $\pm$ 0,03
S1	356,67 $\pm$ 2,89	5,48 $\pm$ 0,02	0,69 $\pm$ 0,02
S2	344,00 $\pm$ 2,65	5,43 $\pm$ 0,01	0,61 $\pm$ 0,01
S3	349,33 $\pm$ 1,15	5,27 $\pm$ 0,01	0,73 $\pm$ 0,00

Tabela 98. Parametry tekstury badanych kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	25,95 $\pm$ 0,36	46,22 $\pm$ 1,578	29,23 $\pm$ 0,32	51,18 $\pm$ 2,20	37,72 $\pm$ 5,53
Adhezyjność [mJ]	0,00 $\pm$ 0,00	0,15 $\pm$ 0,07	0,00 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00	0,20 $\pm$ 0,14
Twardość 2 [N]	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	29,93 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	32,14 $\pm$ 0,00
Spoistość	0,92 $\pm$ 0,03	0,87 $\pm$ 0,06	0,82 $\pm$ 0,00	0,85 $\pm$ 0,04	0,93 $\pm$ 0,01
Sprężystość [mm]	3,15 $\pm$ 0,30	3,25 $\pm$ 0,07	2,59 $\pm$ 0,15	3,42 $\pm$ 0,02	3,27 $\pm$ 0,21
Gumowatość [N]	31,17 $\pm$ 9,79	38,25 $\pm$ 0,49	25,12 $\pm$ 1,37	43,58 $\pm$ 0,15	35,12 $\pm$ 4,57
Żujność [mJ]	101,40 $\pm$ 42,57	122,25 $\pm$ 1,71	65,05 $\pm$ 7,28	148,80 $\pm$ 0,42	115,15 $\pm$ 22,13
Odbojność	0,28 $\pm$ 0,03	0,35 $\pm$ 0,16	0,30 $\pm$ 0,01	0,43 $\pm$ 0,01	0,49 $\pm$ 0,01

Tabela 99. Zawartość azotynów i azotanów w badanych próbkach kiełbas po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe; n=3)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
NO <sub>2</sub> -	13,4	6,5	28,1	20,5	18,3
NO <sub>3</sub> -	0	0	0	0	0

Tabela 100. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas po produkcji (czas 0)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14:0	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3
15:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16:0	25,2	24,9	25,1	25,4	24,6
16:1	3	2,9	3,1	3,1	3
17:0	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
17:1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
18:0	14,4	14,7	14,2	14,5	14
18:1trans	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
18:1cis9	39,6	38,5	40,5	40,2	40,5
18:1cis11	3,2	3,1	3,3	3,3	3,3
18:1 c inne	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
18:2	8,9	10,1	8,0	7,8	8,5
18:3 n3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
18:2c9t11	0	0	0	0,1	0,1
20:0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20:1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9
20:2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
20:3n6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
20:4n6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
20:3n3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22:4n6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
22:5n3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22:6	0	0,1	0	0	0
<b>Σ SFA</b>	41,5	41,7	41,3	42	40,6
<b>Σ MUFA</b>	47,4	45,9	48,4	48,2	48,5
<b>Σ PUFA</b>	11	12,3	10,1	9,7	10,7
<b>Σ n3</b>	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8
<b>Σ n6</b>	1	0,9	1	0,8	0,9
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	96,5	104,2	92,3	92,5	85,5

Tabela 101. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,70	4,35	5,30	8,77	nb	nb

Tabela 102. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,82	3,00	4,59	8,37	nb	nb

Tabela 103. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

<b>Czas</b> [miesiące]	<b>Liczba bakterii [log jtk/g]</b>				<b>Obecność bakterii</b>	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,71	5,00	3,65	8,38	nb	nb

Tabela 104. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

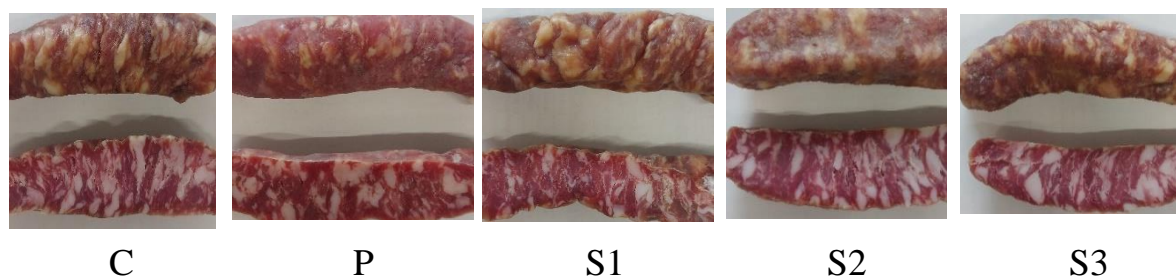
<b>Czas</b> [miesiące]	<b>Liczba bakterii [log jtk/g]</b>				<b>Obecność bakterii</b>	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,72	4,78	4,90	8,86	nb	nb

Tabela 105. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

<b>Czas</b> [miesiące]	<b>Liczba bakterii [log jtk/g]</b>				<b>Obecność bakterii</b>	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,82	<1,00	4,74	8,26	nb	nb

### PRODUKCJA 3

Na rysunku 16 przedstawiono zdjęcia wyprodukowanych kiełbas surowo dojrzewających.



Rysunek 16. Zdjęcia wyprodukowanych kiełbas surowo dojrzewających

Wyjaśnienia skrótów:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 106. Skład chemiczny badanych kiełbas surowo dojrzewających (średnia ± niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
C	49,1±1,5	28±1,6	17,7±1,8	3,2±0,4
P	47,2±1,4	30,3±1,7	16,7±1,7	3,5±0,5
S1	54±1,6	27,8±1,6	15±1,5	2,7±0,4
S2	52,4±1,6	27,7±1,6	15,6±1,6	2,9±0,4
S3	52,5±1,6	27,7±1,5	15,4±1,5	2,9±0,4

Tabela 107. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych kiełbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	51,06 ± 3,53	9,16 ± 1,79	6,08 ± 0,63
P	49,97 ± 2,86	10,50 ± 1,70	8,06 ± 0,54
S1	48,56 ± 1,30	8,15 ± 1,64	7,19 ± 0,96
S2	51,85 ± 3,76	8,69 ± 1,61	6,67 ± 0,78
S3	52,36 ± 2,14	8,03 ± 0,99	6,90 ± 0,94

W tabeli 108 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych kielbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 108. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH, wskaźnik TBARS badanych kielbas surowo dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	358,33 $\pm$ 0,58	5,29 $\pm$ 0,01	0,82 $\pm$ 0,01
P	353,00 $\pm$ 1,00	5,13 $\pm$ 0,01	0,53 $\pm$ 0,03
S1	362,67 $\pm$ 3,06	5,50 $\pm$ 0,02	0,66 $\pm$ 0,03
S2	341,33 $\pm$ 0,58	5,42 $\pm$ 0,01	0,55 $\pm$ 0,01
S3	350,00 $\pm$ 1,73	5,28 $\pm$ 0,01	0,76 $\pm$ 0,03

Tabela 109. Parametry tekstury badanych kielbas po procesie produkcyjnym (czas 0)

Parametr	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
Twardość 1 [N]	36,21 $\pm$ 1,00	29,78 $\pm$ 0,37	33,72 $\pm$ 8,08	44,40 $\pm$ 2,80	39,54 $\pm$ 10,12
Adhezyjność [mJ]	0,00 $\pm$ 0,00	0,40 $\pm$ 0,00	0,70 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00
Twardość 2 [N]	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
Spoistość	0,86 $\pm$ 0,02	0,86 $\pm$ 0,01	0,68 $\pm$ 0,04	0,93 $\pm$ 0,06	0,93 $\pm$ 0,09
Sprężystość [mm]	3,04 $\pm$ 0,05	3,07 $\pm$ 0,10	2,76 $\pm$ 0,23	3,52 $\pm$ 0,32	3,29 $\pm$ 0,17
Gumowatość [N]	35,85 $\pm$ 5,30	25,55 $\pm$ 0,53	32,79 $\pm$ 6,60	41,17 $\pm$ 5,65	35,98 $\pm$ 5,58
Żujność [mJ]	107,15 $\pm$ 12,23	78,35 $\pm$ 0,92	106,95 $\pm$ 34,86	145,60 $\pm$ 32,95	118,80 $\pm$ 24,47
Odbojność	0,29 $\pm$ 0,01	0,31 $\pm$ 0,01	0,27 $\pm$ 0,01	0,49 $\pm$ 0,04	0,52 $\pm$ 0,01

Tabela 110. Zawartość azotynów i azotanów w badanych próbkach kielbas po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe; n=3)

Zawartość [mg/kg]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
NO <sub>2</sub> -	7,9	8,8	20,7	17,0	19,5
NO <sub>3</sub> -	0	0	0	0	0

Tabela 111. Skład kwasów tłuszczowych badanych kiełbas po produkcji (czas 0)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14:0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
15:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16:0	24,9	24,9	24,9	25,2	24,9
16:1	3	2,9	3,1	3,1	3,2
17:0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
17:1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
18:0	14,4	14,7	14	14,3	13,9
18:1trans	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
18:1cis9	40,1	38,4	40,3	40,4	40,9
18:1cis11	3,2	3,1	3,3	3,3	3,4
18:1 c inne	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
18:2	8,7	10,2	8,6	8,0	7,9
18:3 n3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
18:2c9t11	0	0	0	0	0,1
20:0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20:1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9
20:2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
20:3n6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
20:4n6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6
20:3n3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22:4n6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
22:5n3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22:6	0	0,1	0	0	0
<b>Σ SFA</b>	41,3	41,6	40,9	41,6	40,9
<b>Σ MUFA</b>	47,8	45,8	48,3	48,3	49,2
<b>Σ PUFA</b>	10,7	12,4	10,7	9,9	10
<b>Σ n3</b>	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
<b>Σ n6</b>	0,9	0,9	1	0,8	0,9
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	99,2	92,9	102,8	92,5	91,8

Tabela 112. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,49	4,28	4,74	8,70	nb	nb

Tabela 113. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,79	3,30	4,69	8,60	nb	nb

Tabela 114. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

<b>Czas</b> [miesiące]	<b>Liczba bakterii [log jtk/g]</b>				<b>Obecność bakterii</b>	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,80	5,06	4,78	8,52	nb	nb

Tabela 115. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

<b>Czas</b> [miesiące]	<b>Liczba bakterii [log jtk/g]</b>				<b>Obecność bakterii</b>	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,76	5,04	4,75	8,01	nb	nb

Tabela 116. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

<b>Czas</b> [miesiące]	<b>Liczba bakterii [log jtk/g]</b>				<b>Obecność bakterii</b>	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	8,84	<1,00	4,54	8,31	nb	nb

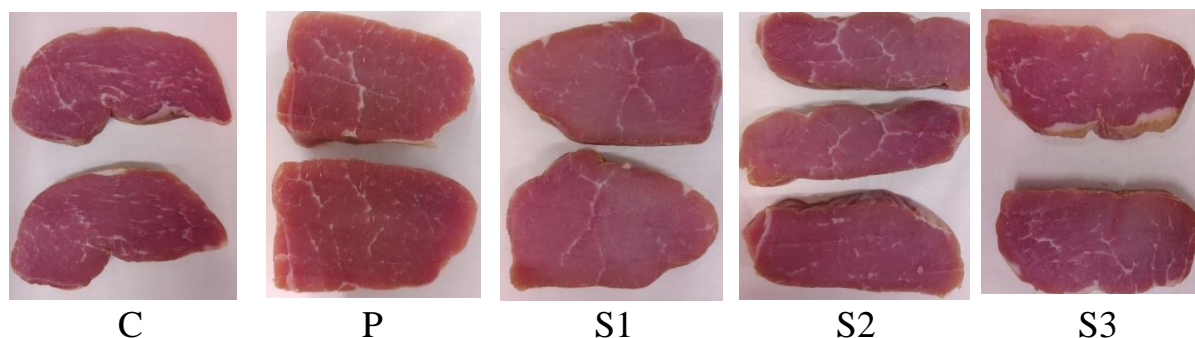


**PRODUKCJA SZYNEK WIEPRZOWYCH SUROWO DOJRZEWAJĄCYCH  
Z DODATKIEM BAKTERII ŚRODOWISKOWYCH  
– ZAKŁAD MIĘSNY „JASIOŁKA” W DUKLI**

**Wyniki**

**PRODUKCJA 1**

Na rysunku 17 przedstawiono zdjęcia wyprodukowanych szynek wieprzowych surowo dojrzewających.



