

Postępy w naukach przyrodniczych

Progresses in life sciences

2



Redakcja

Kamil Maciąg

Mirosław Szala

Grzegorz Winiarski

Politechnika Lubelska
Lublin 2013

Postępy w naukach przyrodniczych

Progresses in life sciences

2

Politechnika Lubelska 60 lat



Postępy w naukach przyrodniczych

Progresses in life sciences

2

redakcja

Kamil Maciąg

Mirosław Szala

Grzegorz Winiarski



Politechnika Lubelska
Lublin 2013

RECENZENCI

prof. dr hab. Barbara Baraniak, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
prof. dr hab. Zbigniew J. Dolatowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
prof. dr hab. Bogusław Makarski, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
dr hab. Brygida Ślaska prof. Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
dr hab. Marek Babicz prof. Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
dr hab. Waldemar Gustaw, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
dr hab. Krzysztof Grzywnowicz, prof. UMCS w Lublinie

Wszystkie opublikowane artykuły zostały pozytywnie zrecenzowane

Wydano za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2013

ISBN 978-83-63569-84-6

Wydawca: Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin

Realizacja: Biblioteka Politechniki Lubelskiej

Ośrodek ds. Wydawnictw i Biblioteki Cyfrowej

ul. Nadbystrzycka 36A, 20-618 Lublin

tel. (81) 538-46-59, email: wydawca@pollub.pl

www.biblioteka.pollub.pl

Druk: TOP Agencja Reklamowa Agnieszka Łuczak

www.agencjatorp.pl

Elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl

Nakład: 50 egz.

Spis treści

Justyna Paciorek, Justyna Siek, Monika Wargacka, Małgorzata Karwowska	
Badanie wyróżników jakościowych wybranych kielbas homogenizowanych	6
Grażyna Głuchowska-Gołda, Beata Smalej	
Ekologiczne przetwórstwo surowców pochodzenia zwierzęcego	18
Agnieszka Kowalska, Joanna Rusecka	
Grzyby wielkoowocnikowe (<i>Macromycetes</i>) niepozorni truciciele, czy przeciwnowotworowy dar natury?	33
Magdalena Bartosiak, Kamil Maciąg	
Niestosowne treści przypięte do roślin GMO	43
Katarzyna Biała, Ewelina Własczyk, Patrycja Szela, Grzegorz Magdoń	
Podstawy Bezpieczeństwa i Higieny Pracy w chowie i hodowli świń	53
Justyna Paciorek, Justyna Siek, Monika Wargacka, Małgorzata Karwowska	
Preferencje konsumenckie na temat parówek	64
Beata Smalej, Grażyna Głuchowska-Gołda,	
Przeciwdziałanie procesom utleniania w ekologicznych wyrobach mięsnych	74
Mateusz Gortat	
Rola wybranych elementów mineralnych w żywieniu zwierząt	87
Joanna Rusecka, Agnieszka Kowalska, Agnieszka Rusecka	
Sekwencjonowanie – technologie nowej generacji	104
Łukasz Sęczyk	
Zielona kawa jako źródło kwasu chlorogenowego	116

Justyna Paciorek¹, Justyna Siek², Monika Wargacka³,
Małgorzata Karwowska⁴

Badanie wyróżników jakościowych wybranych kielbas homogenizowanych

Wstęp

Parówki od zawsze były i nadal są najpopularniejszą grupą wędlin drobno rozdrobnionych w Polsce. Wyroby te cieszyły się popularnością już za czasów PRL. Badania przeprowadzone na rynku paczkowanych wędlin, przeprowadzone przez firmę ACNielsen w 2006 roku, przyznały parówkom pierwsze miejsce, ponieważ ich udział na rynku stanowił 22% [3].

Parówki cieszą się największą popularnością wśród dzieci oraz osób starszych ze względu na ich specyficzną konsystencję. Częstym powodem zakupu parówek jest przyzwyczajenie konsumentów do tego typu asortymentu, który nieustannie poszerza swoją gamę na rynku. Wynika to z faktu, że wytwórcy dążą do ciągłego zaspokojenia potrzeb i oczekiwań swoich klientów, a poprzez to wprowadzają do obrotu coraz nowsze, bardziej innowacyjne rodzaje tych wyrobów. Przykładem mogą być ostatnio popularne w Polsce parówki o zmniejszonej zawartości tłuszczu, tzw. *light*, a także wyroby o zwiększonej zawartości błonnika [1].

Zważywszy na fakt zwiększającej się świadomości konsumenckiej na temat zasad prawidłowego żywienia, producenci aby utrzymać swój poziom na rynku, muszą sprostać tym wymaganiom. Fakt ten tłumaczy wzrost stosowanych dodatków funkcjonalnych do produkcji wyrobów mięsnych, nie tylko w celu poprawy trwałości, smaku, zapachu, tekstury, ale również podnoszenia walorów zdrowotnych tych produktów. W grupie takich dodatków powszechnie stosowanych w przemyśle mięsnym są błonnikowe preparaty pozyskane z takich surowców jak: soja, pszenica, marchew, ryż, jabłka, cytrusy, a także ziemniaki. W ostatnich latach coraz chętniej wykorzystywany jest błonnik ziemniaczany.

¹ paciorek.j@gmail.com, SKN Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

² justyna.siek@gmail.com, SKN Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

³ monikawargacka@gmail.com, SKN Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

⁴ malgorzata.karwowska@up.lublin.pl, Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

Do podstawowych cech tego błonnika, uzasadniających jego wykorzystanie w produkcji, zaliczyć można:

- 1) stabilność: substancja ta jest oporna zarówno na wysokie, jak i niskie temperatury; nie zmienia swoich właściwości w czasie parzenia, gotowania, rozmrażania; wykazuje oporność na niskie pH,
- 2) zdolność wiązania wody: zdolność błonnika do wiązania wody jest 12-15-krotnością jego masy; w czasie gotowania bądź podgrzewania wzrasta jego zdolność do zatrzymywania wody; w trakcie przechowywania ogranicza on wyciek do opakowania,
- 3) zdolność wiązania tłuszczu: zmniejsza on podatność wyrobu na wydzielenie się w nim tłuszczu, a także wpływa na jego teksturę.

Dzięki tak wielu właściwościom preparaty ziemniaczanego błonnika mają szerokie zastosowanie w produkcji między innymi: konserw mięsnych produkowanych z mięsa rozdrobnionego, wysokowydajnych drobno rozdrobnionych kielbas, garmażeryjnych wyrobów mięsno-warzywnych i mięsno-mącznych, kotletów i konserw rybnych, hamburgerów i półproduktów kulinarnych wytwarzanych z mrożonych ryb, itp. [8].

Parówki to wędliny homogenizowane lub drobno rozdrobnione, produkowane z mięsa drobiowego, wieprzowego, cielęcego lub wołowego. Surowcem wykorzystywanym to produkcji parówek jest także tłuszcz wieprzowy, drobiowe i wieprzowe skórki. Parówki to wyroby, do produkcji których użyto surowiec mięsno-tłuszczowy rozdrobniony do wielkości cząstek poniżej 5 mm, natomiast homogenizowane wyroby tworzą strukturę jednorodną [3].

Jakość przetworów mięsnych w tym też parówek, kształtowana jest głównie przez skład surowcowy. Zgodnie z definicją mięsa, która obowiązuje od czasu przystąpienia Polski do UE, ogranicza się zawartość tłuszczu i tkanki łącznej na poziomie 30% i 25% w przypadku mięsa wieprzowego oraz 15% i 10% w mięsie ptaków. Mięso oddzielone mechanicznie musi być umieszczone w składzie produktu osobno, ponieważ nie jest ono zgodnie z przepisami traktowane jako mięso. Technologia produkcji parówek stwarza dla producentów okazję do wykorzystania tańszych surowców tłuszczowych i kolagenowych oraz mięsa odkostnionego mechanicznie. Wykorzystanie tych surowców ma szczególnie duże znaczenie ekonomiczne w zakładach mięsnych. W związku z tym wprowadzone są akty prawne, dotyczące znakowania artykułów spożywczych, które wymagają od producentów umieszczenia procentowej zawartości mięsa. Daje to możliwość konsumentom podejmowania świadomych wyborów w trakcie zakupów [9].

Celem pracy było porównanie podstawowego składu chemicznego, twardości oraz wyróżników barwy wybranych kielbas homogenizowanych dostępnych w lubelskiej sieci detalicznej.

1. Materiał i metody

Przedmiotem badań było 8 wariantów parówek dostępnych na detalicznym rynku lubelskim. Parówki kupowano w lubelskich sklepach w pierwszym kwartale 2013 r. Spośród nich tylko jedne były parówkami drobiowymi (oznaczone 1), trzy inne to wieprzowe (oznaczane 2, 5, 6), kolejne to drobiowo-wieprzowe (oznaczane 3, 4, 8), a ostatni wariant stanowiły parówki drobiowo-cielęce (oznaczane 7). Były one wytwarzane przez różnych producentów. Oceniono 2 partie produkcyjne każdego z wyrobów. W trakcie doświadczenia oznaczano podstawowy skład chemiczny produktów: zawartość białka ogółem, tłuszczu, wody i chlorku sodu. Dodatkowo wykonano oznaczenie tektury i parametrów barwy w systemie CIE L*a*b*.

Białko ogólne wyznaczono metodą Kjeldahla, stosując przelicznik azotu na białko. Oznaczenie polegało na mineralizacji próbki w temperaturze 3500°C w obecności stężonego kwasu siarkowego i odpowiedniego katalizatora. Zmineralizowaną próbkę poddano destylacji, następnie miareczkowano NaOH w obecności wskaźnika Tashiro.

Zawartość wody oznaczano metodą odwoławczą wg PN-ISO 1442:2000 [5], zawartość tłuszczu oznaczano metodą Soxhleta wg PN-ISO 1444:2000 [6].

Zawartość soli kuchennej (NaCl) oznaczano metodą Mohra zgodnie z PN-73/A-82112 [7]. Zasada metody polega na wyekstrahowaniu soli gorącą wodą, a następnie miareczkowaniu chlorków mianowanym roztworem azotanu srebra wobec wskaźnika, jakim jest chromian potasu.

Oznaczenia twardości poprzez pomiar maksymalnej siły cięcia wykonano przy wykorzystaniu teksturometru TA.XT.plus (Stable Micro Systems, UK) oraz noża trójkątnego. Cięcia dokonano w poprzek próbki o wymiarach 8x8x40 mm. Prędkość przesuwu noża wynosiła 2 mm/sek.

Oznaczenie wyróżników barwy metodą odbiciową przeprowadzono na próbce o grubości 8 mm przy użyciu spektrofotometru sferycznego 8200 Series (X-Rite). Wyniki wyrażono w systemie CIE L*a*b*. Określono jasność barwy (L*), chromatyczność w zakresie czerwono-zielonym (a*) oraz chromatyczność w zakresie żółto-niebieskim (b*).

2. Wyniki i ich omówienie

2.1. Skład surowcowy

Na podstawie informacji zawartych na etykietach produktów, przeprowadzono analizę składników deklarowanych przez producenta. Ocenie poddano parówki drobiowe, wieprzowe, drobiowo-wieprzowe oraz drobiowo-cielęce. Tylko w przypadku 1 i 3 wariantu producent zadeklarował obecność MOM w produkcie. Wyroby te jednocześnie zawierały jedynie ok. 30% mięsa. Były to produkty o najniższej cenie, która prawdopodobnie była spowodowana dodatkiem mięsa oddzielonego mechanicznie. W składzie oprócz konserwantów i stabilizatorów oraz antyutleniaaczy znaleźć można białka sojowe oraz skrobie modyfikowane, które mają za zadanie związanie wody oraz nadanie produktowi odpowiedniej tekstury. Parówki wieprzowe 5 i 6 znajdujące się w przedziale cenowym 14-20 zł za kilogram nie posiadały w swoim składzie dodatku mięsa oddzielonego mechanicznie. Deklarowana zawartość mięsa była bardzo wysoka i wahała się w przedziale od 80 do nawet 93% (w tym mięsa wysokiej jakości np. z szynki wieprzowej). Produkty drobiowo-wieprzowe, oznaczone nr 4 i 8, nie zawierały w swoim składzie mięsa oddzielonego mechanicznie, zgodnie z informacjami podanymi na etykiecie. Odznaczały się wysoką zawartością mięsa od 70 do 87%. W oznakowaniu wszystkich wyrobów została umieszczona informacja o alergenach. Tylko w oznakowaniu asortymentu 6 była podana informacja o obecności błonnika pszennego.

2.2. Kaloryczność

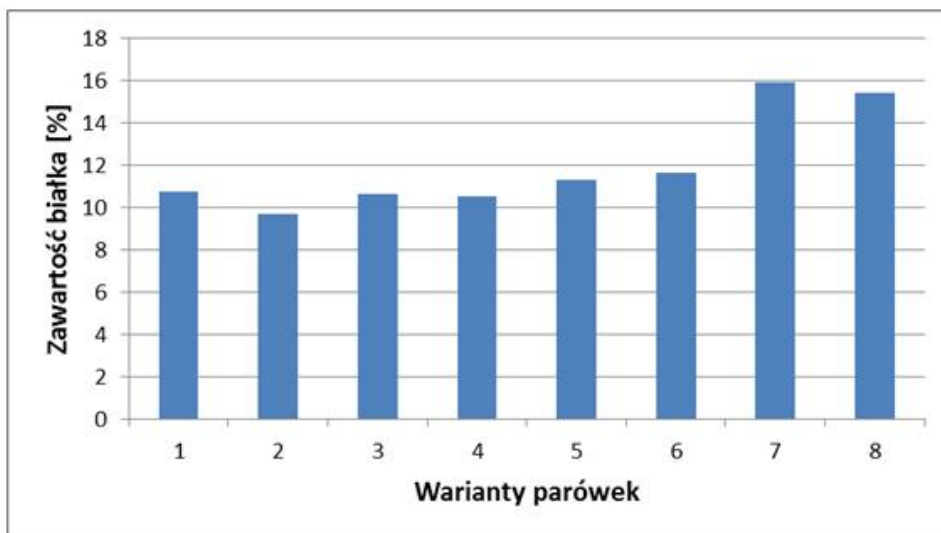
Stwierdzono dużą zmienność w zakresie kaloryczności przeliczanej na masę jednej parówki. Najbardziej kaloryczne (wg informacji zamieszczonych na etykiecie) okazały się parówki wieprzowe o największej zawartości mięsa i tłuszczu (ok. 120 kcal). Mniej kaloryczne były parówki mieszane (ok. 65-88 kcal). Produkty zawierające najmniejszą ilość mięsa oraz zawierające MOM, charakteryzowały się kalorycznością nieco wyższą od parówek mieszanych (ok. 85 kcal).

2.3. Skład chemiczny

Według wymagań PN-A/82007:1996 zawartość białka dla grupy przetworów mięsnych homogenizowanych nie powinna być niższa niż 9% [2]. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań (rys. 1) stwierdzono, że największą zawartością białka charakteryzowały się próby 7 (15,9%) i 8 (15,4%). Są to parówki drobiowo-wieprzowe i drobiowo-cielęce mieszczące się w zakresie cenowym powyżej 20 zł/kg. Pozostałe warianty nie były znacząco zróżnicowane pod kątem zawartości białka, pomimo odmiennych przedziałów cenowych. Średnia zawartość białka była najniższa w przypadku wariantu 2 (9,7%).

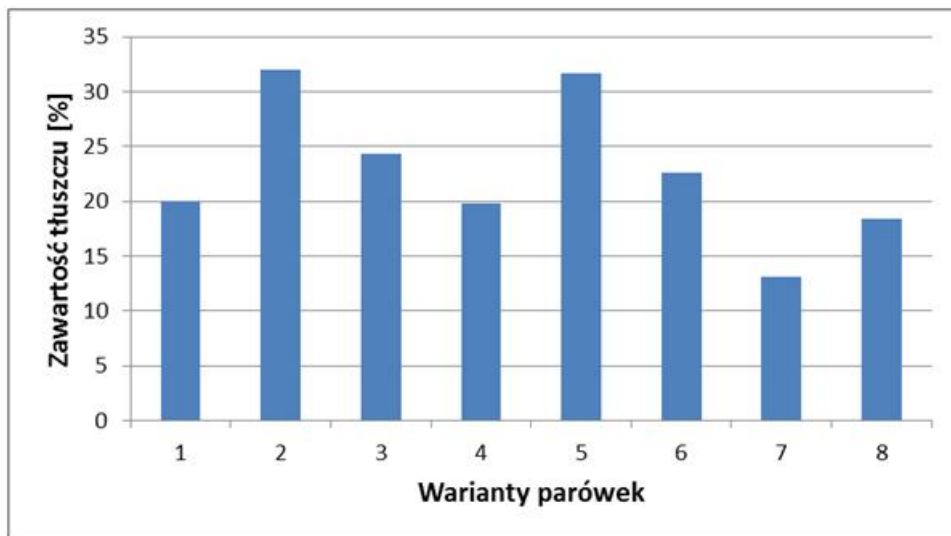
Zawartość białka wszystkich badanych asortymentów była zgodna z wymaganiami PN-A/82007:1996 dla grupy przetworów mięsnych homogenizowanych i drobno rozdrobnionych.

Palka i in. [4] stwierdzili, na podstawie wykonanych oznaczeń, zawartość białka w parówkach w zakresie od 12,4% do 13,4%. Wyniki przez nich uzyskane różnią się od zanotowanych w niniejszym badaniu dla większości analizowanych wariantów, co prawdopodobnie może być spowodowane wyborem innego asortymentu jako materiału badawczego.



Rys. 1. Zawartość białka w badanych parówkach [opracowanie własne]

Według wymagań PN-A/82007:1996 zawartość tłuszczu dla grupy przetworów mięsnych homogenizowanych nie powinna być większa niż 35% [2]. Z przeprowadzonych oznaczeń wynika, że zawartość tłuszczu w badanych wyrobach odpowiadała wymaganiom normy (rys. 2). Wartości te były jednak bardzo zróżnicowane pomiędzy poszczególnymi wariantami. Dodatkowo nie można stwierdzić jednoznacznego wpływu ceny na zawartość tłuszczu, ponieważ wariant 5 (31,6%) z przedziału cenowego 14-20 zł/ kg, miał bardzo zbliżoną zawartość tłuszczu do wariantu 2 (31,9%) z przedziału cenowego poniżej 8 zł/ kg. Najniższą zawartość tłuszczu odnotowano dla wariantu 7 (13,1%), który reprezentował parówki drobiowo-ciejące. Wariant ten należy do grupy cenowej w przedziale powyżej 20 zł/kg.



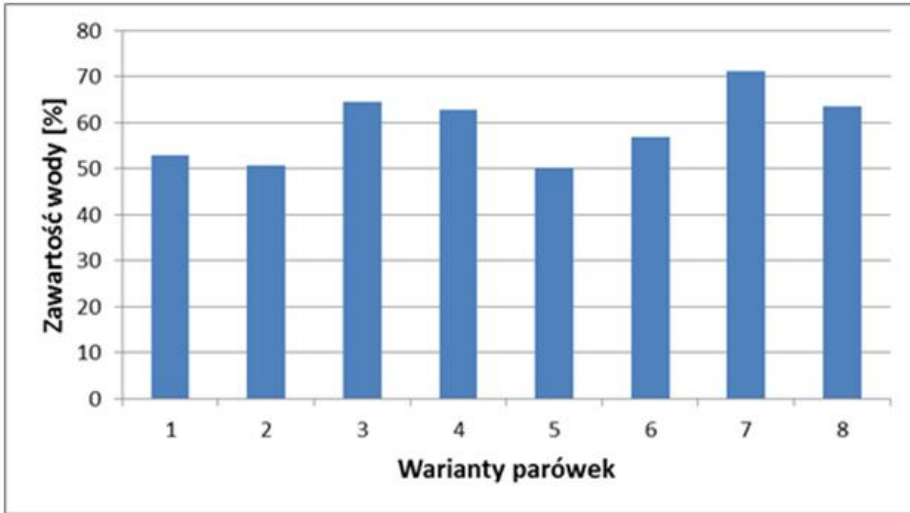
Rys. 2. Zawartość tłuszczu w badanych parówkach [opracowanie własne]

Według Makały i in. [2] parówki dostępne na rynku polskim zawierają ok. 23% tłuszczu. Większość wariantów parówek ocenianych w niniejszej pracy charakteryzowało się zbliżoną zawartością tłuszczu w porównaniu do przytoczonych danych.

Na podstawie przeprowadzonych wyników badań stwierdzono, że największą zawartością wody (rys. 3) charakteryzowały się warianty 7 (71,0%) i 8 (63,6%). Najmniej wody zawierały parówki 2 (50,6%) i 1 (52,9%). Można to tłumaczyć tym, że parówki te zawierały najmniej mięsa, a co za tym idzie białka ogółem. Ponieważ mięso w głównej mierze składa się z wody (ok. 70%), istnieje zależność pomiędzy zawartością mięsa w wyrobie, a ilością zawartej w nim wody.

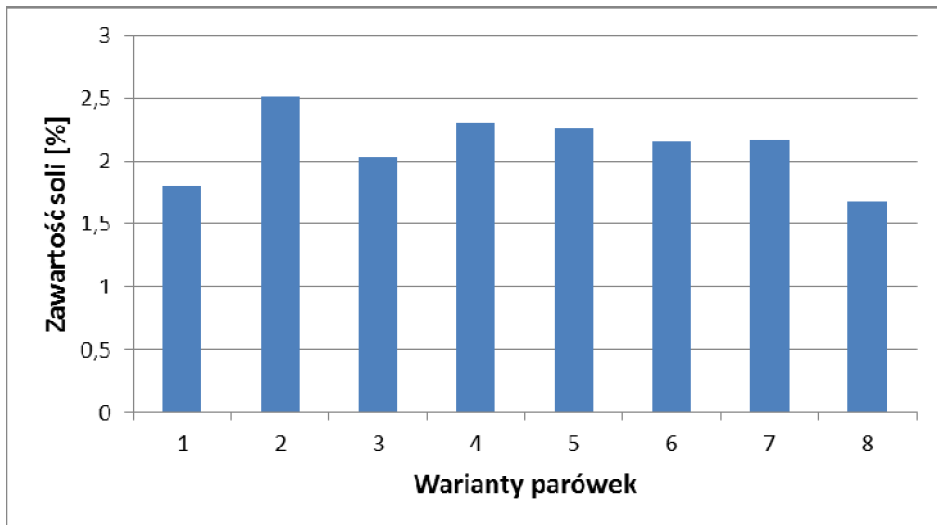
Badania przeprowadzone przez Makała i in. [2] wykazały, że badane przez nich parówki charakteryzowały się zawartością wody na poziomie ok. 60%. Palka i in. [4] zanotowali bardzo podobną zawartość wody w badanym asortymencie produktów mięsnych, wynoszącą od 58,8% do 60,1%. Zaobserwowali również, że parówki, które charakteryzowały się dużą zawartością tłuszczu, zawierały najmniej wody.

W badanych produktach zawartość soli (rys. 4) kształtowała się od 1,7% dla parówek drobiowo-cielęcych (wariant 8) do 2,5% dla wariantu 2. Homogenizowane produkty mięsne będące przedmiotem badań odpowiadały zatem wymaganiom normy PN-A-82007:1996 pod względem zawartości soli kuchennej (nie przekraczała 3%).



Rys. 3. Zawartość wody w badanych parówkach [opracowanie własne]

Zmniejszanie zawartości soli w produktach mięsnych jest zauważalne od kilku lat. Tendencja ta jest również zauważalna w przypadku parówek. Wynika to z tego, że zarówno dietetycy, lekarze oraz sami konsumenci są świadomi konsekwencji wynikających z nadmiernego spożycia chlorku sodu [1].

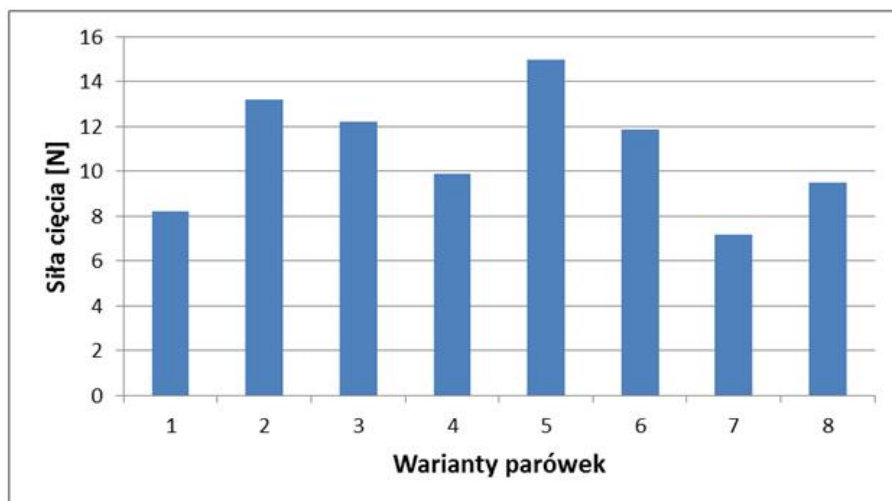


Rys. 4. Zawartość soli w badanych parówkach [opracowanie własne]

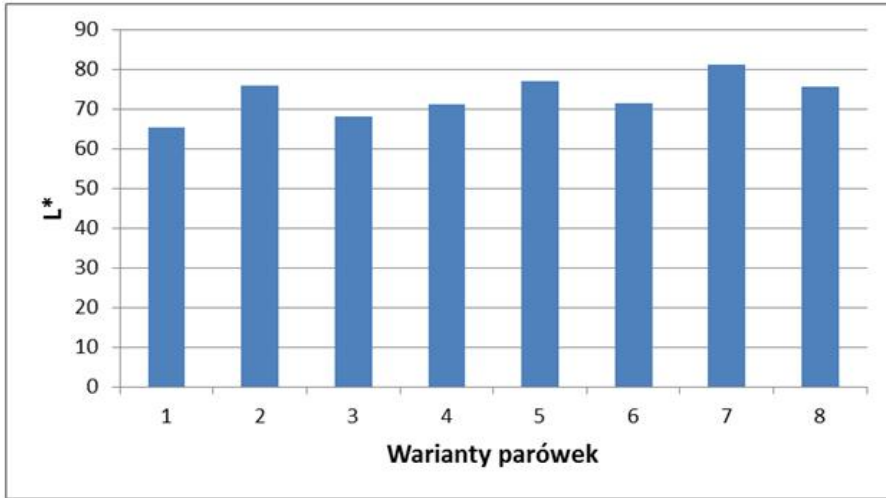
2.4. Właściwości fizykochemiczne

Na podstawie wyników twardości badanego produktu przedstawionych na rysunku 5 można stwierdzić, że poszczególne warianty znacząco różniły się twardością. Uzyskane wyniki maksymalnej siły podczas testu cięcia parówek kształtowały się w zakresie od 7,2 N do 15 N. Najwyższą twardością charakteryzował się produkt 7, a najniższą produkty 1 i 2. Odmienna twardość parówek prawdopodobnie może wynikać ze zróżnicowanego udziału białek miofibrylarnych w ogólnej ilości białka w kielbasie [4]. Uzyskane wyniki mogą być również rezultatem zróżnicowanej zawartości mięsa (wraz ze wzrostem ilości mięsa, wzrasta siła cięcia) lub też zawartości tłuszczu (im więcej tłuszczu tym siła cięcia powinna być mniejsza).

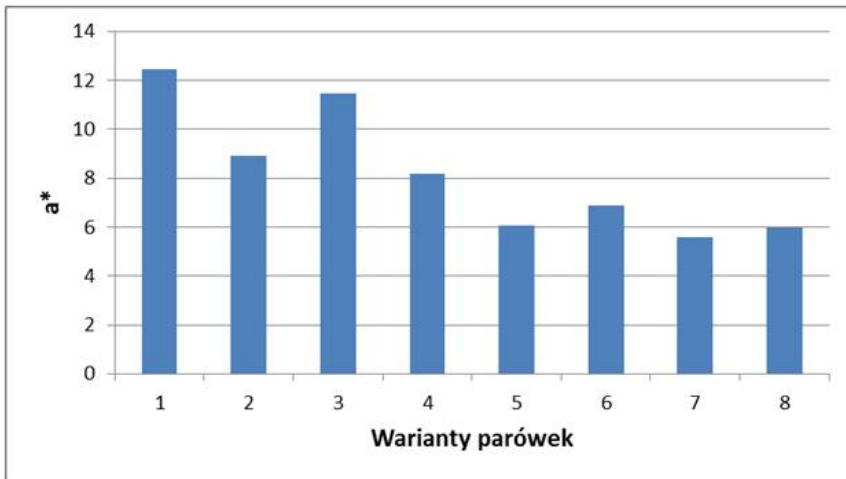
Jednym z podstawowych oznaczeń stosowanych w ocenie jakości środków spożywczych jest pomiar parametrów barwy. Barwa to przykład cechy fizycznej produktu, która może mieć negatywny lub pozytywny wpływ na postrzeganie produktu przez konsumenta. Pomiar barwy może informować o składzie produktu, przez to o jego przydatności do przetwórstwa, transportu lub przechowywania [10]. Wyniki oznaczeń wyróżników barwy otrzymane w niniejszej pracy wykazały, że wszystkie badane warianty parówek charakteryzowały się wartością wyróżnika barwy L^* powyżej 60 (rys. 6). Najwyższą wartością jasności charakteryzował się wariant 7 (82,4), a najniższą wariant 1 (63,8). Ze względu na to, iż produkty te zawierają stosunkowo dużo tłuszczu, mogą mieć wyższą jasność, ponieważ tłuszcz jako ciało achromatyczne, podwyższa ten parametr.



Rys. 5. Siła cięcia badanych parówek [opracowanie własne]



Rys. 6. Średnie wartości parametru L* [opracowanie własne]



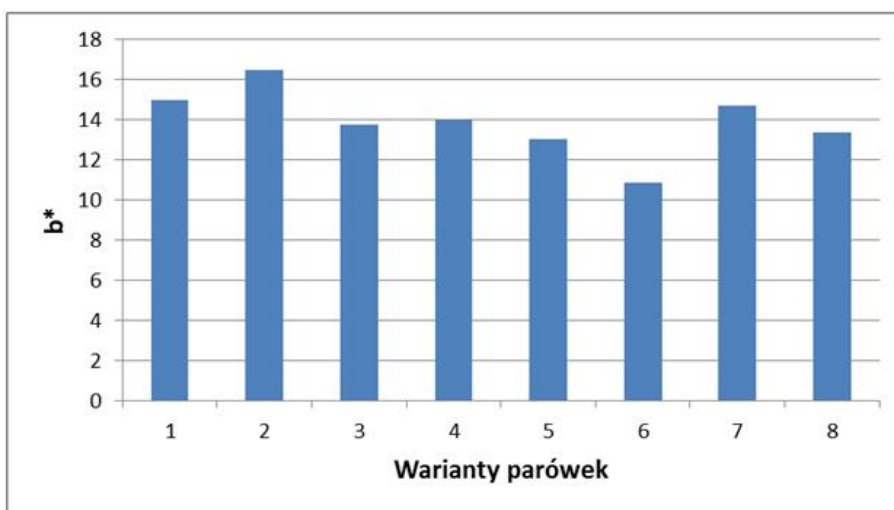
Rys. 6. Średnie wartości parametru a* [opracowanie własne]

Wartości wyróżnika a* barwy określającego udział barwy czerwonej kształtowały się w zakresie od 5,3 do 12,3 (rys. 7). Parówki z niższych przedziałów cenowych charakteryzowały się wyższymi wartościami wyróżnika a* barwy. Najwyższą wartość czerwoności uzyskano dla wariantów 3 i 1; najniższą natomiast dla wariantów 8 i 7. Wpływ na ten parametr mógł mieć rodzaj mięsa, z jakiego wyprodukowano parówki. Ostatnie dwa warianty to parówki drobiowe i drobiowo-cielęce. Warianty 1 i 3 to parówki wieprzowe.

Dodatkowo wariant 1 posiadał na etykiecie informacje o barwnikach, które zostały dodane w procesie produkcji i mogły wpłynąć na wartość parametru a^* .

Wartości wyróżnika b^* barwy określającego udział barwy żółtej uzyskane dla poszczególnych wariantów produktów przedstawiono na rysunku 8. Najwyższą wartością tego wyróżnika charakteryzował się 2 wariant parówek. Najniższą wartość wyróżnika b^* otrzymano dla wariantu 6 (10,4).

Na podstawie uzyskanych wyników wyróżników barwy można zaobserwować, że parówki pochodzące z tego samego przedziału cenowego, uzyskały bardzo zbliżone wyniki.



Rys. 7. Średnie wartości parametru b^* [opracowanie własne]

3. Wnioski

- 1) Na podstawie przeprowadzonej analizy składu surowcowego deklarowanego przez producenta stwierdzono, że najtańsze parówki zawierały dodatek MOM i znacznie mniej mięsa w porównaniu z parówkami droższymi.
- 2) Zawartość białka, tłuszczu oraz soli oznaczona w parówkach poddanych badaniom odpowiadała wymaganiom PN-A/82007:1996.
- 3) Stwierdzono zależność zawartości białka od ceny parówek. Produkty najdroższe charakteryzowały się najwyższą zawartością białka. Nie zaobserwowano zależności ilości występującego w parówkach tłuszczu i ceny parówek.
- 4) Zaobserwowano wpływ zawartości mięsa w recepturze produktu na jego twardość. Parówki, w których składzie stwierdzono deklarowane większe

ilości mięsa, charakteryzowały się większą twardością w porównaniu do parówek o mniejszej zawartości tego składnika.

- 5) Stwierdzono znaczne zróżnicowanie wyróżników barwy w poszczególnych wariantach parówek. Parówki charakteryzowały się wysoką jasnością, co ma prawdopodobnie związek z dużą ilością tłuszczu zawartego w tego typu wyrobach, powodującego rozjaśnienie barwy. Zaobserwowano wpływ rodzaju użytego w recepturze mięsa na wartości czerwoności. Warianty parówek z udziałem mięsa drobiowego i/lub cielęcego charakteryzowały się niższym udziałem barwy czerwonej.

Literatura

1. Makała H., *Jakość parówek oferowanych konsumentom w sprzedaży detalicznej*, Gospodarka Mięsna, 2012, nr 6: 22-25.
2. Makała H., Tyszkiewicz S., Wawrzyniewicz M., *Charakterystyka parówek – rynkowych przetworów mięsnych*, Gospodarka Mięsna, 2006, nr 8: 20-28.
3. Olszewski A., *Aspekty produkcji parówek*, Gospodarka Mięsna, 2009, nr 2: 10-16.
4. Palka K., Węsierska E., Niwecka A., *Jakość parówek dostępnych w sprzedaży detalicznej*, Przemysł Spożywczy, 2012, nr 3: 42-44.
5. PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
6. PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
7. PN-73/A-82112 Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości soli kuchennej.
8. Słowiński M., Filipczak A., *Wpływ czasu kutrowania farszu z błonnikiem ziemniaczanym na jakość parówek*, Mięso i Wędliny, 2009, nr 8: 22-25.
9. Tyburcy A., Toszek E., Cegiełka A., *Porównanie składu surowcowego i wskaźników chemicznych parówek drobiowych i wieprzowych oferowanych w sprzedaży detalicznej w Warszawie* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, 3 (44): 105-112.
10. Zapotoczny P., Zielińska M., *Rozważania nad metodyką instrumentalnego pomiaru barwy marchwi*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, 1 (42): 121-132.

**Pracę recenzował: Prof. dr hab. Zbigniew J. Dolatowski,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie**

Badanie wyróżników jakościowych wybranych kielbas homogenizowanych

Streszczenie

Jakość żywności jest czynnikiem, który ogrywa ważną rolę w decyzjach nabywczych współczesnych konsumentów. Producenci wyrobów mięsnych oferują bardzo szeroki asortyment kielbas homogenizowanych, ponieważ należą one do przetworów mięsnych chętnie kupowanych przez konsumentów. Celem pracy było porównanie podstawowego składu chemicznego, wyróżników barwy oraz twardości wybranych kielbas homogenizowanych. Materiałem badawczym były parówki dostępne w handlu detalicznym (8 wariantów). W trakcie badań wykonano następujące oznaczenia: zawartość wody, białka, tłuszczu, soli oraz pomiar wyróżników barwy i twardości. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że skład chemiczny poszczególnych parówek różnił się znacząco. Wszystkie badane warianty odznaczały się zbliżoną zawartością soli. Parówki, które charakteryzowały się najwyższą zawartością wody i białka, charakteryzowały się jednocześnie największą twardością. Homogenizowane produkty mięsne będące przedmiotem badań odpowiadały wymaganiom normy PN-A-82007:1996 pod względem zawartości wody, białka oraz tłuszczu. Ze względu na tak szeroki asortyment oferowanych wyrobów, wiedza na temat ich jakości, umożliwi konsumentowi dokonanie właściwego wyboru podczas zakupu.

