

Wpływ marynowania mięsa wieprzowego z wykorzystaniem fermentowanych niepasteryzowanych octów na jego właściwości reologiczne

Effect of marinating with fermented unpasteurized vinegars on the rheological properties of pork meat

Magdalena Dykiel, Angelika Uram-Dudek, Iwona Wajs

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Krośnie, Rynek 1, 38-400 Krosno, e-mail: magdalena.dykiel@pans.krosno.pl

Słowa kluczowe: marynowanie, mięso wieprzowe, tekstura, niepasteryzowany ocet owocowy
Keywords: marinating, pork, texture, unpasteurised fruit vinegar

Streszczenie

Konsumenci domagają się mięsa i produktów mięsnych z naturalnymi składnikami, które gwarantują wysoką jakość żywności, a im samym zapewnią zdrowie. Celem podjętych badań było określenie wpływu marynaty z wykorzystaniem niepasteryzowanych octów i octu spirytusowego na właściwości reologiczne mięsa wieprzowego. Surowcem do badań było mięso wieprzowe – karkówka. Karkówkę podzielono na pięć porcji, z czego jedna stanowiła próbę kontrolną (bez octu), a pozostałe cztery marynowano octem: I – spirytusowym (pH 2,83), niepasteryzowanym octem: II – jabłkowym (pH 3,24), III – gruszkowym (pH 3,72), IV – malinowym (pH 3,01). Próbkę oceniono pod kątem właściwości reologicznych. Wyniki niniejszego badania pokazują, że stosowanie octu w marynowaniu karkówki wieprzowej wpływa na cechy reologiczne mięsa, przy czym wpływ ten zależy od rodzaju użytego octu. Wykazano, że marynowanie z wykorzystaniem fermentowanych niepasteryzowanych octów miało znaczący ($p < 0,05$) wpływ na adhezyjność, odbojność i żylastość, ale nie na ich twardość, sprężystość, żujność oraz gumowatość ($p > 0,05$), co pokazało porównanie z próbkami kontrolnymi. Proces marynowania mięsa wieprzowego octem malinowym wpłynął istotnie na zwiększenie takich cech mięsa jak twardość, gumowatość i adhezyjność, co pokazało porównanie z próbkami kontrolnymi. Marynowanie octem gruszkowym wpłynęło na zmniejszenie odbojności, zaś zabieg marynowania octem jabłkowym miał istotny wpływ na adhezyjność, odbojność i żylastość, co pokazało porównanie z próbkami kontrolnymi. Proces marynowania przy użyciu octu spirytusowego, jabłkowego, gruszkowego oraz malinowego wpłynął na zmniejszenie odbojności mięsa, co pokazało porównanie z próbkami z grupy

kontrolnej. Konieczne jest stałe analizowanie i badanie tekstury żywności, gdyż jest to ważna cecha, która wpływa na to, czy dany produkt spożywczy jest akceptowany, czy odrzucany przez konsumenta.

Summary

Consumers demand meat and meat products with natural ingredients that guarantee health and good food quality. The aim of the study was to determine the effect of marinade using unpasteurised vinegars and spirit vinegar, on the rheological properties of pork meat. The raw material for the study was pork – neck of pork. The pork neck was divided into five portions, one of which was a control sample (without vinegar) and the other four were marinated with vinegar, i.e. – spirit vinegar (pH 2.83), unpasteurised vinegar: II – apple (pH 3.24), III – pear (pH 3.72), IV – raspberry (pH 3.01). The samples were evaluated for rheological properties. The results of the present study show that the use of vinegar in marinating pork neck affects the rheological characteristics depending on the type of vinegar used. It was shown that marinating with fermented unpasteurised vinegars had a significant ($P < 0.05$) effect on the values of adhesiveness, bounce and stringiness, but not on their hardness, resilience, chewiness and gumminess ($P > 0.05$) compared to control samples. Marinating pork with raspberry vinegar will significantly increase the values of hardness, gumminess and adhesiveness compared to control samples. Marinating with pear vinegar had a reduction in the bounce value while the apple cider vinegar marinating treatment had a significant effect on adhesiveness, bounce and stringiness values compared to control samples. The marinating process using spirit vinegar, apple cider vinegar, pear vinegar and raspberry vinegar will decrease the bounce value compared to the control group samples. Food texture requires continuous analysis and research, as it is an important characteristic that influences whether a product is accepted or rejected by the consumer.

Wstęp

Mięso jest pokarmem o wysokiej wartości odżywczej ze względu na zawartość białka, tłuszczu, witamin i minerałów, które są istotne dla dobrego odżywiania. Wraz z rosnącą świadomością żywieniową konsumentów coraz większe znaczenie ma jakość mięsa i produktów mięsnych, a także innych produktów spożywczych [1].

Wieprzowina jest podstawowym pożywieniem w wielu kuchniach narodowych [2]. Jest bogatym źródłem składników odżywczych w diecie człowieka, takich jak białko, tłuszcz, witaminy (tiamina, ryboflawina i niacyna) oraz minerały (żelazo, wapń i magnez) [3]. Miofibryle (miozyna i aktyna) w wieprzowinie są głównymi

składnikami około 65–70% włókien mięśniowych, decydujących o teksturze i delikatności mięśni wieprzowych. Zmiany w strukturze miofibryli mają znaczący wpływ na teksturę produktów wieprzowych [4].