Rysunek 17. Zdjęcia wyprodukowanych szynek wieprzowych surowo dojrzewających

Warianty badawcze:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 117. Skład chemiczny badanych szynek dojrzewających (średnia ± niepewność)

<b>Kod wariantu</b>	<b>Woda [%]</b>	<b>Białko [%]</b>	<b>Tłuszcz [%]</b>	<b>NaCl [%]</b>
C	55,70	36,70	4,30	2,10
P	54,30	37,90	4,40	2,30
S1	54,70	37,80	4,00	2,30
S2	53,10	38,90	4,40	2,70
S3	53,20	38,80	4,50	2,10

Tabela 118. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	43,26±2,09	8,48±1,71	3,53±0,58
P	39,87±2,37	8,75±1,22	6,49±0,80
S1	38,64±1,84	8,38±1,47	3,24±0,51
S2	45,33±2,37	7,57±1,01	4,32±1,03
S3	44,26±2,38	6,75±0,82	3,79±0,85

W tabeli 119 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 119. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	344,67±10,02	5,84±0,01	0,68±0,01
P	348,00±15,87	5,96±0,02	0,66±0,01
S1	333,33±7,51	5,88±0,01	1,15±0,03
S2	344,67±10,79	5,73±0,01	0,63±0,02
S3	363,00±10,82	5,72±0,01	0,58±0,02

Tabela 120. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	39,39±2,48	8,42±1,07	3,98±0,54
P	40,16±1,90	9,35±1,03	7,22±0,55
S1	41,39±1,50	8,13±0,82	4,41±0,45
S2	46,48±2,06	5,05±1,21	5,27±0,68
S3	44,55±1,58	5,19±0,69	5,49±1,07

W tabeli 121 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1).

Tabela 121. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	329,33±10,69	6,16±0,04	0,66±0,02
P	335,33±12,10	6,03±0,01	0,60±0,04
S1	328,33±4,93	5,98±0,02	0,90±0,01
S2	329,00±6,93	5,67±0,00	0,98±0,01
S3	325,33±5,03	5,79±0,01	0,78±0,04

Tabela 122. Zmiany aktywności wody prób szynek dojrzewających podczas przechowywania

Kod wariantu	Czas przechowywania [miesiące]		
	0	1	2
C	0,963±0,005	0,960±0,000	-
P	0,953±0,005	0,950±0,000	-
S1	0,957±0,005	0,950±0,000	-
S2	0,950±0,000	0,940±0,000	-
S3	0,963±0,005	0,960±0,000	-

Tabela 123. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,37	<1,00	>300	7,74	nb	nb
1	7,41	4,04	>300	7,44	nb	nb

Tabela 124. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	6,35	<1,00	>300	7,50	nb	nb
1	7,90	5,28	>300	7,15	nb	nb

Tabela 125. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	5,53	4,83	>300	8,03	nb	nb
1	8,29	5,56	>300	8,03	nb	nb

Tabela 126. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,45	4,90	>300	8,02	nb	nb
1	8,36	4,77	>300	8,45	nb	nb

Tabela 127. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,32	4,87	>300	7,87	nb	nb
1	8,23	6,00	>300	8,29	nb	nb

Tabela 128. Skład kwasów tłuszczowych badanych szyniek po produkcji (czas 0)

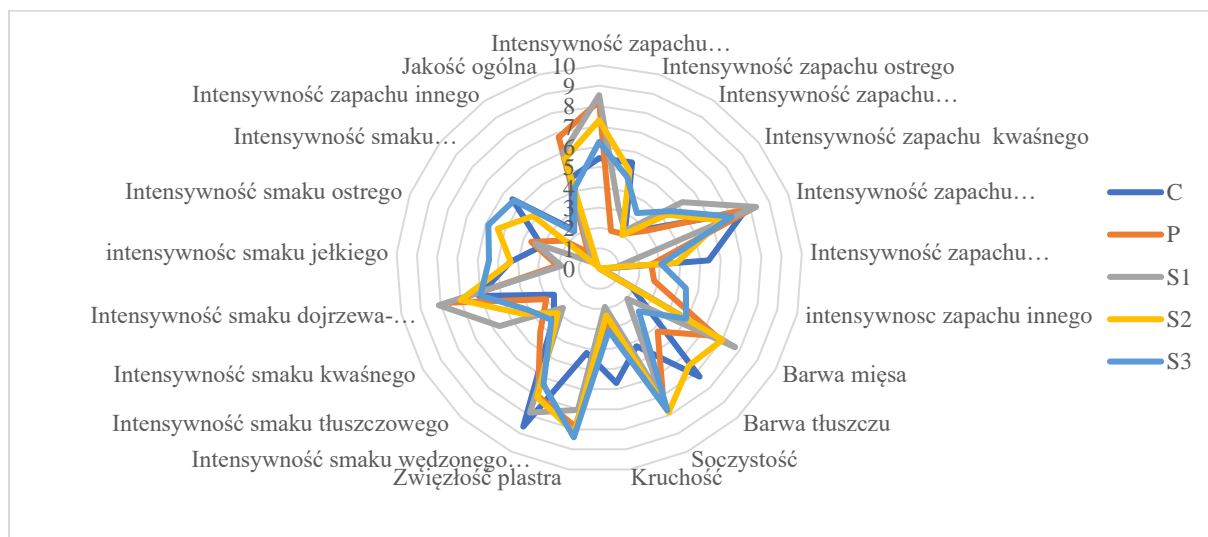
KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,00	1,20	1,00	1,20	1,10
15:0	0,10	-	0,10	0,10	0,10
16:0	22,30	23,90	22,10	23,40	23,10
16:1	3,30	3,00	3,10	3,40	3,20
17:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:0	12,00	14,30	12,60	12,30	13,40
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
18:1cis9	41,00	37,70	35,40	39,60	38,80
18:1cis11	4,10	3,80	3,90	4,20	3,90
18:1 c inne	0,30	0,30	0,20	0,30	0,30
18:2	9,50	9,40	13,00	9,30	9,80
GLA	0,20	0,20	0,00	-	0,20
18:3 n3	0,50	0,40	0,60	0,50	0,50
18:2c9t11 CLA	0,10	-	0,10	0,10	0,10
20:0	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
20:1	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80
20:2	0,30	0,30	0,40	0,30	0,30
20:3n6	0,30	0,30	0,40	0,30	0,30
20:4n6	2,30	2,30	3,50	2,00	2,00
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:5 EPA	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
22:4n6	0,40	0,40	0,50	0,30	0,40
22:5n3	0,40	0,40	0,50	0,30	0,30
22:6 DHA	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	<b>35,80</b>	<b>39,90</b>	<b>36,30</b>	<b>37,40</b>	<b>38,20</b>
<b>Σ MUFA</b>	<b>49,80</b>	<b>45,90</b>	<b>43,70</b>	<b>48,70</b>	<b>47,50</b>
<b>Σ PUFA</b>	<b>13,90</b>	<b>13,60</b>	<b>19,10</b>	<b>13,20</b>	<b>13,80</b>
<b>Σ n3</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>	<b>1,20</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>
<b>Σ n6</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>4,40</b>	<b>2,60</b>	<b>2,70</b>
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	<b>70,60</b>	<b>77,90</b>	<b>71,90</b>	<b>73,10</b>	<b>77,20</b>

Tabela 129. Skład kwasów tłuszczowych badanych szyniek po 1 miesiącu przechowywania (czas 1)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,10	1,20	1,00	1,20	1,20
15:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
16:0	22,30	23,80	22,40	24,20	23,90
16:1	3,40	3,40	3,10	3,70	3,20
17:0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:0	11,90	13,70	13,00	13,90	14,10
18:1trans	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30

18:1cis9	39,20	38,40	35,30	39,20	39,50
18:1cis11	4,20	4,10	4,00	4,20	3,90
18:1 c inne	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30
18:2	10,30	8,90	12,40	8,40	8,20
GLA	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10
18:3 n3	0,50	0,40	0,50	0,40	0,40
18:2c9t11 CLA	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:0	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20
20:1	0,70	0,70	0,80	0,70	0,80
20:2	0,40	0,30	0,40	0,30	0,30
20:3n6	0,30	0,30	0,40	0,30	0,30
20:4n6	2,70	2,10	3,60	1,80	1,90
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:5 EPA	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
22:4n6	0,40	0,30	0,50	0,30	0,30
22:5n3	0,40	0,30	0,50	0,30	0,30
22:6 DHA	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	<b>35,80</b>	<b>39,20</b>	<b>37,00</b>	<b>38,90</b>	<b>39,90</b>
<b>Σ MUFA</b>	<b>48,30</b>	<b>47,30</b>	<b>44,00</b>	<b>48,70</b>	<b>48,20</b>
<b>Σ PUFA</b>	<b>15,20</b>	<b>12,80</b>	<b>18,50</b>	<b>12,00</b>	<b>11,90</b>
<b>Σ n3</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>1,10</b>	<b>0,80</b>	<b>0,80</b>
<b>Σ n6</b>	<b>3,40</b>	<b>2,70</b>	<b>4,50</b>	<b>2,40</b>	<b>2,50</b>
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	<b>82,20</b>	<b>87,50</b>	<b>79,30</b>	<b>75,30</b>	<b>81,20</b>

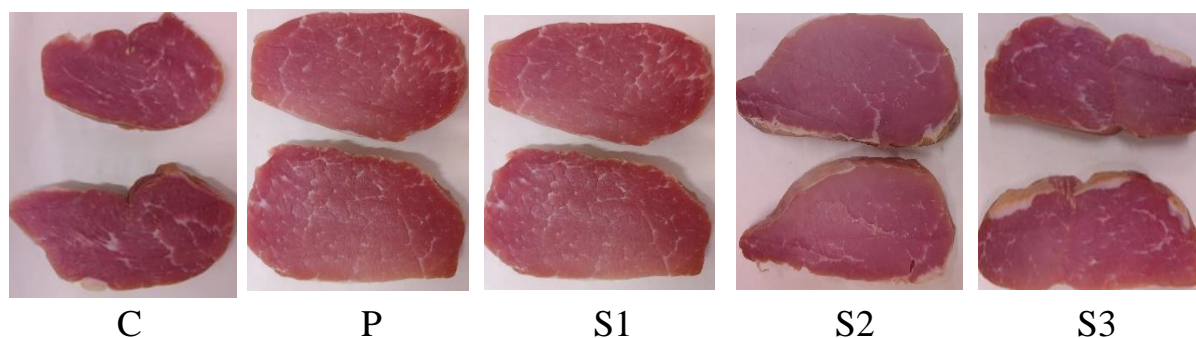
Na rysunku 18 przedstawiono profile sensoryczne badanych szynek surowo dojrzewających po produkcji.



Rysunek 18. Profil sensoryczny szynek wieprzowych surowo dojrzewających po produkcji.

## PRODUKCJA 2

Na rysunku 19 przedstawiono zdjęcia wyprodukowanych szynek wieprzowych surowo dojrzewających.



Rysunek 19. Zdjęcia wyprodukowanych szynek wieprzowych surowo dojrzewających

Warianty badawcze:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczep OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczep S21

Tabela 130. Skład chemiczny badanych szynek dojrzewających (średnia ± niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
C	55,60	36,90	4,30	2,30
P	54,30	37,80	4,40	2,30
S1	54,50	37,70	3,60	2,30
S2	53,10	39,00	4,20	2,70
S3	53,60	39,40	4,70	2,20

Tabela 131. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	39,88±2,02	6,54±0,85	3,78±0,92
P	38,42±2,31	7,78±1,73	5,15±0,54
S1	37,58±2,98	6,00±1,15	2,78±0,40
S2	43,11±1,66	7,87±1,43	4,10±0,51
S3	38,65±2,76	8,14±1,48	3,04±0,57

W tabeli 132 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 132. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	335,33±1,15	5,95±0,01	0,80±0,05
P	334,00±1,00	5,92±0,01	0,69±0,01
S1	329,33±2,31	5,82±0,01	1,05±0,04
S2	333,33±0,58	5,77±0,01	0,74±0,02
S3	350,33±1,15	5,80±0,01	0,81±0,03

Tabela 133. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	41,11±2,09	7,36±0,71	3,60±0,74
P	38,28±1,22	8,58±0,92	6,09±0,56
S1	40,68±2,08	6,32±1,19	4,0±0,32
S2	44,35±2,73	5,73±1,25	6,01±0,92
S3	40,69±2,18	8,20±1,21	4,26±0,61

W tabeli 134 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1).