Słowa kluczowe: parówki, skład chemiczny, barwa, twardość

THE quality OF selected comminuted meat product

Abstract

Food quality is a main factor that determines the choice of the consumer during purchasing the food. Producers of meat products offer a very wide range of comminuted meat product, since they are often purchased by consumers. The aim of this study was to compare the chemical composition, colour and hardness of selected homogenized sausages. The research material was sausages available in retail trade (8 variants). During the tests, following markings were performed: the content of water, protein, fat and salt, furthermore, measurement of colour and hardness. Results revealed that the chemical composition of various sausages differs significantly. All tested variants were marked by a similar salt content. Sausages which were distinguished by the highest content of water and protein, had greatest hardness. Comminuted meat products which were the subject of research comply with the requirements of the PN-A-82007: 1996 in terms of water content, protein and fat. Due to a wide range of these products, knowledge about their quality, allow consumers to make the right choice when purchasing.

Key words: comminuted meat product, chemical composition, colour, hardness

Ekologiczne przetwórstwo surowców pochodzenia zwierzęcego

Wstęp

W ostatnich latach nastąpił wzrost zainteresowania konsumentów ekologicznymi produktami pochodzenia zwierzęcego [1]. W przeciwieństwie do roślinnej produkcji ekologicznej, przetwórstwo odzwierzęcych surowców ekologicznych dopiero wstępuje na drogę dynamicznego rozwoju. Ludzie coraz częściej sięgają po funkcjonalne i prozdrowotne produkty ekologiczne, które są w stanie spełnić ich rosnące wymagania odnośnie cech sensorycznych, z jednoczesnym zapewnieniem bezpieczeństwa zdrowotnego [2]. Wiele badań prowadzonych w Polsce oraz na świecie, potwierdza występowanie istotnych różnic w wartości odżywczej, jakości sensorycznej i stabilności mikrobiologicznej produktów ekologicznych pochodzenia zwierzęcego w stosunku do wyrobów pozyskanych w warunkach masowej produkcji, wskazując na możliwe pozytywne skutki zdrowotne spożywania żywności ekologicznej.

1. Rolnictwo ekologiczne

Najnowsze dane wskazują, że rolnictwo ekologiczne w Polsce stale się rozwija. Badania przeprowadzone przez Inspekcję Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych z 2011 roku wskazują, że w porównaniu z ubiegłymi latami wzrasta liczba producentów żywności ekologicznej. Rosnące zainteresowanie rolników podejmowaniem produkcji ekologicznej, może mieć związek z pomocą finansową kierowaną w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich dla tego sektora [3, 4].

Ekologiczna produkcja rolnicza jest systemem podlegającym ścisłej kontroli i objętym ochroną prawną. Ogólne wymogi stawiane rolnictwu ekologicznemu zawarte są w Ustawie z dnia 25 czerwca 2009 roku o rolnictwie ekologicznym oraz w Rozporządzeniu Rady (WE) Nr 834/2007 w sprawie produkcji

¹ grazyna.g.golda@gmail.com Studenckie Koło Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii Naukowego

² beata.smalej@gmail.com Studenckie Koło Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii Naukowego

ekologicznej i znakowaniu produktów ekologicznych, uchylającym rozporządzenie (EWG) nr 2092/91 (2007) [5, 6, 7].

Sama idea rolnictwa ekologicznego jest rozumiana jako system gospodarowania o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej. Produkcja ekologiczna łączy w sobie przyjazne środowisku praktyki gospodarowania i wspomaga wysoki stopień różnorodności biologicznej, wykorzystując naturalne procesy oraz zapewniając właściwy dobrostan zwierząt [6, 7].

Głównym zadaniem rolnictwa ekologicznego jest produkcja pełnowartościowej żywności, co w efekcie daje odzwierciedlenie w profilaktyce zdrowotnej oraz poczuciu dobrobytu. Z tego właśnie względu najważniejsze zasady rolnictwa ekologicznego opierają się na rezygnacji ze stosowania agrochemii, czyli nawozów sztucznych, pestycydów i dodatków paszowych oraz leków weterynaryjnych, które mogą mieć niekorzystny wpływ na szeroko rozumianą zdrowotność [6, 7].

1.1. Ekologiczny chów zwierząt

Chów zwierząt jest działalnością ściśle powiązaną z produkcją roślinną. Ma ogromne znaczenie systemowe, gdyż jest podstawowym warunkiem samowystarczalności paszowo-nawozowej gospodarstwa, czyli zrównoważonej obsady zwierząt. Ogólnie przyjmuję się, że obsada 0,7 sztuki dużej na 1 ha użytków rolnych jest optymalna. Konieczne jest, aby wszystkie pasze i nawozy produkowane były w gospodarstwie rolnym [8]. Zwierzęta muszą mieć zapewnione warunki jak najbardziej zbliżone do ich środowiska naturalnego – dostęp do świeżego powietrza, naturalnego światła i ruchu z jednoczesnym zapewnieniem im komfortu psychicznego i fizycznego. Niedopuszczalny jest chów wyłącznie w pomieszczeniach zamkniętych [7].

W gospodarstwach ekologicznych określone są warunki dotyczące utrzymania zwierząt (temperatury, oświetlenia, wentylacji i dezynfekcji budynków inwentarskich), wybiegów i pastwisk, doboru ras zwierząt i ich pochodzenia, żywienia, opieki nad młodymi zwierzętami, profilaktyki i leczenia chorób. Wykluczone jest stosowanie pasz przemysłowych, antybiotyków czy stymulatorów wzrostu. Dobry stan zdrowia zwierząt warunkuje otrzymanie odpowiedniej jakości surowca mięsnego, który jest podstawą otrzymania produktu odznaczającego się pożądanymi cechami fizyczno-chemicznymi, właściwą wartością odżywczą oraz bezpieczeństwem zdrowotnym żywności [8, 9].

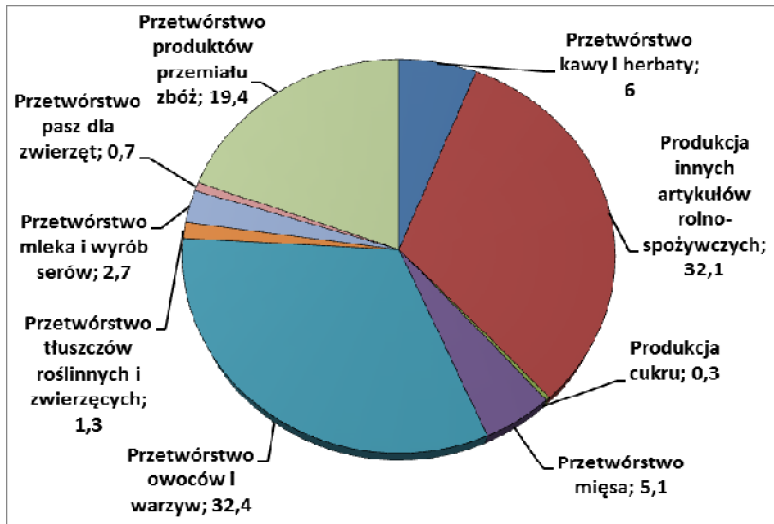
2. Struktura rynku przetwórstwa ekologicznego

Wzrost zainteresowania produkcją ekologiczną wiąże się z rozwojem nauk o żywności dowodzącym jak wielkie znaczenie ma wpływ sposobu odżywiania na zdrowie i funkcjonowanie organizmu, jak również z większą świadomością konsumentów, którzy mają coraz wyższe oczekiwania wobec określonych cech sensorycznych i prozdrowotnych środków spożywczych. Konsument coraz częściej stwierdza, że żywność powstała w warunkach zbliżonych do jak najbardziej naturalnych spełni jego oczekiwania [2, 10].

Dane statystyczne wskazują, że wraz ze wzrostem popytu na żywność ekologiczną wzrasta liczba zarówno gospodarstw, jak i przetwórci produktów rolnictwa ekologicznego. Rozwój tego sektora znajduje również odzwierciedlenie w liczbie jednostek certyfikujących odpowiedzialnych za kontrole wyżej wymienionych podmiotów. Według danych zamieszczonych na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (stan na 31 grudnia 2011 r.) w 2003 roku liczba zakładów produkujących żywność z wykorzystaniem metod ekologicznych wynosiła 22, natomiast w 2011 roku wzrosła do 270. W 2011 roku najwięcej przetwórci ekologicznych pojawiło się odpowiednio w województwach: mazowieckim (54), wielkopolskim (41) i lubelskim (28) [11].

Najwięcej z ogólnej liczby przetwórci (rys.2) wykorzystujących metody ekologiczne, a prowadzących działalność w 2010 r. zajmowało się przetwórstwem owocowo-warzywnym (32,4%). Produkcją innych artykułów spożywczych zajmowało się 32,1% przetwórci, a produkcją związaną z przemiałem zbóż (19,4%). Zdecydowanie mniejszy był udział podmiotów gospodarczych zajmujących się przetwórstwem kawy i herbaty (6%), mięsa (5,1%) oraz mleka (2,7%) [4].

Najczęściej spożywanymi produktami pochodzącymi z gospodarstw ekologicznych są owoce i warzywa, przetwory zbożowe oraz mleko krowie i jego przetwory. Na rynku panuje deficyt w ofercie ekologicznych produktów mięsnych. Może to być spowodowane brakiem w ofercie wyrobów o wysokiej jakości zdrowotnej, wyprodukowanych z surowców ekologicznych, z dodatkiem ekologicznych substancji dodatkowych, wytworzonych z wykorzystaniem tradycyjnych metod utrwalania [2]. Wiąże się to również z wysokim kosztem produkcji wyrobów ekologicznych, ich wysoką ceną, jak również z małą liczbą producentów oferujących tego typu artykuły [10].



Rys. 1. Procentowy udział branż w przetwórstwie ekologicznym w 2011 roku [4]

3. Jakość ekologicznych surowców pochodzenia zwierzęcego

Przetwórstwo ekologicznych surowców, w tym także mięsa, prowadzone jest metodami chroniącymi wartość odżywczą, bez użycia konserwantów, barwników i emulgatorów. Dozwolona jest jedynie wąska grupa dodatków, używanych przez wieki i uznanych za bezpieczne. Istnieje również możliwość uzupełnienia wyrobów mięsnych o zioła pochodzące z upraw ekologicznych, które niejednokrotnie w bardzo korzystny sposób oddziałują na gotowy wyrób [12]. Producenci zobowiązani są do stosowania sposobów przetwarzania zgodnych z zrównoważonym rozwojem technologii produkcyjnych. Dozwolone są tradycyjne metody mechaniczne, fizyczne i fermentacyjne tj. fermentacja, solenie, wędzenie, suszenie, chłodzenie. Wykluczone są natomiast takie, które polegają na napromieniowaniu wyrobów promieniami jonizującymi, chemicznej obróbce produktów, tworzeniu produktów z izolowanych składników żywności oraz zastosowaniu organizmów modyfikowanych genetycznie (GMO) i ich pochodnych [2, 7, 13].

Od surowców ekologicznych oczekuje się wyższej jakości zdrowotnej i odżywczej, co jest jednym z istotnych determinantów decyzji nabywczych konsumentów. Wartość odżywcza żywności zależy przede wszystkim od zawartości poszczególnych składników odżywczych tj. białka, tłuszczu, węglowodanów czy witamin niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania naszego organizmu [14]. Surowce odzwierzęce pochodzące z gospodarstw ekologicznych coraz częściej spełniają wyższe wymagania konsumentów, co do jakości żywności [15]. Ponadto zawierają niższy poziom pestycydów [14]. Nie

ma jednoznacznych dowodów wskazujących, że żywność ekologiczna jest bardziej podatna na zanieczyszczenia mikotoksynami niż żywności konwencjonalna [1].

3.1. Jakość ekologicznego mięsa i przetworów mięsnych

W żywieniu człowieka, mięso i jego przetwory można uznać za jeden z najważniejszych produktów spożywczych. O wartości odżywczej mięsa decydują przede wszystkim białka, odznaczające się korzystnym składem aminokwasowym, oraz tłuszcze. Ponadto, w mięsie występuje wiele bioaktywnych składników o działaniu prozdrowotnym, takich jak: CLA (sprzężony kwas linolowy), nienasycone kwasy tłuszczowe, glutation, dipeptydy (karnityna, ornityna) oraz wiele witamin, związków mineralnych i enzymów [16].

Jednym z aspektów oceny jakości żywności ekologicznej jest ocena wartości odżywczej mięsa i wyrobów wędliniarskich, która zależy m. in. od: gatunku zwierząt rzeźnych, płci, lokalizacji i technologicznych warunków przetwarzania tkanki mięsnej w tuszy oraz żywienia, w tym rodzaju i poziomu dodatku tłuszczu paszowego [17, 18].

Castellini i in. (2002) w badaniach nad wpływem produkcji ekologicznej na jakość mięsa brojlerów zaobserwowali wzrost udziału tkanki mięśni piersiowych i podudzi oraz równoczesny spadek zawartość tkanki tłuszczowej w tuszach z chowu ekologicznego. Odmiennie wyniki otrzymali Walshe i in. (2005) badający ekologiczne mięso wołowe, w którym oznaczyli wyższą zawartość tłuszczu w porównaniu z mięsem pochodzącym z produkcji konwencjonalnej (od 3,37% do 1,98%). Wyższą zawartość tłuszczu w mięsie ekologicznym stwierdzili również Grela i Kowalczuk (2009) (47,5 g/kg do 51,1 g/kg – mięsień *adductor*, 16,3 g/kg do 19,8 g/kg – mięsień *longissimus*), podczas badań porównawczych tuczników pochodzących z tuczu ekologicznego i masowego.

Wielu autorów wskazuje na różnicę w wartości odżywczej mięsa pozyskanego ze zwierząt hodowanych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych [15, 17, 18, 19, 20, 21,]. Grela i Kowalczuk (2009) podają, że zawartość składników odżywczych takich jak: białko ogółem, sucha masa, tłuszcz oraz popiół surowy w mięsie tuczników ekologicznych i konwencjonalnych była statystycznie nieistotna, przy czym nieznacznie wyższy poziom tych składników odnotowano w mięsie pozyskanym ze zwierząt utrzymywanych w warunkach chowu ekologicznego. Autorzy [20] zaobserwowali również istotnie wyższy udział kwasów tłuszczowych wielonienasyconych w mięsie pochodzącym ze zwierząt żywionych ekologicznymi mieszankami paszowymi w tym głównie kwasu linolenowego 18:3 (0,39 g/kg do 0,52 g/kg - mięsień *longissimus*, 0,74 g/kg do 0,98 g/kg - mięsień *adductor*) [20]. Wypasanie zwierząt hodowanych metodami

ekologicznymi zwiększa udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w mięsie, przez co zwiększa jego wartość odżywczą i zdrowotną [9]. Podobne wyniki zaobserwowali Pla i in (2005), którzy w swoich badaniach porównywali skład tłuszczowy mięsa króliczego, pochodzącego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej również stwierdzili wyższą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu do kwasów nasyconych tłuszczowych w króliczym mięsie ekologicznym. Walshe i in (2005) badający mięso bydlęce pochodzące z hodowli ekologicznej, nie stwierdzili statystycznie istotnych różnic w zawartości białka, kwasów tłuszczowych, popiołu, β -karotenu, retinolu oraz tokoferolu w porównaniu mięsa bydlęcego pochodzącego z produkcji masowej.

Pomimo wielu korzystnych właściwości mięsa ekologicznego Castellini i in. (2002) wskazuje na niższą wartość pH, która warunkowała mniejszą zdolność do chłonięcia i zatrzymywania wody własnej oraz dodanej w trakcie operacji technologicznych. Odnotowali również wyższą wartość wskaźnika utlenienia TBARS, co uzasadniali większą aktywnością fizyczną zwierząt, a co za tym idzie większym stresem oksydacyjnym. Mniejszą stabilność oksydacyjną lipidów autorzy tłumaczyli wyższą zawartością jonów metali (m. in. żelaza) katalizujących peroksydację lipidów oraz wyższą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Podobnie wyższe wartości wskaźnika TBARS uzyskali Walshe i in (2006), badając stopień utlenienia tłuszczu w mięśniu wołowym *Longissimus dorsi* i przechowywanym w atmosferze modyfikowanej (MAP) w stosunku do próby kontrolnej. Zmniejszenie trwałości mięsa ekologicznego jest szczególnie istotne w produkcji wędlin.

Greła i Kowalczyk (2009) analizując ekologiczne wyroby wędliniarskie dostępne na rynku, stwierdzili iż największy udział kwasów tłuszczowych wielonienasyconych jest w boczku (8,3%) i ogonówce (7,4%). Najkorzystniejszą proporcję kwasów rodziny $\Omega 3$ do $\Omega 6$ autorzy odnotowali w boczku i kabanosach. Różnica w zawartości tłuszczu i składzie kwasów tłuszczowych pomiędzy poszczególnymi asortymentami wędlin wynika prawdopodobnie z lokalizacji wyrębów, z których są produkowane [20].

Szczególnym wyzwaniem ze względu na ograniczenie zastosowania soli peklującej, jest zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego w przypadku ekologicznych produktów mięsnych. Badania nad zastosowaniem naturalnych przypraw, np. gorczycy czy dodatku serwatki kwasowej przy produkcji tego typu wyrobów dają obiecujące efekty [2]. Ponadto, przeprowadzona przez Sebranka i in. (2006), analiza niektórych dostępnych na rynku soków warzywnych, wykazała, że marchew, seler, buraki i szpinak zawierają odpowiednio 171 ppm, 2114 ppm, 2273 ppm i 3227 ppm azotanu (V). Ze względu na małą ilość

naturalnych barwników zawartych w selerze (w przeciwieństwie np. do buraków) oraz łagodny smak, dodany do produktów mięsnych, nie zmienia on w sposób istotny ich smaku. Dlatego też sproszkowany seler zyskał szerokie zastosowanie w przetwórstwie mięsa. Wprowadzany wraz z odpowiednimi kulturami bakteryjnymi, wykazującymi zdolność przekształcenia azotanów (V) występujących w roślinie, do pożądanych azotanów (III), daje barwę charakterystyczną dla peklowanego mięsa.

W ostatnim czasie, sproszkowany seler (zawierający przekonwertowane z azotanów (V) azotany (III)), stosuje się na powierzchnię świeżego mięsa, pakowanego próżniowo lub w atmosferze z bardzo niskim stężeniem tlenu. Azotany (III), pochodzące z selera, reagują z mioglobina, co skutkuje powstaniem nitrozylomioglobiny, o pożądanej przez konsumentów różowoczerwonej barwie [22, 23].

Ocena jakości sensorycznej mięsa pochodzącego z gospodarstw konwencjonalnych i ekologicznych wskazuje na wyższą jakość „eko mięsa”, głównie dzięki zawartości tłuszczu śródmięśniowego warunkującego lepszą smakowitość i delikatność wyrobu. [15, 9].

Badania prowadzone przez Dolatowskiego i in. (2012) nad ekologicznymi metodami przetwórstwa mięsa i produktów mięsnych bez dodatków azotanów i azotynów wykazały, że jakość sensoryczna i mikrobiologiczna mięsnych wyrobów parzonych oraz surowo dojrzewających może spełnić wymagania konsumentów, a także właściwych rozporządzeń i aktów prawnych [24].

3.2. Jakość ekologicznego mleka i produktów mlecznych

Mleko i przetwory mleczne odgrywają znaczącą rolę w żywieniu człowieka. Mleko jest dobrym źródłem pełnowartościowych białek, łatwo przyswajalnego tłuszczu, soli mineralnych (wapnia, fosforu), witamin A oraz z grupy B [25]. Spożycie mleka i przetworów mlecznych pochodzących z produkcji ekologicznej roślinie, z uwagi na pozytywne oddziaływanie tych produktów na zdrowie [26].

Butler i in. (2011) w badaniach przeprowadzonych na świeżym mleku pochodzącym z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej wskazują na różnice w wartości odżywczej a w szczególności na wyższą zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku ekologicznym. Próbkę do badań pobierane zarówno w okresie letnim, jak i zimowym przez dwa lata pochodziły z supermarketów lub innych placówek handlowych w północno-wschodniej Anglii zajmujących się dystrybucją wyrobów ekologicznych. Autorzy zaobserwowali w mleku „eko” wyższe stężenie dobroczynnych kwasów

tluszczowych (FA), w tym wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA; 39,4 do 31,8 g/kg FA) [27].

Udowodniono również silny wpływ żywienia krów na zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych Ω 3. W porównaniu z mlekiem pozyskanym w okresie zimowym, mleko zebrane w okresie letnim, odznaczało się niższym stężeniem nasyconych kwasów tłuszczowych (682 do 725 g/kg FA), natomiast wyższą zawartością PUFA (37,6 do 32,8 g/kg FA), sprzężonego kwasu linolowego (CLA; 8,1 do 4,7 g/kg FA) oraz kwasu α -linolenowego (6,5 do 4,6 g/kg FA). [27]. Kuczyńska i in. (2011) analizując zawartość bioaktywnych składników mleka w zależności od modelu żywienia krów w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych wykazała statystycznie wyższą zawartość składników o właściwościach antyoksydacyjnych, głównie β -karotenu i witaminy D₃ oraz CLA (sprzężonego kwasu linolowego) w mleku pochodzącym z żywienia w sezonie letnim w porównaniu z mlekiem uzyskanym w sezonie zimowym, odpowiednio o 78% i 14% oraz 437 %. Uzyskane wyniki badań wskazują na korzystną jakość prozdrowotną mleka pochodzącego od krów wypasanych na pastwiskach [28].

Palupi i in. (2012) wskazują także, że mleko ekologiczne charakteryzuje się korzystniejszym stosunkiem kwasów tłuszczowych Ω 3 : Ω 6 (0,42 : 0,23) i wyższą zawartością Δ 9- desaturazy, która stymuluje endogenne procesy wbudowywania podwójnych wiązań w nasycone kwasy tłuszczowe (FA) zbudowanych z od 10 do 18 atomów węgla, a więc ich transformację w korzystne z punktu widzenia prozdrowotności wyrobu kwasy jednonienasycone (MUFA) [29, 30].

Podobne wyniki uzyskali Tudisco i in. (2010) badający mleko kozie z produkcji ekologicznej. Autorzy wykazali wyższą zawartość tłuszczu ogółem w mleku pochodzącym z produkcji ekologicznej w porównaniu do mleka konwencjonalnego, przy równocześnie korzystniejszym profilu kwasów tłuszczowych oraz wyższej zawartości CLA [31].

Kuczyńska i in. (2012) obserwowali w mleku pochodzącym z produkcji ekologicznej wyższe stężenie białek serwatkowych, w tym β -laktoglobuliny, laktoferyny i lizozymu oraz niższe stężenie albuminy surowicy bydlęcej [32].

Niektórzy autorzy stwierdzili w ekologicznym mleku wyższą zawartość witaminy E, C, A i tokoferolu, jednakże różnice nie były statystycznie istotne [33, 34]. Jednakże Butler i in. (2006) oraz Bergamo i in. (2003) wykazali, że mleko pozyskiwane z gospodarstw ekologicznych charakteryzuje się większą zawartością witaminy A i tokoferolu w porównaniu z mlekiem konwencjonalnym [35, 36]. Ponadto, w mleku pochodzącym z gospodarstw ekologicznych stwierdzono więcej wapnia i witaminy B₂ [14].

Rey-Crespo i in. (2013) badający zawartość pierwiastków śladowych i toksycznych, stwierdzili niższe stężenia pierwiastków śladowych w mleku ekologicznym w porównaniu z mlekiem konwencjonalnym. Różnice te są szczególnie widoczne w przypadku pierwiastków, które są rutynowo uzupełniane w konwencjonalnych koncentratkach paszowych, takich jak: Cu (41,0 i 68,9 µg/l), Zn (3326 i 3933 µg/l), I (78 i 265 µg/l), Se (9,4 i 19,2 µg/l). Nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic w stężeniu metali ciężkich w mleku. Ponadto, wykazano wyższą zawartość As i Fe, odpowiednio o 65% i 13% w mleku ekologicznym w porównaniu do mleka konwencjonalnego [37].

Badania Bath i in. (2011) przeprowadzone w Wielkiej Brytanii nad zawartością jodu w mleku ekologicznym i konwencjonalnym dowiodły, iż to pierwsze odznacza się o 42,1% niższym stężeniem jodu w porównaniu do mleka konwencjonalnego. Podobne wyniki otrzymali Rey-Crespo i in. (2013) wykazując około trzy razy niższy poziom jodu w mleku ekologicznym [37, 38].

Norwescy naukowcy dowiedli, że jakość mikrobiologiczna mleka ekologicznego jest znacznie lepsza w porównaniu z jakością mleka konwencjonalnego. Stwierdzili w mleku organicznym mniejszą ilość komórek somatycznych, których podwyższony poziom wskazuje na możliwość wystąpienia zapalenia wymienia u krowy. Jednak wyższa zawartość bakterii z grupy *coli* w tymże mleku może świadczyć o niższym standardzie higienicznym panującym w gospodarstwach ekologicznych [14, 39]. Woese i in. (1997) wskazuje również na niższą zawartość rakotwórczej aflatoksyny M1 w mleku pochodzącym z produkcji ekologicznej [33].

Ocena jakości sensorycznej mleka z gospodarstw konwencjonalnych i ekologicznych wykazała, że lepszym smakiem i zapachem charakteryzowało się mleko z gospodarstw konwencjonalnych. Autorzy tłumaczyli to przyzwyczajeniem konsumentów do mleka dostępnego w sklepach oraz niechęcią do naturalnej nuty zapachowej mleka jaką można dostrzec w surowcu ekologicznym [14].

Probiotyczne wyroby fermentowane wyprodukowane z mleka ekologicznego łączą ze sobą prozdrowotne oddziaływanie bakterii probiotycznych oraz korzyści wynikające z praktyk ekologicznych. Florance i in. (2012) dowiedli, że zastosowanie organicznego mleka w produkcji wyrobów fermentowanych wpływa na jego szybsze zakwaszenie, co ma bezpośredni związek z wyższą zawartością w nim wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz z poprawą wzrostu bakterii fermentacji mlekowej *L. bulgaricus* [40].

3.3. Jakość ekologicznych jaj

Jaja stanowią jeden z najbardziej powszechnych produktów żywnościowych w diecie człowieka. Są źródłem wielu cennych składników, takich jak: wysoko strawne białka, lipidy, witaminy, składniki mineralne oraz substancje o właściwościach prozdrowotnych [41]. Produkcja jaj odgrywa w obrocie krajowym istotną rolę. Ostatnimi czasy obserwuje się wzrost spożycia jaj w Polsce [42].

Badania Samman i in. (2009) wskazują na niewielką różnicę pomiędzy składem kwasów tłuszczowych jaj pochodzących z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych. Jaja ekologiczne charakteryzują się statystycznie istotną wyższą zawartością kwasów tłuszczowych nasyconych oraz niższą zawartością kwasów jedno- i wielonienasyconych w porównaniu z jajami z produkcji konwencjonalnej. Przyczyny tego stanu rzeczy należy upatrywać w wyższej zawartości kwasów palmitynowego i stearynowego w surowcu ekologicznym. Ponadto, mają nieznacznie niższą wagę (59,62 g) w porównaniu do jaj z produkcji masowej (61,70 g) [43].

Küçükyılmaz i in. (2012) w badaniach nad zawartością składników mineralnych w jajach ekologicznych i konwencjonalnych nie odnotowali statystycznie istotnych różnic w zawartości popiołu, wapnia, żelaza, magnezu i miedzi pomiędzy jajami. Sygnalizują, iż system hodowli posiada znaczący wpływ na poziom fosforu i cynku. Zawartość magnezu w skorupce jaja ekologicznego była wyższa o 10%, w przeciwieństwie do zawartości cynku, którego zawartość była istotnie niższa. Ilość fosforu i cynku w jadalnej części jaja była niższa w surowcu ekologicznym odpowiednio o 41% i 30% [44]. Autorzy tłumaczyli to tym, że fosfor jest głównym składnikiem kości i związków organicznych biorących udział w przemianach metabolicznych. Fosfor i cynk jako podstawowe pierwiastki wspierają system immunologiczny, dlatego też ich mniejsza ilość jest odkładana w jajach. Ponadto, stosunkowo duża ilość fosforu może być wchłaniana i kierowana do kości nóg ptactwa hodowanego w systemie ekologicznym o wysokiej aktywności fizycznej. Powyższe, badania mogą być potwierdzeniem, że jaja pozyskiwane od kur hodowanych w systemie ekologicznym mają wyższą wartość odżywczą niż jaja konwencjonalne [43, 44].

4. Podsumowanie

Wyższa jakość żywności ekologicznej pochodzenia zwierzęcego wynika głównie ze stosowania ściśle określonych metod produkcji (tradycyjne metody utrwalania), ograniczenia stosowanych substancji dodatkowych oraz surowców pochodzących z gospodarstw ekologicznych, które są kontrolowane przez niezależne, profesjonalne organizacje certyfikujące. Niewątpliwie odzwiercęca

surowce takie jak: mięso, mleko i jaja pochodzące z gospodarstw ekologicznych charakteryzują się lepszymi właściwościami odżywczymi, co głównie przejawia się w korzystniejszym składzie kwasów tłuszczowych, związków mineralnych, witamin oraz składników bioaktywnych. Można przypuszczać, że dzięki przedstawionym dowodom naukowym dotyczącym jakości ekologicznych produktów pochodzenia zwierzęcego rynek ekologicznych produktów odzwierzęcych będzie rozwijał się dynamicznie w ciągu najbliższych lat.

Podziękowania

Pragniemy złożyć serdeczne podziękowania Pani dr inż. Karolinie M. Wójciak za opiekę merytoryczną i cenne wskazówki przy tworzeniu niniejszej pracy oraz Panu prof. dr hab. Zbigniewowi J. Dolatowskiemu za życzliwe przyjęcie publikacji do recenzji.

Literatura

1. Maryline K., *Quality of organic animal product*, Livestock Production Science, 2003 vol. 80, s. 33-40
2. Dolatowski Z.J., Jachacz L., Nowaczyk A., Skwarek M., Solska E., Wójciak K., Kołozyn Krajewska D., Szydłowska A., Zielińska D., Neffe- Skocińska K., Kryjmas P. *Ekologiczne metody przetwórstwa mięsa i wyrobu produktów mięsnych bez stosowania dodatków azotanów i azotynów z uwzględnieniem wydłużenia trwałości przechowalniczej tych produktów*, „Sprawozdanie z badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego”, [online], 2011 [dostęp 1 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: Raport o stanie rolnictwa ekologicznego w latach 2009-2010, [online], 2011 [dostęp: 7 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: http://www.up.lublin.pl/files/food/katedra_miesa/sprawozdania/sprawozdanie-z-badan-podstawowych.pdf
3. *Raport o stanie rolnictwa ekologicznego w Polsce w latach 2009-2010*, [online], 2011, s. 19-21 [dostęp: 7 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://www.ijhar-s.gov.pl/pliki/biuletyn/2011/IJHRS%20Raport%20o%20stanie%20rolnictwa%20ekologicznego%20w%20Polsce%202009-2010.pdf>
4. Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz.U. 09. Nr 116, poz. 975)
5. Rozporządzenie Rady nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych (Dz. U. L. 189 z 20.07.2007 r.)
6. Rembiałkowska E, Badowski M., *Mięso z produkcji ekologicznej*, Gospodarka Mięsna, 2010 vol. 8, s. 16-19
7. Tyburski J., Żakowska-Biermas S., *Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego*, Warszawa, Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, 2007, s. 103-130
8. Wójciak K.M., Jakość mięsa i wyrobów mięsnych produkowanych metodami ekologicznymi, Nauka Przyroda Technologia, 2012 vol. 6, s. 1-9

9. Czarnecka B., *Żywność ekologiczna - to znaczy jaka?* Mięso i Wędliny, 2008 vol. 7, s. 16
10. Rolnictwo ekologiczne w Polsce, [online], [dostęp: 7 maja 2013] Dostępny w World Wide Web: <http://www.minrol.gov.pl/pol/Jakosc-zywnosci/Rolnictwo-ekologiczne/Rolnictwo-ekologiczne-w-Polsce>
11. Karwowska M., *Antioxidant activity of spices in meat products*, [W:] Selected problems of nutraceutical and functional food, pod red. Trziszka T., Bobak Ł., Kazimierska M., Wrocław, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 2011, s. 118-127 Schnäckel W., Reuter T., Wiegand D., *Raw meat products without nitrite*, *Fleischwirtschaft*, 2000 vol. 80, s. 35-41
12. Rembiałkowska E., *Jakość żywności pochodzącej z gospodarstw ekologicznych*, W: *Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne*, Wydawnictwo Nauk PTTŻ, Kraków 2002, s.19-30
13. Castellini C., Mugnai C., Dal Bosco A., *Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality*, *Meat Science*, 2002 vol. 60, s. 219-225
14. Dolatowski Z.J., *Procesy utleniania w mięsie i jego produktach* [W:] *Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Nowe możliwości zastosowania ekstraktu z liści lucerny*, pod red. Greli E.R., Lublin-Sandomierz, Wydawnictwo Stowarzyszenia Rozwoju Regionalnego i Lokalnego PROGRESS, 2010, s. 140-147
15. Hansen, L.L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S.K., Andersen, H.J., *Effect of organic pig production systems on performance and meat quality*, *Meat Science*, 2006 vol. 74, s. 605-615
16. Grela E.R., Semeniuk V., Soszka M., *Ekologiczna produkcja wieprzowiny*, *Przegląd Hodowlany*, 2008 vol. 76, s. 2-4
17. Walshe, B. E., Sheehan, E. M., Delahunty, C. M., Morrissey, P. A., Kerry, J. P., *Composition, sensory and shelf life stability analyses of Longissimus dorsi muscle from steers reared under organic and conventional production systems*, *Meat Science*, 2006 vol. 73, s. 319-325
18. Grela E.R., Kowalczyk E., *Zawartość składników odżywczych i profil kwasów tłuszczowych mięsa i wybranych wędlin z ekologicznej produkcji świń*, *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2009 vol. 4(65), s. 34-40
19. Pla M., Herná'ndez P., Arin'õ B., Ram' rez J.A., D' az I., *Prediction of fatty acid content in rabbit meat and discrimination between conventional and organic production systems by NIRS methodology*, *Meat Science*, 2007 vol 100, s. 165-170
20. Sebranek J.G., Bacus J.N., *Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?* *Meat Science*, 2007 vol. 77, s. 136-147
21. Sebranek J.G., Jackson-Davis A. L., Myers K.L., Lavieri N.A., *Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States*, *Meat Science*, 2012 vol. 92, s. 267-273
22. Dolatowski Z.J., Karwowska M., Stadnik J., Stasiak D., Solska E., Wójciak K.M., Kołozyn-Krajewska D., Sionek B., Kryjmas P., Paczkowska A., *Ekologiczne metody przetwórstwa mięsa i wyrobu produktów mięsnych bez stosowania dodatków azotanów i azotynów z uwzględnieniem wydłużania trwałości przechowalniczej tych produktów*, *Sprawozdanie z badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w roku 2012*, [online], 2012 [dostęp 1 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web:

- http://www.up.lublin.pl/files/foodscience/2012_news/sprawozdania/2012_badania_ekologia.pdf
23. Kołożyn-Krajewska D., Sikora T., *Towaroznawstwo żywności*, Warszawa, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, 2004
 24. Pentelescu N. O., *Fatty acid, retinol and carotene content of organic milk*, Animal Biology & Animal Husbandry International Journal of the Bioflux Society, 2009 vol. 1, s. 21-26
 25. Butler G., Stergiadis S., Seal C., Eyre M., Leifert C., *Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England*, Journal of Dairy Science, 2011 vol. 94(1), s. 24-36
 26. Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K., Gołębiewski M., Grodzki H., Słószarz J., *Zawartość bioaktywnych składników mleka w zależności od modelu Żywienia krów w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2011, vol. 56(4), s. 7-13
 27. Palupi E., Jayanegara A., Ploeger A., Kahl J., *Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis*, [W:] Journal of the Science of Food and Agriculture, 2012 [dostęp: 7.05.2013]. Dostępny w Wiley Online Library:
http://anuragaja.staff.ipb.ac.id/files/2011/01/Palupi_2012_JSFA_Convent-organic-dairy-meta.pdf
 28. Borys B., Borys A., Sikora J., *Aktywność $\Delta 9$ -desaturazy w mięsie jagniąt w zależności od standardu rzeźnego i pochodzenia rasowego*, Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, 2007 vol. XLV(1) s. 135-153
 29. Tudisco R., Cutrignelli M.I., Calabrò S., Piccolo G., Bovera F., Guglielmelli A., Moniello G., Infascelli F., *Influence of organic systems on milk fatty acid profile and CLA in goats*, Small Ruminant Research, 2010 vol. 88, s. 151-156
 30. Kuczyńska B., Puppel K., Gołębiewski M., Metera E., Sakowski T., Słoniewski K., *Differences in whey protein content between cow's milk collected in late pasture and early indoor feeding season from conventional and organic farms in Poland*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 2012 vol. 94, s. 2899-2904
 31. Woese K., Lange D., Boess C., Bögl K.W., *A comparison of organically and conventionally grown foods - results of a review of the relevant literature*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 1997 vol. 74, 281-93
 32. Popović-Vranješ A., Savić M., Pejanović R., Janović S., Krajinović G., *The effect of organic milk production on certain milk quality parameters*, Acta Veterinaria, 2011 vol. 61, s. 415-421
 33. Butler G., Stergiadis S., Eyre M., Leifert C., *Effect of production system and geographic location on milk quality parameters*, Aspects Applied Biology, 2006 vol. 80, s. 189-193
 34. Bergamo P., Fedelea E., Iannibellib L., Marzillo G., *Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products*, Food Chemistry, 2003 vol. 82, s. 625-31
 35. Rey-Crespo, F.; Miranda, M.; López-Alonso, M., *Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain*, Food and Chemical Toxicology, 2013 vol. 55, s. 513-518

36. Bath S.C., Button S., Rayman M. P., *Iodine concentration of organic and conventional milk: implications for iodine intake*, British Journal of Nutrition, 2012 vol. 107, s. 935-940
37. Hardeng F., Edge V.L., *Mastitis, ketosis, and milk fever in 31 organic and 93 conventional Norwegian dairy herds*, Journal of Dairy Science, 2001 vol. 84, s. 2673-2679
38. Florance A.C., Béal C., Silva R.C., Bogsan C.S.B., Pilleggi A.L.O.S., Gioielli L.A., Oliveira M. *Fatty acid profile, trans-octadecenoic, a-linolenic and conjugated linoleic acid contents differing in certified organic and conventional probiotic fermented milks*, Food Chemistry, 2012 vol. 135, s. 2207-2214
39. Biesiada-Drzazga B., Janocha A., *Wpływ pochodzenia i systemu utrzymania kur na jakość jaj spożywczych*, Żywność Nauka Technologia Jakość 2009, vol. 3 (64), s. 67-74
40. Sobczak J., *Zmiany w produkcji jaj spożywczych w Polsce po przystąpieniu do UE*, Problemy Inżynierii Rolniczej, 2007 vol. 4, s. 117-122
41. Samman S., Kung F. P., Carter L. M., Foster M. J., Ahmad Z. I., Phuyal J. L., Petocz P., *Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs*, Food Chemistry, 2009 vol. 116, s. 911-914
42. Küçükylmaz K., Bozkurt M., Yamaner Ç., Çınar M., Çatlı A.U., Konak R., *Effect of an organic and conventional rearing system on the mineral content of hen eggs*, Food Chemistry, 2012 vol. 132, s. 989-992.