Marynowanie jest metodą konserwacji stosowaną od lat. Polega na dodawaniu do produktów mięsnych płynów zawierających aromaty, przyprawy i do datki funkcjonalne [5, 6]. Wykorzystanie marynat nie tylko wydłuża okres przydatności mięsa do spożycia, ale także poprawia jego właściwości sensoryczne, takie jak konsystencja, smak i soczystość [7]. Jedną z funkcji marynowania jest podnoszenie zdolności zatrzymywania wody w włókienkach mięśniowych miofibrylarnych w celu uzyskania większej soczystości i lepszej tekstury mięsa [8]. Marynaty mogą zwiększyć akceptację sensoryczną produktów mięsnych poprzez poprawę smaku [9]. Przeprowadzone przez różnych autorów badania [10–12] wykazały również, iż kwaśne marynaty (tj. kwasy organiczne) zmiękczej wołowinę i mięso drobiowe.

Do marynowania mięs stosuje się trzy podstawowe metody, a mianowicie zanurzenie, wstrzykiwanie i masowanie (bębnowanie) [7]. Pierwsza z nich polega na zanurzeniu mięsa w marynacie w niskiej temperaturze przez określony czas. Wstrzyknięcie polega na użyciu igieł w celu wywarcia nacisku i wprowadzenia określonej ilości płynu marynaty do mięsa. Bębnowanie polega na obracaniu mięsa w odchylnym od poziomu bębnie, podczas gdy dodawany jest płyn marynacyjny. Najprostszą i najczęściej stosowaną metodą jest zanurzenie [13].

Ocet to jeden z niewielu współczesnych produktów, który od wieków gości w kuchni, a zarazem go składnikiem o czystej etykiecie. Składniki octu często odbierane są przez kubki smakowe jako kwaśne, od dawna doceniane są przez przetwórców mięsa, gdyż mają udział w zmiękczeniu, konserwowaniu, wzmacnianiu smaku, a także wpływają na barwę mięsa. Ocet zawiera wiele witamin i innych związków nieodłącznie związanych z materiałem podłoża. Niektóre z nich nadają mu charakterystyczną barwę i niepowtarzalny smak. Niektóre octy dodatkowo rozwijają kolor i smak w wyniku fermentacji lub starzenia w drewnianych beczkach [14]. Istnieje wiele odmian octu handlowego, które są często stosowane w marynatach do mięsa [15, 16].

Konsumenci domagają się mięsa i produktów mięsnych ze składnikami naturalnymi, które gwarantują wysoką jakość żywności, a im samym zapewnią zdrowie. Stosowanie naturalnych dodatków stało się bardziej atrakcyjną opcją w porównaniu z tradycyjnymi konserwantami i składnikami syntetycznymi [17]. Jako marynatę do mięsa wołowego, wieprzowego i drobiowego wykorzystuje się soki z owoców, takich jak winogrona [18], mango, ananas [19], wiśnia i śliwka [20], oraz warzyw, jak cebula, czosnek [21], imbir [22] i buraki [23]. Użycie soków owocowych w procesie marynowania poprawia właściwości teksturalne mięsa [24]. Ponadto dodanie do marynaty soku z owoców może poprawić aromat, smak, soczystość i delikatność

mięsa [7]. Marynowanie wpływa na zdolność zatrzymywania wody przez mięso, co może zwiększyć soczystość gotowego produktu. Należy jednak zauważyć, że jakość marynowanych produktów zależy od metody marynowania, rodzaju marynaty i warunków marynowania [7].

Dodawanie octu owocowego do produktów mięsnych jest praktykowane od dawna. Umieszczenie mięsa na kilka lub kilkanaście dni w marynacie z wykorzystaniem octu, soli, cukru, oleju i przypraw pozwala na poprawę cech świadczących o jakości produktu mięsnego [17, 25]. Zauważono liczne korzyści ze stosowania octu, takie jak pozytywny wpływ na cechy sensoryczne mięsa, jego barwę, smakowość, kruchość i bezpieczeństwo mikrobiologiczne oraz poprawę trwałości produktu [1, 26–28]. Kwaśne marynowanie jest powszechnie stosowane w obróbce twardych mięs w celu poprawy ich kruchości [29]. Marynowanie w kwaśnym środowisku obniża pH mięsa, co prowadzi do poprawy jego kruchości dzięki rozpuszczalności kolagenu i miofibrili oraz pęcznieniu białek mięśniowych [29].

Tekstura jest jedną z najważniejszych cech świadczących o jakości mięsa i jego produktów, wpływającą na akceptację mięsa przez konsumentów. Tekstura produktów żywnościowych zależy od ich budowy chemicznej, struktury i właściwości reologicznych. Zazwyczaj konsument oczekuje, że produkty żywnościowe będą miały odpowiednią teksturę. Gdy jest inaczej, odbierane jest to jako nieprzyjemne doznanie w ustach, co powoduje percepcję na poziomie pełnej świadomości [30]. Negatywna reakcja konsumenta na pożywienie bardzo często wyrażana jest przez słowa „nie smakuje” lub „nie jest dobre”. Badania prowadzone w latach 60. i 70. XX w. dowiodły, że konsument ma bardzo ograniczony zasób słów opisujących teksturę, bowiem wyrażenie „nie smakuje” lub „nie jest dobre” odnosi się do właściwości teksturometrycznych, a nie do smaku [31]. Tekstura żywności jest zatem ważna dla percepcji konsumentów w kontekście oceny jakości spożywanych produktów. Na odbiór tekstury składają się sensoryczne i funkcjonalne wyróżniki strukturalne i mechaniczne, które są odbierane przez zmysły konsumentów, tj. zmysł wzroku, słuchu, dotyku i kinestezji, czyli ruchu szczęk oraz języka, które tylko człowiek jest w stanie postrzegać, opisywać i oceniać [32].