Tabela 134. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	332,00±0,00	5,93±0,01	0,71±0,01
P	323,67±0,58	5,99±0,01	0,67±0,03
S1	323,00±0,00	5,98±0,02	0,88±0,02
S2	322,67±1,53	5,74±0,02	0,89±0,02
S3	331,00±1,00	5,81±0,00	0,76±0,03

Tabela 135. Zmiany aktywności wody prób szynek dojrzewających podczas przechowywania

Kod wariantu	Czas przechowywania [miesiące]		
	0	1	2
C	0,963±0,005	0,960±0,000	-
P	0,950±0,000	0,947±0,005	-
S1	0,957±0,005	0,953±0,005	-
S2	0,950±0,000	0,940±0,000	-
S3	0,963±0,005	0,960±0,000	-

Tabela 136. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,51	<1,0	<1,0	7,53	nb	nb
1	8,11	4,36	<1,0	7,31	nb	nb

Tabela 137. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,47	<1,0	<1,0	7,48	nb	nb
1	7,42	5,00	<1,0	7,40	nb	nb

Tabela 138. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,53	5,23	<1,0	8,22	nb	nb
1	8,13	5,48		8,13	nb	nb

Tabela 139. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,09	5,10	<1,0	8,39	nb	nb
1	9,33	5,43	<1,0	8,66	nb	nb

Tabela 140. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	6,62	4,65	<1,0	7,51	nb	nb
1	8,44	6,01	<1,0	8,46	nb	nb



Tabela 141. Skład kwasów tłuszczowych badanych szynek po produkcji (czas 0)

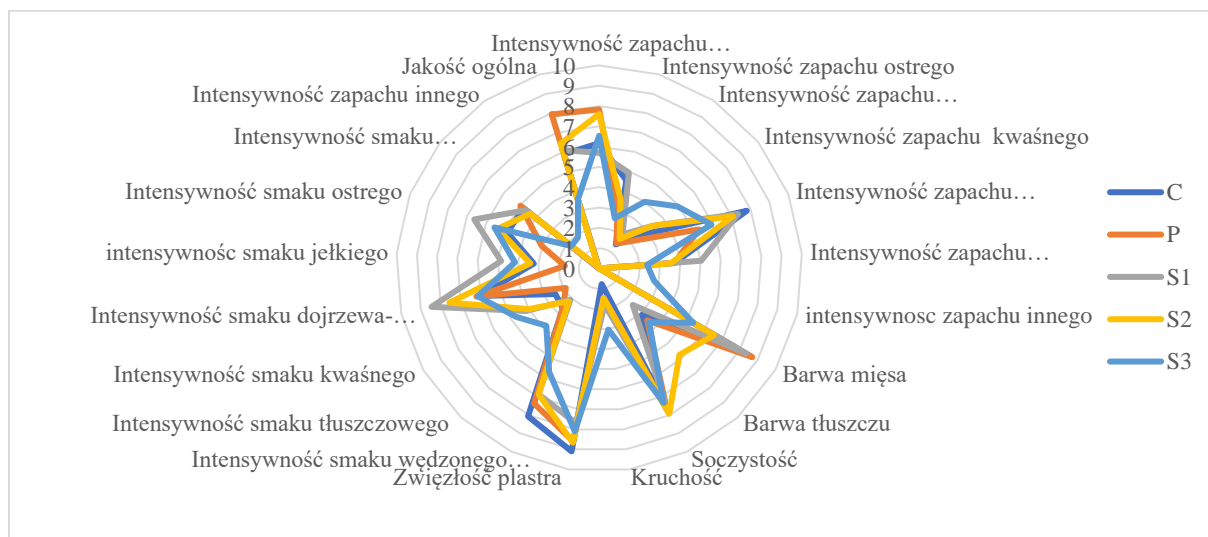
KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	0,90	1,00	1,00	1,10	1,10
15:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
16:0	22,60	22,90	22,30	23,70	23,10
16:1	3,20	2,80	2,50	3,50	3,30
17:0	0,30	0,30	0,30	0,20	0,30
17:1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:0	12,40	12,70	13,80	12,50	13,40
18:1trans	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30
18:1cis9	38,70	35,30	30,90	38,00	38,80
18:1cis11	3,90	3,70	3,50	4,00	3,90
18:1 c inne	0,40	0,20	0,30	0,30	0,30
18:2	10,70	12,70	14,90	10,30	9,80
GLA	0,20	0,20	-	-	0,20
18:3 n3	0,40	0,50	0,60	0,60	0,50
18:2c9t11 CLA	0,10	0,10	-	-	0,10
20:0	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
20:1	0,70	0,70	0,80	0,60	0,80
20:2	0,30	0,40	0,50	0,30	0,30
20:3n6	0,40	0,50	0,10	0,30	0,30
20:4n6	2,70	3,60	4,70	2,30	2,00
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:5 EPA	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
22:4n6	0,40	0,50	0,50	0,40	0,40
22:5n3	0,40	0,60	0,70	0,40	0,30
22:6 DHA	0,10	0,20	0,20	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	<b>36,50</b>	<b>37,20</b>	<b>37,80</b>	<b>37,80</b>	<b>38,20</b>
<b>Σ MUFA</b>	<b>47,30</b>	<b>43,10</b>	<b>38,40</b>	<b>46,80</b>	<b>47,60</b>
<b>Σ PUFA</b>	<b>15,50</b>	<b>19,00</b>	<b>22,10</b>	<b>14,70</b>	<b>13,80</b>
<b>Σ n3</b>	<b>0,90</b>	<b>1,20</b>	<b>1,40</b>	<b>1,10</b>	<b>0,90</b>
<b>Σ n6</b>	<b>3,50</b>	<b>4,60</b>	<b>5,30</b>	<b>3,00</b>	<b>2,70</b>
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	<b>60,30</b>	<b>76,60</b>	<b>73,10</b>	<b>70,80</b>	<b>76,50</b>

Tabela 142. Skład kwasów tłuszczowych badanych szynek po 1 miesiącu przechowywania (czas 1)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,00	1,00	1,00	1,20	1,10
15:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
16:0	23,00	22,40	22,80	24,20	22,70
16:1	3,20	2,80	2,20	3,60	3,40
17:0	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20
17:1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
18:0	12,50	12,60	15,10	13,00	12,90
18:1trans	0,40	0,30	0,40	0,20	0,30

18:1cis9	40,30	35,20	27,30	39,00	40,90
18:1cis11	3,90	3,70	3,40	4,10	4,10
18:1 c inne	0,30	0,30	0,50	0,30	0,30
18:2	9,60	13,20	15,40	8,70	8,70
GLA	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10
18:3 n3	0,40	0,50	0,60	0,40	0,40
18:2c9t11 CLA	0,10	0,10	-	0,10	0,10
20:0	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20
20:1	0,70	0,60	1,00	0,70	0,80
20:2	0,30	0,40	0,50	0,30	0,30
20:3n6	0,30	0,50	0,60	0,30	1,80
20:4n6	2,00	3,80	5,70	2,00	0,10
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:5 EPA	0,10	0,20	0,30	0,10	0,30
22:4n6	0,30	0,50	0,60	0,30	0,30
22:5n3	0,30	0,60	0,80	0,30	0,30
22:6 DHA	0,10	0,20	0,50	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	<b>37,10</b>	<b>36,60</b>	<b>39,60</b>	<b>38,90</b>	<b>37,30</b>
<b>Σ MUFA</b>	<b>49,00</b>	<b>43,10</b>	<b>35,00</b>	<b>48,10</b>	<b>50,00</b>
<b>Σ PUFA</b>	<b>13,40</b>	<b>19,70</b>	<b>24,30</b>	<b>12,50</b>	<b>12,30</b>
<b>Σ n3</b>	<b>0,80</b>	<b>1,20</b>	<b>1,50</b>	<b>0,80</b>	<b>0,80</b>
<b>Σ n6</b>	<b>2,60</b>	<b>4,80</b>	<b>6,90</b>	<b>2,60</b>	<b>2,40</b>
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	<b>67,10</b>	<b>75,70</b>	<b>81,50</b>	<b>84,50</b>	<b>76,80</b>

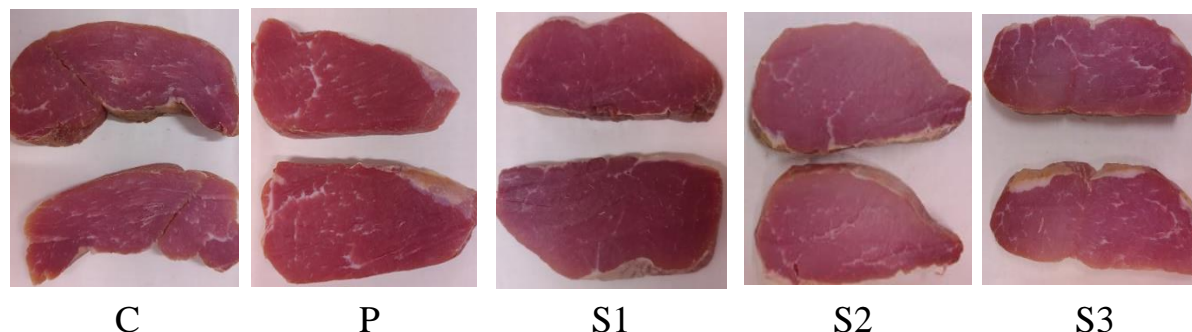
Na rysunku 20 przedstawiono profile sensoryczne badanych szynek surowo dojrzewających po produkcji.



Rysunek 20. Profil sensoryczny szynek surowo dojrzewających po produkcji.

### PRODUKCJA 3

Na rysunku 21 przedstawiono zdjęcia wyprodukowanych szynek wieprzowych surowo dojrzewających.



Rysunek 21. Zdjęcia wyprodukowanych szynek wieprzowych surowo dojrzewających

Warianty badawcze:

C- kontrola, sól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl.

P- kontrola, peklosól 2,0%, glukoza 0,5%, roztwór NaCl

S1- sól 2,0%, glukoza 0,5%, szczerp OP5

S2- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczerp OP8

S3- sól 2,0%, glukoza 0,5% szczerp S21

Tabela 143. Skład chemiczny badanych szynek dojrzewających (średnia ± niepewność)

Kod wariantu	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	NaCl [%]
C	55,70	36,80	4,30	2,20
P	54,30	37,90	4,40	2,30
S1	54,60	37,80	3,80	2,30
S2	53,10	39,00	4,30	2,70
S3	53,40	39,10	4,60	2,20

Tabela 144. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	41,48±2,30	7,39±0,99	3,40±0,69
P	40,80±2,39	7,62±1,05	5,98±0,87
S1	37,64±1,86	7,40±1,02	2,99±0,38
S2	43,18±2,46	6,58±0,98	3,00±0,52
S3	41,40±2,13	6,63±1,16	3,85±0,36

W tabeli 144 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0).

Tabela 145. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych szynek dojrzewających po procesie produkcyjnym (czas 0) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	331,67±1,53	6,03±0,01	0,91±0,01
P	331,67±0,58	5,74±0,01	0,75±0,04
S1	314,00±2,65	6,05±0,01	0,83±0,02
S2	338,00±2,65	5,57±0,02	0,88±0,03
S3	343,67±3,51	5,71±0,03	0,89±0,02

Tabela 146. Parametry barwy w systemie L\*a\*b\* badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	Parametry barwy		
	L*	a*	b*
C	44,86±2,18	7,96±1,30	4,39±0,90
P	42,10±2,21	7,54±1,18	7,47±1,04
S1	40,32±2,44	6,05±0,83	4,19±0,93
S2	47,08±1,05	5,31±0,76	4,85±0,55
S3	43,24±2,40	6,99±1,27	5,63±0,34

W tabeli 147 przedstawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych (potencjał oksydacyjno-redukcyjny, pH, wskaźnik TBARS) badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1).

Tabela 147. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), wartość pH i wskaźnik TBARS badanych szynek dojrzewających po 1 miesiącu przechowywania (czas 1) (średnia ± odchylenie standardowe)

Kod wariantu	ORP (mV)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
C	326,67±1,53	6,03±0,00	0,70±0,01
P	321,67±0,58	5,94±0,01	0,68±0,01
S1	316,33±1,53	6,17±0,01	0,76±0,04
S2	329,67±2,08	5,49±0,03	0,85±0,02
S3	333,33±1,53	5,80±0,00	0,72±0,02

Tabela 148. Zmiany aktywności wody prób szynek dojrzewających podczas przechowywania

Kod wariantu	Czas przechowywania [miesiące]		
	0	1	2
C	0,960±0,000	0,960±0,000	-
P	0,950±0,000	0,950±0,000	-
S1	0,957±0,005	0,953±0,005	-
S2	0,950±0,000	0,947±0,005	-
S3	0,960±0,000	0,960±0,000	-

Tabela 149. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby C

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,30	<1,0	<1,0	7,66	nb	nb
1	7,37	4,25	<1,0	6,99	nb	nb

Tabela 150. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby P

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	6,36	<1,0	<1,0	8,07	nb	nb
1	8,16	5,00	<1,0	7,15	nb	nb

Tabela 150. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S1

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,38	5,13	<1,0	8,45	nb	nb
1	8,33	3,00	<1,0	8,44	nb	nb

Tabela 151. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S2

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,52	4,85	<1,0	8,14	nb	nb
1	8,39	5,44	<1,0	8,20	nb	nb

Tabela 152. Wyniki analizy mikrobiologicznej dla Próby S3

Czas [miesiące]	Liczba bakterii [log jtk/g]				Obecność bakterii	
	OLD	ENT	DiP	LAB	SALM	L.MONO
0	7,43	4,85	<1,0	8,33	nb	nb
1	7,27	6,00	<1,0	7,16	nb	nb

Tabela 153. Skład kwasów tłuszczowych badanych szyniek po produkcji (czas 0)