Pracę recenzował: prof. dr hab. Zbigniew J. Dolatowski, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Ekologiczne przetwórstwo surowców pochodzenia zwierzęcego

Streszczenie

W artykule przedstawiono warunki utrzymania zwierząt w gospodarstwach ekologicznych oraz charakterystykę ekologicznych surowców pochodzenia zwierzęcego i metody ich przetwórstwa. Omówiono również strukturę rynku przetwórstwa ekologicznego. Szczególną uwagę zwrócono na różnice pomiędzy jakością surowców pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej w zakresie stabilności mikrobiologicznej, wartości odżywczej i oceny sensorycznej. Niewątpliwie odzwierzcęce surowce takie jak: mięso, mleko i jaja pochodzące z gospodarstw ekologicznych charakteryzują się lepszymi właściwościami odżywczymi, co głównie przejawia się w korzystniejszym składzie kwasów tłuszczowych, związków mineralnych, witamin oraz składników bioaktywnych.

Słowa Kluczowe: żywność ekologiczna, mięso, mleko, jaja, jakość

Organic processing of raw materials of animal origin

Abstract

This paper presents animal welfare in organic farming and organic characteristics of the raw materials of animal origin and methods of processing. It also discusses the market structure of organic processing. Special attention was paid to the differences between the quality of raw materials from organic and conventional production in, microbiological stability, nutritional and sensory evaluation. Certainly the animals raw materials such as meat, milk and eggs from organic farms have a better nutritional properties, which mainly manifests itself in a more favorable composition of fatty acids, minerals, vitamins and bioactive compounds.

Keywords: organic food, meat, milk, egg, quality

Agnieszka Kowalska¹, Joanna Rusecka²

Grzyby wielkoowocnikowe (*Macromycetes*) niepozorni truciciele, czy przeciwnowotworowy dar natury?

Wprowadzenie

W świecie grzybów istnieją bardzo rozległe możliwości biosyntetyczne prowadzące do wytworzenia skomplikowanych nieraz struktur chemicznych i związków posiadających wysoką aktywność biologiczną. Naturalnie, główne zainteresowanie w chemii grzybów wielkoowocnikowych – znanych od dawna jako jadalnie lub trujące, budziły substancje o znaczeniu odżywczym (białka, węglowodany, tłuszcze), względnie składniki toksyczne powodujące zatrucia. Interesującą grupę stanowią substancje zawierające azot w swej cząsteczce: aminokwasy, peptydy oraz białka [4].

Działanie przeciwnowotworowe grzybów jadalnych jest wielokierunkowe: obniżają aktywację i stężenie karcynogenów, zmniejszają rozwój komórek nowotworowych, a także ograniczają uszkodzenia DNA poprzez wiązanie wolnych rodników oraz apoptozę. Ponadto wspomagają leczenie chorób nowotworowych dzięki zdolności do stymulacji układu odpornościowego. Właściwości terapeutyczne ekstraktów z grzybów stwierdzono aż u około 700 gatunków. Pierwsze doniesienia o leczniczych właściwościach grzybów były opisane już około 400 r. p.n.e. przez Hipokratesa. Grzyby częściej były wykorzystywane w medycynie ludowej Japonii czy Chin, niż na Zachodzie, gdzie spożywano je głównie ze względu na ich walory smakowe i zapachowe. Po raz pierwszy właściwości przeciwnowotworowe grzybów opisał Lucas w 1957 roku. Prowadził on badania nad wpływem ekstraktów z *Boletus edulis* (Borowik szlachetny) i *Calvatia gigantea* (Czasznica olbrzymia), w leczeniu mięsaka i białaczki. Grzyby mimo, że są spożywane od tysięcy lat, a mikologia ulega ciąglemu rozwojowi często dochodzi do zatruc, czasem nawet śmiertelnych. Trujące działanie grzybów jest spowodowane obecnością naturalnych toksyn m.in. falotoksyn, hemaglutynin czy nitrozamin [6].

¹ a.kowalska27@interia.pl Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, SKN Biochemików Żywności i Żywnienia

² ruseckaj@gmail.com Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, SKN Biochemików Żywności i Żywnienia

1. Wstęp

Grzyby są stosowane w medycynie ludowej od wieków ale dopiero w ostatnich dziesięcioleciach znalazły się w centrum szczególnego zainteresowania pod względem medycznym. Niestety w Polsce podchodzi się do leczniczego działania grzybów wielkoowocnikowych z dystansem. Grup zastosowań grzybów jako leków jest trzy: w medycynie ludowej, przez niektórych zwana etnomykologią, grzyby stosowane w homeopatii i alopatii (czyli tzw. farmakologia oficjalna). Najstarszym grzybem leczniczym w Eurazji jest *Lariciformes officinalis* (Huba modrzewiowa). Podawana była pacjentom z chorobami wątroby, dróg oddechowych; przy obniżonej odporności, reumatyzmie, złamaniach kości, czy dolegliwościach neurologicznych. To tylko niektóre jednostki chorobowe, ponieważ huba modrzewiowa była stosowana jako *elixirum ad longam vitam*, czyli środek na wszystko [9].

Największym zainteresowaniem, ze związków chemicznych izolowanych z grzybów wielkoowocnikowych, są polisacharydy oraz związki polisacharydowo – białkowe. Zwiększają one zdolności obronne organizmu, a nawet mogą hamować rozrost guzów nowotworowych. Coraz częściej obiektem badań stają się związki azotowe występujące w *Macromycetes*. Niestety grzyby nadal stanowią ogromne, ale wciąż niewykorzystane w pełni źródło nowych zastosowań w farmacji i medycynie. Nadal pozostaje nierozwiązana kwestia sporna, która ich struktura decyduje o ich właściwościach antyrakowych. Jest to spowodowane naturalną zmiennością polisacharydów i dużą ilością związków o odmiennej budowie np. heteroglikany i związki heteroglikanolo – białkowe. Może to właśnie kompleks białkowy ma istotne znaczenie w działalności antynowotworowej preparatów pozyskiwanych z grzybów [3].

Biologicznie aktywne związki o szerokim spektrum działania, w tym przeciwnowotworowym, są syntetyzowane przez liczne gatunki grzybów należących do klasy *Basidomycetes*. Związki te mogą być izolowane bezpośrednio z owocników, ale także z podłoży hodowlanych, kultur mycelialnych i grzybni. Obecnie w terapii nowotworów są stosowane dwa preparaty o działaniu immunostymulującym. Są to leki zarejestrowane tylko w niektórych krajach, a ich źródłem jest jeden z najszerzej wykorzystywanych grzybów – *Lentinula edodes* [1].

Jeżeli chodzi o skład chemiczny grzybów wielkoowocnikowych charakteryzuje się on dużą zmiennością chemiczną. Ten fakt jest związany ze środowiskiem w jakim rosną grzyby. *Macromycetes* jako organizmy głównie saprofityczne mają metabolizm związany w dużym stopniu z podłożem, na którym żyją [4].

Według Firenzuoli *Agaricus blazei* (Pieczarka brazylijska) znana także jako grzyb migdałowy, słoneczny albo ABM uważany jest za jeden z najważniejszych gatunków, zarówno pod względem biotechnologicznym jak i medycznym. W medycynie jest on stosowany w leczeniu nie tylko nowotworów, ale także zapalenia wątroby, cukrzycy, hiperlipidemii, zapalenia skóry czy miażdżycy. ABM zarówno w badaniach *in vitro* i *in vivo* wykazywał właściwości immunomodulujące i antymutagenne. Niestety w pełni nie są jasne szlaki biologicznego transportu oraz skład chemiczny grzyba migdałowego. Badania kliniczne potwierdzają pozytywne działanie preparatów pozyskiwanych z pieczarki brazylijskiej, ale obawy budzi agarycyna, także występująca w grzybie. Znana jest ona jako substancja toksyczna i rakotwórcza dla zwierząt [7].

Ekstrakt z ABM może także obniżać ekspresję cytochromu P450. Prawdopodobnie redukuje metabolicznie aktywne prokancerogeny z ksenobiotyków. W konsekwencji pieczarka brazylijska może wydłużać czas i intensywność działania leków. Z kolei to pociąga za sobą nieprzewidywalne skutki uboczne i działania niepożądane jakie może powodować *Agaricus blazei* [7].

Gatunki należące do rodzaju *Ganoderma* także cieszą się dużą popularnością wśród grzybów wykorzystywanych w onkologii. Są one najlepiej poznanymi grzybami na Dalekim Wschodzie [3].

2. Teza

Warto odpowiedzieć na pytanie zawarte w tytule artykułu: Czy Grzyby wielkoowocnikowe (*Macromycetes*) są zagrożeniem dla zdrowia i życia ludzi, czy pozyskane z nich przez biotechnologów i farmaceutów związki azotowe mogą być nadzieją w terapii przeciwnowotworowej?

3. Charakterystyka związków azotowych pozyskiwanych z *Macromycetes*

Toksyczne cykliczne peptydy występujące w *Macromycetes* dzieli się na dwie grupy: falotoksyny i amatoksyny. Do grupy falotoksyn zaliczamy: faloidynę, faloinę, falocydynę, falicynę i falinę. Natomiast grupę amatoksyn obejmują: α -, β -, γ -, δ -, ϵ - amanityna oraz amanina. Wszystkie amanityny zawierają w budowie chemicznej atom siarki z cysteiny oraz chromofor indolowy [4].

α -amanityna należy do najsilniej działających toksyn występujących w grzybach (LD50 = 0,1 mg/kg masy ciała). Występuje w *Amanita phalloides* (Muchomor sromotnikowy), *Amanita verna* (Muchomor wiosenny), a także w kilku gatunkach *Galerina*: *G. autumnale* (Hełmówka jesienna), *G. marginata* (Hełmówka obrzeżona), *G. venenata*. W skład jej budowy chemicznej wchodzi

następujące aminokwasy: glicyna, kwas asparaginowy, izoleucyna, cysteina- kwas cysteinowy, γ -hydroksyprolina, tryptofan oraz β -metylo- γ - δ -dwohydroleucyna. Jeżeli chodzi o działanie toksyczne α -amanityny, wiąże się ona z polimerazą II RNA powodując blokadę elongacji RNA podczas syntezy [4].

Kolejną substancją o właściwościach toksycznych jest faloidyna. Jest to jedna z najsilniej działających toksyn ($LD_{50} = 2$ mg/kg masy ciała). Występuje przede wszystkim w *Amanita phalloides* (Muchomor sromotnikowy). Jej skład aminokwasowy stanowią: L-allohydroksyprolina, L-prolina, D-treonina, L-walina, D-erythrohydroksyasparaginan, L-fenyloalanina oraz L-alanina. Jedynymi komórkami, które ulegają uszkodzeniu pod wpływem faloidyny są hepatocyty. Faloidyna działa toksycznie na komórki, gdyż zaburza strukturę cytoszkieletu i jej funkcjonalność. Wywołuje ponadto ostry nieżyt żołądkowo – jelitowy. Bardziej toksyczny niż sama faloidyna jest jej kompleks z albuminą [4].

Białkiem wywołującym ostre zatrucia pokarmowe z anoreksją i silną utratą masy ciała jest kalwacyna wyizolowana z *Calvatia gigantea* (Czasznica olbrzymia) [5]. Po raz pierwszy została wyizolowana w 1960 roku przez Rolanda i współpracowników. Występuje w owocnikach, jak również w kulturach mycelialnych [4]. Kalwacyna wywołuje szereg patologii. U psów i małą obserwuje się martwicę wątroby i fibrynoideu. Krwotoki płucne oraz wewnątrzwątrobowa cholestaza to patologie występujące u psów. Natomiast w przypadku szczurów, psów i małą obserwowane patologie to: martwica kanalików nerkowych, zapalenie mięśnia sercowego i innych mięśni. W pewnych przypadkach zaobserwowano jednak działanie przeciwrakowe u zwierząt doświadczalnych. Naukowcy przygotowują się do badań klinicznych zastosowania kalwacyny w terapii antyrakowej u ludzi. Istnieje jednak niebezpieczeństwo cytotoksycznego działania kalwacyny oraz indukcji nadwrażliwości i tolerancji na lek. Opisywane białko jest wykorzystywane we wspomaganiu leczenia mięsaka i białaczki [5].

Zasadowa proteina o masie cząsteczkowej 24 kDa występująca w *Flammulina velutipes* (Płomienica zimowa) to flammulina. Zbudowana jest ze 114 aminokwasów. Stymuluje ludzkie limfocyty zwiększając transkrypcję interleukin i INF- γ [4].

Lentin jest to białko o masie 27,5 kDa. Zostało wyizolowane z owocników *Lentinula edodes* (Twardziak uprawny, Twardziak japoński) przez Ngai i Ng w 2003 roku. Związek ten charakteryzuje się właściwościami przeciwrzybicznymi, przeciwbakteryjnymi oraz hamuje odwrotną transkryptazę HIV-1. Lentin wykazuje także działanie przeciwnowotworowe, gdyż hamuje proliferację komórek białaczki [1].

Na uwagę zasługują PSK (Kompleks polisacharydowo – białkowy). Występuje on w *Trametes versicolor* (Wrośniak różnobarwny). Masa cząsteczkowa tego kompleksu wynosi około 100 kDa. Część białkowa składa się głównie z kwasu asparaginowego i glutaminowego. Kompleks polisacharydowo – białkowy ma pośrednią lub bezpośrednią aktywność cytotoksyczną zarówno *in vitro* jak i *in vivo*. Ogranicza rozrost komórek nowotworowych w przypadku białaczki i raka piersi. Okazał się także skuteczny w hamowaniu wzrostu komórek i syntezy DNA różnych nowotworów m.in. raka wątroby i mięśniaka [2, 3].

PSK stymuluje aktywność komórek T, indukuje INF- γ oraz mobilizuje organizm do produkcji IL-2. Ponadto zwiększa liczbę krwinek oraz opóźnia reakcje nadwrażliwości. Kompleks ten stymuluje także produkcję DIF (czynnik wywołujący różnicowanie od makrofagów) oraz aktywuje funkcje granulocytów. Dodatkowo indukuje ekspresję genów niektórych cytokin tj.: TNF- α , IL-1, IL-8, IL-6, zarówno *in vitro* jak i *in vivo*. Zauważono także, że omawiany związek promuje funkcjonalne dojrzewanie DCs (komórek dawcy) pochodzących z jednojądrzastych komórek człowieka CD14⁺. Prawdopodobnie rozwiązuje problem immunosupresji. PSK jest wstrzykiwany przed operacją w komórki nowotworu żołądka, co powoduje kumulację komórek T. Wzmaga to cytotoksyczne działanie na guza. Podobne wyniki uzyskano z 14-dniowej kuracji u chorych na raka pęcherza moczowego [2].

W *Trametes versicolor*, powszechnie znanym jako turkey tail występuje związek polisacharydowo – polipeptydowy. PSP ma masę cząsteczkową około 100 kDa, a masa cząsteczkowa samego peptydu wynosi 16-18 kDa. Tak jak w przypadku PSK głównymi komponentami peptydu są kwas glutaminowy i asparaginowy. Związek polisacharydowo – polipeptydowy hamuje rozrost komórek raka płuc, raka żołądka i raka skóry. PSP prawdopodobnie stymuluje system immunologiczny. Za aktywność cytotoksyczną tych kompleksów odpowiadają cechy strukturalne, białkowe cząstek i/ lub specyficzne wiązania węglowodanowe [2, 3].

PSP tak jak PSK aktywuje komórki T, indukuje INF- γ oraz IL-2. Przeprowadzono badania, w których PSP przywróciło myszom zdolność produkcji IL-2, którą utraciły na skutek toksycznego działania cyklofosamidu. Znane jest także działanie *in vivo*, stymulujące DCs i makrofagi do immunologicznej aktywności fagocytarnej [2].

Kolejnym kompleksem polisacharydowo – białkowy jest LE, który został wyizolowany z grzybni *Lentinula edodes*. Jest to glukan z łańcuchami bocznymi β -(1-6)-D-glukozy. W części peptydowej LE występują aminokwasy takie jak kwas asparaginowy, kwas glutaminowy, alanina i inne. W badaniach naukowych

zauważono, że LE zwiększa ekspresję genów dla IL-2 i TNF- α , co może sugerować mechanizm indukcji odpowiedzi immunologicznej Th [1].

Antamanid jest to dekapeptyd wykryty w niewielkiej ilości, w *Amanita phalloides* (Muchomor zielonkawy) przez Wielanda. Cenną właściwością antamanidu jest inaktywowanie bardzo trujących faloidyn i α -amanityny. Interesującym faktem jest występowanie w tym samym gatunku grzyba biologicznie czynnych substancji o antagonistycznym działaniu [4].

Ruelius i współpracownicy w 1968 roku wyizolowali kwaśną białkową proteinę. Pozyskali ją z *Poria corticola*. Wykazali jej właściwości przeciwnowotworowe tego związku u zwierząt [4].

Z gatunków z rodzaju *Lactarius* i *Agaricy* wyizolowano hemaglutyniny o charakterze białkowym powodujące aglutynację erytrocytów [4].

Cytotoksyczną aktywność względem komórek nowotworowych wykazano *in vitro* badając ubikwitynę pozyskiwaną z *Handkea utriformic* (Purchawka oczkowata). Jest to peptyd o masie cząsteczkowej około 8 kDa. Niestety działanie tych cząsteczek podawanych doustnie pozostaje nieznana [8].

Kompleks białkowo – polisacharydowy pozyskiwany z *Agaricus blazei* (Pieczarka brazylijska) w 43,4% składa się z białka, a w 50,2% z polisacharydu. Kompleks ten zawiera w łańcuchu bocznym (1-6)- β -D-glukopiranozę. Naukowcy stwierdzili, że aktywność przeciwnowotworowa kompleksu FIII-2b wynika z obecności w związku białka. Zwracają też uwagę na fakt, że w zależności od stadium dojrzałości grzyba oraz sposobu jego przechowywania po zbiorze, zależy ilość α -, β -glukanów. Ma to istotny wpływ na działanie pozyskiwanych ekstraktów [7].

Ostatnimi ciekawymi związkami o charakterze białek lub glikoprotein są lektyny. Występują głównie w *Basidiomycetes*. Mają zdolność wiązania wyraźnie określonych cząsteczek cukrowych oraz tworzenia połączeń z ludzkimi i zwierzęcymi antygenami grupowymi krwi obecnymi na powierzchni komórek krwi. Działają stymulująco na podziały limfocytów T, znacznie rzadziej na populację limfocytów B. Mają też wpływ pobudzający na produkcję niektórych interleukin, m.in. IL-2, IL-6, IL-8, jak również interferonu IFN- γ oraz czynnika martwicy nowotworów – TNF. Dzięki wykrywaniu nieprawidłowej budowy glikoprotein, w niektórych chorobach nowotworowych lektyny stanowią detektory chorobowo zmienionych komórek. Oprócz wykrywania rozwoju guzów, kolejne oznaczenia z użyciem lektyn służą również do monitorowania ich wzrostu. Prowadzi się też badania w kierunku wykorzystania lektyn w terapii celowanej – dzięki ich specyficznej wybiórczości do tworzenia połączeń z określonymi glikoproteinami komórek nowotworowych. Dzięki temu może się okazać możliwe podawanie do guza

określonych radioizotopów połączonych z lektynami. Ich właściwości przeciwnowotworowe polegają na wywoływaniu apoptozy komórek nowotworowych, ale mechanizm ich działania nie jest jeszcze w pełni wyjaśniony [2].

4. Podsumowanie

W kilku minionych dekadach dużą uwagę poświęcono wykorzystaniu substancji biologicznych obecnych w grzybach wielkoowocnikowych w leczeniu i terapii uzupełniającej chorób nowotworowych. Jednak naukowcy najwięcej uwagi poświęcają możliwości bezpiecznego ich zastosowania w leczeniu chorób nowotworowych, a także w ich zapobieganiu. Wiele makromolekuł może działać cytostatycznie na komórki rakowe, a tym samym hamować niekontrolowany wzrost i łączenie się komórek nowotworowych. Właściwości związków występujących w *Macromycetes* są dobrze opisane, jednak immunostymulujący i antyrakowy mechanizm działania tych związków na poziomie molekularnym i komórkowym nie jest do końca poznany. Naukowcy snują przypuszczenia, że związki te oddziałują na komórki odpornościowe organizmu, co może wywołać kaskadę sygnałów pobudzających reakcję systemu immunologicznego. Praktyczne zastosowanie leczniczych związków wymaga rozwoju i dostępności właściwych biotechnologii [3].

W badaniach naukowych potwierdzono, że właściwości przeciwnowotworowe polisacharydów pozyskiwanych z grzybów wielkoowocnikowych wzmaga obecność białka. Przykładem tego synergistycznego działania jest preparat będący połączeniem białka z β -D-glukanem stosowany w Japonii. Podawany jest pacjentom po zabiegach chirurgicznych i podczas radioterapii. Dodatkowe związki występujące w grzybach jadalnych działają profilaktycznie oraz wspomagają leczenie także chorób cywilizacyjnych takich jak miażdżyca [6].

Problematyczne jest to, że grzyby mogą akumulować metale ciężkie takie jak: arsen, ołów, kadm, rtęć, jak również substancje radioaktywne. Tak wysoki poziom substancji toksycznych może skutecznie zniechęcić do spożywania grzybów w celach zdrowotnych [7].

Grzyby *Basidiomycota* są popularną i zarazem szeroko dostępną żywnością o niskiej kaloryczności, wysokiej zawartości minerałów, aminokwasów, witamin i błonnika. Niektóre substancje wytwarzane przez grzyby mogą mieć zastosowanie w medycynie. W Japonii prowadzone są szerokoposunięte badania dotyczące działania ekstraktów głównie z ABM. Spowodowało to zwiększenie zainteresowania pieczarką brazylijską nie tylko w Japonii, ale także w innych krajach [7].

Macromycetes ze względu na bogactwo związków biologicznie czynnych znalazły zastosowanie w farmacji, produkcji kosmetyków oraz jako żywność funkcjonalna. Oprócz niezbędnych składników odżywczych są źródłem witamin z grupy B, witaminy C oraz licznych pierwiastków. Wspomagają leczenie nowotworów oraz innych chorób cywilizacyjnych m.in. miażdżycy. Właściwości przeciwnowotworowe wynikają głównie z zawartości polisacharydów, ale także białek, które wzmagają to działanie [6].

Na przestrzeni ostatnich dekad uprawa grzybów wielkoowocnikowych wciąż rosła, a obecnie stanowi ważną część przemysłu biotechnologicznego. W dziedzinie grzybolecznictwa to dopiero początek „złotego wieku”, podobnie jak w innych etnonaukach i biofarmakologiach [9].

Oczywiście należy pamiętać także o silnie toksycznym działaniu substancji peptydowych. Najcięższe i często śmiertelne zatrucia powodują muchomor: muchomor zielonawy (sromotnikowy), muchomor jadowity i muchomor wiosenny. Z powodu zatrucia grzybami rocznie w Polsce umiera kilkanaście osób, a setki leży w szpitalach z objawami ostrego zatrucia [10].

5. Wnioski

- 1) Grzyby wielkoowocnikowe zawierają w swoim składzie liczne związki aktywne biologicznie;
- 2) Polisacharydy i białka wyizolowane z *Macromycetes* posiadają udowodnione właściwości immunostymulujące i antynowotworowe;
- 3) W grzybach wielkoowocnikowych występują także kompleksy białkowo-polisacharydowe;
- 4) Istnieją przypuszczenia, że białka wzmagają właściwości tych kompleksów;
- 5) Głównym zainteresowaniem wśród naukowców cieszą się polisacharydy pozyskiwane z grzybów; Uważam, że szczególną uwagę powinno się zwrócić na związki azotowe (proteiny i peptydy), które mogą odgrywać istotną rolę w walce z nowotworami;
- 7) Ekstrakty z grzybów są już od dawna wykorzystywane w medycynie, ale potrzeba jeszcze dokładniejszego poznania składu chemicznego i biologicznych szlaków transportu, aby były one całkowicie bezpieczne dla człowieka;
- 8) Co prawda zdarzają się przypadki zatrucia grzybami jadalnymi, nawet śmiertelne, ale wynikają one z niewiedzy zbierających grzyby.

- 9) Preparaty pochodzące z grzybów są całkowicie bezpieczne, gdyż przed dopuszczeniem do użycia przechodzą szereg badań klinicznych;
- 10) Dobroczynne działanie na organizm ludzki *Macromycetes* i preparatów z nich pozyskiwanych przeważają nad sporadycznymi, coraz rzadszymi zatruciami.

Literatura:

1. Turło J., *Biotechnologia grzybów. Zastosowanie w farmacji i suplementacji*. Biul. Wydz. Farm. WUM, 2013, 3, 18-26
2. Moradali M.-F., Mostafavi H., Ghods S., Ghorban-Ali Hedjaroude G.-A., *Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi)*, *International Immunopharmacology* 7 (2007) 701-724
3. Hilszczańska D., *Właściwości lecznicze grzybów*, *Leśne Prace Badawcze*, 2012, 73(4):347-353
4. Grzybek J., Kohlmünzer S., *Charakterystyczne składniki chemiczne grzybów wielkoowocnikowych („Macromycetes”)*, *Wiadomości Botaniczne*, 1972, Tom XVI, Zeszyt 1.
5. Sternberg S.S., Philips F.S., Cronin A.P., Sodergren J.E., Vidal P.M., *Toxicological Studies of Calvacin*, *Cancer Res* 1963;23:1036-1044
6. Rajewska J., Bałasińska B., *Związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach jadalnych i ich korzystny wpływ na zdrowie*, *Postępy Hig Med Dos* 2004; 58: 352-357
7. Firenzuoli F., Gori L. and Lombardo G., *The Medicinal Mushroom Agaricus blazei Murrill: Review of Literature and Pharmaco-Toxicological Problems*, *eCAM* 2008; 5(1) 3-15
8. Lindequist U., Niedermeyer T. H. J. and Jülich W.-D., *The Pharmacological Potential of Mushrooms*, *eCAM* 2005; 2(3) 285-299
9. www.biotechnologia.pl, Zdrowy jak rydz czyli grzyby lecznicze, 10.05.2013
10. www.medonet.pl, Zatrucia grzybami, 10.05.2013

Pracę recenzował: dr hab. Waldemar Gustaw Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Grzyby wielkoowocnikowe (Macromycetes) niepozorni truciciele, czy przeciwnowotworowy dar natury?

Streszczenie

Grzyby wielkoowocnikowe od dawna cenione są za ich walory smakowe, zapachowe, a także odżywcze i regulujące prawidłowe funkcjonowanie organizmu, ponieważ są cennym źródłem białek, peptydów i aminokwasów. W ich składzie można znaleźć wiele związków biologicznie czynnych, takich jak: terpenoidy, poliglikany, polifenole, steroidy czy alkaloidy. *Macromycetes* charakteryzują się silnymi właściwościami przeciwutleniającymi, przeciwrakowymi oraz stymulującymi odporność immunologiczną. Stąd też, na przestrzeni ostatnich dekad wzrosło zainteresowanie uprawą grzybów wielkoowocnikowych, a obecnie stanowi ona ważną część przemysłu biotechnologicznego.

Obecnie liczne badania naukowe dotycząca zawartości i jakości polisacharydów, tłuszczów, związków azotowych białkowych i niebiałkowych oraz metali ciężkich, jednak brak jest informacji o biologicznie aktywnych peptydach i białkach oraz ich wpływie na funkcjonowanie organizmu ludzkiego. Peptydy z grup falotoksyn i amatoksyn wykazują działanie toksyczne, natomiast białka takie jak flammulina czy kompleksy białkowo – polisacharydowe, wykazują działanie antykancerogenne i obecnie coraz częściej stosowane są w terapii antynowotorowej. W związku z powyższym, niektóre gatunki grzybów wlekoowocnikowych mogą stanowić źródło silnych toksyn i trucizn, ale także związków biologicznie czynnych, które mogą zostać wykorzystane jako farmaceutyki i suplementy diety. Obecnie ważnym problemem badań dotyczących biologicznie aktywnych związków pozyskiwanych z grzybów wielkoowocnikowych jest nie tylko izolowanie, charakterystyka i działanie konkretnego związku, ale także zastosowana jego dawka. Jak powiedział Paracelsus: „*Cóż jest trucizną? Wszystko jest trucizną i nic nie jest trucizną. Tylko dawka czyni, że dana substancja nie jest trucizną*” (łac. *Doss facit venenum*).

Wpływ biologicznie aktywnych związków pozyskanych z grzybów wielkoowocnikowych na prawidłowe funkcjonowanie organizmu ludzkiego jest znany od dawna, jednak dokładna ich charakterystyka oraz mechanizm działania na poziomie komórkowym nie jest dokładnie wyjaśniony. Dlatego praktyczne zastosowanie związków pozyskiwanych z *Macromycetes* wymaga rozwoju i dostępności odpowiednich metod i technik biotechnologicznych. W dziedzinie grzybolecznictwa to dopiero początek „złotego wieku”.

Słowa kluczowe: związki biologicznie czynne, właściwości przeciwutleniające, grzyby wielkoowocnikowe, kompleksy białkowo-polisacharydowe,

Macrofungi (Macromycetes) inconspicuous polluters or anticancer gift from nature?

Abstract

Long the macrofungus have prized for its taste, aroma, nutrients and regulate the proper functioning of the body, as they are a valuable source of proteins, peptides and amino acids. *Macromycetes* have a strong antioxidant properties, anti-cancer and immune stimulating immune response. Thus, over the last decades, the interest these mushrooms has been growing, and it is accounting for an important part of the biotechnological industry now.

Currently, numerous scientific studies relate to the content and quality of polysaccharides, fats, nitrogen compounds and heavy metals, but there isn't information about the biologically active peptides and proteins and their effects on the human body. The peptides of the groups amatoxins and phallotoxins exhibit toxicity. In turn the proteins such as flammulin or protein – polysaccharide complex have anticarcinogenic effects and are increasingly used in therapy. Accordingly, some species macrofungi can provide potent toxins and poisons, but also to biologically active compounds that can be used as pharmaceuticals and dietary supplements. Currently, a major concern of research on compounds derived from macrofungi is not only isolation, characterization and activity of the specific compound, but also the dose used. As Paracelsus said: "What is a poison? Everything is a poison and nothing is poison. Only the dose makes that a substance is not a poison. "

Effect of biologically active compounds derived from mushrooms to the proper functioning of the human body has been known for a long time, but the precise characteristics and mechanism of action at the cellular level isn't exactly clear. Therefore, the practical use of compounds derived from *Macromycetes* requires the development and availability of suitable methods and techniques of biotechnology. In the field is just the beginning "golden age".

Keywords: Macromycetes, anticarcinogenic effects, protein – polysaccharide complex, biologically active compounds, amatoxins, phallotoxins,

Niestosowne treści przypięte do roślin GMO

Wstęp

Na Polskę od wielu lat napływają negatywne treści związane z produktami agrobiotechnologii uzyskanymi na drodze modyfikacji genetycznej, głównie pod adresem roślin. Nie od dziś wiadomo, że to właśnie GMO jest determinantą napędzającą machinę licznych, kontrowersyjnych tematów i sporów. Wiąże się z tym nieustanny spór naukowców przedstawiających naukowo potwierdzone dowody pro-GMO, przeciwko zorganizowanym grupom działaczy anti-GMO. Ci ostatni, w dużej mierze przy użyciu powszechnie dostępnych mediów przekazują niepotwierdzone, nieuzasadnione i nierzetelne informacje do wiadomości publicznej. Tym samym trafiają do ogromnej rzeszy polskiego społeczeństwa, co w konsekwencji powoduje strach w zbiorowości, wynikający z braku stosownej wiedzy na ten temat. Zatrzymuje to reakcję łańcuchową prowadzącą do rozwoju „bio-gałęzi” polskiego przemysłu, mianowicie: nagminne tzw. „kaczki dziennikarskie” kontrolowane przez aktywistów anti-GMO wywołują krytyczny stosunek wobec modyfikacji genetycznych wśród polskich obywateli; ciągnie to za sobą niezliczone protesty i tym samym brak akceptacji stosowania organizmów transgenicznych na terytorium naszego kraju, co hamuje rozwój przemysłu biotechnologicznego w Polsce. Notorycznie można spotkać się z polityką zastraszania, ze strony przeciwników genetycznej modyfikacji i absurdalnymi zarzutami o możliwych katastroficznych efektach stosowania GMO, które nie są poparte faktami naukowymi. Jest to kolejny czynnik utrudniający intensyfikację gospodarki. Wszystkie spoty reklamowe krytyczne wobec GMO bezpruderyjnie wykorzystują ludzki stan nieświadomości realnych zalet i wad jakie niesie za sobą ingerencja genetyczna oraz posługują się psychologicznymi mechanizmami przekazów podprogowych. Głównym celem antagonistów jest tzw. agrobiotechnologia, czyli biotechnologia rolnicza. O ile zastosowanie modyfikacji genetycznych w celach medycznych zyskuje szerokie poparcie ze strony społeczeństwa, o tyle modyfikowana żywność spotyka się z dezaprobatą ogółu. W większości fakt ten ma miejsce dzięki sprytnemu użyciu chwytliwych haseł medialnych wywołujących obawy społeczne, strach i niepokój w stosunku do żywności innej niż konwencjonalna.