Firmy działające w przemyśle spożywczym powinny poszerzać swoją wiedzę w celu zbadania atrybutów tekstury żywności. Istnieje potrzeba oceny tekstury różnych produktów spożywczych, która może dostarczyć informacji dotyczących tekstury pokarmu w ustach podczas żucia – od pierwszego kęsa do ostatecznego połknięcia [33].

Celem podjętych badań było określenie wpływu marynowania mięsa wieprzowego z wykorzystaniem fermentowanych niepasteryzowanych octów i octu spirytusowego na jego właściwości reologiczne.

Materiał i metody badań

Surowcem do badań było mięso wieprzowe, a konkretnie karkówka, kupiona w handlu detalicznym. W celu wyeliminowania ewentualnych różnic spowodowanych parametrami surowca zadbano, aby mięso to pochodziło z jednej partii produkcyjnej. Karkówkę podzielono na pięć porcji. Każdą porcję podzielono na plastry o grubości 3,0 cm. Wykrojono 40 próbek mięsa, które podzielono na 5 grup po 8 próbek. Grupę kontrolną stanowiło 8 próbek niepoddanych żadnym zabiegom. Pozostałe 32 próbki poddano działaniu octów: I – spirytusowego (pH 2,83) oraz octów niepasteryzowanych: II – jabłkowego (pH 3,24), III – gruszkowego (pH 3,72), IV – malinowego (pH 3,01).

Octy owocowe użyte do doświadczenia sporządzono z 30 g owoców, 4 g cukru oraz 100 g wody. Cukier rozpuszczono w przegotowanej wodzie, którą po schłodzeniu zalano surowiec. Nastaw był przechowywany przez 3 tygodnie w temperaturze pokojowej w przykrytych naczyniach szklanych z dostępem powietrza. Mieszano go dwa razy dziennie. Kiedy fermentacja octowa dobiegła końca, ocet zlanano nad osadu i wykorzystano do badań. Do sporządzenia octów użyto świeżych owoców, pochodzących z przydomowych upraw z terenu województwa podkarpackiego, które nie były poddane żadnym zabiegom chemicznym.

Próbki marynowano w occie z wykorzystaniem metody zanurzenia. Przechowywano je przez 12 godzin w temp. 4°C w szczelnych plastikowych pojemnikach. Po zakończeniu procesu marynowania marynata stanowiła 10% masy produktu. Następnie próbki upieczono w rękawie do pieczenia w temp. 180°C do osiągnięcia wewnętrznej temp. $75 \pm 5^\circ\text{C}$. Temperatura podczas pieczenia była kontrolowana czujnikiem elektronicznym (Deiss PRO).

W ocenie próbek poddanych obróbce termicznej uwzględniono analizę profilu tekstury, którą przeprowadzono przy użyciu analizatora tekstury TexVol TVT-300XP/XPH, wyprodukowanego przez szwedzką firmę Perten Instruments. Próbki przeznaczone do testu TPA (Texture Profile Analysis) miały kształt sześciątów o boku 20 mm, które zostały wycięte ze środkowej części plastra próbki. Przed analizą pozostawiono je do wystygnięcia w temperaturze pokojowej. Materiał badawczy umieszczono na podstawie teksturometru w taki sposób, aby włókna mięśniowe ułożone były wzdłużnie do kierunku ściskania. Tłok znajdujący się nad badanymi produktami mięsnymi poruszał się ze stałą prędkością 2,0 mm/s, przyczyniając się do ściśnięcia badanej próbki, tak aby jej wysokość stanowiła 70% pierwotnej wysokości. Test TPA pozwolił zarejestrować następujące atrybuty: twardość, sprężystość, żujność, gumowatość, adhezyjność, odbojność, żylastość. Analizę profilu tekstury dla każdej grupy wykonano dla 6 powtórzeń pomiaru siły ścinającej, po czym na podstawie zarejestrowanej krzywej wyznaczono i obliczono parametry tekstury.

Uzyskane wyniki poddano weryfikacji statystycznej za pomocą programu Statistica TIBC, wersja 13.3 (StatSoft) [34]. Różnice przyjęto jako statystycznie istotne przy poziomie istotności $p < 0,05$. Istotność różnic między średnimi wartościami badanych cech oszacowano za pomocą testu Duncana.

Wyniki i dyskusja

Tekstura jest jedną z najważniejszych miar jakości mięsa i produktów mięsnych dla konsumentów. Liczba białek miofibrylarnych, kolagenu, tłuszczu i błonnika w produktach poddanych obróbce cieplnej zmienia się w zależności od warunków ich przygotowania [35]. Tabela 1 przedstawia wyniki analizy profilu tekstury badanych próbek.

Proces marynowania różnymi rodzajami octu miał znaczący ($p < 0,05$) wpływ na wartość adhezyjności, odbojności i żylastości, ale nie na ich twardość, sprężystość, żujność oraz gumowatość ($p > 0,05$), co pokazało porównanie z próbkami kontrolnymi.