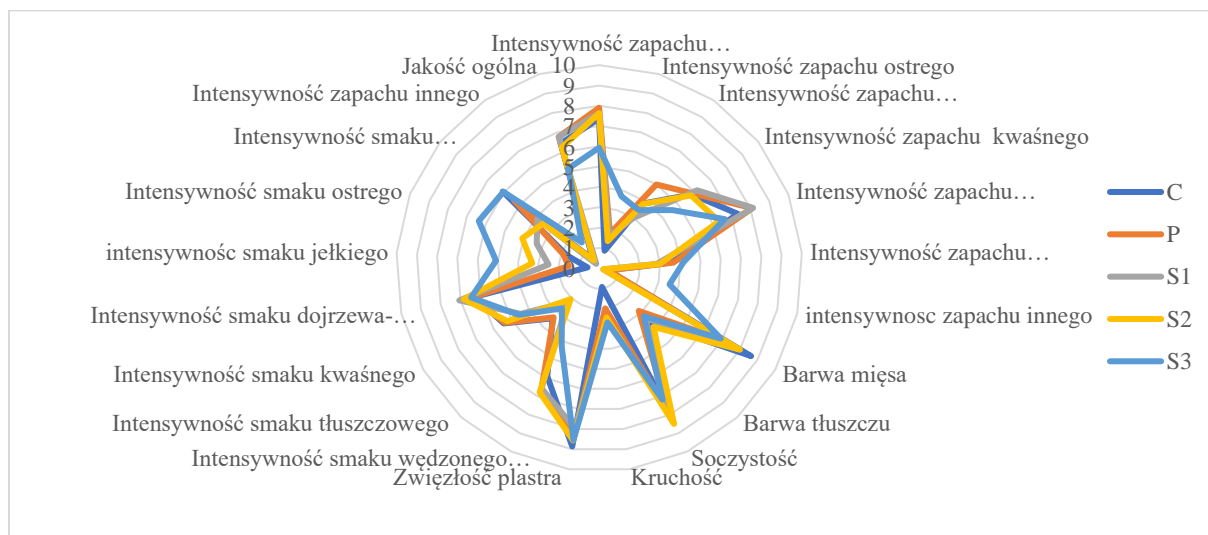
KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
14:0	1,20	1,30	1,10	1,20	1,10
15:0	0,10	-	0,10	0,10	0,10
16:0	23,60	22,40	22,90	24,30	23,30
16:1	3,20	4,10	3,10	3,10	3,10
17:0	0,30	0,20	0,40	0,30	0,30
17:1	0,30	0,20	0,30	0,20	0,30
18:0	12,70	11,30	12,90	13,90	13,90
18:1trans	0,30	0,20	0,20	0,20	0,30
18:1cis9	35,20	40,80	34,50	37,40	37,40
18:1cis11	3,90	4,60	3,60	3,90	3,80
18:1 c inne	0,30	0,40	0,30	0,20	0,40
18:2	11,90	9,40	13,10	9,70	10,00
GLA	0,20	0,10	-	-	0,20
18:3 n3	0,60	0,60	0,60	0,50	0,50
18:2c9t11 CLA	0,10	0,10	-	0,10	0,10
20:0	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
20:1	0,70	0,80	0,60	0,70	0,80
20:2	0,40	0,30	0,40	0,40	0,30
20:3n6	0,40	0,30	0,50	0,30	0,40
20:4n6	2,90	1,60	3,40	2,10	2,40
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:5 EPA	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,50	0,20	0,50	0,40	0,50
22:5n3	0,50	0,30	0,50	0,30	0,30
22:6 DHA	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
$\Sigma$ SFA	38,10	35,50	37,70	40,00	38,90
$\Sigma$ MUFA	43,90	51,10	42,60	45,70	46,10
$\Sigma$ PUFA	17,40	12,90	19,10	13,90	14,60
$\Sigma$ n3	1,20	1,00	1,20	0,90	0,90
$\Sigma$ n6	3,80	2,10	4,40	2,80	3,30
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	<b>63,70</b>	<b>66,20</b>	<b>77,80</b>	<b>73,50</b>	<b>67,40</b>

Tabela 154. Skład kwasów tłuszczowych badanych szyniek po 1 miesiącu przechowywania (czas 1)

KT [%]	Kod wariantu				
	C	P	S1	S2	S3
10:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1
12:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1
14:0	1,20	1,10	1,00	1,30	1,10
15:0	0,10	-	0,10	-	0,10
16:0	22,90	21,90	23,20	24,60	23,70
16:1	3,40	3,80	3,10	3,20	3,20
17:0	0,30	0,30	0,40	0,20	0,40
17:1	0,40	0,20	0,30	0,20	0,30
18:0	12,10	11,50	13,10	14,10	13,10
18:1trans	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40

18:1cis9	38,50	37,20	34,50	37,50	36,30
18:1cis11	4,00	4,50	3,80	3,90	3,90
18:1 c inne	0,40	0,40	0,30	0,30	0,40
18:2	10,80	11,90	12,20	9,10	10,00
GLA	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20
18:3 n3	0,60	0,60	0,50	0,50	0,50
18:2c9t11 CLA	0,10	0,10	-	-	0,10
20:0	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
20:1	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80
20:2	0,40	0,30	0,40	0,30	0,30
20:3n6	0,30	0,40	0,50	0,30	0,40
20:4n6	2,00	2,80	3,60	1,90	2,40
20:3n3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
20:5 EPA	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
22:4n6	0,40	0,40	0,50	0,30	0,50
22:5n3	0,30	0,40	0,50	0,30	0,30
22:6 DHA	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
<b>Σ SFA</b>	<b>36,80</b>	<b>35,10</b>	<b>38,10</b>	<b>40,50</b>	<b>38,60</b>
<b>Σ MUFA</b>	<b>47,80</b>	<b>47,20</b>	<b>43,00</b>	<b>46,10</b>	<b>45,30</b>
<b>Σ PUFA</b>	<b>15,00</b>	<b>17,00</b>	<b>18,30</b>	<b>12,80</b>	<b>14,60</b>
<b>Σ n3</b>	<b>1,00</b>	<b>1,10</b>	<b>1,10</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>
<b>Σ n6</b>	<b>2,70</b>	<b>3,60</b>	<b>4,60</b>	<b>2,50</b>	<b>3,30</b>
<b>Cholesterol (mg/100g)</b>	<b>74,65</b>	<b>77,00</b>	<b>74,80</b>	<b>84,80</b>	<b>76,70</b>

Na rysunku 22 przedstawiono profile sensoryczne badanych szynek surowo dojrzewających po produkcji.



Rysunek 22. Profil sensoryczny szynek surowo dojrzewających po produkcji.

## Część III

### Podsumowanie i wnioski

Bezpieczeństwo zdrowotne w przypadku produkcji ekologicznej wyrobów mięsnych jest związane ze zmniejszonym stosowaniem związków azotowych w peklowaniu. Analiza mikrobiologiczna wykazała, że zastosowane szczepy LAB (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8 oraz szczep z ekologicznej serwatki kwasowej *Lactiplantibacillus plantarum* S21) skutecznie hamowały rozwój patogenów, a tym samym i toksyn pochodzenia mikrobiologicznego w produktach mięsnych. Istnieją dwa zagrożenia związane z obecnością niepożądanych mikroorganizmów w mięsnych produktach bez-azotanowych. Pierwsze stanowią organizmy saprofityczne (*Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, pleśnie: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucom*), których rozwój związany jest z wytwarzaniem metabolitów wpływających negatywnie na wyróżniki sensoryczne mięsa i jego przetworów. Z kolei drugie zagrożenie związane jest z rozwojem w produktach mięsnych organizmów chorobotwórczych (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*) mogących wywoływać zatrucia pokarmowe, groźne dla zdrowia lub życia. Do najważniejszych zmiennych mających wpływ na jakość mikrobiologiczną mięsnych produktów bez-azotanowych lub z małą ich ilością zaliczyć można: jakość mikrobiologiczną surowca, obecność i rodzaj stosowanych substancji konserwujących, aktywność wody, wartość pH, potencjał oksydacyjno-redukcyjny, temperaturę przechowywania, sposób i warunki pakowania, zastosowane zabiegi utrwalania (peklowanie, wędzenie, fermentacja, obróbka cieplna. W przypadku rezygnacji ze stosowania azotanu (III) sodu/potasu w produkcji wyrobów mięsnych parzonych oraz azotanu (III i V) sodu/potasu w wyrobach dojrzewających należy bezwzględnie zagwarantować stabilizację mikrobiologiczną produktów w trakcie całego okresu przydatności do spożycia. Problematykę wpływu dodatku bakterii serwatki kwasowej na stabilność mikrobiologiczną wyrobów mięsnych, poddanych obróbce cieplnej oraz dojrzewających, wykazano we wcześniejszych badaniach. Ogólna liczba bakterii (OLD) kształtowała się na poziomie zbliżonym do liczby LAB (6,18-8,54 log jtk/g) i była istotnie wyższa w próbie z dodatkiem bakterii kwasu mlekowego w porównaniu do próby bez dodatku. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w żadnym z rozdrobnionych wyrobów mięsnych dojrzewających nie obserwowano bakterii z rodzaju *Clostridium* spp. Jest to szczególnie istotne



w przypadku wyrobów mięsnych pakowanych próżniowo, w środowisku dogodnym dla rozwoju beztlenowych laseczek przetrwalnikujących. Problematykę wpływu dodatku bakterii na stabilność oksydacyjną produktów mięsnych surowo dojrzewających oraz poddanych obróbce cieplnej (parzeniu) podjęto wykonując badania ORP i TBARS. TBARS jest odpowiednim wskaźnikiem do oceny utleniania lipidów w całym procesie fermentacji, wykorzystywanym głównie do pomiaru powstawania produktów wtórnych, takich jak aldehyd malonowy, aldehydy, ketony i inne utleniające produkty uboczne. Utlenianie lipidów w produktach mięsnych może powodować zmiany koloru, smaku i wartości odżywczych oraz może stanowić zagrożenie dla zdrowia. W różnych grupach badanych produktów poziom TBARS wzrastał podczas procesu dojrzewania. Grupy z dodatkiem drobnoustrojów wykazywały znacznie niższy poziom TBARS niż grupa kontrolna. Przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych ograniczają ich trwałość poprzez zmiany cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu), obniżają wartość odżywczą oraz wpływają na bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka. W przypadku dodatku drobnoustrojów, przemiany uległy wyhamowaniu. W celu określenia wpływu bakterii kwasu mlekowego na stabilność oksydacyjną wyrobów mięsnych oznaczano skład kwasów tłuszczowych. Nie obserwujemy w badaniach zmian w składzie, szczególnie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Barwa jest jednym ze wskaźników przemian oksydacyjnych w mięsie i produktach mięsnych. Produkty utleniania wpływają istotnie na zawartość i formę barwników hemowych w wyrobach mięsnych, co możemy zaobserwować w pomiarach barwy wyrobów. W badaniach obserwujemy wzrost wartości parametru  $a^*$  barwy w produktach z udziałem badanych drobnoustrojów. Jednocześnie to właśnie barwa, w pierwszej kolejności podlega percepcji i ocenie przez konsumentów. W przeprowadzonych badaniach odnotowano ponadto, że dodatek bakterii kwasowych wpłynął istotnie na parametry  $a^*$  barwy wyrobu podczas przechowywania. W trakcie przechowywania wyrobów mięsnych surowo dojrzewających obserwowano systematyczny wzrost udziału barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy w próbie z dodatkiem drobnoustrojów. Postępujące procesy utleniania w wyrobach mięsnych (zmniejszająca się zawartość MUFA i PUFA, wzrastająca wartość wskaźnika TBARS) nie wiązały się jednoznacznie z niekorzystnymi zmianami barwy produktów. Nie obserwowano dużych różnic w wartościach parametru  $a^*$  barwy pomiędzy próbkami z udziałem bakterii. LAB mają kluczowe znaczenie w tego typu produktach, ponieważ promują ważne i pożądane cechy, są nie tylko zdolne do przekształcania cukrów w kwasy organiczne, ale także posiadają szereg enzymów zdolnych do rozkładania białek, tłuszczów i węglowodanów na mniejsze związki

odpowiedzialne za wytwarzanie pożądaných smaków, aromatów i tekstur. Jednak nadmierna produkcja kwasów (w tym kwasu mlekowego), biotransformacja białek lub produkcja amin biogennych (dekarboksylacja niektórych aminokwasów) mogą być procesami związanymi ze specyficzną metaboliczną niektórych LAB. W takich przypadkach można je uznać za zepsucie. W związku z tym odpowiednia ocena dla każdej nowej kultury bakteryjnej o intensywnym zastosowaniu jako kultura starterowa (lub wspomagająca) w procesach fermentacji żywności musi być szczegółowo oceniona pod kątem potencjalnych negatywnych skutków. Badania sensoryczne wykazały, że LAB mogą poprawiać profil smakowy żywności, zmniejszając zapotrzebowanie na sztuczne wzmacniacze smaku ze względu na produkcję lotnych związków podczas fermentacji, mogą brać udział w biotransformacji niektórych związków fenolowych, a w rezultacie aktywnie przyczyniać się do tworzenia pożądaných cech organoleptycznych produktów mięsnych, co obserwowano w ocenie sensorycznej produktów.