¹ magda.bartosiak1@gmail.com, Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów „Mikron”, Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

² maciagkamil@gmail.com, Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów „Mikron”, Zakład Biochemii, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

Organizacje prowadzące kampanie anty-naukowe regularnie manipulują opinią konsumentką poprzez promowanie przeraźliwych odkryć opartych na niepotwierdzonych dowodach lub pochodzących z nieprecyzyjnych źródeł. Niejednokrotnie opierają swoją argumentację na nielicznych wynikach pochodzących z nierzetelnie przeprowadzonych badań naukowych, tym samym ignorując setki innych publikacji proGMO. Prowadzi to do powstania szeregu mitów dotyczących upraw i żywności GMO

1. Czym w rzeczywistości jest GMO?

Czym tak naprawdę jest GMO? Czy ludzie powinni się bać GMO? A może ten publiczny, masowy bojkot GMO to jeden wielki, medialny mit?

Niejednokrotnie zauważyć można wyniki badań społecznych obrazujące stosunek Europejczyków do GMO, którzy to w ilości niemal 2/3 są przeciwni wprowadzeniu organizmów modyfikowanych. Analogie takich wyników z łatwością odnaleźć można analizując sondaże przeprowadzane w obrębie społeczności polskiej. Prawdopodobnie może to wynikać z obawy przed nową i nieznaną technologią, wokół której została stworzona negatywna aura. Ludzie, zmanipulowani niepotwierdzonymi, sensacyjnymi doniesieniami z pierwszych stron gazet, o szkodliwości GMO nie posiadają wystarczającej wiedzy, aby zweryfikować otrzymywane informacje i tym samym przekonać się do nowoczesnej technologii, jaką jest GMO [1].

GMO, czyli organizm modyfikowany genetycznie (ang. *Genetically Modified Organism*), to organizm ze zmienionym materiałem genetycznym, przy użyciu metod inżynierii genetycznej. Co oznacza, że do organizmu wprowadzone mogą zostać nowe geny lub zmodyfikowane warianty już istniejących. W ten sposób możliwa jest zmiana fenotypu, dzięki czemu organizm zostaje pozbawiony cechy za którą owy gen odpowiadał, bądź zwielokrotnione przez wprowadzenie dodatkowych kopii genów do DNA. W tym przypadku nastąpi zwiększenie ekspresji konkretnego genu. Działania te są ewidentnym wpływem ukierunkowującym procesy ewolucyjne organizmów. Geny mogą być również przenoszone z jednego organizmu do drugiego, co stanowi odrębną metodę otrzymywania GMO. W tym celu opracowano precyzyjne, wykorzystujące nowoczesny sprzęt badawczy techniki. Genetycznie modyfikowane organizmy roślinne, tzw. rośliny transgeniczne stanowią trzon nowoczesnej agrobiotechnologii. Nowe geny wprowadzane są do roślin w celu nadania im określonych i pożądaných przez hodowcę cech, głównie odporność na herbicydy oraz nieliczne, lub otrzymywane w warunkach laboratoryjnych: większa zawartość substancji korzystnych dla człowieka np. witamin, odporność grzyby, wirusy lub szkodniki, większa trwałość, lepsze walory smakowo-zapachowo-wizualne. Metody inżynierii genetycznej, dzięki swojej precyzyjności pozwalają

na wprowadzenie określonych cech w dużo krótszym czasie niż hodowla tradycyjna, tym samym, szybciej redukując w przyszłości zużycie środków do produkcji rolnej [2]. Rozwój rolnictwa w oparciu o rozwiązania biotechnologiczne umożliwi otrzymywanie wyższych plonów o pożądanym cechach, co znacząco wpłynie na rozwój gospodarczo-ekonomiczny zarówno pojedynczych gospodarstw, jak i kraju [3]. Jednak mimo wysokiej precyzji modyfikacji człowiek nie jest w stanie przewidzieć jaki wpływ będą miały modyfikacje dzisiejszych organizmów na biosferę w perspektywie kilkudziesięciu najbliższych lat.

Obecnie, w największym stopniu wykorzystywane są rośliny transgeniczne posiadające w swoim genomie bakteryjny gen warunkujący oporność na glifosat. Jest on herbicydem totalnym eliminującym wszystkie wrażliwe rośliny. W ten oto sposób transgeniczna soja jest odporna na opryski, na bazie glifosatu, niszczące chwasty towarzyszące uprawom. Drugą powszechnie znaną modyfikacją genetyczną wykorzystywaną do produkcji roślin GMO jest zabezpieczenie roślin przed patogennymi owadami. Najbardziej popularna jest kukurydza Bt odmiany MON810. W swoim genomie posiada ona geny kodujące toksynę botulinową produkowaną przez *Bacillus thuringiensis*. Geny te ulegają ekspresji w chloroplastach, dlatego nasiona tej rośliny są jej pozbawione, dzięki czemu wykorzystanie ich jako pasza dla zwierząt, czy pożywienie dla ludzi nie wywołuje skutków ubocznych [1].

Według raportu ISAAA z 2012 r. rośliny modyfikowane genetycznie uprawiane są od 17 lat w 28 krajach. Całkowity obszar upraw biotechnologicznych w 1996 stanowił 1,7mln ha, zaś w 2012 r. było ich 100 razy więcej, czyli ok. 170mln ha. Z raportu wynika, że całkowity areal upraw GMO z roku na rok się powiększa. Na ten rodzaj unowocześnień technologicznych rolnicy decydują się coraz częściej. Zmiany te są często znaczące. Porównując całkowity areal upraw kukurydzy BT w 2011r. do roku 2013 zanotowany został 13% wzrost obszaru zasiewu w Hiszpanii, Portugalii, Czechach, Słowacji i Rumunii. Przyczyną takiego zjawiska są znaczne i trwałe korzyści zarówno społeczno-ekonomiczne jak i środowiskowe. Konwencjonalne rolnictwo wpłynęła znacząco na środowisko, a metody biotechnologiczne mogą zostać użyte w celu zmniejszenia wpływu rolnictwa na środowisko naturalne. Tylko w 2011r. redukcja emisji CO₂ wynosiła 23,1 mld kg w odniesieniu do 2010 r., a pomimo zwiększenia produkcji zbóż ilość zużytych pestycydów spadła o 473 mln kg.

Ponadto zwiększona jest efektywność wykorzystania wody co ma znaczący wpływ na zachowania i dostępność wody na całym świecie. 70% świeżej wody jest obecnie wykorzystywana przez rolnictwo na całym świecie, co przy ciągłym wzroście populacji nie jest korzystnym aspektem. Dlatego pożądane są rośliny

z genem oporności na suszę. Pierwsze biotechnologiczne hybrydy kukurydzy odporne na suszę planuje do 2013 roku wprowadzić na rynek USA. Metody agrobiotechnologii stanowią zabezpieczenie rolnictwa przed szkodami wyrządzonymi ciągłymi zmianami klimatu (susze czy ciągłe zmiany temperatury) [4].

Niestety, sprzeciw społeczeństwa, idee Unii Europejskiej oraz brak odpowiednich i skutecznych systemów regulacji wprowadzania, oraz korzystania z GMO hamuje rozwój nowej technologii w europejskim rolnictwie. Dla przykładu na świecie wysiewa lub sadi się już kilkanaście gatunków roślin, np.: pomidory, ziemniaki, lucernę, buraki cukrowe, bawełnę, papaję czy bakłażan [2]. W Europie rolnicy zadowolili muszą się pozwoleniem uprawiania kukurydzy MON 810 (firma Monsanto) oraz ziemniaka Amflora (firmy BASF). Modyfikowana kukurydza zawiera gen bakterii występującej powszechnie w glebie, odpowiedzialnej za produkcję toksyny Bt szkodliwej tylko dla owadów żerujących na uprawach. Zmniejsza to ilość wykorzystywanych środków ochrony roślin, dzięki czemu metoda ta jest bardziej ekologiczna dla środowiska i bardziej ekonomiczna dla rolnictwa. Z kolei ziemniak Amflora wytwarzany jest tylko na potrzeby przemysłu (mimo braku szkodliwości w przypadku konsumpcji). Wykorzystywany jest głównie do produkcji kleju czy papieru, że względu na wytwarzanie wyłącznie amylopektyny w przeciwieństwie do tradycyjnych odmian syntetyzujących amylozę (15-25%) i amylopektynę (75-85%). Dzięki czemu w procesie przemysłowego wykorzystania redukuje się koszty i eliminuje zanieczyszczenia środowiska powstające w wyniku rozdzielania 2 rodzajów skrobi w przypadku tradycyjnego ziemniaka [5].

2. Kontrowersje związane z roślinami transgenicznymi: fakty i mity

2.1. „Naturalne metody” ulepszania żywności

Niezaprzeczalnym jest fakt, iż w mniemaniu opinii publicznej żywność produkowana z upraw GMO określana jest mianem „sztucznej żywności” (rozumianej jako żywność zawierająca wiele syntetycznych, przetworzonych składników lub związków nie występujących w przyrodzie), która w większości wypadków może negatywnie oddziaływać na ludzki organizm. Rzecz jasna, przekonanie to w żaden sposób nie zostało wiarygodnie udowodnione przez autorytatywną grupę naukowców. Rodzi się pytanie: czy żywność aktualnie obecna na rynku spożywczym jest więc tak upragnioną przez konsumentów „żywnością naturalną”, czyli żywnością do której zaliczamy produkty korzystnie wpływające na zdrowie, mało przetworzone, bez konserwantów i „polepszaczy” [6]. Bynajmniej. Przeczy temu fakt chemicznego „ulepszania” żywności w postaci aplikowania konserwantów,

barwników czy sztucznych witamin. Przykładem może być zastosowanie syntetycznego barwnika sudan, który zakwalifikowany został przez Międzynarodową Agencję Badania Raka jako związek rakotwórczy, do barwienia m.in.: zupek błyskawicznych. W chińskiej żywności, która coraz częściej importowana jest do Europy, w tym także do Polski, doszukać się można w dużej mierze barwienia owoców. Tak oto np.; nieświeże jabłka pługane są w różnego rodzaju detergentach i barwnikach, ewentualnie w wosku parafinowym w celu otrzymania „świeżych” błyszczących owoców, gotowych do sprzedaży. Precedens ten związany jest również z warzywami. W celu przywrócenia zielonego koloru warzywom poddaje się je barwieniu przy użyciu siarczynu miedzi i chlorku cynkowego [7]. Nie tylko warzywa i owoce poddawane są chemicznemu „ulepszaniu”. Podobne zjawisko obserwujemy w przemyśle mięsnym, gdzie ze 100kg mięsa produkuje się 200 i więcej kg wędlin. Po wstrzyknięciu do 1kg mięsa: wody z azotanami i azotynami, substancji wiążących wodę, fosforanów nadających kruchości wędlinie i innych ulepszaczy takiej jak białko sojowe, pepton i różnego rodzaju hydrolizaty białkowe, możemy otrzymać 1,5 kg szynki. Podobnie jest z wyrobami drobiowymi, wytwarzanymi z MON-u (mięsa drobiowego odkostnionego), czyli mieszanki zmielonych kości, chrząstek, szpiku kostnego i ścięgien [8]. Analogia istnieje w procesie technologicznym barwionych lizaków bądź napojów gazowanych, gdzie stosowane są liczne konserwanty, barwniki, oznaczane numerem E-XXX. Symbolem „E” oznaczane są też zawarte w żywności pigmenty, antyutleniające, stabilizatory, zagęszczacze oraz substancje o innym znaczeniu. Występują one niemal w każdym produkcie żywnościowym. Tak oto występujący w margarynie i serach kwas sorbowy (E200) często powoduje reakcje alergiczne, a dodawany do wędlin, serów podpuszczkowych i topionych azotan potasu (E252) może wytwarzać kancerogenne nitrozoaminy. Symbol „E” obejmuje również sztuczne witaminy, dodawane do produktów żywnościowych, np.: witamina C oznaczona symbolem E300. Witaminy te syntetyzowane są w sposób sztuczny na drodze chemicznej. Warto nadmienić tu, iż benzoosan sodu (E211) w połączeniu z Wit C (E300) może przereagować rakotwórczy benzen (może mieć to znaczenie w przypadku produkcji napojów gazowanych, gdzie często stosowane są obie te substancje) [9].

Przyczyny braku „naturalności” obecnej żywności można dopatrywać się również w rodzaju hodowli zwierząt używanych do celów produkcyjnych. Przykładem jest tu chów wsobny, czyli kojarzenie krewniacze, stosowane w celu szybkiego ustalenia obowiązującej puli genowej w populacji zwierząt [10]. W ten sposób hodowcy ustalają i utrwalają optymalne cechy, które przejawiać ma zwierzę, pozyskując czyste linie osobników charakteryzujące się dużym stopniem homozygotyczności. W celu otrzymania oczekiwanych rezultatów

chów wsobny musi być prowadzony w sposób prawidłowy z wykorzystaniem tylko najlepszych osobników jako reproduktorów. Bardzo często brak wiedzy z zakresu podstaw genetycznych tej metody hodowli jest przyczyną negatywnego wzrostu homozygotyczności powodującej depresję inbredową. Objawiać się ona może zmniejszeniem żywotności, a tym samym zmniejszeniem płodności, plenności, gorszą adaptacją do nowych warunków środowiska, brakiem odporności na choroby, zmniejszeniem rozmiarów i masy ciała. W wyniku wzrostu homozygotyczności dochodzi również do ujawniania niekorzystnych i niepożądanych cech [11].

W przypadku roślin GMO wejście do powszechnej praktyki rolniczej roślin uprawnych opornych na działanie glifosatu, przyczyniło się do zwiększonego użycia preparatów na bazie tej substancji chemicznej. Natomiast przyczyniło się do obniżenia wykorzystania preparatów o innym mechanizmie działania [12]. W przypadku roślin z genem kodującym białko Bt, warunkującym oporność na działanie insektycydów udało się na całkowitą eliminację stosowania insektycydów na polach uprawnych. Niestety pomimo oczywistych korzyści ekonomicznych spowodowało to duży sprzeciw ze strony towarzystw entomologicznych i ekologicznych. Uprawy tego typu doprowadziły do znaczącego spadku liczebności populacji owadów, co w efekcie może doprowadzić do zaburzenia funkcjonowania łańcucha pokarmowego [13].

2.2. Negatywne oddziaływania upraw GMO na środowisko

Kolejnym powszechnie znanym i popularyzowanym zarzutem wobec organizmów GMO jest przypisywanie im zaburzania bioróżnorodności oraz ich złym wpływie na środowisko naturalne. Nieprawdą jest również, że stosowanie roślin modyfikowanych genetycznie zwiększyło stosowanie w rolnictwie pestycydów i herbicydów. Wręcz przeciwnie, wg danych przedstawionych w raporcie ISAAA, stosowanie upraw roślin GM spowodowało redukcję używanych środków ochrony roślin. Również z tego raportu, przygotowanego na bazie wyników z 2010 r., oceniającego m.in.: środowiskowe skutki wprowadzenia roślin modyfikowanych genetycznie, wynika, że uprawy te (w odniesieniu do upraw tradycyjnych) korzystniej wpływają na stan środowiska. Spowodowane jest to zmniejszeniem degradacji gleb oraz spadkiem skażenia wód środkami ochrony roślin w wyniku zmniejszenia zapotrzebowania na nie. Wykorzystywanie do celów rolniczych upraw biotechnologicznych wpływa na zwiększenie plonów roślin uprawnych, co przekładać się może na zwiększenie wydajności produkcji rolniczej [14].

Dodatkowo, problem zmniejszania bioróżnorodności ma swoje źródła w naturze nijak powiązanej z uprawami GMO. Opisany wyżej chów wsobny w środowisku naturalnym prowadzi do ujawniania niekorzystnych alleli

recesywnych, przez co ogranicza różnorodność genetyczną. Zjawisko to w przyrodzie jest niekorzystne i prowadzić może do rozwoju ciężkich chorób genetycznych w populacji. Kolejnym aspektem pogłębiającym to zjawisko są zanieczyszczenia przemysłowe, kwaśne deszcze, gazy cieplarniane oraz działalność człowieka mająca szkodliwy wpływ na żyjące organizmy roślinne i zwierzęce. Sztuczne przekształcanie ekosystemów na potrzeby gospodarki takie jak budowa infrastruktury drogowej, zapór rzecznych czy osuszanie terenów bagiennych często uniemożliwiają odbycie cyklu rozwojowego, powodując eliminację bioróżnorodności zwierząt. W następstwie tego owy pluralizm biologiczny ulegał i nieustannie ulega zmniejszeniu poza obszarem związanym z organizmami modyfikowanymi genetycznie [15].

Tak więc problem zaniku bioróżnorodności istnieje bez widocznego związku z GMO, co zresztą stwierdziła w 2007 r. organizacja The International Union for Conservation of Nature pisząc, że „nie ma dowodów na bezpośredni negatywny wpływ komercyjnej uprawy roślin GM na bioróżnorodność” [16]. Problem zmniejszania różnorodności biologicznej towarzyszy światu od zalania dziejów. Przykładem może być masowe wymieranie zwierząt, potwierdzone przez archeologów, na przełomie Permu i Triasu, czy wymarcie dinozaurów pod koniec Kredy. Warto zaznaczyć, że człowiek pojawia się dopiero w okresie Czwartorzędu, czyli jakieś 65 mln lat po wymarciu dinozaurów. Łatwo zauważyć, iż niemożliwością jest dopatrywania się przyczyny ubożenia różnorodności przyrody w GMO [17].

2.3. Monopolizacja rynku rolniczego przez międzynarodowe koncerny rolno-chemiczne

Obawa przed monopolizacją rynku nasion roślin uprawnych przez międzynarodowe koncerny wydaje się być najbardziej sensowna ze wszystkich argumentów przeciwko roślinności GMO. Na podstawie danych z 2000 roku wynika, że 71% patentów w USA dotyczących roślin GMO wykorzystywanych w rolnictwie należało do pięciu największych koncernów rolno-chemicznych, tj. do: Monsanto, Dow, Syngenta, Bayer CropScience (ówczesny Aventis) oraz Dupont [18]. Koncerny te są na tyle duże, a ich przedsięwzięcia rentowne, że są w stanie przeznaczyć kwoty rzędu miliardów dolarów amerykańskich na badania naukowe, których wyniki mają na wyłączność. Stanowi to towar, będący jednocześnie narzędziem biznesowym. Wielu ekspertów podważa wiarygodność wyników prezentowanych przez działy badawcze firm. Głównie w przypadku bezpieczeństwa i wpływu żywności GMO na ludzi [19].

Istnieje realne zagrożenie związane z monopolizacją rynku przez globalne koncerny, które wraz z nasionami sprzedają rolnikom konkretną, przygotowaną pod wykorzystanie pozostałych produktów koncernu, technologię. W wielu

przypadkach rośliny modyfikowane genetycznie są odporne na herbicydy, czy pestycydy sprzedawane przez tę samą firmę, gwarantując koncernowi, że rolnik po zakupie nasion, zakupi również i środki ochrony tej rośliny. Napędza to rynek i rozwój danej firmy. Jednak nie można zapomnieć, że to producent-rolnik ma możliwość wyboru, a jego decyzje są umotywowane rachunkiem ekonomicznym. Wyższe ceny nasion, rodzące sugestie ze strony organizacji przeciwko roślinom GMO o tym, że to zjawisko jest niekorzystne i jest wymierzone w kierunku rolnictwa bez głębszej analizy mogą się wpływać niekorzystnie na rynek nasienny. Jednak zwracając uwagę na fakt, że zakup droższych nasion idzie w parze z mniejszym wykorzystaniem środków ochrony roślin i redukcją zabiegów agrotechnicznych, a w efekcie powoduje obniżenie kosztów produkcji i zwiększenie zysków, wydaje się bezpodstawnym oskarżeniem koncernów o negatywny wpływ na rynek. Zjawisko upraw monokultur, według przeciwników, bezpośrednio związane z rolnictwem wykorzystującym rośliny GMO jest powszechnie znane, a pierwsze doniesienia na ten temat pochodzą jeszcze z XIX wieku [20]. Na podstawie głębszej analizy łatwo zauważyć, że sukces prywatnych, globalnych koncernów jest podyktowany jakością oferowanego przez nie towaru i wyborem producentów żywności. Z kolei działania producentów żywności wynikają z korzyści płynących z wykorzystania produktów koncernu i w wielu przypadkach braku alternatywy. Należy pamiętać, że producenci nie będą wybierać technologii jeżeli będzie ona dla nich nieopłacalna lub będzie dostępne bardziej opłacalne rozwiązanie.

W momencie gdy rynek zostanie zmonopolizowany przez koncerny rolno-chemiczne, wybór dostawcy nasion pozostanie w rękach producentów. Instytuty badawcze posiadają bazę odmian i gatunków roślin uprawnych, dzięki której w obliczu zagrożenia bezpieczeństwa ze strony opatentowanych odmian GMO możliwe jest powrót do odmian tradycyjnych i co za tym idzie, rezygnację z produktów biotechnologicznych [19].

Przyszłość i możliwość działania międzynarodowych koncernów w różnych rejonach świata może w łatwy sposób zostać uregulowana lokalnie przez aparat legislacyjny. Żywność pochodząca z organizmów GMO w większości przypadków podlega weryfikacji, co pozwala na stosunkowo łatwą i szybką detekcję. Jednak największy wpływ na każdą dziedzinę rynku ma rachunek ekonomiczny, który determinuje wybór pomiędzy odmianami tradycyjnymi i powstałymi na drodze inżynierii genetycznej [21].

3. Podsumowanie

Spór dotyczący przyszłości produktów inżynierii genetycznych wykorzystywanych w rolnictwie jest nieodłącznym elementem polskiego rolnictwa i branży spożywczej. Od wielu lat w środkach masowego przekazu można znaleźć informacje związane z debatami, czy kampaniami dotyczącymi negatywnego wpływu GMO. Niestety w wielu przypadkach głosy i opinie pochodzące ze strony środowiska naukowego są bagatelizowane, na rzecz krzykliwych i atrakcyjnych medialnie głosów przeciwników. Problem ten wynika często z nieświadomości polskiego społeczeństwa o tym czym jest GMO, jakie ma skutki jego wprowadzenie oraz jakie są korzyści i zagrożenia płynące z jego funkcjonowania w środowisku. Niestety w Polsce nie ma prowadzonej jakiegokolwiek rzetelnej kampanii informacyjnej, która nie kreowałaby konkretnego stanowiska, a przedstawiała w rzetelny sposób fakty związane z tym zagadnieniem.

Jak łatwo wywnioskować z niniejszego opracowania, społeczeństwo jest często wprowadzane w błąd. Wynika to z nieświadomości odbiorców i selektywnym przekazie informacji poprzez media. W związku z tym warto zastanowić się nad wprowadzeniem ścisłych ram prawnych, odpowiednim definiowaniu pojęć związanych z roślinami GM i rzetelnej, potwierdzonej faktami naukowymi analizie zagadnienia.

Wdrożenie programu rzetelnie opracowanych akcji informacyjnych pozytywnie wpłynęłoby na świadomość polskiego społeczeństwa wykazującego technofobię. Lęk przez nieznanym jest jednym z kluczowych czynników hamujących rozwój i wdrożenie osiągnięć naukowych do przemysłu. W efekcie czego straty ponoszą nie tylko ludzie ale i cały ekosystem.

Bibliografia

1. A. Małyska and T. Twardowski, *Opinia publiczna o biotechnologii w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej*, Nauka, vol. 1/2011, s. 85-98.
2. M. Rotkiewicz, *Gmatwanina wokół GMO*, Polityka.pl Nauka, września-2011.
3. G. Lyon, *Nauka, a nie fikcja; GMO - przemyślmy to jeszcze raz!* Europabio.org, 2011.
4. J. Clive, *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012*, ISAAA, 2012.
5. M. Rotkiewicz, *Genetyczny bubel*, Polityka.pl Nauka, 2013.
6. A. Łańcuchowska and P. Wołodkiewicz, *Różnice pomiędzy żywnością eko, a naturalną*, Ecowawa, Warszawa, 2010.
7. H. Shen, *Żywność ulepszana chemią*, Nasz dziennik, 2006.
8. *Falszerze jedzenia*, magicsport.pl, 2009.
9. *Chemia w żywności* http://www.powitaminy.pl/artykuly/chemia_w_zywnosci.php.
10. *Chów wsobny*, [edytuj], Wikipedia, wolna encyklopedia. .
11. K. Wasowicz, *Pokrewieństwo, rodowód, chów wsobny*. 2012.

12. <http://www.europabio.org/do-gm-crops-have-effect-soil>.
13. A. Kędziora and J. Karg, *Zagrożenia i ochrona różnorodności biologicznej*, Nauka, no. 4, s. 107-114, 2012.
14. IUCN, *Current knowledge of the impacts of genetically modified organisms on biodiversity and human health*. IUCN, 2007.
15. <http://drzewa.nk4.netmark.pl/wprowadzenie/prehist.php>.
16. ETC Group, Globalization Inc. Concentration in Corporate Power: The Unmentioned Agenda, http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=247.
17. *Forum Debaty Publicznej. Organizmy zmodyfikowane genetycznie. Konieczność czy wybór? Szansa czy zagrożenie?*, Luty 2012.
18. E. D. Ford and P. J. Diggle, *Competition for Light in a Plant Monoculture Modelled as a Spatial Stochastic Process*, Ann. Bot., vol. 48, no. 4, s. 481-500, Oct. 1981.
19. W. L., *Konkurencja odmian zagranicznych na polskim rynku nasiennym*, Zesz. Nauk. Szk. Głównej Gospod. Wiej. W Warszawie Probl. Rol. Światowego, vol. 07(22), 2009.

Pracę recenzował: dr hab. Krzysztof Grzywnowicz, prof. UMCS Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Niestosowne treści przypięte do roślin GMO

Streszczenie

Tematyka organizmów genetycznie modyfikowanych (GMO) jest zagadnieniem wywołującym liczne medialne afery. Polemika stron często odbywa się z daleka od prawdy naukowej i przypomina dziecinne kłótnie, w których jedna strona opiera się na powszechnie panujących przekonaniach, zaś druga na wynikach badań naukowych. Pomimo to brak medialnego przebicia zwolenników powoduje ciągłe afery oraz kolejne protesty i strajki skrzętnie zaplanowane przez przeciwników. W niniejszym artykule zebrano kilka najczęściej wymienianych argumentów „przeciw GMO” i poddano jej stosownej analizie, przeprowadzonej w sposób obiektywny.

Słowa kluczowe: rośliny genetycznie modyfikowane, GMO

Inappropriate beliefs associated with GMO plants

Abstract

The issues regarding genetically modified organisms (GMO) often causes many affairs and controversies in media. A dispute is often held far from scientific facts and resembles childish arguments, with one side standing by common, public beliefs, while the other tries to present the results of scientific research. In spite of this, the lack of media representation of GMO supporters causes constant affairs and protests, precisely planned by the opponents. In this article, the most commonly stated ‘anti-GMO’ arguments are presented and submitted for objective and deprived of emotions analysis.

Key words: GM plants, GM crops, GMO

Katarzyna Biała¹, Ewelina Własczyk², Patrycja Szela³, Grzegorz Magdoń⁴

Podstawy Bezpieczeństwa i Higieny Pracy w chowie i hodowli świń

Wprowadzenie

Bezpieczeństwo i higiena pracy jest istotnym czynnikiem w wielu dziedzinach nauki i praktyki. BHP to zbiór przepisów i zasad dotyczących bezpiecznego i higienicznego wykonywania pracy oraz osobna dziedzina, która kształtuje właściwe warunki pracy. Odnosi się do zasad bezpiecznego świadczenia pracy w higienicznych warunkach. W praktyce bhp dotyczy utrzymania ryzyka zagrożenia pod kontrolą lub całkowitego wyeliminowania go ze środowiska pracy (*Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy J.t.: Dz. U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650*).

Bardzo istotne jest przestrzeganie bezpieczeństwa i higieny pracy w gospodarstwach rolnych. Według danych Kasy Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego (KRUS) odnotowano ponad 277722 wypadki w rolnictwie[6], które są najczęściej spowodowane podczas chowu i hodowli zwierząt. Wynika to przede wszystkim z niewłaściwej organizacji pracy w gospodarstwie, braku zmechanizowanych urządzeń. „Zwierzę nie jest rzeczą jak mówi ustawa z 21 sierpnia 1997 r. o ochronie zwierząt, dlatego też człowiek ma obowiązek stworzenia zwierzętom dobrych warunków bytowych, które decydują o właściwym rozwoju osobników.

¹ Email: kbiala9@gmail.com Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Jednostka Podrzędna, Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń,

² Email: ewelinaawl@wp.eu Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Jednostka Podrzędna, Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń,

³ Email: patrycja.szela@vp.pl Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Jednostka Podrzędna, Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń,

⁴ Email: zachariasz1212@vp.pl Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Jednostka Podrzędna, Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń,

1. Bezpieczeństwo w chowie i hodowli świń

Do wypadków w chowie i hodowli najczęściej dochodzi na skutek niewiedzy na temat zachowań zwierząt, braku wyobraźni osób pracujących, jako zootechnik. Spowodowane jest to ignorowaniem potencjalnych zagrożeń. Zwierzęta reagują w niektórych sytuacjach w sposób nieprzewidywalny, często agresywny. Zachowania te potęgowane są przez bicie i straszenie, a także stres, na jaki są one narażone podczas załadunku i wyładunku oraz doprowadzania do uboju. Zwierzęta, broniąc się przed agresją człowieka lub nową niepokojącą sytuacją mogą pogryźć, kopnąć, przygnieść lub ugodzić rogami. Osoby pracujące przy zwierzętach są narażone na wiele zagrożeń powodowanych z jednej strony przez zwierzęta, a z drugiej przez specyficzne środowisko pracy (*Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze zwierząt gospodarskich. (Dz. U. z dnia 15 października 2001 r.)* [1].

Wypadki związane z bezpośrednią obsługą zwierząt gospodarskich są znaczące. Z samą obsługą trzody chlewnej jest związanych około 600 wypadków rocznie. Obecnie występuje bardzo duże zróżnicowanie technologiczne w chowie i hodowli zwierząt. Nadzór nad zwierzętami dotyczy parametrów mikroklimatu, przepływu energii elektrycznej, co zwiększa bezpieczeństwo zwierząt i pracowników. W starszych obiektach znajduje się duża ilość zwierząt, co powoduje mały stopień mechanizacji, a to sprawia wiele zagrożeń tj., dźwiganie ciężarów i praca w znacznym zapyleniu podczas ręcznej produkcji paszy, wchodzenie do kojców czy nawet znajdujące się w przejściach progi [2].

Istotne jest również pomieszczenie, w jakim przeprowadza się chów i hodowlę świń (*Kodeks Pracy, art.213, poz. 3*). Odpowiednie wymiary pomieszczeń to jednak nie wszystko. Trzeba również zwrócić uwagę na podłogę, wobec której ustawodawca ma także ściśle określone wymagania. I tak, zgodnie z § 16 *ust. 1 rozporządzenia*, podłogi w pomieszczeniach powinny być przede wszystkim stabilne, równe, nie śliskie, niepyłące i odporne na ścieranie oraz nacisk, a także łatwe do utrzymania w czystości. Nie dopuszczalne jest umieszczanie progów w otworach drzwiowych pomieszczeń gospodarskich.

Utrzymanie w czystości pomieszczeń inwentarskich jest podstawowym czynnikiem, który zmniejsza ryzyko występowania chorób u zwierząt jak i ludzi. Jednak wielkość hodowli ogranicza zakres działań. Jest to możliwe poprzez przeprowadzenie okresowych zabiegów dezynfekowania i czyszczenia, (co najmniej dwa razy w roku), co powoduje ograniczenie częściowe zarazków. W pomieszczeniach przeznaczonych do porodu, tuczu świń należy stosować dezynfekcję, czyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem oraz końcowe osuszenie danego pomieszczenia każdorazowo po wymianie obsady sektora. Jest

to bardzo ważne gdyż częściowo wpływa na mikroklimat i zapobiega rozwojowi drobnoustrojów. W budynkach inwentarskich powinien zawsze panować porządek, nie wolno zostawiać przejść oraz korytarzy. Należy również pamiętać by nie używać do celów spożywczych tych samych naczyń, które służą do pojenia i karmienia zwierząt.

Zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy w chlewni należy wydzielić pomieszczenie socjalne, w którym jest możliwość przebrania się, przechowywania odzieży ochronnej i roboczej służącej wyłącznie do pracy ze zwierzętami przy ich obsłudze oraz miejsce, gdzie jest możliwość umycia rąk i twarzy. Ważne jest również by przed i po wykonaniu czynności umyć starannie ręce.

Przy obsłudze macior obowiązujące przepisy stanowią, iż prośne maciory muszą mieć zapewnioną dużą przestrzeń ruchową, przeznaczoną do utrzymania sprawności fizycznej jak i psychicznej. Jeśli chodzi o aktywność rozrodczą należy samicom zapewnić kontakt zapachowy, dotykowy i wzrokowy z knurem, co zwiększa skuteczność zapłodnienia. Należy pamiętać by krycie odbywało się w kojcu knura, gdyż zmiana tego miejsca może powodować zagrożenia spowodowane agresją ze strony dużych zwierząt jak np.: przyciśnięcie do ściany kopnięcie, ugryzienie. Podczas porodu budowanie gniazd zmniejsza zaniepokojenie macior i komplikacje podczas porodu. Budowa kojca nie może utrudniać dostępu do wymienia a maciora musi posiadać swobodny dostęp do wody. Również ważnym czynnikiem bhp jest odpowiednie oświetlenie i temperatura pomieszczenia, które ograniczają wystąpienie stresu porodowego [3].

Podczas przygotowania pasz w gospodarstwach należy zachować szczególną ostrożność. Wszelkie czynności (naprawy, konserwacje, obsługa urządzeń) należy wykonywać po wyłączeniu silnika elektrycznego. Natomiast, jeśli w urządzeniu brakuje jakiegokolwiek elementu bądź jest on uszkodzony jest zabronione jego włączenie. Osoba przygotowująca paszę powinna stosować odzież roboczą i ochronną: odpowiednie buty, rękawice oraz gumowy, długi fartuch. Jeśli podczas przygotowań występuje duże zapylenie należy zastosować maski przeciwpyłowe, gdyż pył może spowodować wiele przewlekłych schorzeń dróg oddechowych, które występują w spisie chorób zawodowych.

Świnie powinny mieć zapewniony stały dostęp do karmy i wody. W żywieniu trzody chlewnej stosuje się pasze suche, ale również wilgotne, które zmniejszają zapylenie podczas jej podawania. Ręczne zadawanie pasz jest bardzo ryzykowne, gdyż wiąże się z dźwiganiem ciężarów, przechodzeniem po śliskich powierzchniach, co może powodować uszczerbek na zdrowiu, zmniejszenie wydolności pracy oraz wydolności fizycznej zootechnika. Wówczas należy pamiętać by ścieżki miały czystą i równą nawierzchnię.