Twardość to siła konieczna do uzyskania określonej deformacji produktu lub dokonania penetracji w głąb. Badania własne wykazały, że najwyższą twardość (I, II oraz dwóch cykli ściskania) mierzoną siłą cięcia miały próbki marynowane w occie malinowym ($p < 0,05$). Natomiast próbki mięsa niepoddane marynowaniu oraz te marnowane w occie spirytusowym, jabłkowym i gruszkowym charakteryzowały się podobną twardością (Tabela 1).

W badaniach Fencioglu i wsp. [1] dotyczących wpływu marynowania różnymi rodzajami octu (balsamicznym, z granatów, jabłkowym i winogronowym) nie zaobserwowano istotnych różnic między marynowanymi i gotowanymi stekami wołowymi pod względem twardości. Autorzy [1] stwierdzili, że proces marynowania przy użyciu różnych rodzajów octu nie miał znaczącego wpływu na twardość steków. Efekt kwaśnych marynat polegający na zmiękczeniu mięsa jest spowodowany dwoma odrębnymi mechanizmami. Pierwszy z nich, którym jest obrzęk włókien mięśniowych i tkanki łącznej, pozwala na rozcieńczenie ilości materiału odpornego na obciążenia, dzięki czemu kruchość i obrzęk osiągają maksimum w tych samych warunkach. Według Burke i Monahan [36] inny mechanizm można przypisać katepsynom. Optymalne pH dla katepsyn wynosi od 3,5 do 5,0, a obniżenie pH mięsa w kwaśnej marynacie może znacznie zwiększyć efekt proteolityczny katepsyn [36]. Zauważono jednak, że gdy mięso jest zanurzone w roztworach kwasowych, produkt może być twardszy z powodu usunięcia bulionu [37]. W badaniach własnych zaobserwowano wzrost twardości próbek marynowanych w occie malinowym.

Tānavots i wsp. [38] stwierdzili, że próbki marynowane w roztworze o podwyższonej kwasowości po ugotowaniu okazały się twardsze. Siła ścinająca próbki poddane działaniu octu jabłkowego i marynat z octu białego wina wzrastała aż do

trzeciego dnia dojrzewania. Autorzy [38] zauważyli, że efekt hartowania był największy w przypadku próbek marynowanych w occie jabłkowym. Natomiast próbki marynowane w occie winnym osiągnęły ten sam poziom w siódmym dniu dojrzewania. W odróżnieniu od marynat o niskim pH, zarówno marynaty kefirowe, jak i musztardowo-miodowe spowodowały, że próbki mięsa po siedmiu dniach dojrzewania stały się nieco bardziej miękkie.

Tabela 1. Wpływ marynowania z wykorzystaniem fermentowanych niepasteryzowanych octów na właściwości reologiczne mięsa wieprzowego.

Table 1. Effect of marinating with fermented unpasteurized vinegars on the rheological properties of pork meat.

Parametry/ Parameter		Grupa/ Group					Wpływ/ Effect
		K	I	II	III	IV	
Twardość (N) Hardness	I	58,31 ± 25,23a	66,92 ± 8,58	77,12 ± 6,75	66,26 ± 18,53	84,64 ± 22,71b	NS
	II	68,12 ± 26,61a	74,94 ± 7,27a	86,00 ± 7,76	75,54 ± 21,30a	95,41 ± 22,74b	NS
	I-II	63,22 ± 26,61a	70,93 ± 7,56	81,56 ± 7,22	70,90 ± 19,89	90,02 ± 22,72b	NS
Sprężystość (-) Springiness		0,87 ± 0,06	0,93 ± 0,05a	0,88 ± 0,08	0,96 ± 0,08a	0,79 ± 0,13b	*
Żujność (N) Chewiness		32,64 ± 19,04	36,17 ± 4,80	37,56 ± 5,39	34,97 ± 12,03	39,39 ± 11,05	NS
Gumowatość (N) Gumminess		36,71 ± 19,79a	39,27 ± 4,89	42,64 ± 5,07	36,20 ± 10,74a	51,07 ± 16,17b	NS
Adhezyjność (mJ) Adhesiveness		0,02 ± 0,05a	0,21 ± 0,17	0,42 ± 0,58b	0,00 ± 0,00a	0,52 ± 0,35b	*
Odbojność (-) Resilience		0,46 ± 0,38a	0,20 ± 0,05b	0,16 ± 0,02b	0,17 ± 0,04b	0,17 ± 0,05b	*
Żylastość (-) Stringiness		0,35 ± 0,55a	1,60 ± 1,04ab	2,33 ± 2,44bc	0,07 ± 0,00a	3,66 ± 2,38c	*

Grupa: K (kontrolna) – niemarynowana, I – marynowana w occie spirytusowym, II – marynowana w occie jabłkowym, III – marynowana w occie gruszkowym, IV – marynowana w occie malinowym

Objaśnienie: (średnia ± SD) wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$; * wpływ statystycznie istotny danego parametru ($p < 0,05$); NS – brak istotności statystycznej ($p > 0,05$)

Group: K (control) – unmarinated, I – marinated in spirit vinegar, II – marinated in apple cider vinegar, III – marinated in pear vinegar, IV – marinated in raspberry vinegar

Explanation: (mean ± SD) mean values marked with different letters in rows are statistically significantly different at $P < 0.05$; * statistically significant effect of a given parameter ($P < 0.05$); NS – no statistical significance ($P > 0.05$)

Źródło: badania własne.