#### Podsumowanie

Podsumowując, trzy wybrane szczepy LAB, z których dwa (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5 i *Lactiplantibacillus plantarum* OP8) zostały wyizolowane z otoczenia okołoprodukcijnego zakładu mięsnego, wcześniej przygotowanego do produkcji wyrobów mięsnych z udziałem bakterii kwasu mlekowego, działającego w systemie produkcji ekologicznej oraz jeden szczep (*Lactiplantibacillus plantarum* S21) z ekologicznej serwatki kwasowej, wykazują bardzo duży potencjał jako startery prozdrowotne podczas produkcji kielbas. Wykazują one zarówno działanie przeciwbakteryjne, jak i przeciwutleniające. Szczepy LAB wykazywały znaczące hamowanie rozwoju *E. coli* i *S. aureus*. Ponadto wykazywały one aktywność wymiatania wolnych rodników, na co wskazują badania ORP i TBARS, a także silną moc redukującą i wpływ na aktywność enzymów antyoksydacyjnych. Zastosowanie starterów kwasu mlekowego nie tylko pozwoliło zachować właściwości fizykochemiczne i ocenę sensoryczną naturalnie fermentowanych kielbas, ale także poprawiło kolor i konsystencję produktów. Dyskusja otrzymaných wyników badań wpływu bakterii kwasu mlekowego na jakość wyrobów mięsnych ekologicznych produkowanych w warunkach produkcji przemysłowej wskazuje na szereg istotnych wyróżników ich wpływu na właściwości gotowego wyrobu. Należy podkreślić, że otrzymane wyniki badań są rezultatem wcześniejszego przygotowania zakładu przez zaszczepienie tymi drobnoustrojami wielu działów produkcji zakładu. Bakterie kwasu mlekowego (LAB) zaszczepione w pomieszczeniach produkcyjnych zakładu to szeroko przebadana grupa mikroorganizmów znanych ze swoich zalet technologicznych, nie tylko w mięsie i produktach mięsnych, ale i innych surowcach oraz działania prozdrowotnego. Są

niezbędne w procesie fermentacji produktów mięsnych, które są odpowiedzialne za obniżenie pH, co hamuje rozwój psucia się i namnażanie mikroorganizmów chorobotwórczych poprzez produkcję bakteriocyn i innych środków przeciwdrobnoustrojowych, czyli są naturalnymi antagonistami bakterii patogennych. Obserwujemy to zjawisko w zrealizowanych badaniach. Przyczyniają się do wydłużenia okresu przydatności do spożycia oraz do tworzenia i wzmacniania smakowości, barwy i kształtowania tekstury. Autorzy badań zwrócili uwagę na aktywnością metaboliczną zastosowanych LAB, która przyczyniła się do rozwoju złożoności pożądaných sensorycznie i technologicznie cech produktów końcowych. Korzyści odżywcze udziału LAB, związane są z produkcją witamin i innych związków bioaktywnych, w tym obniżeniem poziomu cholesterolu, rozkładu azotynów, wzrostu aktywności przeciwutleniającej, poprawą bezpieczeństwa zdrowotnego produktów mięsnych poprzez redukcję szkodliwych związków i wydłużenie okresu przydatności do spożycia, co obserwujemy w prowadzonych badaniach. Ogólnie rzecz biorąc, poprzez poprawę jakości, zwiększa się bezpieczeństwo i wartość odżywcza produktów mięsnych. Związki bioaktywne wytwarzane przez LAB podczas ich metabolizmu wykazują wiele korzystnych właściwości, w tym przeciwbakteryjne, przeciwutleniające, przeciw nadciśnieniowe, immunomodulujące, przeciwzapalne i potencjalne działanie przeciwnowotworowe. Jednak potencjał prezentowany przez niektóre szczepy LAB jest istotnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę przed zastosowaniem w procesie spożywczym. Obecność LAB może pozytywnie przyczynić się do zwiększenia wartości odżywczej żywności poprzez produkcję witamin i peptydów bioaktywnych z białek mięśniowych. LAB mogą skutecznie przyczyniać się do redukcji negatywnych skutków działania wolnych rodników związanych z ich właściwościami przeciwutleniającymi oraz zmniejszać stres oksydacyjny w organizmie poprzez neutralizację szkodliwych reaktywnych form tlenu (ROS) i reaktywnych form azotu (RNS). Alternatywnie, mimo że większość LAB została uznana za bezpieczną na podstawie ich długiej historii zastosowań w fermentowanych produktach spożywczych, oceny bezpieczeństwa oparte na szczepach muszą być uważane za niezbędny krok we wdrażaniu nowych szczepów w procesach fermentacji żywności. Ponadto ważne jest, aby wziąć pod uwagę wszystkie parametry, które mogą zaszkodzić żywotności komórek podczas przechowywania. Na podstawie badań przedstawionych i omówionych w niniejszej pracy można wywnioskować, że LAB środowiskowe pełnią wszechstronne funkcje w mięsie i produktach mięsnych. Korzyści z ich stosowania na szerszą skalę są bardzo obiecujące. Środowiskowe LAB mogą stanowić alternatywę dla powszechnie stosowanych komercyjnych kultur startowych, których

podstawową wadą stosowania w produkcji żywności jest zmniejszenie bioróżnorodności produktów poprzez stosowanie tych samych szczepów startowych w różnych regionach.

## Wnioski

1. Dodatek azotynów i azotanów odgrywa kluczową rolę w przetwórstwie mięsa, także produkcji ekologicznej. Celem dodawania tych związków jest hamowanie rozwoju patogenów przenoszonych przez żywność, oraz nadanie specyficznych cech sensorycznych. Sole nitryfikacyjne przyczyniają się do rozwoju typowego smaku i czerwonej barwy, a także opóźniają utlenianie lipidów w peklowanych produktach mięsnych. Pomimo istotnych celów technologicznych i bezpieczeństwa azotynów, mogą one reagować z aminami drugorzędowymi w przewodzie pokarmowym, tworząc rakotwórcze N-nitrozoaminy, które są związane z występowaniem niektórych rodzajów nowotworów. Przeprowadzone badania przedstawione w niniejszym opracowaniu wykazały, że peklujące sole azotynowe można zastąpić odpowiednimi drobnoustrojami kwasu mlekowego (LAB).

2. W badaniach wykazano, że jakość ogólna, trwałość przechowalnicza produktów z dodatkiem soli kuchennej i bakterii kwasu mlekowego była bardzo zbliżona do wyników badań równoległe produkowanego wyrobu mięsnego z dodatkiem peklosoli (z udziałem azotynów). Jest możliwe zastąpienie soli azotynowych udziałem odpowiednich środowiskowych bakterii kwasu mlekowego.

3. Badania mikrobiologiczne wykazały, że liczba enterobakterii po przechowywaniu wyrobów z udziałem drobnoustrojów bakterii kwasu mlekowego i próby z solą kuchenną bez dodatku LAB była bardzo zbliżona do ich poziomu w wyrobach z udziałem peklosoli. Można stwierdzić, że przygotowanie zakładu do produkcji wyrobów mięsnych ma wpływ na poziom bakterii w gotowym wyrobie. Porównanie wyników badań próby kontrolnej z udziałem tylko soli kuchennej z próbami z dodatkiem bakterii LAB wskazuje na udział bakterii otoczenia (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8) oraz z ekologicznej serwatki kwasowej (*Lactiplantibacillus plantarum* S21) w końcowym poziomie drobnoustrojów w produkcji.

4. Proponujemy dalsze badania tego sposobu wykorzystania LAB z otoczenia (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8) oraz z ekologicznej serwatki kwasowej (*Lactiplantibacillus plantarum* S21) w innych zakładach przetwórstwa

ekologicznego w celu walidacji nowych receptur i wpływu LAB na parametry jakości i bezpieczeństwa ekologicznych produktów mięsnych bez dodatku azotanów i azotynów. Stosując odpowiednie technologie i modele chowu zwierząt oraz dalsze pogłębione badania, moglibyśmy wyeliminować azotany i azotyny z produkcji ekologicznej. Można sądzić, że z zastosowania tej technologii byłyby potencjalne korzyści zdrowotne wynikających ze spożywania tych ekologicznych produktów mięsnych z udziałem LAB bez środków pekujących.

5. Podsumowując, trzy wybrane szczepy LAB wykazują duży potencjał jako kultury środowiskowe do wykorzystania w technologii wyrobów parzonych i fermentowanych kiełbas. Wykazały one zarówno działanie przeciwbakteryjne, jak i przeciwutleniające. Zastosowane szczepy LAB wykazywały znaczące hamowanie przeciwko *E. coli* i *S. aureus*. Ponadto wykazywały aktywność wymiatania wolnych rodników, a także silną moc redukującą i aktywność enzymów antyoksydacyjnych. Zastosowanie tych starterów nie tylko pozwoliło zachować właściwości fizykochemiczne i cechy sensoryczne naturalnie fermentowanych kiełbas, ale także poprawiło kolor i konsystencję produktów. W szczególności wyższe wyniki sensoryczne uzyskano poprzez ich rozwój. Kiełbasy fermentowane nie tylko wprowadzają innowacje do przemysłu mięsnego, ale także oferują konsumentom nowy sposób spożywania bakterii, służąc jako obiecująca opcja dla osób dbających o zdrowie.

#### Wniosek końcowy

Produkcja ekologiczna w prowadzonych badaniach dotyczyła wykorzystania bakterii LAB (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8, *Lactiplantibacillus plantarum* S21) w produkcji wyrobów parzonych i surowo dojrzewających. Bakterie pozyskano ze środowiska przetwórczego zakładu i serwatki kwasowej lokalnego producenta ekologicznych produktów mlecznych. Otrzymane wyniki wskazują na duży wkład dodawanych bakterii w proces technologiczny i jakość wyrobu. Obserwujemy to pozytywne zjawisko w wielu wskaźnikach badawczych. Obserwowana barwa w analizie instrumentalnej i sensorycznej wskazuje na dużą rolę dodanych bakterii w jej tworzeniu. Współczynnik  $a^*$  barwy jest bardzo zbliżony do barwy produktu peklowanego. Może to wskazywać na udział dodanych drobnoustrojów w proteolizie białek i uwolnieniu ze struktur białkowych aminokwasu arginina, z którego w wyniku przemian otrzymujemy grupę azotynową i w połączeniu z mioglobina tworzy barwę zbliżoną do peklowanego mięsa. Jest to ważne,

ponieważ taka barwa wystąpiła również w próbie kontrolnej z udziałem soli kuchennej. Ten wynik sugeruje udział środowiskowych bakterii otoczenia w tworzeniu barwy solonego mięsa. Można zakładać, że „szczepienie” zakładu mięsnego odpowiednimi kulturami LAB nie tylko chroni przed bakteriami patogennymi, ale kształtuje pożądaną przez konsumenta jakość produktu ekologicznego, którego barwa bez dodatku związków azotowych jest porównywalna z wyrobami peklowanymi solą peklującą (dodatek nitrytu do soli).

## Część IV

### Literatura i publikacje

#### Literatura wykorzystana w opracowaniu sprawozdania

1. Bedale W., Sindelar J. J., & Milkowski A. L.: Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Science*, 2016, 120, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.009>.
2. Bermudez-Brito M, Plaza-Díaz J, Muñoz-Quezada S, Gómez-Llorente C, Gil A. Probiotic mechanisms of action. *Ann Nutr Metab*. 2012;61(2):160-74. doi: 10.1159/000342079. Epub 2012 Oct 2. PMID: 23037511.
3. Buczyński J. T., Nienartowicz-Zdrojewska A., Panek A., Szulc K, Skrzypczak E. 2011. Results of postslaughter evaluation of crossbred fatteners (Złotnicka Spotted x Duroc) and purebred fatteners (Złotnicka Spotted). *Journal of Central European Agriculture* 12, 622-631.
4. Buczyński J., Szulc K., Luciński P., Szyndler-Nędzia M. 2009. Program ochrony zasobów genetycznych świń rasy złotnickiej pstrej, 1-10.
5. Dolatowski Z., Szymański P., Okoń A. - Niepublikowane wyniki z badań dotyczących ekologicznego przetwórstwa mięsa.
6. Knorr D. : Technology aspects related to microorganisms in functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 1998, 9(8-9), 295-306. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)00051-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00051-X).
7. Kok J., Holo H., Van Belkum M.J., Haandrikman A.J., Nes I.F.: Nonnisin Bacteriocins in Lactococci: Biochemistry, Genetics, and Mode of Action. *Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria*, 1992, 121-150. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-355510-6.50014-2>.
8. Kurmann J.A., Rasic J.Lj.: Technology of fermented special products. *Bulletin of the International Dairy Federation (IDF)*, 1988, 227, 101-114.
9. Tlaskalová-Hogenová H, Stepánková R, Hudcovic T, Tucková L, Cukrowska B, Lodinová-Zádníková R, Kozáková H, Rossmann P, Bártová J, Sokol D, Funda DP, Borovská D, Reháková Z, Sinkora J, Hofman J, Drastich P, Kokesová A. Commensal bacteria (normal