Innym sposobem zadawania paszy jest użytkowanie zamkniętych systemów rur, dzięki którym pasze są przenoszone do karmników. Stosowanie przekładników liniowych jest również niebezpieczne, gdyż mogą się przedostać do paszy różne kawałki metali. Dlatego też przy zrzuceniu pasz niezabudowane otwory w stropach powinny być zabezpieczone listwą podłogową o wysokości minimum 15 cm jak również należy zamontować poręcze o wysokości 1.1 m według wymagań zapisanych w polskich normach (*Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*).

Innym procesem, który może stwarzać zagrożenie jest ścielenie. Ściółka powinna być sucha i czysta. Zapewnia ona komfort fizyczny i cieplny dla zwierząt. Słomę powinno dostarczać się do zagrody na bieżąco. Jest to również ryzyko występujące w obsłudze zwierząt, gdyż ściółka może zawierać dużą ilość niebezpiecznych zanieczyszczeń. Może również doprowadzić do zakażeń mykotoksynami- toksycznymi wtórnymi metabolitami niektórych gatunków grzybów strzępkowych, które mogą stanowić zanieczyszczenie pasz, żywności, zbóż, słomy, itp. Najbardziej wrażliwe na działanie mykotoksyn są świny, rosące i samice w okresie laktacji. Konsumpcja żywności zawierającej mykotoksynę może wywołać u zwierząt śmierć, nawet w ciągu kilku godzin lub dni [2].

Poprawa stanu bezpieczeństwa i higieny pracy jest możliwa poprzez zmianę metody pracy i zadbanie o ład w gospodarstwie. Ważna jest też organizacja pracy, która ma istotny wpływ na zdrowie człowieka. Człowiek nie powinien zbyt długo przebywać w pomieszczeniach gdzie zagrożeniem może być mikroklimat czy też mogą występować środki niebezpieczne lub uciążliwe dla zdrowia, a także pyły. Przebywanie w takich pomieszczeniach może prowadzić do powstania przewlekłych schorzeń, chorób zawodowych (*art. 235, poz. 3 Kodeksu Pracy*), które nie mogą ujawnić się po dłuższym okresie czasu (*art. 227, poz. 1 Kodeksu Pracy*). Dlatego też należy odbywać okresowe badania, które zdiagnozują czy osoba jest zarażona. Podczas pracy ze zwierzętami chorymi lub podejrzanymi o chorobę, którą mogą przenieść na ludzi, należy zastosować odpowiedni sprzęt ochronny oraz odizolować chore zwierzę od reszty stada i wezwać służby weterynaryjne. Przed pracą ze zwierzętami lub po jej zakończeniu pracownik powinien zdezynfekować się, jeśli jest to konieczne, wszelkie skaleczenia, rany otwarte na ciele a w przypadku skaleczenia się przedmiotami ostrymi i zanieczyszczonymi zgłosić się niezwłocznie do lekarza. Ważne jest również by w pomieszczeniach dla zwierząt przeprowadzać okresową deratyzację jak i dezynsekcję.

Tak jak przy chowie i hodowli trzody chlewnej przepisy bhp są również bardzo ważne przy procesie przetwórstwa mięsa wieprzowego. Ubój to proces

technologiczny, który jest bardzo zmechanizowany, co stwarza ogromne ryzyko zagrożenia na każdym stanowisku pracy. Pracownik jest obowiązany (*art. 211 Kodeksy Pracy*) do przestrzegania instrukcji, przepisów bhp zgodnie z ich przeznaczeniem. Często jest to zaniechane, zakłady powinny dbać o swojego pracownika oraz o produkty, jakie są produkowane. Podczas procesu uboju świń wykonywanych jest wiele czynności m.in. doczyszczanie ręczne tusz, które powinno odbywać się w odległości większej niż 1m. Opalanie tusz odbywać się powinno za pomocą pieców do opalania lub palników gazowych. Wszystkie stanowiska powinny być rozmieszczone w bezpiecznej odległości, tak by pracownicy nie komplikowali sobie swoich czynności. Każde urządzenie powinno posiadać osłony ochronne a pracownicy ubrania ochronne. Bardzo ważne jest stosowanie środków ochrony indywidualnej i zbiorowej, które stosuje się do zminimalizowania wystąpienia ryzyka, bądź jego całkowitego wyeliminowania ze środowiska pracy. Każdy pracownik jak i pracodawca obowiązani są do ich zastosowania podczas wypadku czy też jego uniknięcia.

Pracownik magazynu żywca z powodu zmęczonych, zestresowanych i w obcym dla siebie otoczeniu zwierząt dowiezionych do zakładu jest narażony na różne zagrożenia tj. agresję ze strony dużych zwierząt, choroby odzwierzęce, poślizgnięcie się i upadek na śliskiej podłodze pokrytej odchodami zwierząt, kontakt ze środkami służącymi do mycia i dezynfekcji kojców (w przypadku nie używania przez pracowników środków ochrony osobistej), wydzielenie substancji podczas przetrzymywania zwierząt w pomieszczeniach magazynu (amoniak NH_3 , siarkowodór H_2S , dwutlenek węgla CO_2) przy mało skutecznej wentylacji pomieszczeń.

Jednym z bardzo ważnych czynników, które stwarzają zagrożenie jest oświetlenie. Oświetlenie jest to stosowanie światła w celu uwidocznienia miejsc, obiektów jak i otoczenia. Jego celem jest stworzenie środowiska przyjaznego i dobrze widocznego dla pracownika, w którym pracownik mógłby wykonywać pracę wzrokową w bezpieczny i efektywny sposób. Światło jest zaliczane do czynników uciążliwych, które często powodują obniżenie wydajności, jakości pracy, co wiąże się ze spowodowaniem wady wzroku. Oświetlenie występuje na każdym stanowisku pracy, dlatego pracodawcy są zobowiązani do zapewnienia oświetlenia elektrycznego zgodnie z polskimi normami zgodnie z *par. 26 ust 2 Rozporządzenia ministra pracy i polityki socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (t.j. Dz. U. 2003 Nr 169 poz. 1650 ze zm.)*.

Kolejnym istotnym czynnikiem zagrażającym występujący podczas pracy szczególnie na stanowiskach uboju jest ponadnormatywny hałas wywołany przez zwierzęta. (*Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu*

w środowisku (Dz.U. z 2012 r., poz. 1109). Nawet najspokojniejszy przepęd zwierząt do uboju nie wyeliminuje odgłosów wydawanych przez zestresowane zwierzęta. Na tych stanowiskach pracownicy muszą pracować w ochronach słuchu. Pomiary wykonane na stanowiskach przepędu i oszałamiania (udostępnione za zgodą kierownictwa opisywanego zakładu) przeprowadzone przez Laboratorium Ochrony Środowiska Pracy „SOWIX w czerwcu 2009 określają poziom ekspozycji podniesiony dla 8 godzinnego dnia pracy wynosi 89 dB. Chcąc mieć pewność czy czynniki szkodliwe mogące występować na stanowiskach pracy nie wpływają negatywnie na stan zdrowia pracowników, wszyscy pracownicy muszą być poddawani okresowym badaniom lekarskim.

Ostatnim etapem produkcji jest konfekcjonowanie mięsa i wędlin. (Rozporządzenie (WE) NR 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego). Na tych wydziałach wędliny i mięso pakowane jest w opakowania jednostkowe, a następnie w kartony. Podstawowym narzędziem pracy pracowników zajmujących się konfekcjonowaniem mięsa i wędlin jest zarówno nóż jak i nożyczki używane do obcinania końcówek jelit. Podczas kosmetyki wędlin sporadycznie dochodzi do skaleczeń palców dłoni, jest to wynikiem nieostrożnego posługiwania się ostrymi narzędziami. Pracownicy narażeni są również na skaleczenie skóry, dłoni ostrymi krawędziami zarówno kartonów, jak i plastikowych opakowań z wędliną lub mięsem. Kartony dowożone do stanowisk pakowaczek, składa się na stanowisku, przed zapakowaniem do nich opakowań jednostkowych z mięsem lub wędliną. Podczas produkcji kartonów, maszyny wycinają w tekturze odpowiednie szczeliny ułatwiające formowanie opakowania. Po takiej obróbce tektury boki kartonów posiadają ostre krawędzie, co przy nieumiejętnym składaniu często kończy się przecięciem skóry dłoni. Ważnym elementem bezpieczeństwa pracy na stanowiskach konfekcjonowania jest przestrzeganie przez pracowników norm dźwigania określonych przy wykonywaniu ręcznych pracach transportowych. Pracownicy powinni również zwracać na to uwagę, aby kartony z mięsem lub wędliną, były ułożone w sposób stabilny. W związku z tym pracownicy muszą przestrzegać odpowiedniej wysokości układania kartonów w stertach o określonej wysokości. Przyjmuje się, że optymalną wysokością ostatniej warstwy kartonów jest 1,5 m. Palety o mniejszym ciężarze transportowane są z pomieszczenia pakowania do magazynu ekspedycji za pomocą ręcznych wózków tzw. paleciaków. Palety cięższe o wadze ponad 400 kg. transportuje się wózkami widłowymi o napędzie elektrycznym.

2. Podsumowanie

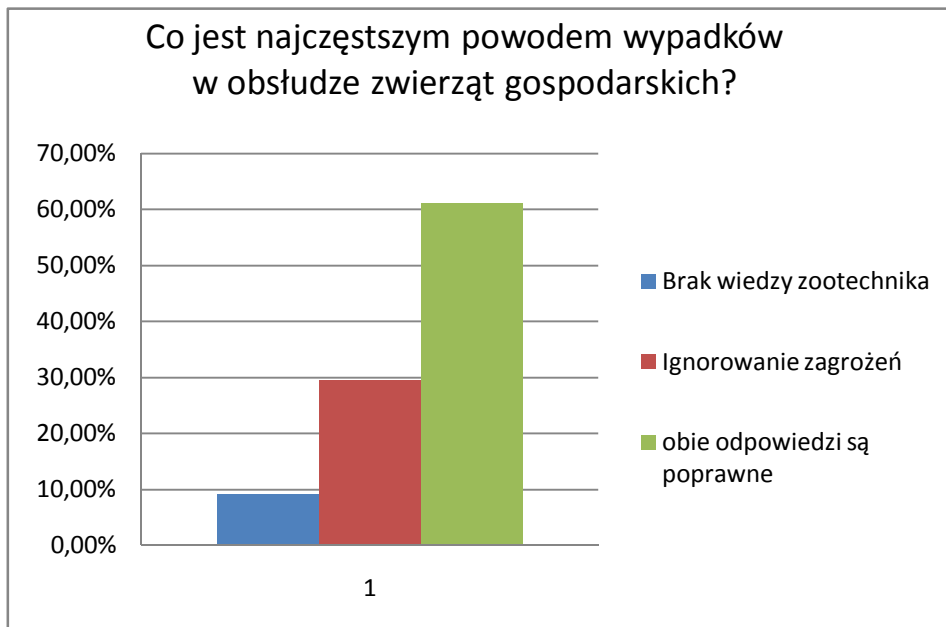
Pomimo postępu technicznego i znajomości występujących zagrożeń żaden zakład nie jest w stanie zapewnić 100 % bezpieczeństwa pracowników. Producenci maszyn konstruuje je w oparciu o badania ergonomii i wymagań higieniczno-sanitarnych. W maszynach przetwórstwa mięsnego wyeliminowano całkowicie kontakt elementów maszyn wykonanych z materiałów korodujących (stal, metale ciężkie) z masą mięsną jak i gotowym produktem. Strefy niebezpieczne, w których mogłoby dojść do kontaktu człowieka z ruchomymi elementami maszyn zabezpieczono odpowiedniej wytrzymałości osłonami. Generalnie zalecane jest stosowanie osłon stałych nieusuwalnych przez pracowników, jednak nie zawsze takie osłony można zastosować np.: osłona zespołu noży w kutrze do rozdrabniania surowca musi być uchylna podczas mycia maszyny. [4] W takim przypadku stosuje się wyłączniki krańcowe powodujące wyłączenie napędu maszyny nawet po nieznacznym uniesieniu maszyny. Wyeliminowanie urazów rąk podczas popychania produktu do ślimaka w urządzeniu typu wilka uzyskano po zamontowaniu odpowiedniej listwy bezpieczeństwa nad górną krawędzią wanny załadowniczej surowca. W przypadku naciśnięcia listwy w jakimkolwiek jej punkcie napęd maszyny zostaje automatycznie wyłączony.

W zakładach przetwórstwa mięsnego surowcem jest żywe zwierzę. Chcąc uzyskać odpowiedniej, jakości surowiec zwierzęta muszą być traktowane w szczególny sposób, co określone zostało w przepisach o uboju zwierząt. Pomimo ściśle określonych zasad zachowania trudno przewidzieć reakcje zwierząt zestresowanych, dowiezionych do nieznanego obiektu. W związku z tym pracownicy magazynu żywca powinni zachowywać szczególną ostrożność przede wszystkim w kontakcie ze zwierzętami dużymi tj. knury i maciory.

3. Wyniki i ich omówienie

Wielu ludzi (szczególnie młodych) nie ma pojęcia, czym zajmuje się i jakie zagrożenia otaczają prawdziwego zootechnika oraz jakie czynniki niebezpieczne występują w chowie i hodowli oraz uboju zwierząt gospodarskich. Dlatego też by wyjaśnić wątpliwości znajomości zootechnika i przepisów bhp został przeprowadzony sondaż wśród młodych ludzi na różnych uczelniach naszego województwa lubelskiego.

Wyniki sondażu przedstawiają się następująco: 60,38% ankietowanych uważa, że najczęstszym powodem wypadków w obsłudze zwierząt gospodarskich jest brak wiedzy oraz ignorowanie zagrożeń przez zootechnika.

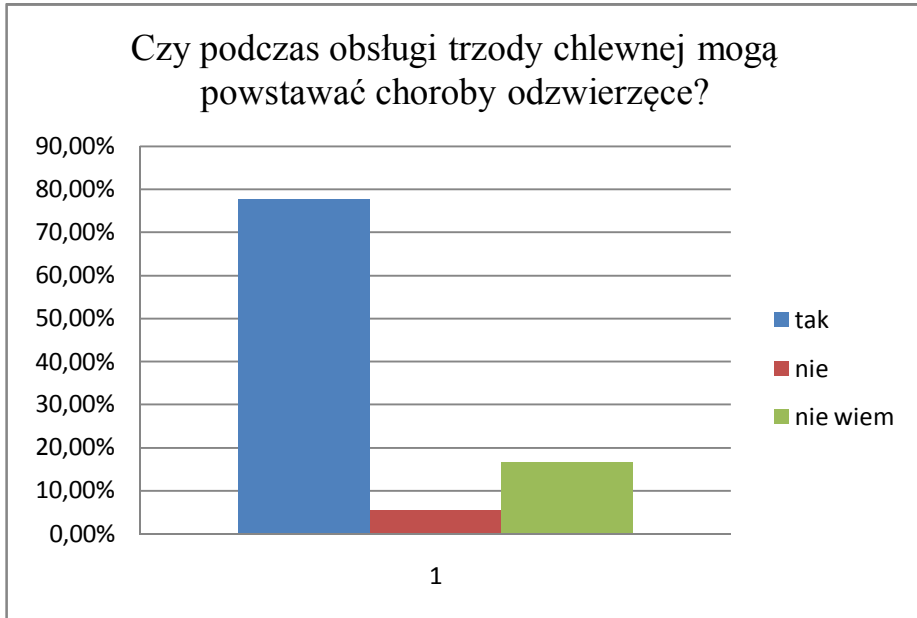


Wykres 1. Co jest najczęstszym powodem wypadków w obsłudze zwierząt gospodarskich?

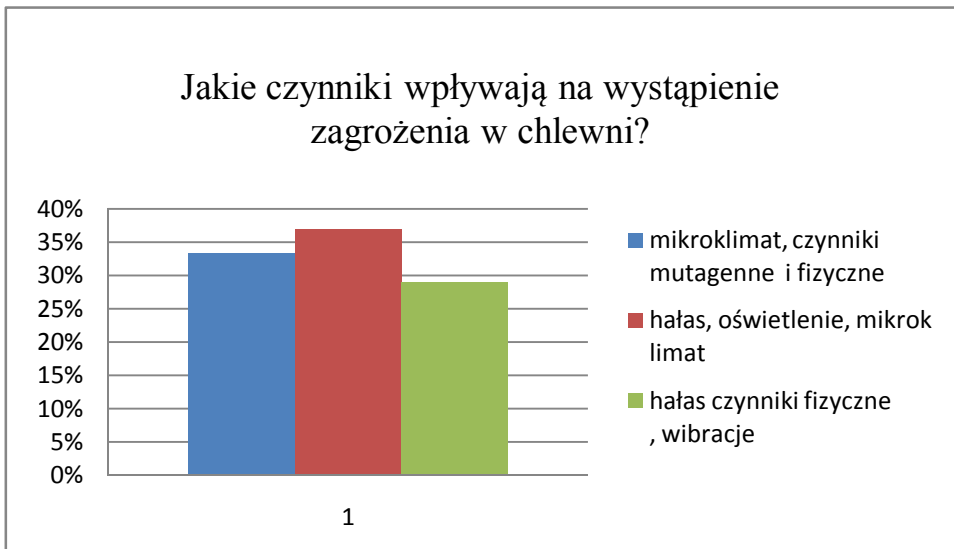
Źródło: badania własne

77,36 % ludzi jest świadomych, że podczas obsługi trzody chlewnej mogą powstawać choroby odzwierzęce, jednak już tylko ok. 3% uważa, że ścielenie w budynku inwentarskim powoduje zagrożenie dla pracownika. 40% zna zasady zagospodarowania budynku inwentarskiego, tak by nie spowodować zagrożeń dla zwierząt jak i zootechnika.

Zdania na temat czynników wpływające na wystąpienia zagrożeń w chlewni są podzielone. 32,08% Uważa, że najważniejszymi są: mikroklimat, czynniki fizyczne, czynniki mutagenne, natomiast 37,74% twierdzi, że takim czynnikiem jest hałas, oświetlenie, mikroklimat. Najmniej respondentów (30,19%) wymieniło: hałas, czynniki fizyczne, wibracje.



Wykres 2. Czy podczas obsługi trzody chlewnej mogą powstawać choroby odzwierzęce? Źródło: badania własne



Wykres 3. Jakie czynniki wpływają na wystąpienie zagrożenia w chlewni? Źródło: badania własne

Ankietowani mają świadomość, że urządzenia w zakładach pracy powinny posiadać osłony ochronne. Ponad połowa osób, biorących udział w ankiecie, wie, że pracownik obsługujący trzodę chlewną powinien przechodzić badania okresowe, w celu uniknięcia wystąpienia choroby zawodowej.

Literatura

1. *Życie i człowiek - Zwierzę*. Warszawa, PWN 1966
2. Bielecki K.: *Bezpieczna obsługa zwierząt gospodarskich*. Warszawa, KRUS 2004
3. *Systemy utrzymania świń*. Poradnik. Warszawa, IMBER 2004
4. *Zasady ochrony życia i zdrowia w gospodarstwie rolnym*, ustanowione przez Prezesa KRUS w 1995 r. Warszawa, KRUS 2005
5. <http://www.ciop.pl/9638.html>
6. <http://www.krus.gov.pl/>

Pracę recenzował: dr hab. Marek Babicz prof. nadzw. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Podstawy Bezpieczeństwa i Higieny Pracy w chowie i hodowli świń

Streszczenie

Bezpieczeństwo i higiena pracy jest istotnym czynnikiem w wielu dziedzinach nauki i praktyki. BHP to zbiór przepisów i zasad dotyczących bezpiecznego i higienicznego wykonywania pracy oraz osobna dziedzina, która kształtuje właściwe warunki pracy.

Do wypadków w chowie najczęściej dochodzi na skutek niewiedzy na temat zachowań zwierząt, braku wyobraźni osób pracujących, jako zootechnik, a co najważniejsze spowodowane jest to ignorowaniem zagrożeń.

Obecnie można zauważyć duże zróżnicowanie technologii w chowie i hodowli trzody chlewnej, które mogą prowadzić do powstania zagrożenia potencjalnymi czynnikami.

By zapobiec powstaniu niebezpiecznych dla zootechnika sytuacji należy podporządkować się warunkom pracy, na które składa się: oświetlenie, hałas, wykonywane czynności, konstrukcja budynku itp.

Ważnym aspektem są również urządzenia i czynności podczas uboju jak i w samym zakładzie pracy, które należy wykonywać zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Pracownicy powinni dostosować się do przepisów bhp, stosować środki ochrony zbiorowej jak i indywidualnej by zmniejszyć, bądź wyeliminować zagrożenie występujące na danym stanowisku pracy.

Słowa Kluczowe: bezpieczeństwo, higiena, świnia, człowiek, budynek inwentarski, choroby zawodowe

Basics Occupational Health and Safety in the raising and breeding pigs

Abstract

Health and Safety is important factor in many science field and practice. Health and Safety is set of prescription and rules relative safe and sanitary work and separate branch which shapes suitable working conditions.

The accidents generally happen on account of unawareness of animal behavior, lack of imagination people work as zoo technician, and most importantly through ignoring threats.

Accidents related with direct service animal are valid. At present technologies in raising pigs are different, which can result formation threats from potential factor.

To prevent formation threats to zoo technician it's necessary to submit many things for example: lighting, noise, operations performed, construction of the buildings. However it's not all the factors that pull together to reduce the danger in livestock buildings in raising pigs.

An important aspect are also equipment and activity during slaughter and work institution which should be perform with rules of health and safety work. Employees should adapt rules, use resources collective and personal protective equipment to reduce or eliminate threat that occur in workplace.

Occupational health and safety is an important factor in many areas of science and practice. OHS is a set of rules and regulations for the safe and hygienic perform work and a separate branch, which shapes suitable working conditions.

The accidents in farming is most often happen to ignorance about animal behavior, lack of imagination of those working as, zoo technician and most importantly through ignoring threats. Today you will find a large variety of technology for the rearing and breeding of pigs, which may lead to a potential risk factors.

To prevent a dangerous situation for zoo technician must submit to the conditions of work, which includes: lighting, noise, job activities, building construction, etc.

An important aspect is also equipment and processes during slaughter and in the workplace to be carried out in accordance with the principles of health and safety work. Employees should adapt to the health and safety regulations, collective Put on protective and individual to reduce or eliminate the threat occurring at the workplace.

Keywords: safety, hygiene, pig, human, livestock building, occupational diseases

Justyna Paciorek¹, Justyna Siek², Monika Wargacka³,
Małgorzata Karwowska⁴

Preferencje konsumenckie na temat parówek

Wstęp

Parówki są wędlinami, które cieszą się dużym zainteresowaniem konsumentów w Polsce. Charakteryzują się specyficznymi właściwościami odżywczymi. Mogą być produkowane w osłonkach sztucznych, a także kolagenowych, naturalnych [6].

Parówki są przetworami mięsnymi drobno rozdrobnionymi lub homogennymi. Mogą być wytworzone z mięsa drobiowego, wieprzowego, cielęcego lub stanowić mieszankę kilku rodzajów mięs. Dostępne są na rynku w bogatej ofercie, która skierowana jest do wszystkich grup konsumentów, szczególnie do dzieci i osób starszych, ze względu na ich konsystencję [2]. W asortymencie tym, można wyróżnić produkty charakteryzujące się zróżnicowaną ceną. Takie zróżnicowanie cenowe wynika z jakości stosowanych surowców. Asortyment najtańszy bardzo często zawiera w swoim składzie surowce gorszej jakości, głównie jest to mięso drobiowe oddzielone mechanicznie (MOM).

Mięso drobiowe oddzielane mechanicznie występuje w formie rozdrobnionej masy mięsno-tłuszczowej. Jest ono pozyskiwane z tuszek patroszonych i wykorzystywane do produkcji wyrobów mięsnych, które poddawane są obróbce cieplnej. Stosowanie go w przemyśle mięsnym daje możliwość maksymalnego wykorzystania elementów tuszek, pozyskanych w czasie rozbioru. Mięso to jest wykorzystywane w produkcji wyrobów mięsnych i bardzo często jest przyczyną obniżenia jakości zdrowotnej wyrobów. Może stanowić źródło zatruc pokarmowych, a także jest przyczyną zwiększonej zawartości fosforu, przez co może być potencjalnym zagrożeniem dla zdrowia konsumenta. Jest ono składnikiem technologicznym, jak również sanitarnie podatnym na występowanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych. Wiąże się to ze

¹ paciorek.j@gmail.com, SKN Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

² justyna.siek@gmail.com, SKN Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

³ monikawargacka@gmail.com, SKN Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

⁴ malgorzata.karwowska@up.lublin.pl, Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, UP w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

specjalnymi wymaganiami mikrobiologicznymi, jakim podlega tego typu surowiec [8].

Zawartości MOM-u w wyrobie nie można dokładnie zbadać, ponieważ nie ma takich technik analitycznych umożliwiających jego bezpośrednie oznaczenie. Oznaczając zawartość wapnia w wyrobie, możemy oszacować, jaka jest potencjalna zawartość MOM-u [5].

Obecnie nasilająca się konkurencja pomiędzy producentami żywności sprawia, że większe szanse na odniesienie sukcesu mają wytwórcy produktów spożywczych spełniających wymagania konsumentów oraz odznaczających się dobrą jakością i podążających za aktualnymi trendami żywieniowymi. Obowiązkiem producenta powinna być nieustanna ocena satysfakcji klientów, na temat jego wyrobu. Może tego dokonać poprzez badanie opinii konsumentów [2].

Ocena konsumencka w skuteczny sposób pozwala na zapoznanie się z preferencjami konsumentów, dzięki czemu możliwe jest zoptymalizowanie cech sensorycznych danego produktu. Wśród metod konsumenckiej oceny można wyróżnić: metodę preferencji, profilowania odchyłeń cech produktu idealnego względem rzeczywistego, skalowania, akceptacji. Metody skalowania, akceptacji oraz preferencji pozwalają określić, w jakim zakresie badany produkt spełnia oczekiwania konsumenta. Metody te nie dają odpowiedzi na pytanie, co należy zrobić, aby badany produkt stał się bliższy ideału. Odpowiedź na to pytanie można uzyskać dzięki profilowaniu sensorycznemu, które przeprowadza się w sposób korespondencyjny lub jako bezpośredni wywiad [1].

Preferencje w sensorycznej ocenie konsumenckiej żywności to ocena w kategoriach pożądalności, która dotyczy możliwości wyboru wśród szerokiego asortymentu. Ocena ta ma na celu pozyskanie informacji na temat: stopnia pożądalności, akceptacji oraz preferencji. Ponadto, dostarcza informacji o upodobaniach i preferencjach żywieniowych dużych populacji konsumentów, pozwala sprawdzić czy badany produkt jest nadal atrakcyjny dla kupujących, czy produkt wymaga zmian [3].

Na rynku występuje szeroki asortyment przetworów mięsnych. Konsumentom przy wyborze produktów, kierują się różnorodnymi przesłankami, bazując na informacjach oraz wskazówkach, dostarczanych przez producenta i sprzedawcę. Informacje te czerpane są głównie z reklam i oznaczeń na opakowaniach oraz możliwości oceny jakościowej oferowanego asortymentu, sprowadzającej się głównie do oceny wzrokowej zapakowanych porcji. W literaturze istnieje ogromna liczba modeli, które charakteryzują czynniki mające wpływ na zachowania konsumentów, jak również ich wzajemne zależności. Elementy decydujące o wyborze produktów żywnościowych, wiążą się nie tylko z produktem i konsumentem, ale także ze środowiskiem [4].

Celem pracy było określenie preferencji studentów na temat parówek dostępnych na rynku polskim. Wybrana grupa respondentów prowadzi aktywny tryb życia, dlatego można by przypuszczać, iż chętniej sięgają po parówki – produkty łatwe w przygotowaniu, powszechnie dostępne i jednocześnie stosunkowo tanie.

1. Materiał i metody

Badania polegały na przeprowadzeniu ankiety wśród 344 studentów różnych uczelni reprezentujących: politechniki, uniwersytety przyrodnicze, medyczne, humanistyczne i inne. Ankieta zawierała 10 pytań zamkniętych. Kwestionariusz ankiety skierowany do konsumentów zawierał pytania, które dotyczyły: częstotliwości i rodzaju kupowanych parówek, wiedzy ankietowanych na temat tego rodzaju produktów mięsnych, czynników determinujących zakup parówek. Kwestionariusz został rozpowszechniony drogą elektroniczną, przy wykorzystaniu powszechnie znanych portali społecznościowych oraz blogów. Respondenci dobrowolnie logowali się na utworzoną witrynę i wypełniali ankietę. Wyniki zbiorcze zostały przeanalizowane za pomocą programu MS Office Excel i przedstawione w formie wykresów słupkowych.

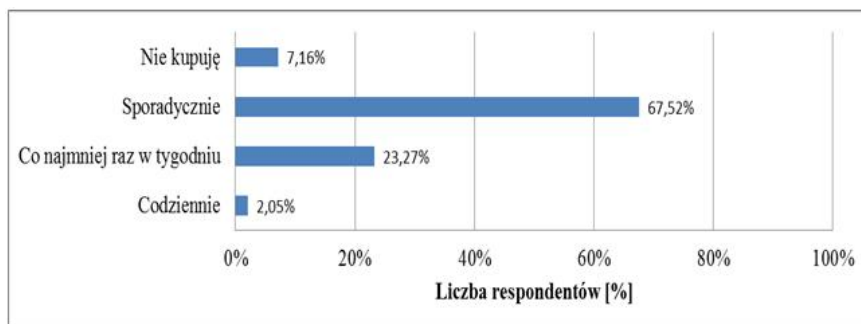
2. Wyniki i ich omówienie

Formą zbadania opinii konsumentów była ankieta. Spośród 10 pytań zamkniętych, pierwsze 3 stanowiły pytania pozwalające scharakteryzować respondentów, tzw. pytania metryczkowe. Na ich podstawie stwierdzono, że w badanej grupie przeważały kobiety. Kobiety stanowiły 70% ankietowanych. Pod względem miejsca zamieszkania, przeważała liczba respondentów zamieszkujących miasta. Studenci zamieszkujący wieś stanowili 30% ogólnej liczby respondentów. Zaobserwowano również, że największą liczbę ankiet wypełnili studenci uniwersytetów przyrodniczych. Stanowili oni 47% ankietowanych. Informacja ta jest bardzo ważna, ponieważ charakter studiów i treści przekazywane na kierunkach przyrodniczych uświadamiają studentów z zakresu żywności i żywienia, przez co mogą mieć wpływ na wybierane odpowiedzi w przeprowadzonej ankiecie. Drugą co do wielkości grupę stanowili studenci politechnik, a najmniej liczną była grupa reprezentująca uniwersytety humanistyczne.

Przy obecnym tempie życia popularny jest pogląd, że konsumenci wybierają produkty łatwe i szybkie w przygotowaniu. Parówki pomimo, iż zaliczają się do tej grupy, nie cieszą się takim zainteresowaniem. Z przeprowadzonych badań wynika, że studenci sporadycznie sięgają po parówki oferowane w sprzedaży detalicznej (rys. 1). Większość studentów zadeklarowała, iż sporadycznie dokonuje zakupu parówek (67,5%). Spośród wszystkich ankietowanych,

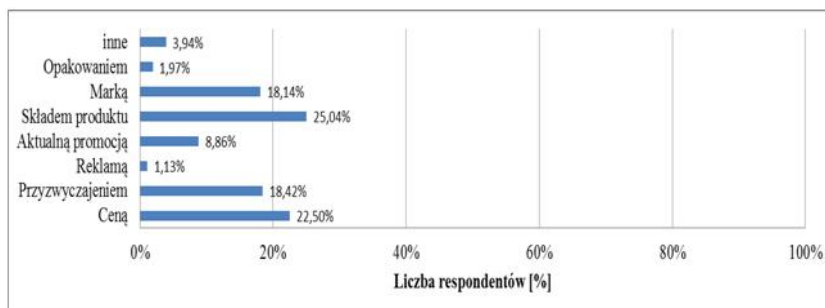
zaledwie 2% spożywa parówki codziennie. Wśród ankietowanych znalazła się grupa, która w ogóle nie kupuje parówek (7,1%).

Współczesny konsument, stając przed dylematem wyboru produktu spośród ogromnej oferty rynkowej, swoją decyzję opiera o różnorakie czynniki, tj.: skład produktu, cena, reklama, marka, przyzwyczajenia, aktualna promocja.



Rys.1. Częstotliwość zakupu parówek [opracowanie własne]

Z przeprowadzonych badań wynika, że spośród wymienionych czynników, które brane są pod uwagę przy zakupie parówek największe znaczenie ma skład produktu (rys. 2). Około 25% ankietowanych wskazało na skład produktu jako czynnik determinujący zakup przez nich parówek. Wynik ten może świadczyć o wiedzy studentów na temat składników wchodzących w skład receptur tego typu wyrobów. Drugim elementem determinującym zakup, była cena produktu. Wynikać to może z faktu, że studenci należą do grupy osób zazwyczaj nie pracujących, nie posiadających własnego dochodu, a w konsekwencji oszczędnie gospodarują swoim budżetem. Kolejnymi dość istotnymi czynnikami są marka i przyzwyczajenia. Ze względu na to, iż zmysł smaku kształtowany jest w okresie dzieciństwa, ulubione wówczas produkty często są nadal chętnie spożywane w dorosłym życiu. Marka w dużej mierze zależy od producenta. To, w jaki sposób wypromuje on swój wyrób i wzbudzi zaufanie konsumentów, wpływa na odbiór tego produktu w dalszym okresie. Konsumenty często przywiązują się do danej marki ze względu na wcześniej wymienione aspekty. Gdy dany produkt zaspokaja ich potrzeby i nie budzi żadnych zastrzeżeń, wybierają go kierując się tylko tą cechą. Wbrew powszechnej opinii nawet najlepsza reklama nie może stać się czynnikiem dominującym, podczas dokonywania zakupu, co wynika z otrzymanych rezultatów ankiety. Zaledwie 1,13% respondentów w głównej mierze na podstawie reklamy dokonuje zakupu.



Rys.2. Czynniki determinujące zakup parówek [opracowanie własne]

Jakość parówek jest elementem, który w istotny sposób wpływa na wybór konsumentów. Jest ona kształtowana przez producentów głównie na etapie doboru składu recepturowego, zwłaszcza jakości używanych surowców oraz w procesie technologicznym i dystrybucji. Konsumenti wybierają produkty odznaczające się dobrą i powtarzającą się jakością [7].

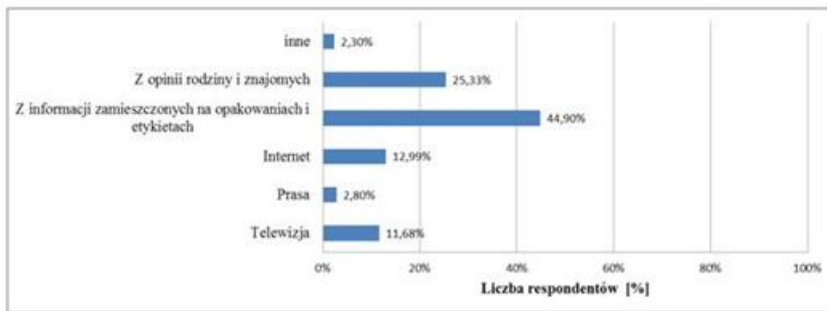
Z przeprowadzonej ankiety wynika, że informacje o jakości kupowanych produktów, czerpane są przez studentów głównie z danych zamieszczonych na opakowaniach i etykietach. Ten sposób pozyskiwania wiedzy o jakości wskazało aż 45% ankietowanych. Drugie główne źródło informacji to opinia rodziny i znajomych na temat określonych wyrobów. Jest to ważny czynnik dla 25,33% ankietowanych. Małą popularnością odznaczają się informacje zawarte w prasie, co wynikać może z braku zaufania ankietowanych, do rzetelności tego typu źródła informacji.

W sklepach spotykamy się z olbrzymią gamą produktów mięsnych drobno rozdrobnionych, co może być spowodowane sytuacją w Polskiej gospodarce. W warunkach współczesnej gospodarki rynkowej, przy ciągle narastającej konkurencji pomiędzy producentami środków spożywczych, największe szanse na sukces mają ci wytwórcy, którzy spełnią oczekiwania i usatysfakcjonują konsumentów [2].