Source: own research.

W niektórych badaniach opisanych w literaturze [36, 39] odnotowano, że mięso zanurzone w kwaśnych marynatkach (a zatem o pH poniżej 5,0) wchłania wodę, ma mniejsze straty podczas gotowania i jest mniej jędrne niż mięso z grupy kontrolnej. Uwzględniając warunki marynowania (rodzaj i długość marynowania itp.) przy użyciu różnych rodzajów octu oraz wysoką wartość pH, wynikającą z gotowania przeprowadzonego po zakończeniu procesu marynowania, zakłada się, że nie ma znaczącej różnicy w twardości próbek [1]. Ponadto stwierdzono, że jednym z ważnych czynników wpływających na twardość próbek mięsa jest zawartość wody w próbkach i jej utrata [40].

W badaniach Sengun i wsp. [41], których celem było określenie wpływu organicznych octów owocowych (jeżynowego, z granatu, różanego i winogronowego) na wołowinę, proces marynowania octami skutecznie zmniejszał twardość próbek mięsa. Sharedeh i wsp. [42] oraz Gault [43] stwierdzili, że mięso marynowane przez zanurzenie w kwaśnych marynatkach miało pH poniżej 5,0 i było mniej twarde niż mięso z próby kontrolnej. Żochowska-Kujawska i wsp. [44] stwierdzili, że marynowanie w winie, soku z cytryny, kefirze lub soku ananasowym wpływa na zmniejszenie twardości dziczyzny. Nie stwierdzono jednak istotnego wpływu rodzaju marynaty na twardość steków po ich obróbce w temp. 80°C. Badania przeprowadzone przez Kumara i wsp. [45] wykazały, że spadek pH w wyniku zastosowania kwaśnych marynat pozytywnie wpływa na teksturę, zwiększając wchłanianie wody przez mięso drobiowe. Augustyńska-Prejsnar i wsp. [46] nie stwierdzili wpływu marynowania sokiem z cytryny na twardość mierzoną siłą cięcia na mięso z indyka zarówno w próbkach surowych, jak i pieczonych.

Sprężystość to szybkość, z jaką materiał zdeformowany powraca do swojej pierwotnej postaci po czynności usunięcia obciążenia deformującego. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono istotny wpływ rodzaju użytego octu na sprężystość karkówki pieczonej ($p < 0,05$) (Tabela 1). Podobną sprężystością charakteryzowały się próbki marynowane w occie spirytusowym i gruszkowym i były to wartości istotnie różne od próbek marynowanych octem malinowym.

Fencioglu i wsp. [1], którzy przeprowadzili badania dotyczące wpływu marynowania mięsa przy użyciu różnego rodzaju octu (balsamicznego, z granatów, jabłkowego i winogronowego), stwierdzili, że rodzaj octu miał znaczący wpływ tylko na sprężystość próbek, ale nie na ich twardość, spoistość lub żuwalność. Autorzy [1] zanotowali, że najniższe wartości sprężystości miały steki marynowane w occie balsamicznym i winogronowym; najwyższe wartości sprężystości miały steki z grupy kontrolnej i steki marynowane w occie z granatów.

Przeżuwalność to energia niezbędna do rozdrobnienia produktu celem przełknięcia go. Żujność jest opisywana przez iloczyn trzech parametrów, takich jak: twardość, sprężystość, spoistość. Jest zatem oczywiste, że żujność będzie silnie skorelowana z twardością.

Najniższą wartością parametru reologicznego – żujność ($32,64 \pm 19,04$ N) charakteryzowały się próbki kontrolne, natomiast próbki marynowane octem miały wyższe wartości tej cechy, jednak nie stwierdzono wpływu rodzaju zastosowanego octu na przeżuwalność karkówki pieczonej ($p > 0,05$) (Tabela 1). Podobne wyniki uzyskali Fencioglu i wsp. [1] w badaniach dotyczących wpływu marynowania różnymi rodzajami octu (balsamicznym, z granatów, jabłkowym i winogronowym), którzy zanotowali, że próbki pod względem żujności nie różniły się istotnie statystycznie. Dilek i wsp. [47], którzy badali wpływ marynowania różnymi octami (aroniowym, winogronowym i głogowym) na właściwości teksturalne mięsa kurcząt, odnotowali, że twardość i żujność była najniższa w próbkach marynowanych octem winogronowym.

Termin „gumowatość” określa energię niezbędną do doprowadzenia produktu półstałego do stanu zdatnego do połknięcia. Pod względem gumowatości najwyższy wynik odnotowano dla próbki macerowanej octem malinowym ($51,07 \pm 16,17$ N), zaś najmniejszą gumowatość stwierdzono dla próbek, które macerowano octem gruszkowym ($36,20 \pm 10,74$ N) i były to wartości istotnie różne ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Onopiuk i wsp. [48] wykazali, że gumowatość próbek mięsa wynosiła od 20,14 do 28,32 w porównaniu z naszymi wynikami, przy czym różnice w wartości tego parametru mogą wynikać z rodzaju składników marynaty oraz metody przygotowania mięsa (grillowanie).