- microflora), mucosal immunity and chronic inflammatory and autoimmune diseases. *Immunol Lett.* 2004, May 15;93(2-3):97-108. doi: 10.1016/j.imlet.2004.02.005. PMID: 15158604.
10. Łaszkiwicz, B., Szymański, P., & Kołożyn-Krajewska, D. (2021). The effect of selected lactic acid bacterial strains on the technological and microbiological quality of mechanically separated poultry meat cured with a reduced amount of sodium nitrite. *Poultry Science*, 100, 1, 263-272.
  11. Łepecka, A., Szymański, P., Okoń, A., & Zielińska, D. (2023). Antioxidant activity of environmental lactic acid bacteria strains isolated from organic raw fermented meat products. *LWT*, 174, 114440.
  12. Łepecka, A.; Szymański, P.; Okoń A.; Łaszkiwicz, B.; Onacik-Gür, S.; Zielińska, D.; Dolatowski, Z.J. The Use of Apple Vinegar from Natural Fermentation in the Technology Production of Raw-Ripened Wild Boar Loins. *Foods* 2023, 12, 3975.
  13. Łepecka, A., Szymański, P., Okoń, A., Siekierko, U., Zielińska, D., Trzaskowska, M., ... & Dolatowski, Z. J. (2023). The Influence of the Apple Vinegar Marination Process on the Technological, Microbiological and Sensory Quality of Organic Smoked Pork Hams. *Foods*, 12(8), 1565.
  14. O'Keefe, S. J. (2016). Diet, microorganisms and their metabolites, and colon cancer. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2016 Dec;13(12):691-706. doi: 10.1038/nrgastro.2016.165. Epub 2016 Nov 16. PMID: 27848961; PMCID: PMC6312102.
  15. Okoń A., Szymański Piotr, Dolatowski Z. J. (2019). Wpływ serwatki kwasowej na jakość fizykochemiczną i stabilność barwy fermentowanych kielbas ekologicznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(120).
  16. Ouwehand A, Isolauri E, Salminen S. The role of the intestinal microflora for the development of the immune system in early childhood. *Eur J Nutr.* 2002 Nov;41 Suppl 1:I32-7. doi: 10.1007/s00394-002-1105-4. PMID: 12420114.
  17. Pisula A., Pospiech E. (2011): *Mięso – Podstawy nauki i technologii*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.



18. Posthuma J. A., Rasmussen F. D., & Sullivan G. A.: Effects of nitrite source, reducing compounds, and holding time on cured color development in a cured meat model system. *LWT*, 2018, 95, 47-50. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.040>.
19. Przepisy wewnętrzne nr 21. Część I i II. Warszawa, 1991.
20. Rothe M, Blaut M. Evolution of the gut microbiota and the influence of diet. *Benef Microbes*. 2013 Mar 1;4(1):31-7. doi: 10.3920/BM2012.0029. PMID: 23257016.
21. Salminen S, von Wright A, Morelli L, Marteau P, Brassart D, de Vos WM, Fondén R, Saxelin M, Collins K, Mogensen G, Birkeland SE, Mattila-Sandholm T. Demonstration of safety of probiotics -- a review. *Int J Food Microbiol*. 1998 Oct 20;44(1-2):93-106. doi: 10.1016/s0168-1605(98)00128-7. PMID: 9849787.
22. Samuel BS, Shaito A, Motoike T, Rey FE, Backhed F, Manchester JK, Hammer RE, Williams SC, Crowley J, Yanagisawa M, Gordon JI. Effects of the gut microbiota on host adiposity are modulated by the short-chain fatty-acid binding G protein-coupled receptor, Gpr41. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2008 Oct 28;105(43):16767-72. doi: 10.1073/pnas.0808567105. Epub 2008 Oct 17. PMID: 18931303; PMCID: PMC2569967.
23. Szymański P., Łaskiewicz B., Kern Jędrychowska A., Siekierko U. Kołożyn-Krajewska D.: The effect of the use of *Limosilactobacillus fermentum* S8 isolated from organic acid whey on nitrosyl pigment concentration and the colour formation of uncured cooked meat products. *Meat Science* 2023, 01, 196.
24. Szymański P., Zielińska D., Okoń A., Łepecka A. Meat Microflora and the Quality of Meat Products. *Foods*. 2023; 12 (9):1895.
25. Szymański P., Łaskiewicz B., Siekierko U., Kern-Jędrychowska Kołożyn-Krajewska D.: The Use of the Mixed Bacteria *Limosilactobacillus fermentum* and *Staphylococcus carnosus* in the Meat Curing Process with a Reduced Amount of Sodium Nitrite. *Appl. Sci*. 2021, 11, 904.
26. Szymański P., Łaskiewicz B., Siekierko U., Kołożyn-Krajewska D.: Effects of the Use of *Staphylococcus carnosus* in the Curing Process of Meat with a Reduced Amount of Sodium Nitrite on Colour, Residue Nitrite and Nitrate, Content of Nitrosyl Pigments, and Microbiological and the Sensory Quality of Cooked Meat Product. *Journal of Food Quality*, 2020(7), 1-10).

27. Wójciak K. M., Kęska P., Okoń A., Solska E., Libera J., Dolatowski Z. J. (2018). The influence of acid whey on the antioxidant peptides generated to reduce oxidation and improve colour stability in uncured roast beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 10, 3728-3734.
28. Okoń A, Szymański P, Zielińska D, Szydłowska A, Siekierko U, Kołożyn-Krajewska D, Dolatowski ZJ. The Influence of Acid Whey on the Lipid Composition and Oxidative Stability of Organic Uncured Fermented Bacon after Production and during Chilling Storage. *Antioxidants*. 2021; 10(11):1711. <https://doi.org/10.3390/antiox10111711>.
29. Okoń A., Zielińska D., Szymański P., Łepecka A., Siekierko U., Neffe-Skocińska K., Trzaskowska M., Kajak-Siemaszko K., Sionek B., Karbowski M., et al. The Effect of Apple Vinegar Addition on the Quality and Shelf Life of Cooked Sausage during Chilling Storage. *Applied Sciences*. 2024; 14(10):4027. <https://doi.org/10.3390/app14104027>.

#### **Publikacje z badań ekologicznych 2017 – 2024**

1. Karwowska M., Dolatowski Z.J. (2017). Effect of acid whey and freeze-dried cranberries on lipid oxidation and fatty acid composition of nitrite-/nitrate free fermented sausage made from deer meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30, 1, 85-93.
2. Neffe-Skocinska K., Okoń A., Kolozyn-Krajewska D., Dolatowski Z.J. (2017). Amino acid profile and sensory characteristics of dry fermented pork loins produced with a mixture of probiotic starter cultures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 9, 2953-2960.
3. Okoń A., Stadnik J., Dolatowski Z.J. (2017). Effect of probiotic bacteria on antiradical activity of peptides isolated from dry-cured loins. *Food Science & Technology*, 15, 3, 382-390.
4. Wójciak K., Kęska P., Okoń A., Solska E., Libera J., Dolatowski Z.J. (2018). The influence of acid whey on the antioxidant peptides generated to reduce oxidation and improve colour stability in uncured roasted beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(10), 3728-3734.
5. Okoń A., Szymański P., Dolatowski Z.J. (2019). Wpływ serwatki kwasowej na stabilność barwy i jakość fizykochemiczną ekologicznych fermentowanych kiełbas. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość/ Food Science Technology Quality*, 26, 3(120), 135-147.

6. Ruda B., Okoń A., Trzaskowska M., Szymański P., Dolatowski Z. (2020). Wpływ miejsca pozyskania drewna na jakość i bezpieczeństwo zdrowotne kielbas wędzonych. *Żywność Nauka Technologia Jakość/Food Science Technology Quality*, 124. 100-112.
7. Okoń A., Szymański P., Zielińska D., Szydłowska A., Siekierko U., Kołożyn-Krajewska D., Dolatowski Z.J. (2021). The influence of acid whey on the lipid composition and oxidative stability of organic uncured fermented bacon after production and during chilling storage. *Antioxidants*, 10, 1711.
8. Okoń A, Szymański P, Zielińska D, Szydłowska A, Siekierko U, Kołożyn-Krajewska D, Dolatowski ZJ. The Influence of Acid Whey on the Lipid Composition and Oxidative Stability of Organic Uncured Fermented Bacon after Production and during Chilling Storage. *Antioxidants*. 2021; 10(11):1711. <https://doi.org/10.3390/antiox10111711>.
9. Okoń A., Zielińska D., Szymański P., Łepecka A., Siekierko U., Neffe-Skocińska K., Trzaskowska M., Kajak-Siemaszko K., Sionek B., Karbowski M., et al. The Effect of Apple Vinegar Addition on the Quality and Shelf Life of Cooked Sausage during Chilling Storage. *Applied Sciences*. 2024; 14(10):4027. <https://doi.org/10.3390/app14104027>.
10. Sionek B, Okoń A, Łepecka A, Zielińska D, Jaworska D, Kajak-Siemaszko K, Neffe-Skocińska K, Trzaskowska M, Karbowski M, Szymański P, et al. The Role of Autochthonous *Levilactobacillus brevis* B1 Starter Culture in Improving the Technological and Nutritional Quality of Cow's Milk Acid-Rennet Cheeses—Industrial Model Study. *Foods*. 2024; 13(3):392. <https://doi.org/10.3390/foods13030392>.
11. Łepecka A, Szymański P, Okoń A, Siekierko U, Zielińska D, Trzaskowska M, Neffe-Skocińska K, Sionek B, Kajak-Siemaszko K, Karbowski M, et al. The Influence of the Apple Vinegar Marination Process on the Technological, Microbiological and Sensory Quality of Organic Smoked Pork Hams. *Foods*. 2023; 12(8):1565. <https://doi.org/10.3390/foods12081565>.
12. Kajak-Siemaszko K, Zielińska D, Łepecka A, Jaworska D, Okoń A, Neffe-Skocińska K, Trzaskowska M, Sionek B, Szymański P, Dolatowski ZJ, et al. Effect of Lactic Acid Bacteria on Nutritional and Sensory Quality of Goat Organic Acid-Rennet Cheeses. *Applied Sciences*. 2022; 12(17):8855. <https://doi.org/10.3390/app12178855>.
13. Łepecka A, Okoń A, Szymański P, Zielińska D, Kajak-Siemaszko K, Jaworska D, Neffe-Skocińska K, Sionek B, Trzaskowska M, Kołożyn-Krajewska D, et al. The Use of Unique, Environmental Lactic Acid Bacteria Strains in the Traditional Production of

Organic Cheeses from Unpasteurized Cow's Milk. *Molecules*. 2022; 27(3):1097.  
<https://doi.org/10.3390/molecules27031097>.

## **Akta prawne (wybrane) dotyczące rolnictwa ekologicznego**

### **Przepisy krajowe:**

- Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. 09. Nr 116, poz. 975).
- Ustawa z dnia 5 grudnia 2014 r. o zmianie ustawy o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. z 2015 r., poz. 55).
- Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym - tekst jednolity.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 marca 2010 r. w sprawie jednostek organizacyjnych oceniających i potwierdzających zgodność środków do produkcji ekologicznej z wymaganiami określonymi w przepisach dotyczących rolnictwa ekologicznego oraz prowadzących wykaz tych środków (Dz.U. Nr 54, poz. 326).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 marca 2010 r. w sprawie niektórych warunków produkcji ekologicznej (Dz.U. Nr 56, poz. 348).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 kwietnia 2015 r. w sprawie danych dotyczących wyników przeprowadzonych analiz (Dz. U. z 2015 r. poz. 676).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 maja 2015 r. w sprawie ogólnych odstępstw od warunków produkcji ekologicznej (Dz. U. z 2015 r. poz. 799).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 maja 2015 r. w sprawie laboratoriów urzędowych i referencyjnych oraz zakresu analiz wykonywanych przez te laboratoria (Dz. U. z 2015 r., poz. 795).
- Rozporządzenie (WE) NR 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. Dz.U. L 139 z 30.4.2004.

### **Przepisy unijne:**

- Rozporządzenie Rady nr 834/2007 (tekst pierwotny) z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych (Dz. Urz. L 189 z 20.07.2007 r., s.1).
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008

poprzez ustanowienie unijnego wykazu dodatków do żywności (Dz. Urz. UE L 295/1).

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności (Dz. Urz. UE L 295/1).