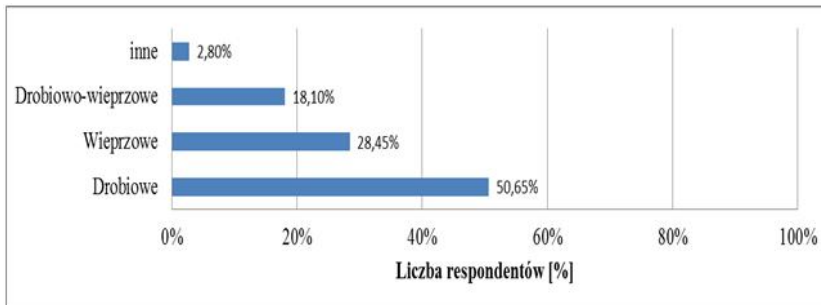
Na rynku dostępna jest olbrzymia gama parówek, różniących się nie tylko rodzajem surowca mięsnego, z którego są wyprodukowane, ale także stosowanymi dodatkami smakowymi i funkcjonalnymi. Najpopularniejsze wśród studentów, którzy uczestniczyli w badaniu są parówki drobiowe (rys. 4). Ponad 50% ankietowanych studentów wskazało na parówki drobiowe jako najczęściej spożywane tego typu produkty. Drugą grupą najchętniej kupowanych wyrobów drobno rozdrobnionych są parówki wieprzowe (28,45%). Znaczna przewaga parówek drobiowych może wynikać z przekonania konsumentów, że mięso drobiowe jest zdrowsze, mniej kaloryczne. Drugim aspektem może być cena

parówek drobiowych, która w porównaniu z wyrobami wieprzowymi jest na ogół niższa.

W lubelskiej sieci detalicznej dostępny asortyment parówek można podzielić na cztery grupy cenowe (wymienione na rys. 5). Z przeprowadzonej analizy można wywnioskować, że większość ankietowanych wybiera parówki ze średniej półki cenowej (prawie 74%). Najmniej osób wybiera produkty najdroższe (6,75%). Wyniki te mogą wynikać ze wspomnianych wcześniej aspektów finansowych badanej grupy ankietowanych. Prawie 20% respondentów wskazało na wybór parówek o najniższej cenie rynkowej (do 8 zł).

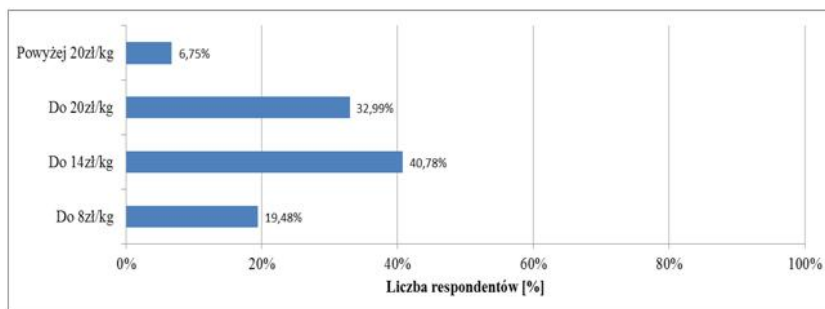


Rys. 3. Źródła informacji o produkcie [opracowanie własne]

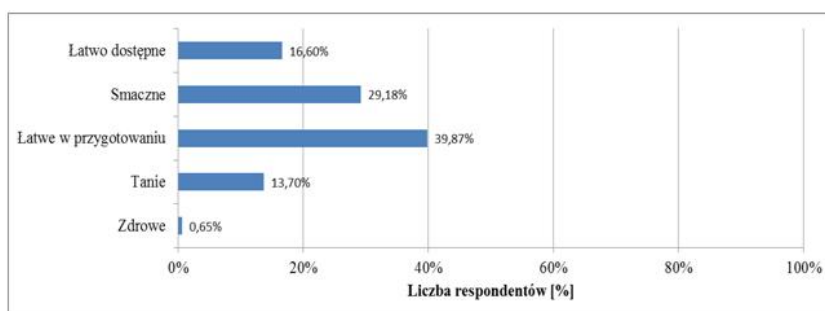


Rys. 4. Rodzaje spożywanego parówek [opracowanie własne]

Racje, które kierują decyzją konsumenta o zakupie środków spożywczych to przede wszystkim potrzeby żywieniowe, nie tylko własne, ale i całej rodziny; wybory które wynikają z przyzwyczajzeń, a także wiedzy o zasadach racjonalnego żywienia oraz wielkości domowego budżetu. Cena parówek kształtowana jest nie tylko przez skład surowcowy wyrobu, ale także wielkość opakowania. Przeważnie im opakowanie jednostkowe parówki jest mniejsze, tym wyższa jest cena wyrobu w przeliczeniu na kilogram, ponieważ zwiększają się koszty związane z zastosowanym opakowaniem [2].

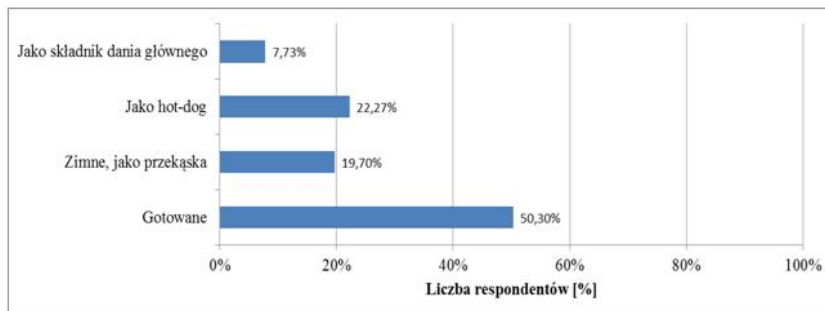


Rys. 5. Przedziały cenowe kupowanych parówek [opracowanie własne]



Rys. 6. Powody, ze względu na które ankietowani kupują parówki [opracowanie własne]

Odpowiedzi na pytanie odnośnie powodu zakupu parówek (rys. 6) wykazały, że 13,7% ankietowanych dokonuje wyboru kierując się niską ceną parówek. Najwięcej studentów kupuje je, ponieważ są łatwe w przygotowaniu (39,87%), a także smaczne (29,18%). Tylko 0,65% ankietowanych wybiera parówki dlatego, że według nich są one zdrowe. Fakt ten może tłumaczyć wcześniejsze spostrzeżenia, dotyczące sporadycznego zakupu parówek przez badanych respondentów. Ponieważ wyroby te charakteryzują się homogenną lub drobno rozdrobnioną strukturą, nie jest możliwe zidentyfikowanie poszczególnych składników gołym okiem. Można sądzić, że konsumenci mają przekonanie, że taka postać produktu umożliwia producentom dodawanie składników, które mają na celu zwiększenie korzyści finansowych dla wytwórcy.



Rys. 7. Forma spożywanych parówek [opracowanie własne]

Parówki mogą być spożywane zarówno na zimno, jako przekąska, a także na ciepło w formie podgrzanej w wodzie, jako hot-dog lub jako składnik dania głównego. Wśród ankietowanych dominuje tradycyjny sposób spożywania parówek w formie podgrzanej w wodzie (rys. 7). Ze względu na to, iż produkty te są szczególnie spożywane na śniadanie i kolację [2], ta forma przygotowania może być uzasadniona. Wśród konsumentów mniejszą popularnością cieszą się parówki spożywane w formie przekąski na zimno lub jako hot-dog. Najmniej studentów zadeklarowało, że spożywa parówki w czasie obiadu (7,73%). Ze względu na to, że badany asortyment może być przygotowywany na tak wiele sposobów, jest on spożywany o każdej porze dnia.

3. Wnioski

- 1) Na podstawie otrzymanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:
 - a. Parówki należą do produktów mięsnych, które są sporadycznie spożywane przez studentów.
 - b. Dokonując wyboru, konsumenci kierują się głównie składem produktu, a także ceną wyrobu. Kierując się ceną, sięgają najczęściej po wyroby w przedziale cenowym 8zł-20zł.
 - c. Najpowszechniejszym źródłem zdobywania informacji przez studentów o jakości parówek, są dane umieszczone na etykietach i opakowaniach.
 - d. Szczególną popularnością cieszą się wśród badanej grupy respondentów parówki drobiowe.
 - e. Zdecydowana większość ankietowanych jako główny powód zakupu parówek, deklaruje łatwość w ich przygotowaniu. Najchętniej są one spożywane w formie gotowanej.

Pomimo, iż wyniki ankiety wykazały, że badana grupa spożywa parówki sporadycznie, ich asortyment na rynku detalicznym ciągle wzrasta. Świadczy to o tym, że produkty te są pożądane przez konsumentów, a producenci chcąc sprostać ich wymaganiom ciągle poszerzają swoją ofertę. Można sądzić, że wynika to z popularności tego typu wyrobów w innych grupach konsumentów nie objętych ankietą, co mogło by potwierdzać tak silną pozycję parówek na rynku.

Literatura

1. Haraf G., *Zastosowanie konsumenckiej metody profilowania odchyleń cech sensorycznych produktu rzeczywistego od idealnego do oceny jakości wybranych wyrobów w zakładach mięsnych Zagłębie w Sosnowcu*, Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, 2004, Tom 41: 321-329.
2. Makała H., *Jakość parówek oferowanych konsumentom w sprzedaży detalicznej*, *Gospodarka Mięsna*, 2012, nr 6: 22-25.
3. Makała H., *Sensoryczna i konsumencka ocena przetworów mięsnych. Wybrane zagadnienia*, Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, 2008, Tom 46: 103-115.
4. Makała H., Tyszkiewicz S., Wawrzyniewicz M., *Charakterystyka parówek – rynkowych przetworów mięsnych*, *Gospodarka Mięsna*, 2006, nr 8: 20-28.
5. Michalski M., *Zawartość wapnia, fosforu i białka w mięsach odzyskanych mechanicznie separacją ciśnieniową i miękką, wyprodukowanych z tego samego surowca*, Streszczenie Referatu na II Sympozjum Inżynierii Żywności, Warszawa 09-11.06.2010.
6. Olszewski A., *Aspekty produkcji parówek*, *Gospodarka Mięsna*, 2009, nr 2: 10-16.
7. Palka K., Węsierska E., Niwecka A., *Jakość parówek dostępnych w sprzedaży detalicznej*, *Przemysł Spożywczy*, 2012, nr 3: 42-44.
8. Pomykała R., Michalski M., *Jakość mikrobiologiczna mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie*, *ACTA Scientiarum Polonorum, Medicina Veterinaria*, 2008, nr 7: 43-49.

Pracę recenzował: Prof. dr hab. Zbigniew J. Dolatowski
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Preferencje konsumenckie na temat parówek

Streszczenie

Ocena konsumencka uważana jest za skuteczne narzędzie, pozwalające zapoznać się z preferencjami konsumentów. Jej zastosowanie podczas opracowania nowego produktu, a także bieżącej kontroli istniejącego może dostarczyć producentowi cennych informacji, a w konsekwencji przełożyć się na zwiększenie zysków firmy. Celem pracy było zapoznanie się z preferencjami studentów na temat parówek dostępnych na rynku polskim. Badania polegały na przeprowadzeniu ankiety wśród 344 studentów z różnych uczelni. Przygotowana ankieta składała się z 10 pytań, z czego większość stanowiły pytania zamknięte. Przeprowadzona ankieta pozwoliła zapoznać się z czynnikami,

mającymi wpływ na zakup wymienionego asortymentu przez młodych ludzi. Pytania zawarte w ankiecie pozwoliły określić częstotliwość spożywania parówek, poznać czynniki wpływające na wybór danego asortymentu oraz dowiedzieć się skąd studenci czerpią wiedzę o tego typu produktach. Analiza uzyskanych wyników pozwala na stwierdzenie, że studenci sporadycznie kupują parówki. Przy ich wyborze kierują się głównie składem produktu i ceną, a informację na ich temat czerpią z etykiet umieszczonych na opakowaniach. Największą popularnością wśród respondentów cieszą się parówki drobiowe.

Słowa kluczowe: parówki, preferencje konsumenckie

Consumer preferences about frankfurters

Abstract

Consumer opinion is considered as an effective tool that allows acquaint with the preferences of consumers. Its use during the development of new products as well as ongoing monitoring of existing product can provide valuable information for manufacturer and, consequently, result in increasing the company's profits. The aim of this work was to determine the students' preferences about frankfurters which are available on the Polish market. The study consisted of conducting survey of 344 students from various colleges. Prepared survey consisted of 11 questions, most of which were closed questions. The conducted survey allowed a look at the factors affecting the purchase of that product by young people. The questions included in the survey helped to determine the frequency of consumption of sausages, to get to know the factors influencing on the choice of a given assortment and find out how students derive knowledge about this type of product. Analysis of the results leads to the conclusion that students occasionally buy sausages. In the selection they guided by the composition of the product and the price, and information about them derive from the labels on the packaging. The most popular among respondents enjoy chicken sausages.

Key words: frankfurters, consumer preferences

Beata Smalej¹, Grażyna Głuchowska-Gołda²,

Przeciwdziałanie procesom utleniania w ekologicznych wyrobach mięsnych

Wstęp

Najistotniejszym celem producentów żywności jest dostarczenie na rynek artykułów o wysokiej wartości odżywczej, pożądanych cechach sensorycznych oraz przede wszystkim zapewniających bezpieczeństwo zdrowotne. Mięso i jego produkty, z uwagi na wysoką zawartość wody, białek i tłuszczu w swym składzie, są bardzo podatne na procesy utleniania. Skutkuje to obniżeniem jakości sensorycznej, technologicznej oraz odżywczej [1].

W dobie rosnącego zainteresowania żywnością funkcjonalną, prozdrowotną, coraz większą uwagę zwraca się na naturalne przeciwutleniacze. Jest to bardzo duża grupa związków, występująca przede wszystkim w substancjach roślinnych. Naturalne antyoksydanty, będące substancjami przeciwdziałającymi utlenianiu tłuszczu, zawartego w mięsie i produktach mięsnych podczas ich przechowywania, odgrywają duże rolę w zachowaniu wysokiej jakości sensorycznej i odżywczej żywności. Właściwa zawartość naturalnych przeciwutleniaczy w produkcie hamuje proces utleniania lipidów [2].

1. Ekologiczne przetwórstwo mięsa

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój wszystkich branż przetwórstwa ekologicznego. Wzrost zainteresowania produkcją ekologiczną wiąże się rozwojem nauk o żywności dowodzących jak wielkie znaczenie ma wpływ sposobu odżywiania na zdrowie i funkcjonowanie organizmu, jak również z większą świadomością konsumentów, którzy mają wyższe oczekiwania wobec określonych cech sensorycznych i prozdrowotnych przetworów mięsnych. Rośnie grupa ludzi gotowych zapłacić każdą cenę za produkty będące wolne od substancji chemicznych. Niestety dostępność mięsnych produktów ekologicznych na rynku jest wciąż niewielka. Ma to bezpośredni związek z wysokim kosztem produkcji wyrobów ekologicznych, jak również z niewielką

¹ beata.smalej@gmail.com Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, www.foodscience.up.lublin.pl Studenckie Koło Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, www.jakosc.up.lublin.pl

² grazyna.g.golda@gmail.com Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, www.foodscience.up.lublin.pl Studenckie Koło Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, www.jakosc.up.lublin.pl

liczbą producentów oferujących tego typu wyroby [3, 4]. W 2011 roku ekologicznym przetwórstwem mięsa zajmowało się jedynie 5,1% ogólnej liczby przetwórci ekologicznych [5].

Producenci ekologiczni zobligowani są do wytwarzania wyrobów mięsnych przy użyciu takich metod przetwórstwa, które będą gwarantowały przestrzeganie zasad dobrej produkcji ekologicznej oraz umożliwiały utrzymanie zasadniczych cech produktu na wszystkich stadiach produkcji. Dozwolone są tradycyjne metody utrwalania: termiczne, fizyczne i fermentacyjne tj. fermentacja, solenie, wędzenie, suszenie, chłodzenie, słodzenie. Niedozwolone jest stosowanie metod, które polegają na napromieniowaniu wyrobów promieniami jonizującymi, chemicznej obróbce produktów oraz tworzeniu produktów z izolowanych składników żywności. Ponadto zakazane jest wykorzystywanie organizmów modyfikowanych genetycznie (GMO) oraz ich pochodnych [3, 6, 7].

Rozporządzenie Rady (WE) Nr 834/2007 wskazuje również na ograniczenia w możliwościach stosowania dodatków do żywności, czyli składników nie pochodzących z gospodarstw ekologicznych, które pełnią głównie funkcje technologiczne i sensoryczne oraz mikroelementów i substancji pomocniczych. Dozwolona jest jedynie wąska grupa dodatków, używanych przez wieki i uznanych za bezpieczne. Wszelkie zastosowane substancje dodatkowe powinny być stosowane w minimalnej ilości i tylko na wypadek istotnej potrzeby technologicznej [6].

Surowiec mięsny musi pochodzić od zwierząt hodowanych w gospodarstwach ekologicznych. Są to właściwie wyselekcjonowane rasy bydła i trzody chlewnej należące do ras rodzimych. Rasy te cechuje: odporność na choroby, wysoka płodność, długowieczność oraz zdolność przystosowania się do odpowiednich warunków środowiskowych. Decydujące w tym przypadku jest także odpowiednie przyswajanie przez zwierzęta pasz naturalnych, nie zawierających stymulatorów wzrostu, pochodzących z ekologicznych upraw [3].

2. Utlenianie tłuszczów

Podczas obróbki wstępnej (rozdrabnianie, mieszanie) i termicznej mięsa i przetworów mięsnych, a także ich dalszego przechowywania może zachodzić utlenianie, a więc oksydacja tłuszczów. Procesowi temu mogą ulegać tłuszcze występujące w mięsie naturalnie oraz te dodane podczas przetwarzania produktów. Zmiany wywołane jęlczeniem należą do najczęstszych przyczyn niepożądanych przemian wielu składników mięsa. Ponadto, jęlczenie jest jedną z głównych przyczyn psucia się żywności [8, 9, 10].

Autooksydacja lipidów mięsa i produktów mięsnych jest bardzo złożonym procesem. Wywołana jest przede wszystkim dużą podatnością produktów

utleniania na rozkład i wchodzenie w reakcje z innymi składnikami mięsa, bardzo złożonego wpływu katalizatorów i naturalnych przeciwutleniaczy w mięsie oraz fotoutleniania zachodzącego równocześnie z autooksydacją. Pod wpływem tlenu, zmiany zachodzące w tłuszczach, są skutkiem rodnikowej reakcji autooksydacyjnej o charakterze lawinowym, w której kolejno następują po sobie etap inicjacji, propagacji i terminacji [9, 11, 12].

Jelczenie w mięsie i produktach mięsnych wpływa na pogorszenie jakości sensorycznej (barwy, smaku, zapachu i konsystencji) oraz jakości zdrowotnej mięsa i produktów mięsnych. Produkty utleniania tłuszczu są przyczyną powstawania zjełczalego smaku i zapachu, nieakceptowanego przez konsumentów. Jest to spowodowane powstawaniem w mięsie niskocząsteczkowych substancji lotnych, głównie krótkołańcuchowych aldehydów i hydrokwasów, węglowodorów, alkoholi oraz ketokwasów [9]. Bardzo niski próg wrażliwości mają nienasycone aldehydy (rzędu ppm lub ppb) [11].

Negatywnym skutkiem autooksydacji tłuszczów zawartych w mięsie są również niekorzystne zmiany barwy, objawiające się brązowieniem lub szarzeniem produktu [13]. W literaturze przedmiotu można odnaleźć informacje na temat niszczenia czerwonego barwnika mięsa - mioglobiny, zachodzącego w odpowiednich warunkach i pociągającego za sobą uwolnienie żelaza z pierścienia porfirynowego. Nadtlenki, powstałe w wyniku utleniania tłuszczu, mogą bezpośrednio reagować z mioglobina i przekształcać ją do brązowej metmioglobiny, w wyniku oksydacji żelaza z formy Fe^{2+} do Fe^{3+} [14].

W wyniku utleniania lipidów, obniża się również wartość odżywcza przetworów mięsnych, w wyniku degradacji cennych składników odżywczych – NNKT i witamin. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) są najbardziej narażone na autooksydację, w skutek czego tracą swoje biologiczne właściwości kwasów niezbędnych. Ponadto, częściowemu zniszczeniu ulegają także witaminy A, D, E, B₆. Zjełczały tłuszcz może również niszczyć wartościowe składniki pokarmowe, występujące w innych produktach spożywczych, z którymi się styka, np. kwas askorbinowy, kwas pantotenowy, ryboflawinę, i biotynę [9, 11]. Dotyczy to także białek, które należą do najcenniejszych składników diety człowieka i z tego względu powinny być najbardziej chronione we wszystkich procesach technologicznych. Produkty autooksydacji tłuszczu reagują głównie z grupami funkcyjnymi białek i aminokwasów, co przejawia się ich destrukcyjnym wpływem na zmiany zawartości przyswajalnych form lizyny, metioniny, cysteiny i tyrozyny. Najbardziej wrażliwe na uszkodzenia są lizyna i aminokwasy siarkowe. Ich starty są szczególnie znaczące z punktu widzenia fizjologii człowieka, gdyż należą do grupy aminokwasów egzogennych, przez co ograniczona zostaje wartość odżywcza białka większości produktów [15, 16].

3. Sposoby zapobiegania procesom utleniania

Istotnym elementem występującym we współczesnych metodach przetwarzania mięsa jest zabezpieczenie go przed wpływem niekorzystnych zmian zachodzących zarówno w trakcie procesu przetwórczego, jak i późniejszego składowania. Na szczególną uwagę zasługuje ochrona lipidów mięsa przed utlenianiem [8].

Procesom utleniania tłuszczów w mięsie i w produktach mięsnych można zapobiegać na wiele sposobów. Oczekiwane efekty możemy osiągnąć między innymi poprzez pozyskiwanie surowca mięsnego o dość dużym potencjale antyoksydacyjnym bądź modyfikacji składu surowcowego, czyli optymalnego doboru warunków procesu technologicznego i optymalizacji warunków przechowywania [17]. Kluczowym sposobem przeciwdziałania autooksydacji lipidów jest usuwanie z otoczenia katalizatorów utleniania. Działania takie jak: inaktywacja enzymów, eliminacja tlenu, ograniczanie natleniania środowiska, unikanie zanieczyszczeń metalami (głównie Fe, Cu) oraz naświetlania działają prewencyjnie [18].

Mięso zawiera szereg związków, które mogą pozytywnie wpływać na zahamowanie procesów utleniania. Należą do nich między innymi: dipeptydy (karnityna, ornityna), glutation (ubichinon), skoniugowany kwas linolenowy oraz wiele innych enzymów, witamin i związków mineralnych [8]. Wykazano, że mięso pozyskane ze zwierząt wypasanych na pastwiskach odznacza się wyższym poziomem przeciwutleniaczy w porównaniu do hodowli przemysłowej. Descalzo i Sancho (2008) wskazują na wyższą zawartość α -tokoferolu, β -karotenu, kwasu askorbinowego oraz glutationu w świeżym mięsie uzyskanym ze zwierząt, skarmionych zielonką [19].

Modyfikacja składu surowcowego może polegać na dodatku do pasz substancji zapobiegających utlenianiu [8, 17]. Antyoksydanty to substancje, które w niewielkich stężeniach są w stanie opóźnić lub zapobiec utlenianiu tłuszczów [8]. Oprócz typowych substancji redukujących i wychwytyjących rodniki, jak BHT czy witaminy A, C i E do przeciwutleniaczy zaliczamy również takie związki, które posiadają zdolność do hamowania lub powstrzymywania reakcji z tlenem. Do tej ostatniej grupy należą kwasy spożywcze i ich sole oraz fosforany [11].

Stosowanie zarówno przeciwutleniaczy syntetycznych, jak i naturalnych jest jedną z głównych strategii zapobiegania utlenianiu lipidów. Zgodnie z aktualnymi zaleceniami nie należy stosować syntetycznych antyoksydantów oraz w miarę możliwości zastępować je substancjami występującymi naturalnie pełniącymi analogiczne funkcje [20].

Jak podaje Dolatowski (2010) bardzo ważną rolę w ograniczaniu utleniania składników mięsa ma nitryt i askorbiniany. Jednakże w procesie mięsnych wyrobów ekologicznych dąży się do zaniechania stosowania tych substancji.

Jednym ze sposobów zapobiegania utlenianiu składników mięsa, a co za tym idzie utrzymania dobrej jakości i trwałości mięsa jest skarmianie zwierząt mieszankami paszowymi wzbogaconymi w witaminę E. Obserwuje się korzystny wpływ tej praktyki na jakość i wartość odżywczą otrzymywanego mięsa, w tym zmniejszenie podatności lipidów mięsa na procesy utleniania (poprzez wzrost poziomu tokoferoli w mięśniach zarówno w mięsie surowym jak i przetworzonym) oraz na wyniki produkcyjne [11, 17, 19]. Descalzo i Sancho (2008) wskazują na wyższą aktywność przeciwutleniającą antyoksydantów zawartych w mięsie w porównaniu do tych dodanych w trakcie procesu technologicznego.

Czerwińska (2010) podkreśla, że niektóre procesy technologiczne takie jak wędzenie, peklowanie, smażenie, pieczenie, pakowanie hermetyczne, blanszowanie mogą chronić produkty mięsne przed utlenianiem. Dym wędzarniczy zawierający fenole, związki karbonylowe i laktony, ze względu na swoje przeciwutleniające właściwości również zapobiega procesom oksydacji [9, 21, 22].

Zastosowanie przypraw w przetwórstwie żywności wpływa na jej walory organoleptyczne, jak również wykazuje działanie konserwujące. Szereg związków występujących w przyprawach wykazuje działanie bakteriostatyczne, bakteriobójcze oraz antyoksydacyjne [17]. W produkcji ekologicznych wyrobów mięsnych istnieje możliwość uzupełnienia wyrobu w zioła pochodzące z upraw ekologicznych, które niejednokrotnie w bardzo korzystny sposób oddziałują na gotowy wyrób. Zastosowanie naturalnych przypraw bogatych w przeciwutleniające związki stwarza możliwości rozwoju nowych produktów oraz pozytywnie wpływa wydłużenie okresu składowania, w tym na trwałość barwy [23].

Działanie przeciwutleniające przypraw wynika głównie z właściwości zawartych w nich związków polifenolowych (występujących najczęściej w postaci glikozydów). Pomimo dużej zawartości witamin o działaniu antyoksydacyjnym w roślinach przyprawowych, ze względu na ich dużą labilność stężenie tych substancji w przyprawach jest stosunkowo niskie [17]. Szczególną uwagę zwraca się na zachowanie skuteczności antyoksydacyjnej substancji aktywnych podczas pozyskiwania i przetwarzania ekstraktów przyprawowych [11].

3.1. Gorczyca

Ostatnimi czasy, coraz większym zainteresowaniem wśród badaczy cieszy się gorczyca. Gorczyca obejmuje jednoroczne, oleiste, miododajne rośliny należące do kapustowatych (*Brassicaceae*). Nasiona poszczególnych gatunków rośliny różnią się składem chemicznym. Nasiona gorzycy białej, zwanej również jasną lub żółtą (*Semen Sinapis albae*) wyróżniają się stosunkowo wysoką zawartością tłuszczu (25-30%) i białka (27-35%). Stanowią również ważne źródło kwasów omega-3 oraz cennych mikro- i makroelementów. Gorczyca zawiera charakterystyczne dla rodziny *Brassicaceae* glikozynolany, czyli tioglikozydy lotnych olejków gorzyczych. Są nimi protoalkaloid – synapina oraz glikozyd antocyjanowy – synalbina (0,1-1,1 %), który pod wpływem enzymu mirozynazy rozkłada się do glukozy, kwaśnego siarczanu potasu i izotiocyjanianu allilu. Zjawisko to nie zachodzi w całych, nieuszkodzonych liściach gorzycy, ale dopiero wówczas, gdy tkanka roślinna zostanie uszkodzona lub zmiądzona [17, 24].

W przetworach mięsnych, gorczyca stosowana jest ze względu na swoje właściwości przeciwutleniające, poprawiając tym samym ich jakość i trwałość. Pegg i Shahidi (2000), zaproponowali zastąpienie, w wyrobach mięsnych, azotanów (III) kosztem przypraw roślinnych, o udowodnionym działaniu aromatycznym i antyoksydacyjnym. Szczególną uwagę badacze zwrócili na gorzycę. Naturalną formę przyprawy proponują zastąpić produktami frakcjonowania substancji wchodzących w jej skład. W tym przypadku bardzo efektywna jest odpowiednio spreparowana gorczyca lub jej ekstrakt alkoholowy [25]. Spreparowanie gorzycy polega na dezaktywacji, poprzez ogrzewanie, enzymu mirozynazy, co zmniejsza możliwość powstawania p-hydroxybenzylu izotiocyjanianu, związku nadającego ostry smak wyrobu gotowego, negatywnie ocenianego przez konsumentów [26]. Zarówno spreparowana gorczyca, jak i jej ekstrakt alkoholowy, dodane do farszu mięsnego w ilości 1-2 % skutecznie hamują utlenianie lipidów [25].

Wykorzystanie gorzycy w produktach ekologicznych, może być uzasadnione również jej działaniem prozdrowotnym, głównie w prewencji chorób nowotworów. Badania prowadzone przez Dolatowskiego i in. (2012) na ekologicznych wyrobach mięsnych bez dodatku azotanu (III) i (V), wskazują na fakt, że zarówno rozdrobnione, jak i nierozdrobnione nasiona gorzycy białej mogą skutecznie przedłużać trwałość oraz wpływać korzystnie na stabilność oksydacyjną przetworów mięsnych. W opracowanej przez badaczy technologii wyrobów mięsnych z dodatkiem gorzycy wzięto również pod uwagę ich wyższą wartość żywieniową oraz bezpieczeństwo zdrowotne. Wykorzystany w badaniach dodatek gorzycy (0,2-1%) wykazywał zróżnicowane właściwości przeciwutleniające, w zależności od zastosowanej procentowej ilości. Wartość potencjału przeciwutleniającego rosła w miarę zwiększania dodatku gorzycy w produkcji [27].

3.2. Zielona herbata

Wielu autorów wskazuje na możliwość zastosowania w przetworach mięsnych ekstraktu zielonej herbaty jako naturalnego czynnika antyoksydacyjnego [1, 28, 29, 30, 31].

Ekstrakt z zielonej herbaty coraz częściej staje się obiektem badań naukowców ze względu na jej udowodnione właściwości przeciwutleniające, przeciwbakteryjne, przeciwnowotworowe oraz przeciwzapalne. Wyciąg z zielonej herbaty otrzymuje się z mocnego naparu z minimalnie sfermentowanych liści herbaty *Camellia sinensis* poprzez suszenie rozpyłowe i koncentrację [31, 32].

Do głównych związków biologicznie czynnych wchodzących w skład zielonej herbaty należą: garbniki, polifenole (katechiny i flawonoidy), alkaloidy (kofeina, teobromina), olejki eteryczne, związki białkowe, pigmenty, witaminy oraz związki mineralne. Katechiny mają zdolność do wychwytywania wolnych rodników dlatego też związki takie jak: epikatechina (EC), epigallokatechina (EGC), galusan epikatechiny (ECG) oraz galusan epigallokatechiny (EGCG) mają silniejsze właściwości antyoksydacyjne w porównaniu z wieloma związkami powszechnie uważanymi za silne przeciwutleniacze (tj. glutation, kwas askorbinowy, α -tokoferol). Polifenole chelatują jony metali ciężkich, które przyspieszają przebieg reakcji wolnorodnikowych [1, 32, 33].

Poza tym, substancje czynne zawarte w wyciągach z zielonej herbaty wykazują działanie bakteriobójcze i wirusobójcze oraz przeciwdziałają arteriosklerozie i procesom mutagennym [1, 31, 33].

Hęś i in. (2009, 2011) w badaniach nad możliwością zastosowania naturalnych przeciwutleniaczy oraz BHT w przetworach mięsnych wykazali, iż dodatek przeciwutleniaczy miał istotny wpływ na obniżenie zawartości wtórnych produktów utleniania podczas przechowywania produktów mięsnych. Wśród przeciwutleniaczy naturalnych największą efektywnością w ograniczaniu procesu utleniania charakteryzował się ekstrakt zielonej herbaty i ekstrakt tymianku [29, 30].

Analogiczne wyniki otrzymali Salejda i in. (2011), badając wpływ ekstraktów zielonej herbaty na hamowanie utleniania lipidów z tkanki mięśniowej kurcząt i indyków. Udział w przetworach substancji przeciwutleniających otrzymanych z zielonej herbaty skutecznie ograniczał niekorzystne procesy utleniania podczas przechowywania, przy czym wzrost ilości dodawanych katechin nie powodował znaczącego obniżenia wartości wskaźnika TBARS.

Wójciak i in. (2011) w badaniach nad aktywnością przeciwutleniającą ekstraktów zielonej herbaty, papryki i rozmarynu w gotowanym mięsie wieprzowym dowiedli, iż wszystkie zastosowane ekstrakty skutecznie zmniejszały stopień utlenienia lipidów.

3.3. Rozmaryn

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat rozmaryn (*Rosmarinus officinalis L.*), był przedmiotem intensywnych badań ze względu na zawartość składników o działaniu przeciwutleniającym, do których zalicza się związki diterpenowe, związki triterpenowe, olejki eteryczne i flawonoidy. Z punktu widzenia żywnościowego w rozmarynie, oprócz mikro- i makroelementów oraz substancji aromatycznych i biologicznie czynnych, występuje wiele substancji wykazujących właściwości przeciwutleniające. Do najważniejszych z nich należą: karnozol i kwas karnozylowy, rozmarol oraz rozmarodifenol [10, 31, 33]. Ponadto, jak podaje Del Campo i in. (2000) rozmaryn wykazuje również działanie przeciwbakteryjne [36].

Zawarty w rozmarynie kwas karnozylowy, chroni przed autooksydacją nie tylko wielonienasycone kwasy tłuszczowe, lecz również α -tokoferol [37]. Szczepanik (2007), badający aktywność przeciwutleniającą kopru, podbiału, rozmarynu, szałwii, skrzypu i tymianku dodawanych do lipidów wyekstrahowanych ze świeżej i przechowywanej w warunkach zamrażalniczych tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków dowiódł, że ekstrakt rozmarynu wykazał 100% ochrony w stosunku do lipidów z tkanki mięśni piersiowej. Po pierwszych miesiącach zamrażalniczego przechowywania ekstrakt ten wykazał aktywność przeciwutleniającą podobną do syntetycznego przeciwutleniacza – BHA (butylohydroksyanizol). Ponadto, zarówno po pierwszym, jak i po całym okresie sześciomiesięcznego zamrażalniczego przechowywania mięśni kurcząt i indyków w temperaturze -25°C , ekstrakt rozmarynu odznaczał się najlepszymi właściwościami antyoksydacyjnymi w porównaniu do pozostałych ekstraktów roślinnych [38].

Podobne wyniki badań uzyskali Estévez i in. (2006), badający wpływ naturalnych przeciwutleniaczy (ekstrakty szałwii i rozmarynu) na barwę pasztetu. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzili, że olejki szałwii i rozmarynu wykazywały podobne właściwości antyoksydacyjne, jak butylohydroksytoluen (BHT), sugerując tym samym ich wysoką przydatność jako alternatywę dla syntetycznych przeciwutleniaczy [39].

Również Estévez i in. (2006) w badaniach stabilności oksydacyjnej parówek wieprzowych, dowiedli dużej zmienności w aktywności przeciwutleniającej rozmarynu, w zależności od wprowadzonych dawek przeciwutleniacza. Autorzy stwierdzili, że dodatek 150 ppm olejku rozmarynu w pierwszej partii produkcyjnej

nie miał wpływu na hamowanie procesów oksydacyjnych. Większe dawki olejku rozmarynowego charakteryzowały się istotnie wyższą skutecznością. W drugiej partii produkcyjnej, wyprodukowanej z surowca ekologicznego, dowiedziono antyoksydacyjnego działania olejku rozmarynu już przy niższym stężeniach, natomiast zwiększanie jego dawki powodowało negatywne skutki przyspieszenia utleniania lipidów w parówkach [40].