W badaniach Augustyńskiej-Prejsnar i wsp. [49] dotyczących marynowania mięsa drobiowego (brojlerów) dowiedziono, że wartości parametrów tekstury, tj. twardości, gumowatości i przeżuwalności (z wyłączeniem sprężystości), uległy obniżeniu w wyniku marynowania w kwaśnych marynatkach. Wykazano [49], że marynowanie w serwatce korzystnie wpływa na zmniejszenie twardości zarówno surowych, jak i grillowanych mięśni piersiowych, co pokazało porównanie do mięsa drobiowego marynowanego w soku cytrynowym. Zastosowanie soku z cytryny spowodowało, że żujność (zarówno produktu surowego, jak i po obróbce cieplnej) oraz gumowatość (produktu grillowanego) istotnie zmniejszyła się w porównaniu do tych parametrów mięsa drobiowego marynowanego w serwatce. Badania własne nie potwierdzają obniżenia takich parametrów jak twardość, gumowatość i przeżuwalność w wyniku marynowania w kwaśnych marynatkach.

Adhezyjność to siła konieczna do oderwania danej substancji od podłoża lub rozprowadzenia jej po danym podłożu. Wyższe wartości adhezyjności świadczą o większej zdolności przylegania produktu, jak to jest w przypadku próbek II oraz IV, które różnią się istotnie wobec próbki kontrolnej oraz próbki III (Tabela 1).

Kolejnym mechanicznym parametrem oceny tekstury była odbojność, czyli zdolność ciała do powrotu do wyjściowej formy po uprzednim ściśnięciu. Najwyższą wartością tego parametru charakteryzowała się próbka kontrolna ($0,46 \pm 0,38$) i była to wartość statystycznie różna od pozostałych badanych próbek (Tabela 1).

Unal i wsp. [50] nie zaobserwowali wpływu marynowania octem aroniowym, winogronowym i głógowym na poprawę jakości tekstury mięsa wołowego, pochodzącego od 9-letniego bydła rasy holsztyńskiej. Wartości parametrów mięsa, tj.: sprężystości, spoistości, odbojności i przeżuwalności, nie uległy zmianie przy użyciu tych marynat. Ci sami autorzy wykazali wpływ marynowania przy użyciu różnego rodzaju octu na parametry próbek wołowych. Wołowina marynowana w occie winogronowym i głógowym odznaczała się mniejszą twardością w porównaniu z grupą kontrolną i wołowiną marynowaną w occie aroniowym. Autorzy [50] twierdzą, że jest to prawdopodobnie spowodowane kwasowością octu.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wpływ rodzaju zastosowanych octów na żylastość karkówki pieczonej. Najwyższą wartością tego parametru charakteryzowały się próbki macerowane octem malinowym ($3,66 \pm 2,38$) i była to wartość statystycznie różna od próbki kontrolnej oraz próbek I i III (Tabela 1).

Uważa się, że różnice między badaniami dotyczącymi właściwości reologicznych wynikają z różnic w gatunku zwierząt, rodzaju mięsa, warunków marynowania (rodzaj marynaty, rodzaj marynowania, temperatura, rozmiar itp.) oraz warunków gotowania (metoda, temperatura, czas gotowania itp.) [1].

Podsumowanie

Wyniki niniejszego badania pokazują, że stosowanie octu w marynowaniu karkówki wieprzowej wpływa na cechy reologiczne mięsa w zależności od rodzaju użytego octu. Proces marynowania przy użyciu różnych rodzajów octu miał znaczący ($p < 0,05$) wpływ na adhezyjność, odbojność i żylastość, ale nie na ich twardość, sprężystość, żujność oraz gumowatość ($p > 0,05$), co pokazało porównanie z próbkami kontrolnymi. Użycie octu malinowego w procesie marynowania spowodowało wzrost twardości i gumowatości oraz zmniejszenie wartości odbojności w porównaniu do próbek z grupy kontrolnej. Proces marynowania przy użyciu octu spirytusowego, jabłkowego, gruszkowego oraz malinowego wpłynął na zmniejszenie odbojności w porównaniu do próbek z grupy kontrolnej. Tekstura żywności wymaga ciągłej analizy oraz badań, ponieważ jest to ważna cecha, która wpływa na to, czy dany produkt jest akceptowany, czy odrzucany przez konsumenta.

Artykuł powstał w ramach dofinansowania z Funduszu Stypendialnego im. Stanisława Pigoń Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Krośnie (PANS.SP.47.2023).