#### **Rozporządzenia uzupełniające:**

- Sprostowanie do rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91.
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 967/2008 z dnia 29 września 2008 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych.
- Sprostowanie do rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylającego rozporządzenie (EWG) nr 2092/91 (Dz.U. L 189 z 20.7.2007).
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 (tekst pierwotny) z dnia 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 271/2010 z dnia 24 marca 2010 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w odniesieniu do unijnego logo produkcji ekologicznej.
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 505/2012 z dnia 14 czerwca 2012 r. zmieniające i poprawiające rozporządzenie (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 392/2013 z dnia 29 kwietnia 2013 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 889/2008 w odniesieniu do systemu kontroli produkcji ekologicznej

## Część V

### PORADNIK

#### Podstawowych zasad higieny i procesu technologicznego ekologicznych wytworów mięsnych z mięsa rodzimych ras trzody

Przewodnik został przygotowany przez: Prof. dr hab. inż. Zbigniewa Dolatowskiego,  
dr inż. Piotra Szymańskiego i dr inż. Annę Okoń - IBPRS

#### 1. Wprowadzenie

Produkcja ekologiczna zgodnie z rozporządzeniem UE 848/2018, kieruje się następującymi zasadami, które mają zastosowanie do przetwarzania żywności ekologicznej:

- a) produkowanie żywności ekologicznej z ekologicznych składników pochodzenia rolnego;
- b) ograniczenie do minimum stosowania dodatków do żywności, składników nieekologicznych pełniących głównie funkcje technologiczne i sensoryczne, jak również mikroelementów oraz substancji pomocniczych w przetwórstwie i tylko w przypadku istotnej potrzeby technologicznej lub do szczególnych celów żywieniowych;
- c) wykluczenie substancji i metod przetwarzania mogących wprowadzać w błąd co do prawdziwej natury danego produktu;
- d) staranne przetwarzanie żywności ekologicznej, najlepiej przy zastosowaniu metod biologicznych, mechanicznych i fizycznych;
- e) wykluczenie żywności zawierającej wytworzone nanomateriały lub składającej się z nich;
- f) w przetwórstwie spożywczym zezwala się na użycie następujących produktów i substancji: preparatów na bazie mikroorganizmów i enzymów spożywczych zwyczajowo stosowanych w przetwórstwie spożywczym pod warunkiem że enzymy spożywcze, które mają zostać użyte jako dodatki do żywności, zostały dopuszczone do stosowania w produkcji ekologicznej.

Solenie mięsa jest jednym z najstarszych sposobów utrwalania mięsa, polegający na nacieraniu go lub posypywaniu z jednoczesnym nacieraniem, chlorkiem sodu, czyli solą, łącznie z umieszczeniem mięsa w warunkach niskiej temperatury. Sól kuchenna wpływa na zmianę naturalnej barwy mięsa z różowo – czerwonej na szarą, przez co solone mięso wydaje się mało

apetyczne. Poza nadaniem mięsu trwałości przez określony czas, sól nadaje mu określony smak. Istota solenia mięsa, polega na wymianie osmotycznie – dyfuzyjnej. Mięso traci część wody, którą zastępuje sól, staje się sztywniejsze. Jednakże nie udaje się uniknąć sporych strat wartościowych składników (białka rozpuszczalne w wodzie, witaminy i inne), które przechodzą do powstającej solanki. W czasie częściowej utraty wody przez mięso, wzrasta ciśnienie osmotyczne wewnątrz komórek, hamując skutecznie rozwój bakterii gnilnych oraz pleśni. Taka sytuacja sprzyja jednak rozwojowi bakterii sololubnych. Dlatego też, najlepsze efekty utrudniające ten proces, osiągamy stosując łączenie solenia mięsa z innymi metodami takimi jak peklowanie, schładzanie, wędzenie, suszenie. Peklowanie w produkcji konwencjonalnej polega na działaniu na mięso solą z dodatkiem saletry, nitrytu, cukru i wielofosforanów w roztworze wodnym (solance) lub na sucho (mieszką peklującą). Peklowanie, poza przedłużaniem trwałości mięsa, wywołanym działaniem soli, nadaje mu także trwałą (utrzymującą się po obróbce termicznej), różowo – czerwoną barwę, co jest następstwem interakcji azotynu powstającego z użytej do konserwacji saletry, a w końcowej fazie – tlenku azotu i barwnika mięsa mioglobiny. Peklowanie przeprowadza się w temperaturze 0-4°C. Do solenia i peklowania nadaje się mięso wszystkich rodzajów zwierząt rzeźnych. Najczęściej jednak pekluje się wieprzowinę i wołowinę, ten zabieg wpływa uszlachetniająco, nadając mięsu specyficzny smak, zapach i trwałą barwę. Dodatek azotanów III i V do wyrobów ekologicznych musi być uzgadniany z jednostką certyfikującą oraz musi być zgodny z wymaganiami prawnymi.

## **2. Składniki dodatkowe:**

- Sól kuchenna jest prawie czystym chlorkiem sodowym, gdyż zawartość jego w soli kuchennej nie może być mniejsza od 97,5%. Czysta sól ma barwę białą, słony smak i pozbawiona jest zapachu. Sól nie rozpuszcza się w tłuszczach, a rozpuszczalność jej w wodzie nie zmienia się zbytnio ze zmianą temperatury: w temp. 0°C nasycony roztwór zawiera 26,2% soli, a w temperaturze 100 °C – ok. 28,9% soli. Używamy dwóch rodzajów soli:
  - soli warzonej zwanej warzonką – otrzymywanej przez odparowanie wody z roztworów solnych; bardzo czystej, puszystej i odznaczającej się dużą i łatwą rozpuszczalnością,
  - soli kamiennej – występującej w formie trwałych i ścisłych kryształków; trudniej rozpuszczającej się, używanej najczęściej do długotrwałego peklowania suchego.
- Saletra - w tej grupie, wyróżniamy dwa związki chemiczne:

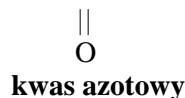
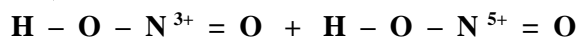
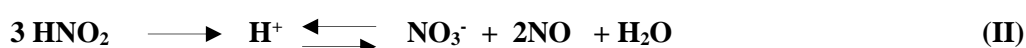
- azotan sodowy – saletra sodowa. Azotan sodowy jest to substancja bezbarwna, krystaliczna o smaku słonawym, lekko cierpkim, rozpuszczalna w wodzie (rozpuszczalność wzrasta wraz ze wzrostem temperatury wody), posiadająca własności korodujące w stosunku do metali.
  - azotan potasowy – to związek chemiczny bezbarwny, krystaliczny, rozpuszczalny w wodzie, o smaku słonawo-gorzki, higroskopijny, o działaniu korodującym na metale, znacznie mniejszymi od saletry sodowej.
- Peklosól - do peklowania mięsa najczęściej stosuje się gotową mieszaninę soli kuchennej i nitrytu. Mieszanka peklująca (peklosól) - 99,5-99,6% NaCl i 0,5-0,6% NaNO<sub>2</sub>, solenie (tylko chlorek sodu). Mieszaniny dodaje się w ilości około 1,5 - 2%. Dozwolony jest dodatek saletry (NaNO<sub>3</sub>) do wyrobów surowo dojrzewających. Do wyrobów ekologicznych na dodatek peklosoli musi być zezwolenie jednostki certyfikującej. Dodatek związków azotowych do wyrobów ekologicznych nie powinien być stosowany.
- Nie stosuje się do wyrobów ekologicznych dodatków takich jak: fosforany, cytryniany, askorbiniany i inne związki chemiczne.

Azotyn potasu (E249), Azotyn sodu (E250), Azotan sodu (E251) i Azotan potasu (E252) są to związki stosowane w procesie peklowania mięsa, gdyż oprócz kształtowania barwy i cech smakowo – zapachowych azotyny działają bakteriobójczo i bakteriostatycznie oraz przeciwutleniająco, ograniczając utlenianie tłuszczu w produkcie. Przeciwutleniająca i kształtująca aromat peklowniczy funkcja azotynu nie może być w zasadzie zastąpiona przez użycie innych substancji. Azotyn sodu ze względu na swoje specyficzne właściwości jest substancją powszechnie stosowaną w konwencjonalnym przetwarzaniu mięsa. Zasadnicze funkcje azotynu sodu w procesie peklowania mięsa to tworzenie typowej, różowej barwy produktów mięsnych, tworzenie smaku i zapachu charakterystycznego dla mięsa peklowanego, hamowanie rozwoju niektórych niepożądanych drobnoustrojów, w tym bakterii *Clostridium botulinum* oraz spowolnienie procesów utleniania. Niezależnie od korzyści wynikających ze stosowania azotynu sodu, od dawna wskazuje się na potencjalne ryzyko zdrowotne wynikające ze stosowania tego składnika, szczególnie w aspekcie udziału azotynów w tworzeniu rakotwórczych nitrozoamin w produktach mięsnych i organizmie człowieka. Skuteczność konserwującego działania azotynu zależy od interakcji takich czynników, jak: początkowe zanieczyszczenie mikrobiologiczne surowca, stężenie soli kuchennej, kwasowość przetworów (pH), aktywność wody, wysokość temperatury ogrzewania oraz warunki przechowywania. Obecność azotynów i azotanów jest szkodliwa dla zdrowia z kilku powodów: znaczne ilości



azotynów i azotanów w żywności mogą wywierać określone skutki toksykologiczne i prowadzić do zatruć pokarmowych, azotyny poprzez utlenianie żelaza hemoglobiny do formy trójwartościowej mogą powodować methemoglobinemię (niebezpieczną zwłaszcza u dzieci, a szczególnie niemowląt), azotyny ich pochodne w reakcji z aminami w środowisku kwaśnym tworzą N-nitrozoaminy o działaniu kancerogennym, azotyny i azotany poprzez destrukcję witamin z grupy B, witaminy A i karotenu obniżają wartość odżywcza pożywienia. Niewielkie ADI azotynu i azotanu pobieranych wraz z żywnością oraz potencjalne zagrożenia powstawania mutagennych i rakotwórczych nitrozoamin w produktach. Aktualne tendencje w stosowaniu dodatków o działaniu przeciwdrobnoustrojowym i przeciwutleniającym w przetwórstwie mięsa wywołały falę dyskusji dotyczącą obciążenia żywności tymi związkami. W przetwórstwie mięsa ekologicznego za zgodą jednostki certyfikującej można do peklowania stosować w odpowiedniej ilości związki azotowe.

W produktach mięsnych peklowanych przy użyciu azotanów III i V zachodzą następujące reakcje chemiczne:



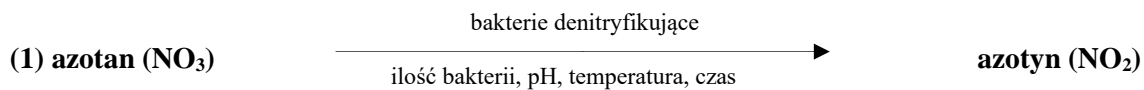
reakcja z mioglobina/metmioglobina, grupami -SH, aminokwasami i innymi składnikami mięsa

**Rys. 1.** Przemiany związków azotowych w środowisku mięsnym

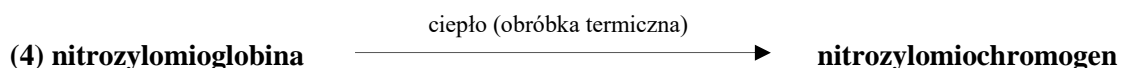
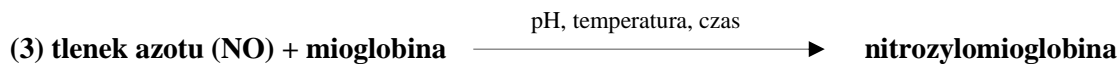
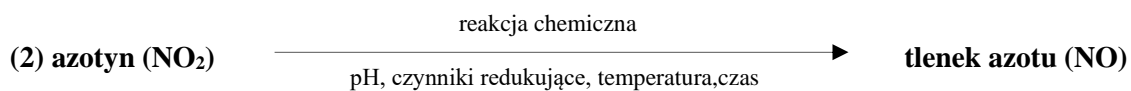
### 3. Peklowanie / solenie

Utrwalanie mięsa przez solenie i peklowanie znane jest od bardzo dawna. Głównym celem peklowania jest wytworzenie barwy stabilnej po obróbce cieplnej. Barwa mięsa peklowanego, niepoddanego obróbce cieplnej jest żywo czerwona i jest wynikiem utworzenia kompleksu mioglobiny z tlenkiem azotu zwanym nitrozylomioglobina. Podczas obróbki cieplnej mięsa peklowanego, część białkowa barwnika ulega denaturacji i powstaje związek - nitrozylomiochromogen o barwie różowoczerwonej, charakterystycznej dla wędlin wytworzonych z mięsa peklowanego. Peklowanie jest procesem bardzo złożonym, którego efekt zależy od współdziałania wielu czynników (surowiec, warunki panujące podczas procesu).

#### TRADYCYJNA TECHNOLOGIA



#### WSPÓŁCZESNA TECHNOLOGIA



Rys. 2. Uproszczony schemat reakcji zachodzących podczas peklowania mięsa

#### **4. Ocena jakości surowca**

Surowce mięsne do peklowania muszą być dobrej jakości higienicznej i jakościowej. Mięso wieprzowe nie może wykazywać wad PSE i/lub DFD, a po 24 h od uboju musi charakteryzować się pH na poziomie 5,6-5,8, podobnie i mięso wołowe.