3.4. Majeranek

Majeranek ogrodowy (*Origanum Majorana L.*) jest rośliną należącą do rodziny jasnotowatych (*Lamiaceae*), dawniej wargowych (*Labiatae*). Jako popularne zioło przyprawowe, poza zdolnością aromatyzowania żywności wyróżnia się dobrymi właściwościami przeciwutleniającymi. Majeranek może być dodawany do żywności pod postacią rozdrobnionego lub nie, świeżego bądź suszonego zioła, oraz w postaci ekstraktów. Dzięki swoim właściwościom antyoksydacyjnym znalazł zastosowanie w produkcji ekologicznych wyrobów mięsnych m.in. kielbas i smalcu. W majeranku możemy znaleźć szereg substancji wykazujących działanie antyoksydacyjne m. in.: karwakrol, eugenol, fenol, kwas askorbinowy, kwas ursolowy i kwas oeanolowy [41].

Hussein i Mansour (2012) badający wpływ dodatków olejków eterycznych majeranku i rozmarynu na właściwości pasztecików wołowych z dodatkiem mechanicznie oddzielonego mięsa drobiowego (MOM) dowiedli, iż jego suplementacja ekstraktami majeranku i rozmarynu na poziomie 200 mg/kg farszu, znacząco wpływała na obniżenie wartości wskaźnika TBARS oraz wzrost sensorycznych not oceniających. Ponadto, autorzy wskazują na fakt, iż olejki eteryczne z naturalnych ekstraktów roślinnych na poziomie 200 mg/kg są skuteczniejsze w hamowaniu utleniania lipidów, w porównaniu z przeciwutleniaczami syntetycznymi [42].

4. Podsumowanie

W produkcji ekologicznych wyrobów mięsnych istnieje możliwość uzupełnienia wyrobu w zioła pochodzące z upraw ekologicznych, które niejednokrotnie w bardzo korzystny sposób oddziałują na gotowy wyrób. Zastosowanie naturalnych przeciwutleniaczy, takich jak gorczyca, zielona herbata, rozmaryn i majeranek, może być skutecznym sposobem zapobiegania procesom utleniania, a ponadto może pozytywnie oddziaływać na gotowy wyrób. Antyoksydacyjne działanie przypraw wynika przede wszystkim z właściwości zawartych w nich związków polifenolowych.

Podziękowania

Pragniemy złożyć serdeczne podziękowania Pani dr inż. Karolinie M. Wójciak za opiekę merytoryczną i cenne wskazówki przy tworzeniu niniejszej pracy oraz Panu prof. dr hab. Zbigniewowi J. Dolatowskiemu za życzliwe przyjęcie publikacji do recenzji.

Literatura

1. Salejda A.M., Krasnowska G., Tril U., *Próba wykorzystania przeciwutleniających właściwości ekstraktu zielonej herbaty w produkcji modelowych przetworów mięsnych*, Żywność Nauka Technologia Jakość, 2011 vol. 5 (78), s. 107-118
2. Słowiński M., Jankiewicz L., *Mięso i przetwory mięsne żywnością funkcjonalną*, Gospodarka Mięsna, 2011 vol. 5, s. 18-22
3. Dolatowski Z.J., Jachacz L., Nowaczyk A., Skwarek M., Solska E., Wójciak K., Kołożyn Krajewska D., Szydłowska A., Zielińska D., Neffe- Skocińska K., Kryjmas P., *Ekologiczne metody przetwórstwa mięsa i wyrobu produktów mięsnych bez stosowania dodatków azotanów i azotynów z uwzględnieniem wydłużenia trwałości przechowalniczej tych produktów*, Sprawozdanie z badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego, [online], 2011 [dostęp 1 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: http://www.up.lublin.pl/files/foodscience/2012_news/sprawozdania/2012_badania_ekologia.pdf
4. Czarniecka B., *Żywność ekologiczna- to znaczy jaka?* Mięso i Wędliny, 2008 vol. 7, s. 16
5. Raport o stanie rolnictwa ekologicznego w latach 2009-2010, [online], 2011 [dostęp: 1 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://www.ijhar-s.gov.pl/raporty-i-analizy.html>
6. Rozporządzenie Rady nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych (Dz. U. L. 189 z 20.07.2007 r.)
7. Rembiałkowska E., Badowski M., *Mięso z produkcji ekologicznej*, Gospodarka Mięsna, 2010 vol. 8, s. 16-19
8. Dolatowski Z.J., *Procesy utleniania w mięsie i jego produktach* [W:] Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Nowe możliwości zastosowania ekstraktu z liści lucerny, pod red. Greli E.R., Lublin-Sandomierz, Wydawnictwo Stowarzyszenia Rozwoju Regionalnego i Lokalnego PROGRESS, 2010, s. 140-147
9. Czerwińska D., *Zastosowanie przeciwutleniaczy w przetwórstwie mięsa*, Gospodarka Mięsna, 2010 vol. 7, s. 18-21
10. Gray J.I., Pearson A.M., *Lipid-derived off-flavours in meat – formation and inhibition* [W:] Flavor of Meat and Meat Products, pod red. Shahidi F., London, Chapman&Hall, 1994, s. 117-139
11. Hęś M., Korczak J., *Wpływ różnych czynników na szybkość utleniania się lipidów mięsa*, Nauka Przyroda Technologie vol. 1,1 #3
12. Wheatley R.A., *Some recent trends in the analytical chemistry of lipid peroxidation*, Trends in Analytical Chemistry, 2000 vol. 19, s. 617-628

13. Karwowska M, Dolatowski Z.J., *The effect of natural antioxidants on the oxidative processes in beef*, Acta Scientiarum Poloniarum Poloniarum, 2007 vol. 6, s. 17-25
14. Faustman C., Sun Q., Mancini R., Suman S.P., *Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control*, Meat Science, 2010 vol. 86, s. 86-99
15. Hęś M., Korczak J., *Wpływ produktów utleniania lipidów na wartość odżywczą białka*, Nauka Przyroda Technologia, 2007 vol. 1, 1, #4
16. Viljanen K., *Protein oxidation and protein-lipid interactions in different food models in the presence of berry phenolics*, [online], 2005 [dostęp 1 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/skemi/vk/viljanen/proteino.pdf>
17. Bartnikowska E., *Przeciwdziałanie procesom utleniania w mięsie i przetworach mięsnych*, Przemysł Spożywczy, 2004 vol. 5, s. 52-55
18. Maniak B., Targoński Z., *Przeciwutleniacze naturalne występujące w Żywności*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 1996 vol. 4, s. 7-10
19. Descalzo A.M., Sancho A.M., *A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina*, Meat Science, 2008 vol. 79, s. 423-436
20. Sampaio G.R., Saldanha T., Soares R.A.M., Torres E.A.F.S., *Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage*, Food Chemistry, 2012 vol. 135, s. 1383-1390
21. Duda Z., *Wędzenie*, Kalejdoskop mięsny, [online], 2011 vol 1 [dostęp 7 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://www.kalejdoskopmiesny.pl/wydania/nr-1-2011/135-wdzenie>
22. Toth L., Potthast K., *Chemical aspects of the smoking of meat and meat products*, Advances in Food Research, 1984 vol. 29, s. 87-158
23. Karwowska M., *Antioxidant activity of spices in meat products*, [W:] Selected problems of nutraceutical and functional food, pod red. Trziszka T., Bobak Ł., Kazimierska M., Wrocław, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 2011, s. 118-127
24. Sawicka B., Kotiuk E., *Gorczyce jako rośliny wielofunkcyjne*, Acta Scientiarum Poloniarum Agricultura, 2007 vol. 62, s. , 17-27
25. Pegg R.B., Shahidi F. *Nitrite curing of meat. The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives*, Connecticut, Food & Nutrition Press, 2000
26. Fang Z., Hu Y., Liu D., Chen J., Ye X. *Changes of phenolic acids and antioxidant activities during potherb mustard (Brassica juncea) pickling*, Food Chemistry, 2008 vol. 108, s. 811-817
27. Dolatowski Z.J., Karwowska M., Stadnik J., Stasiak D., Solska E., Wójciak K.M., Kołożyn-Krajewska D., Sionek B., Kryjmas P., Paczkowska A., *Ekologiczne metody przetwórstwa mięsa i wyrobu produktów mięsnych bez stosowania dodatków azotanów i azotynów z uwzględnieniem wydłużania trwałości przechowalniczej tych produktów*, Sprawozdanie z badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w roku 2012, [online], 2012 [dostęp 1 maja 2013]. Dostępny w World Wide Web: http://www.up.lublin.pl/files/foodscience/2012_news/sprawozdania/2012_badania_ekologia.pdf

28. Tang S.Z., Kerry J.P., Sheehan D., Buckley D.J., Morrissey P.A., *Dietary tea catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart* Meat Science, 2000 vol. 56, s. 285-290
29. Hęś M., Gramza-Michałowska A., Szymandera-Buszk K., *Wpływ wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkiem przeciwutleniaczy*, Bromatologia i chemia toksykologiczna –XLII, 2009 vol. 3, s. 455-459
30. Hęś M., Jeżewska M., Szymandera-Buszk K., Gramza-Michałowska A., *Wpływ dodatków przeciwutleniających na wybrane wskaźniki wartości odżywczej mięsa suszonego*, Bromatologia i chemia toksykologiczna –XLII, 2011 vol. 5 (78), s. 94-106
31. Wójcicki K.M., Dolatowski Z., J., Okoń A., *The effect of water plant extracts addition on the oxidative stability of meat products*, Acta Scientiarum Polonorum, 2011 vol. 10(2), s. 175-188
32. Perumalla A.V.S., Hettiarachchy N.S., *Green tea and grape seed extracts – Potential applications in food safety and quality*, Food Research International, 2011 vol. 44, s. 827-839
33. Stańczyk A., Rogala E., Wędzisz A., *Oznaczenie zawartości garbników oraz wybranych składników mineralnych w zielonych herbatach* Bromatologia i chemia toksykologiczna- XLIII, 2010 vol. 4, s. 505-508
34. Tang S.Z., Kerry J.P., Sheehan D., Buckley D.J., Morrissey P.A., *Antioxidative mechanisms of tea catechins and susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation*, Food Research International, 2001 vol. 34, s. 651-657
35. Kim Y. J., Kim C.M., Choi J. H. and Choi I. H., *Effects of various additives on antioxidant and antimicrobial effectiveness in emulsion-type sausages*, African Journal of Biotechnology, 2012 vol. 11, s. 12325-12330
36. Del Campo J., Amiot M.J., Nguyen-The C., *Antimicrobial effect of rosemary extracts*, Journal of Food Protection, 2000 vol. 62, s. 1359-1368
37. Hraš A.R., Hadolin M., Knez Z., Bauman D., *Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil*, Food Chemistry, 2000 vol. 71, s. 229-233
38. Szczepanik G., *Wpływ ekstraktu kopru, podbiału, rozmarynu, skrzypu, szalwii tymianku na hamowanie utleniania lipidów wyekstrahowanych z tkanki mięśniowej kurcząt i indyków*, Żywność Nauka Technologia Jakość, 2007 vol. 4 (53), s. 89-98
39. Estévez M., Ventanas S., Cava R., *Effect of natural and synthetic antioxidants on protein oxidation and colour and texture changes in refrigerated stored porcine liver pâté*, Meat Science, 2006 vol. 74, s. 396-403
40. Estévez M., Cava R., *Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters*, Meat Science, 2006 vol. 72, s. 348-355
41. Newerli-Guz J., *Przeciwutleniające właściwości majeranku ogrodowego *Origanum majorana* L.*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 2012 vol. 93(4), s. 834-837
42. Hussein M.H.M., Mansour A.H., *Incorporating essential oils of marjoram and rosemary in the formulation of beef patties manufactured with mechanically deboned poultry meat to improve the lipid stability and sensory attributes*, LWT – Food Science and Technology, 2012 vol. 45, s. 79-87

Pracę recenzował: prof. dr hab. Zbigniew J. Dolatowski, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Przeciwdziałanie procesom utleniania w ekologicznych wyrobach mięsnych

Streszczenie

W artykule przedstawiono charakterystykę procesów utleniania składników mięsa w wyrobach pochodzących z produkcji ekologicznej, jak również sposoby przeciwdziałania tym zmianom. Omówiono także najważniejsze aspekty ekologicznego przetwórstwa mięsa. Szczególną uwagę zwrócono na możliwości zastosowania naturalnych przeciwutleniaczy wpływających na poprawę stabilności oksydacyjnej wyrobów mięsnych zawartych m.in. w: gorczycy, rozmarynie, zielonej herbacie i majeranku.

Słowa Kluczowe żywność ekologiczna, mięso, utlenianie lipidów, przeciwutleniacze

Antioxidation processes in organic meat products

Abstract

This paper presents the characteristics of lipid oxidation in meat and meat products from organic production, as well as how to counteract them. Also discussed the most important aspects of organic meat processing. Special attention was paid to the possibility of using natural antioxidants which improves oxidative stability of meat products enriched in mustard, rosemary, green tea or marjoram.

Keywords organic food, meat, lipid oxidation, antioxidants

Rola wybranych elementów mineralnych w żywieniu zwierząt

Wstęp

Elementy mineralne odgrywają ogromną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmów. Odpowiadają za prawidłowy rozwój wielu układów w tym układu nerwowego, szkieletowego, odpornościowego. Niedobór składników mineralnych w paszach może objawiać się nadmiernym spożyciem paszy oraz zmniejszeniem przyrostów masy ciała. Oba te skutki są niekorzystne dla hodowców ze względów ekonomicznych i ekologicznych. W suplementacji pierwiastków ważną rolę odgrywa forma chemiczna w jakiej są podawane. W porównaniu zostanie stopień absorpcji elementów mineralnych w formie węglanów, tlenków, siarczanów i chelatów. Ponadto omówione zostaną właściwości biologiczne takich makro- i mikroelementów jak: Ca, P, Fe, Zn i Cu oraz zalecane dzienne spożycie wybranych elementów mineralnych przez różne gatunki zwierząt gospodarskich.

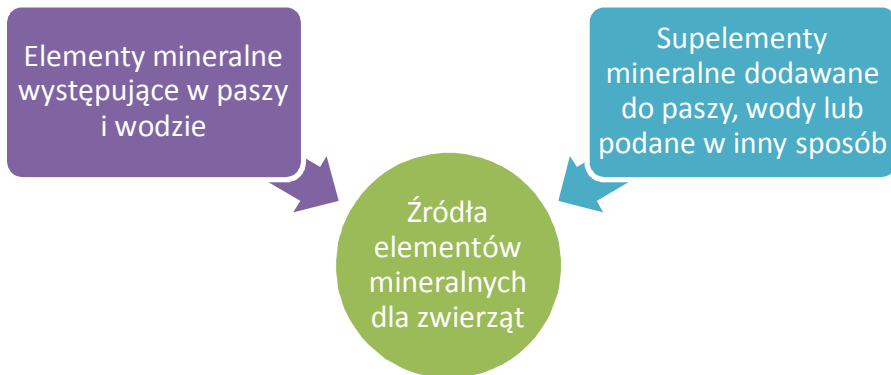
1. Elementy mineralne w żywieniu zwierząt

Właściwe żywienie zwierząt polega na dostarczeniu im poza podstawowymi związkami pokarmowymi związków takich jak witaminy oraz elementy mineralne. Odpowiedzialne są one głównie regulację procesów fizjologicznych i metabolicznych. Dodatki mineralne powinny być stosowane według określonych proporcji, stosownie do zapotrzebowania organizmu. Szczególnie pasze roślinne mogą stanowić pożywienie niepełnowartościowe. Wiąże się to z niedoborem lub nadmiarem (zanieczyszczeniem) składników mineralnych w glebach [1, 2]. Badania naukowe wskazują na możliwość łagodzenia negatywnych skutków zintensyfikowanego chowu zwierząt przez zastosowanie odpowiednio skonstruowanej diety oraz dodatek elementów mineralnych do pasz [3, 4].

Pierwiastki ze względu na ich zawartość w suchej masie organizmu podzielono na makro- i mikroelementy. Pierwsze z nich stanowią ponad 0,01% masy ciała [1]. Do makroelementów zalicza się: wapń, fosfor, potas, sód chlor, magnez i siarkę, do najważniejszych mikroelementów: żelazo, chrom, cynk, fluor, jod, kobalt,

¹ E-mail: mgortat@poczta.pl, Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Sekcja Biochemiczna SKN BiHZ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

mangan, miedź, molibden i selen [5]. Makroelementy stanowią około 60-80% składu mineralnego ustroju. Resztę stanowią mikroelementy (20-40%) [1]. Mimo, iż zapotrzebowanie na mikroelementy w organizmach ludzi i zwierząt jest niskie to ich niedobór może znacząco ograniczać prawidłowe funkcjonowanie i rozwój organizmów [1]. Elementy mineralne pełnią bardzo wiele funkcji w organizmie żywym. Do najważniejszych należy zaliczyć udział w budowie układu kostnego i tkanek miękkich. Pierwiastki są składnikami związków organicznych. Wpływają na homeostazę organizmów na drodze: regulacji osmotycznej płynów ustrojowych i tkankowych, odpowiadają za gospodarkę wodną komórek jak i całych tkanek. Wiele pierwiastków buduje enzymy - białka odpowiedzialne za regulację licznych procesów biochemicznych w organizmach żywych [6]. Elementy mineralne odgrywają również istotną rolę w budowaniu odporności zwierząt, między innymi dlatego, że wchodzą w skład związków hamujących rozwój drobnoustrojów. Kobalt i Mangan wzmagają produkcję antytoksyn, natomiast żelazo zawarte w makrofagach ułatwia eliminowanie bakterii [7]. Efektem końcowym wymienionych właściwości składników mineralnych jest wpływ na prawidłowy rozwój i wzrost zwierzęcia oraz zwiększenie wykorzystania paszy [6].

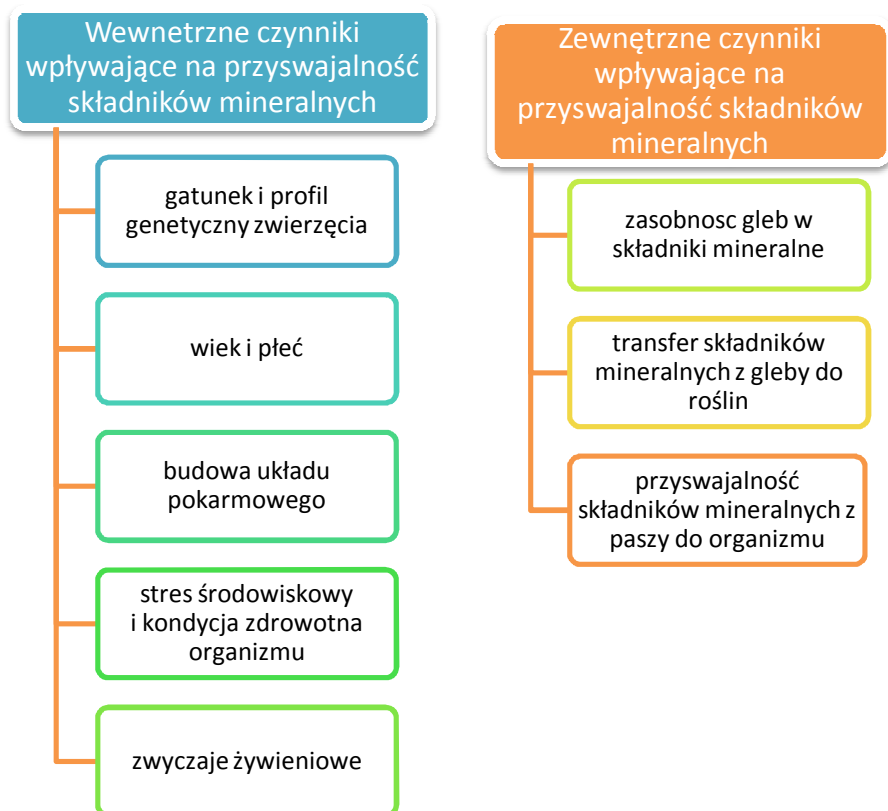


Rys. 1. Źródła elementów mineralnych dla zwierząt.

1.1. Forma chemiczna a biodostępność pierwiastków w żywieniu

Od kilku już lat prowadzone są intensywne badania mające określić i pomóc w zrozumieniu wpływu formy chemicznej w jakiej występują elementy mineralne na ich przyswajalność przez organizmy ludzi i zwierząt. Poziom przyswajalności elementów mineralnych jest szczególnie istotny w przypadku pierwiastków śladowych. Według Erwaya [8] metabolizm tych pierwiastków, a w szczególności manganu, miedzi, kadmu i cynku regulowany jest w znacznym stopniu czynnikami genetycznymi. Związane jest to ze zdolnością danego organizmu do syntezy metaloenzymów i metaloprotein takich jak np. metalotioneiny, które uczestniczą w transporcie pierwiastków oraz pełnią

funkcję regulatorową [8, 9]. Na rysunku nr 2 przedstawiono wykaz najważniejszych czynników, które mogą mieć istotny wpływ na przyswajalność pierwiastków śladowych.



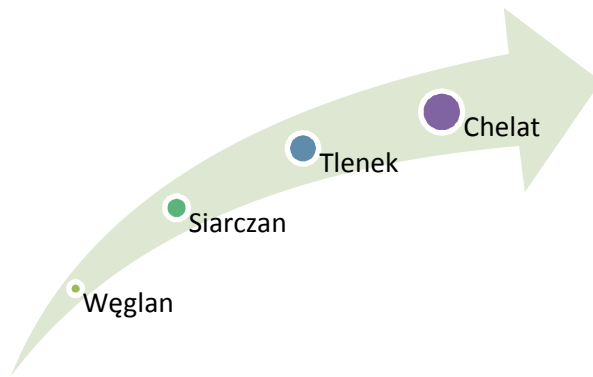
Rys. 2. Schemat obrazujący czynniki wpływające na przyswajanie składników mineralnych [10].



Rys. 3. Reaktywność (potencjał redox) jonów metali tworzących związki chemiczne

Madsen i Lyons w swoich badaniach wykazali, że forma chemiczna w jakiej suplementowane są elementy mineralne odgrywa ogromny wpływ na stopień wykorzystania danego pierwiastka. Autorzy Ci wykazali, że pierwiastki śladowe, takie jak miedź, żelazo, mangan i cynk są lepiej przyswajalne przez zwierzęta, występując w kompleksach organicznych w porównaniu do formy nieorganicznej tych pierwiastków [11]. Forma chemiczna, w jakiej znajdują się

`pierwiastki odgrywa, więc znaczącą rolę w jego przyswajalności a przez to decyduje o poziomie zawartości tego pierwiastka w organizmie [12]. Z badań Ashmeada [15] przeprowadzonych w 1993 roku na szczurach wynika, że najlepszym nośnikiem pierwiastków są chelaty aminokwasowe. Prawie 70% gorzej wchłaniają się tlenki. Najgorszą formą suplementacji elementów mineralnych okazały się węglany. Na rysunku nr 4 przedstawiono graficznie udział poszczególnych form chemicznych w absorpcji składników mineralnych w jelicie czczym szczura w badaniach in vitro. Wyniki te potwierdza w swojej publikacji Matyka i Korol [12]. Dane zaprezentowano na rysunku nr 3 w zależności od rodzaju związku chemicznego [12].

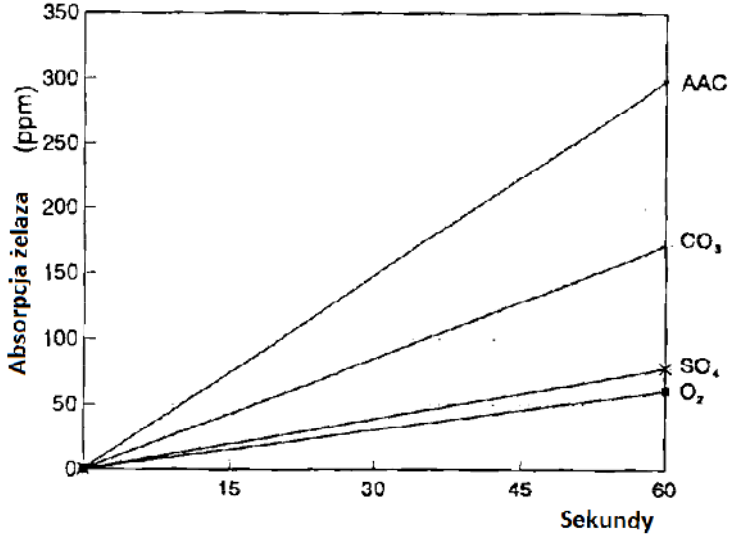


Rys. 4. Schemat stopnia absorpcji elementów mineralnych w zależności od formy chemicznej. Na podstawie badań na szczurach (in vitro) [15].

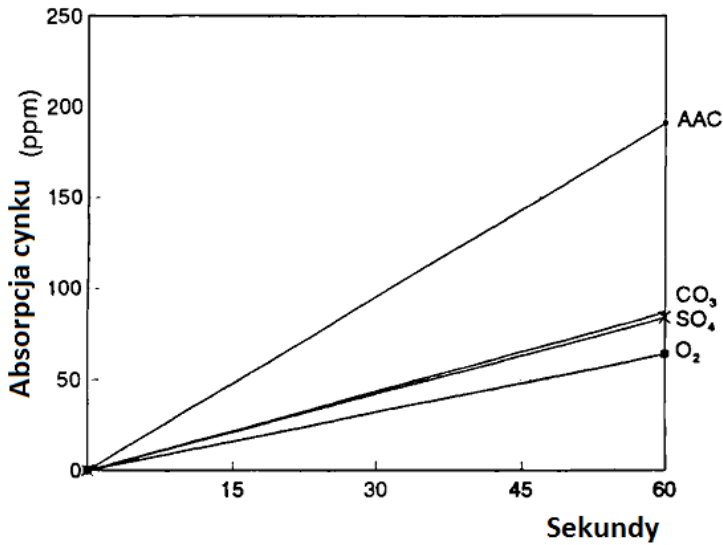
Na rysunkach nr 5, 6, 7 i 8 przedstawiono wyniki badań stopnia absorpcji żelaza, cynku, miedzi i magnezu w błonie jelita szczurów (in vitro) w zależności od formy chemicznej metalokompleksów [16]. Wyniki te wskazują, że absorpcja pierwiastków zachodziła najszybciej w przypadku kompleksu chelatowego z aminokwasem. W przeciwieństwie do wcześniej omawianych badań drugim pod względem tempa absorpcji okazał się węglan. Natomiast najsłabszą absorpcją charakteryzował się tlenek. Na uwagę zasługuje również stosunkowo niskie tempo absorpcji elementów mineralnych w formie siarczanów.

Badania Aoyagi i Bakera [17] dotyczące wykorzystania miedzi w żywieniu zwierząt pokazują, że biodostępność tego pierwiastka jest o 126% wyższa w przypadku chelatu Cu z lizyną (Lys-Cu) niż siarczanu miedzi (forma nieorganiczna). Z kolei Guo i in. twierdzi, że biodostępność miedzi dla kurczaków w różnych formach organicznych jest znacząco lepsza niż to ma miejsce w przypadku połączenia miedzi z siarczanem [18]. Chelaty są powszechnie stosowanym transporterem elementów mineralnych także u świń [19]. W doświadczeniu Zhou [21] zauważył, że dodatek do paszy dla świń chelatu miedzi

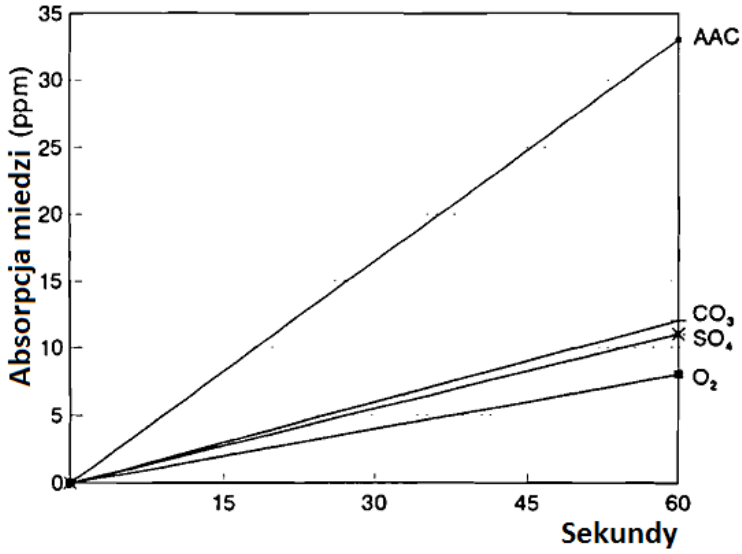
z lizyną spowodowało znacznie większe przyrosty masy ciała zwierząt niż dodatek siarczanu miedzi w takiej samej dawce.



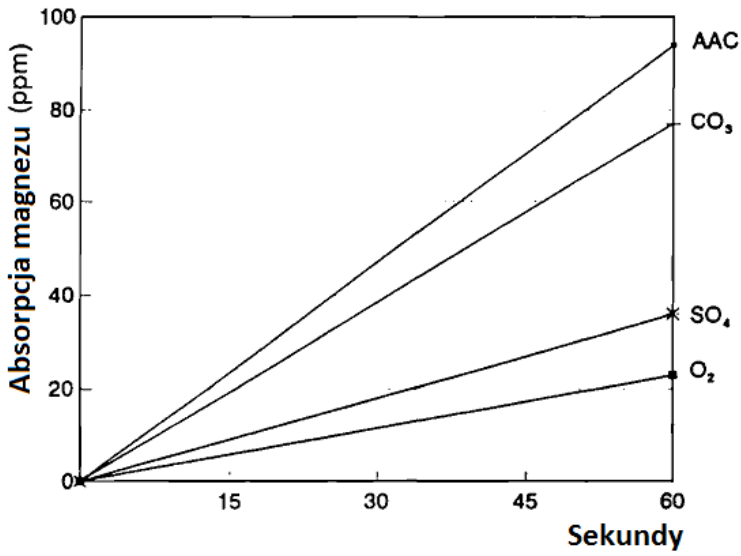
Rys. 5. Schemat tempa absorpcji żelaza w jelicie szczura (*in vitro*) [16].



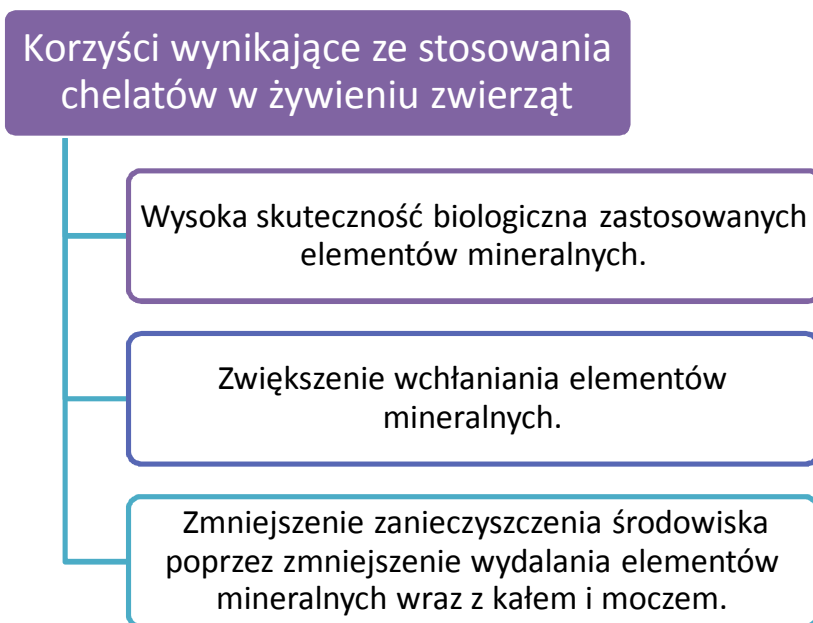
Rys. 6. Schemat tempa absorpcji cynku w jelicie szczura (*in vitro*) [16].



Rys. 7. Schemat tempa absorpcji miedzi w jelicie szczura (*in vitro*) [16].



Rys. 8. Schemat tempa absorpcji magnezu w jelicie szczura (*in vitro*) [16].



Rys. 9. Korzyści z zastosowania suplementacji elementów mineralnych w paszach dla zwierząt w postaci chelatów aminokwasowych.

2. Zapotrzebowanie na elementy mineralne

Zapotrzebowanie na elementy mineralne jest bardzo różne u różnych gatunków zwierząt. Ponadto zmienia się ono wraz z wiekiem zwierzęcia. U zwierząt młodych, intensywnie rosnących jest zazwyczaj większe niż u zwierząt dorosłych. W przypadku krów mlecznych zapotrzebowanie na elementy mineralne wzrasta wraz z intensywnością produkcji mleka [14]. Na rynku dostępnych jest wiele przewodników i zaleceń żywieniowych, które określają zapotrzebowanie zwierząt na elementy mineralne. W poniższych tabelach zestawiono najpowszechniej stosowane zalecenia żywieniowe dla drobiu (kury, indyki, gęsi, kaczki), krów oraz świń [13, 14, 20]. Należy pamiętać, że suplementacja elementów mineralnych powinna być dostosowana do zapotrzebowania zwierząt. Zastosowanie suplementów w formie związków słabo przyswajalnych lub nadmierne dawki suplementów mogą prowadzić do znacznego zanieczyszczenia środowiska [22, 23]. Jest to bardzo istotne, zwłaszcza w przypadku pierwiastków śladowych.

Tabela 1. Zalecane spożycie wybranych elementów mineralnych dla kurcząt według NRC.

Elementy mineralne	Jednostka	Okres chowu		
		0-6 tygodni 450g	6-12 tygodni 980g	12-18 tygodni 1375g
Makroelementy				
Wapń ¹	%	0.90	0.80	0.80
Fosfor	%	0.40	0.35	0.30
Potas	%	0.25	0.25	0.25
Sód	%	0.15	0.15	0.15
Chlor	%	0.15	0,12	0,12
Magnez	mg	600.0	500.0	400.0
Mikroelementy				
Mangan	mg	60,0	30,0	30,0
Cynk	mg	40,0	35,0	35,0
Żelazo	mg	80,0	60,0	60,0
Miedź	mg	5,0	4.0	4.0
Jod	mg	0.35	0.35	0.35
Selen	mg	0.15	0.10	0.10

¹ zawartość wapnia jest uzależniona od ilości fosforu fitynowego w paszy.

Źródło: opracowane na podstawie NRC [13]

Rola wybranych elementów mineralnych w żywieniu zwierząt

Tabela 2. Zalecane spożycie wybranych elementów mineralnych dla indyków według NRC.

Elementy mineralne	Jednostka	Okres chowu					
		0-4 tygodni	4-8 tygodni	8-12 tygodni	12-16 tygodni	16-20 tygodni	20-24 tygodni
Makroelementy							
Wapń ¹	%	1.2	1.0	0.85	0.75	0.65	0.55
Fosfor	%	0.6	0.5	0.42	0.38	0.32	0,28
Potas	%	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
Sód	%	0,17	0.15	0,12	0,12	0,12	0,12
Chlor	%	0.15	0.14	0.14	0,12	0,12	0,12
Magnez	mg	500	500	500	500	500	500
Mikroelementy							
Mangan	mg	60	60	60	60	60	60
Cynk	mg	70	65	50	40	40	40
Żelazo	mg	80	60	60	60	50	50
Miedź	mg	8	8	6	6	6	6
Jod	mg	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Selen	mg	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

¹ zawartość wapnia jest uzależniona od ilości fosforu fitynowego w paszy

Źródło: opracowane na podstawie NRC [13]

Tabela 3. Zalecane spożycie wybranych elementów mineralnych dla gęsi według NRC.

Elementy mineralne	Jednostka	Okres chowu		
		0-2 tygodni	2-7 tygodni	>7 tygodni
Makroelementy				
Wapń	%	0.65	0.60	2.75
Chlor	%	0,12	0,12	0,12
Magnez	mg	500	500	500
Fosfor	%	0.40	0.30	-
Sód	%	0.15	0.15	0.15
Mikroelementy				
Mangan	mg	50	-	-
Selen	mg	0.20	-	-
Cynk	mg	60	-	-

Źródło: opracowane na podstawie NRC [13]

Tabela 4. Zalecane spożycie wybranych elementów mineralnych dla kaczek według NRC.