Literatura

- [1] Fencioglu H., Oz E., Turhan S., Proestos C., Oz, F., The Effects of the Marination Process with Different Vinegar Varieties on Various Quality Criteria and Heterocyclic Aromatic Amine Formation in Beef Steak, *Foods*, 2022, 11, s. 3251.
- [2] Murphy M.M., Spungen J.H., Bi X., Barrao L.M., Fresh and fresh lean pork are substantial sources of key nutrients when these products are consumed by adults in the United States, *Nutrition Research*, 2011, 31(10), s. 776–783.
- [3] Li Y.X., Cabling M.M., Kang H.S., Kim T.S., Yeom S.C., Sohn Y.G., Kim S.H., Nam K.C., Seo K.S., Comparison and correlation analysis of different swine breeds meat quality, *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 2013, 26, s. 905–910.
- [4] Saengsuk N., Laohakunjit N., Sanporkha P., Kaisangsri N., Selamassakul O., Ratana-khanokchai K., Uthairatanakij A., Physicochemical characteristics and textural parameters of restructured pork steaks hydrolysed with bromelain, *Food Chemistry*, 2021, 361, 130079.
- [5] Demir H., Çelik S., Çelebi Sezer Y., Effect of ultrasonication and vacuum impregnation pretreatments on the quality of beef marinated in onion juice a natural meat tenderizer, *Food Science and Technology International*, 2022, 28(4), s. 340–352.
- [6] Mozuriene E., Bartkiene E., Krungleviciute V., Zadeike D., Juodeikiene G., Damasius J., Baltusnikiene A., Effect of natural marinade based on lactic acid bacteria on pork meat quality parameters and biogenic amine contents, *LWT – Food Science and Technology*, 2016, 69, s. 319–326.
- [7] Alvarado C., McKee S., Marination to Improve Functional Properties and Safety of Poultry Meat, *Journal of Applied Poultry Research*, 2007, 16(1), s. 113–120.
- [8] Xargayó M., Lagares J.E., Fernández D., Borrell D., Junca G., Solution for Improving meat texture. Influence of spray injection on the organoleptica and sensory characteristics, *Fleis-Chwirtschaft International*, 2004, 2, s. 68–74.
- [9] Augustyńska-Prejsnar A., Sokołowicz Z., Wpływ marynowania na jakość mięśni piersiowych kurcząt brojlerów po obróbce termicznej, *Postęp Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2016, 1, s. 22–26.
- [10] Aktaş N., Aksu M., Kaya M., The effect of organic acid marination on tenderness, cooking loss and bound water content of beef, *Journal of Muscle Foods*, 2003, 14, s. 181–194.
- [11] Birk T., Grønlund A.C., Christensen B.B., Knøchel S., Lohse K., Rosenquist H., Effect of organic acids and marination ingredients on the survival of *Campylobacter jejuni* on meat, *Journal of Food Protection*, 2010, 73, s. 258–265.
- [12] Bowker B., Callahan J., Solomon M., Effects of hydrodynamic pressure processing on the marination and meat quality of turkey breasts, *Poultry Science*, 2010, 89, s. 1744–1749.
- [13] Beltran-Cotta L.A., Trevisan Passos R.S.F., Costa N.P., Barreto B.G., Veloso A.C., Costa M., da Silva A., da Costa M.P., Cavalheiro C.P., Use of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) in marination: Effect on quality properties of Boston butt pork during refrigerated storage, *Meat Science*, 2023, 24, 109257.

- [14] Park N.Y., Hong S.H., Yoon K.S., Effects of commercial marinade seasoning and a natural blend of cultured sugar and vinegar on *Campylobacter jejuni* and *Salmonella typhimurium* and the texture of chicken breasts, *Poultry Science*, 2014, 93, s. 719–727.
- [15] Karam L., Chehab R., Osaili T.M., Savvaidis I.N., Antimicrobial effect of thymol and carvacrol added to a vinegar-based marinade for controlling spoilage of marinated beef (Shawarma) stored in air or vacuum packaging, *International Journal of Food Microbiology*, 2020, 332, 108769.
- [16] Crist C.A., Williams J.B., Osaili T.M., Schilling M.W., Hood A.F., Impact of sodium lactate and vinegar derivatives on the quality of fresh Italian pork sausage links, *Meat Science*, 2014, 96, s. 1509–1516.
- [17] Gómez I., Janardhanan R., Ibañez F.C., Beriain M.J., The effects of processing and preservation technologies on meat quality: Sensory and nutritional aspects, *Foods*, 2020, 9, 1416.
- [18] Sengun I.Y., Goztepe E., Ozturk B., Efficiency of marination liquids prepared with koruk (*Vitis vinifera* L.) on safety and some quality attributes of poultry meat, *LWT – Food Science and Technology*, 2019, 113, 108317.
- [19] Rupasinghe R.A., Alahakoon A.U., Alakolanga A.W., Jayasena D.D, Jo C., Oxidative Stability of Vacuum-Packed Chicken Wings Marinated with Fruit Juices during Frozen Storage, *Food Science of Animal Resources*, 2022, 42(1), s. 61–72.
- [20] Nour V., Effect of Sour Cherry or Plum Juice Marinades on Quality Characteristics and Oxidative Stability of Pork Loin, *Foods*, 2022, 11(8), 1088.
- [21] Kim Y., Jin S., Park W., Kim B., Joo S., Yang H., The effect of garlic or onion marinade on the lipid oxidation and meat quality of pork during cold storage, *Journal of Food Quality*, 2010, 33, s. 171–185.
- [22] Kaewthong P., Wattanachant C., Wattanachant S., Improving the quality of barbecued culled-dairy-goat meat by marination with plant juices and sodium bicarbonate, *Journal Food Science of Technology*, 2021, 58(1), s. 333–342.
- [23] Singh P.K., Neeraj S., Ojha B.K., Enzymes in the meat industry, *Enzymes in Food Biotechnology*, 2019, s. 111–128.
- [24] Mohd Azmi S.I., Kumar P., Sharma N., Sazili A.Q., Lee S.J., Ismail-Fitry M.R., Application of Plant Proteases in Meat Tenderization: Recent Trends and Future Prospects, *Foods*, 2023, 2(6), 1336.
- [25] Gök V., Bor Y., Effect of marination with fruit and vegetable juice on some quality characteristics of turkey breast meat, *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2016, 18, s. 481–488.
- [26] Gargi A., Sengun I.Y., Marination liquids enriched with probiotics and their inactivation effects against food-borne pathogens inoculated on meat, *Meat Science*, 2021, 182, 108624.
- [27] Ozturk B., Sengun I.Y., Inactivation effect of marination liquids prepared with koruk juice and dried koruk pomace on *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* inoculated on meat, *International Journal Food Microbiology*, 2019, 304, s. 32–38.