#### **5. Czynniki wpływające na efektywność procesu peklowania azotanowego (III) mięsa**

Efektywność procesu peklowania zależy od wielu czynników środowiska, warunków przeprowadzenia procesu technologicznego i właściwości mięsa. Skład tkankowy surowca mięsnego oraz zawartość barwników hemowych wpływa na stopień przereagowania barwników hemowych i trwałość uzyskanej barwy. Stosunkowo duża ilość tkanki tłuszczowej i łącznej w farszu mięsnym oraz stosunkowo niska zawartość barwników hemowych, mogą powodować niezadowalającą stabilność peklowanego mięsa.

Stężenie jonów wodorowych (pH) jest czynnikiem decydującym o szybkości i wydajności procesu peklowania. W przypadku peklowania mięsa za pomocą azotanów (III) korzystne jest pH na poziomie 5,6-5,9. Obniżenie pH farszów mięsa z ud kurcząt z 6,50 do 6,20 oraz z 6,20 do 5,90 podczas peklowania wpływało korzystnie na przereagowanie barwników hemowych i stabilność barwy po obróbce cieplnej.

Azotany (III) wchodzą w reakcje uboczne, niezwiązane z procesem, dlatego warunkiem uzyskania trwałej barwy produktu mięsnego jest zastosowanie odpowiedniej ilości wyjściowej tych związków.

#### **6. Metody peklowania**

Sucha

Peklowanie na sucho polega na zasypaniu mięsa mieszanką peklującą w ilości 1,5 - 2 %. Metodą na sucho peklowane są mięsa drobne. Czas peklowania zależy od wielkości elementów mięsa. W przypadku mięs drobnych mięs ok. 24 h, temp. 2-6 °C.

Mokra

Metodę peklowania na mokro stosuje się głównie do elementów cało mięśniowych np. boczki, karczki, szynki, temp. 2-6 °C

Zalewowa

Polega ona na zalaniu mięsa roztworem wodnym peklosoli - solanką peklującą. Czas peklowania zależy od wielkości elementu i może trwać 2-3 dni.

Nastrzykowo - zalewowa

Polega na nastrzyku mięsa niewielką ilością solanki i peklowaniu mięsa w solance. Czas peklowania trwa 2 - 3 dni.

Nastrzykowa

Polega na nastrzyknięciu mięsa solanką peklującą za pomocą nastrzykiwarki, a następnie mięso poddane jest procesowi masowania. Czas procesu od kilku do kilkunastu godzin. Czas peklowania uzależniony jest od wielkości kawałków mięsa, dla surowca uzyskanego z doczyszczania elementów zasadniczych 24 h temp. 2-6 °C. Dodatek peklosoli 1,8-2,2%. Możliwe jest skrócenie czasu peklowania i wydłużenie czasu osadzania.

Peklowanie w zależności od technologii:

- Nastrzyk mięśni solanką i masowanie.
- Nastrzyk mięśni (niski 5-7%) i leżakowanie w solance.
- Leżakowanie w solance.

Istotne parametry:

1. Odpowiednie stężenie solanki peklującej i jej skład, zależny od metody peklowania, poziomu nastrzyku, wielkości elementu, zakładanej wydajności.
2. Czas peklowania.
3. Temperatura 2-4 °C.
4. Higiena procesu, urządzeń (nastrzykiwarki, masownicy).

Np. Schab nastrzykuje się solanką (2-3 °C) wprowadzając 5-7% solanki w stosunku do masy schabu. Następnie schab umieszcza się w cymbrach, zalewa solanką i pekluje przez 2-3 dni w temperaturze 3-5 °C. Następnie schab wyjmuje się i zawiesza na kijach, obmywa zimną wodą i pozostawia do ocieknięcia na 4-6 h.

Istotną rolę w osiągnięciu efektów peklowania odgrywa zdolność redukcyjna środowiska. Z uwagi na niewystarczającą ilość endogennych czynników redukujących w mięsie, konieczne jest ich dodatkowe wprowadzenie, w celu przyspieszenia reakcji nitrozylowania barwników

hemowych. Jako substancje redukujące, wspomagające proces pektowania, stosuje się kwas askorbinowy, izoaskorbinowy i ich sole. Askorbiniany redukują metmioglobinę do mioglobiny oraz nitrozylometmioglobinę do nitrozylomioglobiny. Ich działanie polega również na przyspieszeniu tworzenia się tlenku azotu z azotanów (III). Redukując barwniki mięśniowe, askorbiniany umożliwiają przebieg reakcji ich współutlenienia z resztkowym azotanem (III). Rolę przeciwutleniacza w przetwórstwie mięsa pełni także kwas cytrynowy oraz jego sole sodowe i potasowe. Wszystkie ww. substancje wykazują pozytywny wpływ na stopień przereagowania barwników hemowych i obniżenie poziomu resztkowego azotanu (III). Najlepszy wynik uzyskano w przypadku zastosowania kwasu cytrynowego. Liczne badania wskazują, że powszechnie stosowany w przetwórstwie mięsa kwas mlekowy i jego sole, oprócz działania bakteriostatycznego i poprawiającego walory smakowe produktów, mają właściwości przeciwutleniające i wpływają korzystnie na barwę produktu mięsnego. W przetwórstwie ekologicznym powinniśmy stosować naturalne substancje redukujące pozyskane z upraw roślin ekologicznych np. ekologiczna herbata zielona.

## **7. Podstawowe procesy technologiczne w przetwórstwie mięsa**

Surowce mięsne, tłuszczowe i podrobowe muszą pochodzić z tusz zwierząt rzeźnych uznanych przez odpowiednie jednostki kontroli urzędowej za zdatne do spożycia bez zastrzeżeń. Do produkcji wędlin stosuje się mięso chłodzone lub mrożone. To ostatnie jednak, często w wyniku niewłaściwego rozmrażania, wykazuje gorszą zdolność wchłaniania i wiązania wody i jest mniej trwałe podczas przechowywania. Szeroko praktykowane jest stosowanie do produkcji konwencjonalnej dodatku różnych preparatów białkowych, takich jak: skrobia, kazeinian sodu, białko sojowe, proszek jajowy (całe jajka lub tylko białko) i tzw. substancji dodatkowych. Preparaty polepszają zdolność utrzymywania wody przez farsz, powodują także polepszenie wtórnych cech jakościowych - soczystości, konsystencji i struktury gotowego produktu. Do produkcji kielbas stosuje się też emulsję tłuszczowo-kolagenową, otrzymaną ze skórek i pachwiny wieprzowej lub mięsa wołowego niskiej klasy, także z dodatkiem drobnego łożu. Popularne przyprawy stosowane do produkcji wędlin to: czosnek, cebula lub susz cebulowy, pieprz naturalny lub zielony, kminek itp. W produkcji ekologicznej ilość dodawanych substancji jest bardzo ograniczona i powinny pochodzić z plantacji ekologicznych. Do procesu technologicznego przeznaczają się mięso w elementach do produkcji wędzonek i mięso drobne do produkcji kielbas.

## **8. Rodzaje wędlin wg PN-A-82007**

WĘDZONKI - przetwory mięsne bez osłonek lub w osłonkach o zachowanej lub częściowo zachowanej strukturze tkankowej, wyprodukowane z jednego lub kilku kawałków części anatomicznej tuszy, peklowane lub solone, wędzone lub niewędzone, suszone, surowe, parzone, pieczone.

KIEŁBASY - przetwory mięsne w osłonkach naturalnych lub sztucznych, wyprodukowane z rozdrobnionego mięsa i tłuszczu, peklowanego lub niepeklowanego, solonego, z dodatkiem lub bez surowców uzupełniających, przyprawione, wędzone lub niewędzone, surowe, dojrzewające, parzone lub pieczone.

WĘDLINY PODROBOWE - przetwory wyprodukowane z solonych lub peklowanych podrobów, mięsa i tłuszczu, w osłonkach naturalnych, sztucznych lub formach, z dodatkiem lub bez krwi spożywczej i surowców uzupełniających, przyprawione, parzone lub pieczone i ewentualnie wędzone.

PRODUKTY BLOKOWE - przetwory mięsne wyprodukowane z mięsa o zachowanej lub częściowo zachowanej strukturze tkankowej, z mięsa rozdrobnionego, z tłuszczu i podrobów, peklowanych, solonych, z ewentualnym dodatkiem surowców uzupełniających, przyprawione, poddane lub nie poddane obróbce cieplnej w formach lub osłonkach utrzymujących ich kształt.

## **9. Ogólna charakterystyka mięsa drobnego wieprzowego stosowanego do produkcji kielbas i produktów blokowych:**

Mięso wieprzowe

- Klasa I, symbol wp.b/k I, określenie: chude, nieścięgniste;
- Klasa IIA, symbol: wp.b/k IIA, określenie: średnio tłuste, nieścięgniste;
- Klasa II B, symbol: wp.b/k IIB, określenie: tłuste, nieścięgniste;
- Klasa III, symbol: wp.b/k III, określenie: chude lub średnio chude, ścięgniste;
- Klasa IV, symbol: wp.b/k IV, określenie: krwawe, ścięgną, węzły chłonne.

W praktyce otrzymujemy trzy klasy: I, II, III, które stosuje się w przetwórstwie tradycyjnym i przemysłowym.

Mięso wołowe

Mięso czerwone, a w tym i wołowina było i jest istotnym oraz niezbędnym elementem dobrze zbilansowanej diety społeczeństw krajów wysoko rozwiniętych. Wołowina należy do

najwartościowszych mięs pod względem wartości odżywczych, o czym decyduje podstawowy skład chemiczny oraz zawartość składników egzogennych. Wołowina jest mięsem średnio kalorycznym - wartość kaloryczna wołowiny zależy od procentowego udziału tłuszczu, a jego średni udział nie przekracza 5%. Przy obecnych tendencjach żywieniowych w kierunku obniżenia poziomu energetycznego żywności, czynnik ten odgrywa istotną rolę. Wołowina ponadto zawiera znaczne ilości białka cechującego się wysoką wartością biologiczną. Przystawalność tych białek przez człowieka, ze względu na bliski optymalnemu zestaw aminokwasów egzogennych, waha się, w zależności od ilości tkanki łącznej, w granicach od 70 do 100%. Mięso to jest również ważnym źródłem niektórych mikro składników, takich jak żelazo, selen, witaminy A, B12 i kwas foliowy, które odznaczają się niską biodostępnością lub w ogóle nie występują w żywności pochodzenia roślinnego. W 100 gramach wołowiny jest zawarte około: żelaza 2,5 mg i cynku 3,8 mg. Porcja 100 g mięsa wołowego pokrywa 30% dziennego zapotrzebowania kobiet na cynk i 23% zapotrzebowania mężczyzn. Warto wiedzieć, że zwiększone zapotrzebowanie na cynk występuje u kobiet w ciąży i u kobiet karmiących.

W Polsce istnieje niewykorzystany potencjał produkcji wołowiny i cielęciny oraz znaczne możliwości rozwoju tego kierunku produkcji zwierzęcej. W naszym kraju mamy do czynienia z jednym z najniższych wskaźników obsady bydła na 100 ha użytków rolnych wynoszącego ok. 30 szt. Terminem „bydło” określa się zwierzęta domowe z gatunku *Bos taurus* oraz *Bubalus bubalis*, w tym hybrydy. Mięso wołowe określa się jako pozyskiwane od młodego bydła rzeźnego w różnych przedziałach wiekowych i płci oraz bydła dorosłego. Jeżeli ubój nastąpił między 8 a 12 miesiącem, tak pozyskane mięso występuje pod nazwą „młoda wołowina”, natomiast mięso ze zwierząt starszych niż 12 miesięcy należy określać mianem „wołowina”. Półtuszę wołową dzieli się na 14 elementów zasadniczych (szyja, karkówka, rozbratel, antrykot, polędwica, rostbef, ogon, goleń tylna, udziec, łata, szponder, mostek, goleń przednia, łopatka), z których otrzymuje się mięsa drobne do produkcji kielbas.

Charakterystyka drobnego mięsa wołowego stosowanego do produkcji kielbas:

- Klasa I, symbol: woł.b/k I, określenie: chude, nieścięgniste;
- Klasa II, symbol: woł.b/k II, określenie: chude, ścięgniste;
- Klasa III, symbol: woł.b/k III, określenie: tłuste;
- Klasa IV, symbol: woł.b/k IV, określenie: krwawe, ścięgną, powięzi konsumpcyjne, węzły chłonne.

## Literatura

1. Bedale W., Sindelar J.J., Milkowski A.L.: Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Science*, 2016, 120, 85-92.
2. Dolatowski Z., Szymański P., Okoń A. - Niepublikowane wyniki z badań dotyczących ekologicznego przetwórstwa mięsa.
3. Pezacki W. (1968): Technologiczne odchylenia jakości wyrobów mięsnych. PWRiL Warszawa.
4. Pisula A., Pospiech E. (2011): Mięso – Podstawy nauki i technologii, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
5. Posthuma J. A., Rasmussen F. D., & Sullivan G. A.: Effects of nitrite source, reducing compounds, and holding time on cured color development in a cured meat model system. *LWT-Food Science and Technology*, 2018, 95, 47-50.
6. Przepisy wewnętrzne nr 21. Część I i II. Warszawa, 1991.