- [28] Lopes S.M., da Silva D.C., Tondo E.C., Bactericidal effect of marinades on meats against different pathogens: A review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2022, 62, s. 7650–7658.
- [29] Kim H.W., Hwang K.E., Song D.H., Kim Y.J., Lim Y.B., Choi J.H., Kim C.J., Effects of soy sauce on physicochemical and textural properties of tumbled chicken breast, *Poultry Science*, 2014, 93(3), s. 680–686.
- [30] Mazur J., Tekstura żywności, *Przemysł Spożywczy*, 2007, 61(5), s. 6–10.
- [31] Szcześniak A.S., Classification of textural characteristics, *Journal of food Science*, 1963, 28(4), s. 385–389.
- [32] Surmacka-Szcześniak A., Texture is a sensory property, *Food Quality and Preference*, 2002, 13(3), s. 215–225.
- [33] Rustagi S., Food Texture and Its Perception, Acceptance and Evaluation, *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 2020, 17(03), s. 651–658.
- [34] Program Statistica TIBC, wersja 13.3 (StatSoft).
- [35] Oztürk T., Potential Use of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) Seed Flour as Fat Replacer and Functional Ingredient in the Meatball Production, Master's Thesis, Ondokuz Mayıs University, Atakum, Samsun, Turkey, 2019.
- [36] Burke R., Monahan F., The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade, *Meat Science*, 2003, 63, s. 161–168.
- [37] Aguilera J.M., Stanley D.W., *Microstructural Principles of Food Processing and Engineering*, Springer Science & Business Media, Berlin/Heidelberg 1999.
- [38] Tänavots A., Pöldvere A., Kerner K., Veri K., Kaart T., Torp J., Effects of mustard-honey, apple vinegar, white wine vinegar and kefir acidic marinades on the properties of pork, *Veterinary Ir Zootechnika*, 2018, 76, s. 98.
- [39] Onenç A., Serdaroğlu M., Abdraimov K., Effect of various additives to marinating baths on some properties of cattle meat, *European Food Research Technology*, 2004, 218, s. 114–117.
- [40] Zhang Y., Zhang D., Huang Y., Chen L., Bao P., Fang H., Xu B., Zhou C., Effects of basic amino acid on the tenderness, water binding capacity and texture of cooked marinated chicken breast, *LWT – Food Science and Technology*, 2020, 129, 109524.
- [41] Sengun I.Y., Yildiz Turp G., Cicek S.N., Avci T., Ozturk B., Kilic G., Assessment of the effect of marination with organic fruit vinegars on safety and quality of beef, *International Journal of Food Microbiology*, 2021, 336, 108904.
- [42] Sharedeh D., Gatellier P., Astruc T., Daudin J.D., Effects of pH and NaCl levels in a beef marinade on physicochemical states of lipids and proteins and on tissue microstructure, *Meat Science*, 2015, 110, s. 24–31.
- [43] Gault N.F.S., The relationship between water-holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscles as influenced by acidic conditions below the ultimate pH, *Meat Science*, 1985, 15, s. 15–30.
- [44] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Effects of fibre type and sensory properties of wildboar and deer longissimus muscle, *Meat Science*, 2012, 92, s. 675–680.

- [45] Kumar Y., Singh P., Pandey A., Kumar Tanwar V., Kumor R.R., Augmentation of meat quality attributes of spent hen breast muscle (*Pectoralis Major*) by marination with lemon juice visavis ginger extract, *Journal Animal Research*, 2017, 7(3), s. 523–529.
- [46] Augustyńska-Prejsnar A., Hanus P., Sokołowicz Z., Kačániová M., Assessment of technological characteristics and microbiological quality of marinated turkey meat with the use of dairy products and lemon juice, *Animal Bioscience*, 2021, 34(12), s. 2003–2011.
- [47] Dilek N.M., Babaoğlu A.S., Unal K., Ozbek C., Pirlak L., Karakaya M., Marination with aronia, grape and hawthorn vinegars affects the technological, textural, microstructural and sensory properties of spent chicken meat, *British Poultry Science*, 2023, 64(3), s. 357–363.
- [48] Onopiuk A., Kołodziejczak K., Marcinkowska-Lesiak M., Wojtasik-Kalinowska I., Szpicer A., Stelmasiak A., Poltorak A., Influence of Plant Extract Addition to Marinades on Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Formation in Grilled Pork Meat, *Molecules*, 2022, 27, s. 175.
- [49] Augustyńska-Prejsnar A., Ormian M., Sokołowicz Z., Rogowska A., Effect of Marinating Broiler Chicken Meat with Acid Whey on Product Quality and Consumer Acceptance, *Żywność – Nauka – Technologia – Jakość*, 2019, 26, 1(118), s. 125–136.
- [50] Unal K., Babaoğlu A.S., Karakaya M., Improving the textural and microstructural quality of cow meat by black chokeberry, grape, and hawthorn vinegar-based marination, *Food Science & Nutrition*, 2023, 11, s. 6260–6270.