Elementy mineralne	Jednostka	Okres odchowu		
		0-2 tygodni	2-7 tygodni	>7 tygodni
Makroelementy				
Wapń	%	0.65	0.60	2.75
Chlorek	%	0,12	0,12	0,12
Magnez	mg	500	500	500
Fosfor	%	0.40	0.30	-
Sód	%	0.15	0.15	0.15

Rola wybranych elementów mineralnych w żywieniu zwierząt

Mikroelementy				
Mangan	mg	50	-	-
Selen	mg	0.20	-	-
Cynk	mg	60	-	-

Źródło: opracowane na podstawie NRC [13]

Tabela 5. Zalecane spożycie wybranych elementów mineralnych dla krów według DLG.

	Pobranie suchej masy [kg]	Ca [g]	P [g]	Mg [g]	Na [g]
Okres zasuszenia	10	40	25	16	12
Produkcja mleka 4% tłuszczu, 3,4% białka 20kg mleka	15,5	82	51	25	22

Źródło: opracowane na podstawie DLG [14]

Tabela 6. Zalecane spożycie wybranych elementów mineralnych dla świń według PNŻŚ.

Elementy mineralne	Jednostka	Zawartość w 1kg paszy dla tuczników
Żelazo	mg	50-70
Cynk	mg	50-80
Mangan	mg	20-30
Miedź	mg	20
Jod	mg	0,2-0,5
Selen	mg	0,1-0,2

Źródło: opracowane na podstawie Polskich Norm Żywienia Świń [20]

3. Charakterystyka roli wybranych elementów mineralnych w organizmach zwierząt

Niedobór składników mineralnych może być przyczyną między innymi niskich przyrostów masy ciała, miękkości i niskiej wytrzymałości kości, zaburzeń w funkcjonowaniu stawów, porażenia kończyn, zaburzeń w rozrodzie zwierząt, niskiej mleczności lub nieśności oraz gorszej jakości produktów pochodzenia zwierzęcego (mleka, jaj, itp.). Może też być przyczyną szeregu innych zaburzeń natury metabolicznej, a nawet w szczególnych niedoborach lub nadmiarach danego pierwiastka może powodować zejścia śmiertelne [6]. Niedobór składników mineralnych zwierzęta w minimalnym stopniu kompensują wyższym spożyciem paszy. Zjawisko to nie jest jednak korzystne dla hodowcy ze względów ekonomicznych. Ponadto jest szkodliwe dla prawidłowego rozwoju zwierząt i środowiska naturalnego. Nadmiar pobranej paszy obciąża przewód pokarmowy i stanowi zagrożenie dla funkcji wątroby mogąc powodować różnego rodzaju choroby. Przy uzupełnianiu deficytu składników mineralnych należy uwzględnić zapotrzebowanie zwierząt na te składniki jak i ekologiczny aspekt. Nadmiar związków mineralnych w paszy zwiększa emisję niewykorzystanych składników do środowiska [26].

Poniżej omówiona zostanie rola i znaczenie w żywieniu zwierząt najważniejszych makro- i mikroelementów.

3.1. Zdrowe kości – wapń i fosfor podstawowe składniki kości

Wapń jest pierwiastkiem występującym w najwyższym stężeniu w organizmie – stanowi ok. 2% masy ciała: 98% znajduje się w kościach, w krwi krąży w formie zjonizowanej jedynie 0,01% całkowitej puli wapnia [24, 25]. Jony wapnia odgrywają istotną rolę w mechanizmie skurczu mięśni (także mięśnia sercowego). Biorą udział w procesie krzepnięcia krwi oraz zmniejszają przepuszczalność naczyń włosowatych. Wapń bierze udział w stabilizacji aktywności komórek nerwowych [1]. Niedobór tego pierwiastka może powodować krzywicę u młodych zwierząt. U starszych zwierząt wpływa na pogorszenie wytrzymałości kości. Objawem jego niedoboru jest nadwrażliwość, osowiałość i apatia. Natomiast nadmiar wapnia powoduje zmniejszenie spożycia paszy u zwierząt, uszkodzenie nerek i innych narządów wewnętrznych po przez nadmierne odkładanie wapnia (zwapnienie) a u świni wywołuje paraketozę [6].

Antagonistą wapnia jest fosfor, którego zawartość w kościach jest również bardzo wysoka i wynosi około 90% [6]. Fosfor bierze udział w fosforylacji w przemianie cukrowej. Buduje kwasy nukleinowe. Jest składnikiem związków akumulujących energię takich jak np. ATP, GTP, fosfokeratyna [1]. Efektem niedoborów tego pierwiastka jest brak apetytu, obniżenie przyrostów masy ciała, zaburzenia rozrodu. Omawiając rolę fosforu w organizmie zwierząt należy

zwrócić uwagę że większa część tego pierwiastka (aż 75%) w organizmach zwierząt pobierana jest wraz z pokarmem w postaci fosforu fitynowego [27]. Oznacza to, że aż 75% fosforu jest niedostępne bądź możliwość jego wykorzystania jest znacząco ograniczona przez zwierzęta monogastryczne do których zaliczamy drób, świnie, ryby [27, 28]. Stosunek zawartości fosforu ogólnego i fosforu fitynowego przedstawiono w tabeli nr 7.

Tabela 7. Zawartość fosforu ogólnego i fosforu fitynowego w wybranych paszach dla świń w g * kg⁻¹ suchej masy paszy [29]

Pochodzenie paszy	Fosfor ogólny	Fosfor fitynowy
Pszenica	3,8	2,3-2,9
Żyto	3,9	2,5
Jęczmień	4,0	2,2-2,9
Owies	3,9	2,1
Kukurydza	3,1	2,1
Otręby pszenne	12	7,2-9,2
Śruta sojowa	7,4	4,4
Śruta rzepakowa	11,4	6,8-8,3

Źródło: opracowano na podstawie Bühler 1997 [29]

3.2. Żelazo – składnik hemoglobiny

Pierwiastek ten jest elementem budującym strukturę hemoglobiny i mioglobiny odpowiedzialnych za transport gazów oddechowych [7]. Rzadko obserwuje się u zwierząt niedobory tego pierwiastka. Mogą one wystąpić u młodych osobników ras szybko dojrzewających [1]. Szczególnie bogate w żelazo są pasze pochodzenia zwierzęcego (np. mączki z krwi) [7]. Przyswajalność żelaza z ziarna zbóż z zasady nie przekracza 20% [30]. Niedobór żelaza jest szczególnie widoczny u młodych prosiąt – powoduje anemię i utrudnia prawidłowy rozwój organizmu [6].

3.3. Cynk – pierwiastek zdrowej skóry

Wchodzi w skład niektórych enzymów (anhydraza węglanowa, fosfataza alkaliczna polimeraz). Cynk umożliwia prawidłowe funkcjonowanie skóry. Niedobory cynku wiążą się ze zwiększoną podatnością na choroby bakteryjne i grzybicze. U kurcząt deficyt Zn powoduje zaburzenia w rozwoju kośćca i okrywy ciała [1]. Kolejnym efektem niedoborów tego pierwiastka są

zaburzenia rozrodu (głównie u samców). Podczas suplementacji Zn należy pamiętać, że jest on antagonistą Cu i Fe [7].

3.4. Miedź – składnik wielu enzymów

Wchodzi w skład enzymów odpowiedzialnych za neutralizowanie wolnych rodników. Występuje w dysmutazie ponadtlenkowej, oksydazie cytochromowej, celuroplazminie. Niedobór Cu może powodować zaburzenia w przyswajaniu Fe czego efektem jest anemia [2]. Miedź jest składnikiem oksydazy lizynowej. Enzym ten odpowiada za proces powstawania połączeń pomiędzy włóknami kolagenu. Zaburzenia w tym procesie wpływają na elastyczność tętnic [1]. Miedź jest łatwo kumulowana w organizmie (głównie w wątrobie i mięśniach). Szczególnie wrażliwe na nadmiar Cu są małe przeżuwacze w porównaniu do świń, które wykazują dużą tolerancję na Cu [2]. Do ważnych właściwości miedzi należy zaliczyć jej aktywność antymikrobiologiczną w przewodzie pokarmowym [2, 3].

Tabela 8. Rola wybranych metaloenzymów w organizmach zwierząt [16].

Pierwiastek	Enzym	Główna funkcja enzymu
Żelazo	Dehydrogenaza bursztynianowa	Oddychanie komórkowe.
	Katalaza	Chroni przed działaniem nadtlenu wodoru.
	Cytochromy	Przenośnik elektronów.
Miedź	Oksydaza cytochromowa	Ostanie białko łańcucha oddechowego.
	Oksydaza lizylowa	Odpowiada za tworzenie wiązań w kolagenie i elastynie.
	Celuroplazmina (ferroksydaza)	Homeostaza żelaza w organizmie.

Rola wybranych elementów mineralnych w żywieniu zwierząt

	Dysmutaza nadtlenkowa	Neutralizuje wolne rodniki.
Cynk	Anhydraza węglanowa	Bierze udział w powstawaniu kwasu solnego w żołądku.
	Fosfataza alkaliczna	Katalizuje defosforylację estrów fosforanowych.
	Polimeraza DNA/ RNA	Synteza wiązań w DNA/ RNA
Magnez	Karboksylaza pirogronianowa	Metabolizm puryn.
Molibden	Oksydaza ksantylowa	Metabolizm puryn.
Selen	Peroksydaza glutationowa	Właściwości antyoksydacyjne

Literatura:

1. Garbuliński T.: *Farmakologia Weterynaryjna*. Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1984, s. 438-443.
2. Jamroz D., Potkański A.: *Żywienie zwierząt i paszoznawstwo. Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt*. Wydawnictwo Naukowe PAN, Warszawa, 2004, s. 329-340.
3. Makarski B., Zadura A.: *Wpływ chelatu miedzi z lizyną na poziom składników hematologicznych i biochemicznych krwi indyków*. Annales UMCS Vol. XXIV.48 sectio EE. 2006. s. 357-363.
4. Makarski B., Gortat M.: *Effect of supplementation with cooper in different chemical forms on selected physiological blood markers in selected tissues of turkeys*. J. Elem. 16(4). 2011. s. 591-602.
5. Gwizdała m.: *Mikroelementy w żywieniu trzody chlewnej*. Pomorskie Wieści Rolnicze Nr 5. 2011.
6. Barowicz T.: *Dodatki mineralne w żywieniu świń*. Hodowca Trzody Chlewnej. Nr 5. 2008.

7. Rutkowski A., Wiąz M.: *Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu drobiu*. Polskie Drobiarstwo. 5. 1999. s. 16-18.
8. Erway L. C., Rolfsen R. M.: *Trace metals and otolith defects in mocha mice*. The Journal of Heredity. 75(3). 1984. s. 158-162.
9. Truchliński J., Pasternak K.: *Metalotioneiny- właściwości i ich rola w organizmie*. J. Elementol. 7 (1). 2002. s. 73-84.
10. Kratzer F. H., Vohra P.: *Chelates in nutrition*. Zootechnica e Nutrizione Animale. 21 (2). 1986. s. 67-73.
11. Madsen F. C., Lyons T. P.: *Essential mineral nutrition: a role for coordination chemistry*. Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech 4th Annual Symposium, Nicholasville KY. 151-161. 1988.
12. Matyka S., Korol W.: *Struktury mineralno – organiczne (biopleksy) w produkcji i użytkowaniu pasz przemysłowych*, Związki mineralne w żywieniu zwierząt. II Konferencja Naukowa. Balice, 1997, 22-23 września, s. 67-84, Organizator: Instytut Zootechniki; Komitet Badań Naukowych; Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej; Komitet Nauk Zootechnicznych, Zootechniczne Zakłady Doświadczalne.
13. *National Research Council*. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press. Washington 1994.
14. *DLG-tabele wartości pokarmowej pasz i norm żywienia przeżuwaczy*. Wydawnictwo VIT-TRA, Wydanie II. 1999.
15. Ashmead H. D., Jeppsen R. R.: *Mineral amino acid chelates in nutrition*. VIII Int. Symp.: Trace elements in man and animals, Dresden 1993, 109.
16. Ashmead H. D., Zunino H. In: *Factors witch affect the intestinal absorption of minerals. The roles of amino acid chelates in animal nutrition*. Pod red. Ashmead H. D. Reprint Edition. Noyes Publications. 1993. s. 21-46.
17. Aoyagi S., Baker D.H. *Nutritional evaluation of copper-lysine and zinc-lysine complexes for chickens*. Poul. Sci. 72. 1993. 165-171.
18. Guo R., Henry P.R., Holwerda R.A., Cao J., Littell R.C., Miles R.D., Ammerman C.B. *Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry*. J. Anim. Sci., 79. 2001. 1132-1141.
19. Grela E. R., Rudnicki K.: *Chelaty mineralne w żywieniu świń*. Trzoda Chlewna. 2007. Nr 11, s. 75-79.
20. *Normy Żywieniowe Świń*. Wartość Pokarmowa Pasz. Praca zbiorowa. PAN. 1993.
21. Zhou W., Wong A., Lindemann A. D.: *The role of feed consumption and feed efficiency in copper-stimulated growth*. J. Anim. Sci., 72. 1994. s. 2385-2394.
22. Angel R.: *Phosphorus and calcium requirements in broilers and broiler nutrient excretion based on balance studies*. Proceedings of the 4th Mid-Atlantic Nutrition Conference, pp. 112-124, 29-30 March 2006, Zimmermann, N.G., ed., University of Maryland, College Park, MD 20742 USA.
23. Manangi M.K., Coon N.C.: *Phosphorus utilization and environmental concerns*. Proceedings of the 4th Mid-Atlantic Nutrition Conference, pp.97-111, 29-30 March 2006, Zimmermann, N.G., ed., University of Maryland, College Park, MD 20742 USA.
24. Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K.: *Bioaktywne składniki jako wyznacznik jakości prozdrowotnej mleka*. Medycyna Rodzinna (1) 2013. s. 11-18.

25. Dębińska – Kieć A., Naskalski J. W.: *Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej*. Wydawnictwo Elsevier Urban & Partner, wyd. 2, Wrocław 2002.
26. Gajda-Janiak A., Jamroz D., Wzorek Z., Kowalski Z.: *Fosfor i fosforany w żywieniu drobiu*. Polskie Drobiarstwo - Nr 5/2009.
27. Raboy V.: *Approaches and challenges to engineering seed phytate and total phosphorus*. Plant Science. 4(177). 2009. s. 281-296.
28. Kumek R.: *Badania nad wpływem dodatku fitazy mikrobiologicznej lub kwasów organicznych w żywieniu loch na efekty produkcyjne i odchów prosiąt*. Wiad. Zoot. R. XLVI, 3. 2008. s. 15-22.
29. Bühler M., Limper J., Müller A., Schwarz G., Simon O., Sommer M., Sprong W.: *Enzymy w żywieniu zwierząt*. 1997. AWT, Bonn.
30. Larbier M., Leclercq B.: *Żywnienie Drobiu*. PWN, Warszawa 1995.

Pracę recenzował: prof. dr hab. Bogusław Makarski
Katedra Biochemii i Toksykologii, Uniwersytet Przyrodniczy
w Lublinie

Rola wybranych elementów mineralnych w żywieniu zwierząt

Streszczenie:

Elementy mineralne odgrywają ważną rolę w żywieniu zwierząt. Dodatek odpowiednich pierwiastków do pasz może znacząco wpływać na przyrosty masy ciała zwierząt co przekłada się na większe zyski hodowcy. Elementy mineralne takie jak cynk lub miedź dzięki swoim właściwościom bakteriobójczym mogą modyfikować florę bakteryjną w przewodach pokarmowych wielu gatunków zwierząt zastępując zabronione od wielu lat antybiotyki. Na skuteczność wykorzystania elementów mineralnych z paszy wpływa forma chemiczna w jakiej są podane

Słowa kluczowe: żywienie zwierząt, elementy mineralne, miedź, żelazo, cynk, fosfor, wapń, suplementy, zalecenia żywieniowe.

Role of selected mineral elements in animal nutrition

Abstract

Mineral elements play a huge role in the proper functioning of organisms. They are responsible for the normal development of many systems including the nervous system, skeletal system, immune system. A deficiency of minerals in feed can result in excessive food consumption and reduced body weight gains. Both of these effects are detrimental to farmers for economic and environmental issues. Chemical form plays an important role in supplementing the elements. The absorption rate is compared to mineral elements in the form of carbonates, oxides, sulfates and chelates. Also explains the biological properties of these macro-and microelements such as Ca, P, Fe, Zn and Cu, and the recommended daily intake of selected mineral elements by different species of farm animals.

Keywords: animal nutrition, mineral elements, copper, iron, zinc, phosphorus, calcium supplements, nutritional standards.

Joanna Rusecka¹, Agnieszka Kowalska², Agnieszka Rusecka³

Sekwencjonowanie – technologie nowej generacji

Wprowadzenie

Sekwencjonowanie genomu polega na odczytaniu zapisu genetycznego, wyrażonego odpowiednim uporządkowaniem nukleotydów na nici DNA. W wyniku sekwencjonowania uzyskuje się informację rzeczywistą o strukturze i położeniu genów oraz innych składowych genomu, (a nie, jak dotychczas, informację względną, wynikającą z częstości crossing-over i mapowania genetycznego). Znajomość sekwencji umożliwia prognozowanie pewnych szczególnych cech organizmu i pozwala na wyjaśnienie mechanizmów wielu reakcji. Sekwencjonowanie pozwala na stwierdzenie obecności genów, ujawnia zarazem wiele szczegółowych ich właściwości, włącznie z elementami regulatorowymi. Pokazuje także odległości fizyczne między genami [1].

Celem sekwencjonowania jest dostarczenie wielu cennych informacji o strukturze i funkcji genów. Znajomość pełnej sekwencji DNA badanych organizmów umożliwia zrozumienie molekularnych mechanizmów ich funkcjonowania i ewolucji oraz umożliwia szukanie mutacji [2].

Proces sekwencjonowania składa się z trzech głównych etapów. Pierwszy to przygotowanie genomu do sekwencjonowania, przeprowadzenie sekwencjonowania oraz analiza uzyskanych wyników. W przypadku sekwencjonowania genomów roślin wyższych i zwierząt należy przygotować odpowiednią bibliotekę, zawierającą fragmenty DNA, które zapewnią dokładne pokrycie całego genomu. Precyzyjne uporządkowanie tych fragmentów wzdłuż chromosomów pozwala na stworzenie tzw. fizycznej mapy klonów, która przy znajomości niewielkich odcinków sekwencji DNA, będzie stanowiła rusztowanie do układania sekwencji otrzymanych w następnym etapie [1, 2, 3].

Pierwszą metodę sekwencjonowania, pozwalającą na zsekwencjonowanie całego genomu, opracował w 1977 roku Frederick Sanger. Pierwszym genomem, jaki udało się zsekwencjonować był genom faga Phi X 174.

¹ ruseckaj@gmail.com, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Studenckie Koło Naukowe Biochemików Żywności i Żywnienia, Studenckie Koło Biotechnologów BIOM,

² a.kowalska27@interia.pl, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Studenckie Koło Naukowe Biochemików Żywności i Żywnienia

³ ruseckaagnieszka@gmail.com, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej

Za opracowanie metody, zwanej również metodą dideoksy w 1980 roku Frederick Sanger otrzymał nagrodę Nobla. Metoda ta do dziś, z różnymi modyfikacjami, stanowi podstawę do odczytywania sekwencji DNA [4].

Sekwencjonowanie metodą Sangera, jest punktem wyjścia do wykreowania ulepszonych technik. Do technologii nowej generacji (Next Generation Sequencing, NGS) zaliczamy między innymi: 454 Life Sciences, Roche, a także Helicos True Single Molecule Sequencing i The Pacific Biosciences Single Molecule Real Time Technology.

1. Sekwencjonowanie metodą Sangera

Metoda enzymatycznej syntezy, czyli metoda dideoksy Sangera, polega na enzymatycznej replikacji jednoniciowej matrycy DNA; materiałem wyjściowym do sekwencjonowania jest pula identycznych jednoniciowych cząsteczek DNA [8]. Istotą tej metody jest zastosowanie polimerazy DNA oraz, oprócz typowych deoksynukleotydów (dNTP), również pewnej ilości trifosforanów dideoksynukleotydów (ddNTP). Nukleotydy te nie mają grupy hydroksylowej przy 3' atomie węgla w cząsteczce rybozy, niezbędnej do utworzenia wiązania fosfodiesterowego, co uniemożliwia przyłączenie się kolejnego nukleotydu do syntetyzowanego łańcucha DNA [5].

Pierwszym etapem reakcji jest przyłączenie starterów (primerów) do komplementarnych odcinków DNA (badanego materiału), dzięki temu polimeraza DNA może rozpocząć syntetyzowanie komplementarnej nici DNA. Następnym etapem jest dodanie do mieszaniny reakcyjnej trójfosforanów deoksynukleotydów (dNTP) i dideoksynukleotydów (ddNTP). Pozwala to na swobodną syntezę komplementarnej nici do matrycy DNA i jej terminację w losowym miejscu. Rozdzielenie fragmentów umożliwia elektroforeza w denaturującym żelu poliakrylamidowym (zawierającym 7M mocznik). Sekwencje odczytuje się z autoradiogramu od najniższego prążka na żelu kolejno do góry w czterech kanałach, każdy osobny dla każdego nukleotydu [5]. W celu wizualizacji produktów reakcji stosowane są znaczniki radioaktywne. Zespół Sangera zastosował znakowany radioaktywnym fosforem – ^{32}P deoksyadenozynotrójfosforan (może być również stosowany izotop ^{35}S). Zatem każdy zsintetyzowany fragment DNA ma wbudowane na całej długości radioaktywne nukleotydy, co zapewnia dużą czułość detekcji. Zwykle stosowane są ^{32}P i ^{35}S , które charakteryzują się małą energią emisji i pozwalają na dobry rozdział prążków w żelu [4, 6].

Obecnie sekwencjonowanie metodą Sangera wykorzystywane jest w NGS z pewnymi modyfikacjami: znaczniki radioaktywne zostały zastąpione znacznikami fluorescencyjnymi, przez co zwiększyła się dokładność detekcji, ponieważ każdy znacznik może być znakowany innym fluoroforem

lub (barwnikiem); w jednej próbówce znajduje się mieszanina 4 ddNTP, a nie jak w pierwotnej wersji metody – każdy ddNTP w oddzielnej próbówce.

Sekwencjonowanie metodą Sanger, pomimo swojej niskiej wydajności i małej dokładności, stało się punktem wyjścia do wykreowana ulepszonych technik. Do technologii nowej generacji zaliczamy między innymi: 454 Life Sciences (Genome Sequencer FLX), Roche - Illumina, a także Helicos True Single Molecule Sequencing i The Pacific Biosciences Single Molecule Real Time Technology.



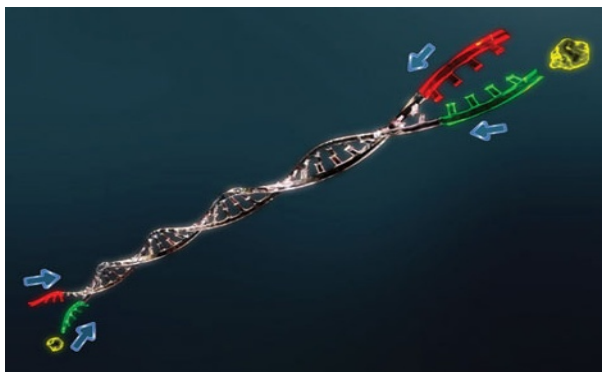
Rys. 1 Autoradiogram. Rozdział DNA bakteriofaga ϕ X174 w żelu poliakrylamidowym z wykorzystaniem fragmentów restrykcyjnych A12d i A14 jako starterów. Zastosowano (od lewej) ddGTP, ddATP, ddTTP i araCTP. Elektroforeza w 12% żelu akryloamidowym przy 40 mA przez 14 godzin [5].

2. 454 Life Sciences

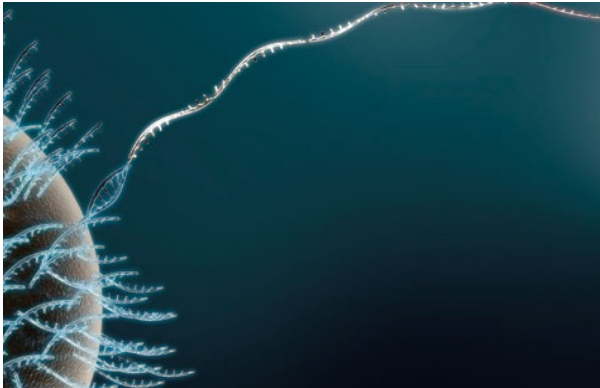
W 2005 roku na rynku pojawił się nowy system do sekwencjonowania firmy Life Sciences – 454 GS FLX. Technologia sekwencjonowania 454 oparta jest o pirosekwencjonowanie, wykorzystywana jest na szeroką skalę do równoległego sekwencjonowania kilkuset cząsteczek DNA o długości 400-600 mb (megabases) milionów nukleotydów w jednym cyklu, trwającym około 10 godzin.

Ważnym etapem jest przygotowanie biblioteki DNA. Badany materiał genetyczny poddawany jest cięciu enzymami restrykcyjnymi. Po trawieniu powstają krótkie fragmenty, o długości 300-800 pz (par zasad). Do końców DNA przyłączane są krótkie sekwencje oligonukleotydowe – adaptory. Adaptory te stanowią podstawę do amplifikacji i sekwencjonowania fragmentów tworzących bibliotekę DNA. Jeden z adaptorów na końcu 5' zawiera biotynylowany znacznik, pozwalający na unieruchomienie fragmentów DNA na perełkach powleczonech streptawidyną. DNA będące matrycą dla syntezy jest unieruchamiane na perełkach, a następnie w każdym kroku syntezy jest inkubowana wraz układem 4 enzymów: polimerazy DNA, sulfurylasy ATP, lucyferazy oraz apyrazy. Do takiej matrycy dodaje się jeden z czterech trifosforanów nukleozydów (dNTP). Jeżeli jest on komplementarny do nici matrycowej to zachodzi jego inkorporacja do tworzonej przez polimerazę nici DNA. Powstały pirofosforan reaguje z obecnym w układzie 5' fosfosiarczanem adenozyliny tworzy ATP. Reakcja ta jest katalizowana przez sulfurylazę. Powstały ATP jest rozkładany przez lucyferazę czego efektem jest emisja światła które jest rejestrowane przez aparaturę pomiarową. W przypadku dodania do układu reakcyjnego niewłaściwego dNTP nie obserwuje się emisji światła a sam związek jest rozkładany przez apyrazę. W ten sposób krok po kroku zachodzi synteza nici komplementarnej i jednocześnie zbierana jest informacja o jej sekwencji.

Każdy z koralików umieszczany jest w oddzielnej studzience o średnicy około 29 µm na chipie PicoTiterPlate. Tak przygotowany chip PicoTiterPlate umieszcza się w urządzeniu do sekwencjonowania - GS FLX System [7, 8, 9].



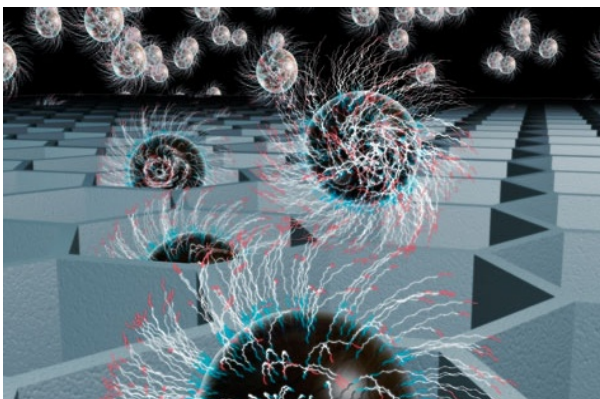
Rys. 2 Do DNA dołączane są adaptory (zaznaczone na czerwono i zielono), jeden z adaptorów znakowany jest biotyną [7]



Rys. 3 Analizowane fragmenty DNA hybrydują do oligonukleotydów zimmobilizowanych na kuleczce [7]



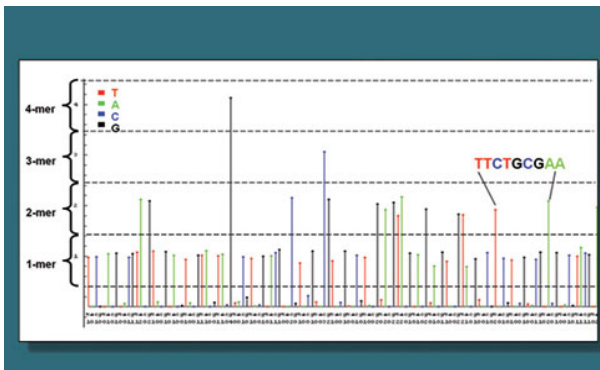
Rys. 4 PCR w emulsji [7]



Rys. 5 Do każdej studzienki na chipie wprowadzana jest jedna kuleczka z DNA [7]

W procesie sekwencjonowania, każdy z czterech nukleotydów dodawany jest w odpowiedniej kolejności do każdej studzienki na chipie. Podczas dozowania każdego nukleotydu następuje równoległe sekwencjonowanie milionów kopii DNA. Gdy wprowadzany nukleotyd jest komplementarny do nici matrycowego DNA, polimeraza DNA dołącza ten nukleotyd i następuje wydłużenie nici. Dołączenie każdego nukleotydu (lub kilku) powoduje emisję sygnału świetlnego, który jest rejestrowany przez kamerę CCD. Moc sygnału jest proporcjonalna do liczby nukleotydów, jaka została dołączona do nici. Jeśli dosyntetyzowane zostały trzy nukleotydy moc sygnału jest trzykrotnie większa od mocy sygnału emitowanego po przyłączeniu jednego nukleotydu. Taka – liniowa zależność sprawdza się do ośmiu homopolimerów, później intensywność sygnału spada.

Ta technika oparta jest na sekwencjonowaniu poprzez syntetyzowanie – sequencing-by-synthesis i powszechnie nazywana jest pirosekwencjonowaniem [7, 8, 9].



Ryc. 6 Przykładowy wynik sekwencjonowania [7]

3. Illumina

System Illumina należy również do technologii. Wykorzystywany jest do sekwencjonowania całych genomów oraz resekwencjonowania genomów, które kiedyś zostały zsekwencjonowane przy użyciu innych technologii [10,11]. NGS pozwalają na identyfikację SNPs, badanie wewnątrzgatunkowej zmienności, umożliwiają tworzenie map halotypów oraz map całego genomu – GWAS (Genome-Wide Association Studies).

Sekwencjonowanie przebiega w następujący sposób: do wyizolowanych dwuniciowych fragmentów DNA dołączane są dwa rodzaje adaptorów. Są to krótkie sekwencje oligonukleotydowe, komplementarne do oligonukleotydów zimmobilizowanych na komorze.

Badane DNA poddaje się procesowi denaturacji, w wyniku którego uzyskujemy jednociowe DNA. Tak przygotowany materiał genetyczny nanosi się na komorę przepływową. Komora (płytki) wyglądem przypomina podstawowe szkiełko mikroskopowe, na powierzchni płytki znajduje się 8 kanałów. Na wewnętrznej powierzchni kanałów unieruchomione są oligonukleotydy, o sekwencji komplementarnej do sekwencji adaptorów. Po wprowadzeniu badanej próbki (1 próbka do 1 kanału) następuje hybrydyzacja DNA do oligonukleotydów na płycie, tworzą się tzw. mostki i następuje amplifikacja mostkowa (bridge amplification). Następuje powielenie DNA, tworzą się tzw. klastry. Tak przygotowaną płytkę umieszcza się w Illumina Genome Analyzer. Proces sekwencjonowania odbywa się w kolejno następujących po sobie fazach. W każdej fazie na powierzchnię z fragmentami DNA nanoszony jest roztwór wszystkich czterech nukleotydów, z czego każdy z nich ma dołączony odpowiedni znacznik.

Systemy sekwencjonowania, opracowane przez Illuminę generują najwyższej jakości dane, które umożliwiają analizę każdego genomu, analizę wszystkich wariantów genetycznych występujących u wszystkich gatunków organizmów. Osiągnięcie optymalnego poziomu szczegółowości i dokładności sekwencji badanego materiału możliwe jest dzięki temu, że w odpowiednio przygotowanych bibliotekach mogą się znaleźć długie lub krótkie fragmenty DNA, co zapewnia bardzo dokładne pokrycie genomu. Zalety tego systemu to: zmniejszona obsługa próbki, ograniczona liczba etapów PCR i oczyszczania. W celu zmniejszenia złożoności genomu i uniknięcia powtarzalnych części genomu stosuje się enzymy restrykcyjne; nie jest konieczne określanie wielkości fragmentów DNA. Jednocześnie prowadzony jest proces genotypowania i identyfikacji markerów molekularnych. Efektem analizy jest kilkadziesiąt – kilkaset tysięcy markerów SNP, gotowych do analizy [12].

4. First True Single Molecule Sequencing (tSMS)TM

Firma Helicos stworzyła First True Single Molecule Sequencing (tSMS)TM, zaawansowaną technologię do analizy genomu, pozwalającą na bezpośrednią analizę pojedynczych cząsteczek DNA bez konieczności przeprowadzenia wcześniejszej amplifikacji. Dzięki temu znacznie zredukowano koszty i uproszczono analizę. Technologia Helicos tSMS tworzy nową erę ilościowej genomiki funkcjonalnej.

Technologia tSMS pozwala na dokładną, równoczesną analizę miliardów pojedynczych nici DNA (lub RNA) przez wykrywanie pojedynczych nukleotydów na każdej nici. Wysoka czułość detekcji możliwa jest dzięki, zastrzeżonej przez firmę Helicos technologii sekwencjonowania poprzez syntezę, zastosowanie opatentowanych odczynników i nowoczesnej technologii obrazowania.

Analiza sekwencji przebiega następująco: pierwszym etapem jest denaturacja DNA do ssDNA. Do końca nici dołączane są odcinki poliA. Miliardy tych cząsteczek

- a) Przyłączanie adapterów do nici DNA
- b) Hybrydyzacja kompleksów DNA-adaptor do adaptorów zimmobilizowanych na komorze
- c) Tworzenie mostków
- d) Amplifikacja mostkowa
- e) Denaturacja nici
- f) Tworzenie klastrów
- g) Sekwencjonowanie przez syntezę (wprowadzana jest mieszanina czterech nukleotydów; każdy nukleotyd znakowany jest innym fluoroforem)
- h) Rejestracja sygnału świetlnego po przyłączeniu nukleotydu
- i) Składanie sekwencji z klastra
- j) Składanie sekwencji z poszczególnych klastrów

5. Single Molecule Real Time (SMRT™) DNA Sequencing

W 2011 roku na rynku pojawił się sekwenator stworzony przez Pacific Biosciences. Technologia sekwencjonowania - Single Molecule Real Time DNA Sequencing, jako jedyna umożliwia obserwację syntezy DNA przez polimerazę DNA w czasie rzeczywistym, synteza ta przebiega analogicznie do syntezy DNA *in vivo*. Pierwsze chipy SMRT z 2011 roku zawierały 3000 studzienek ZMW, a z 2012 już 150 000.

Sekwencjonowanie DNA odbywa się na specjalnych płytkach, które zawierają tysiące ZMWs – zero-mode waveguides, czyli studzienek o średnicy 100nm i głębokości ok 70 nm. Studzienki te umieszczone są na cieniutkiej warstwie metalu osadzonego na podłożu z dwutlenku krzemu (materiał przezroczysty). Taka płytka w bardzo dużym powiększeniu przypomina wzór na drzwiczkach kuchenki mikrofalowej i działa na takiej samej zasadzie – średnica oczka (studzienki) jest znacznie mniejsza niż długość fali elektromagnetycznej emitowanej przez mikrofalę, ale mniejsza niż długość fali światła widzialnego, fala taka jest w stanie przejść przez oczko, co pozwala na obserwowanie wnętrza mikrofalówki. To zjawisko przeniesiono do nanoskali i wykorzystano w technologii SMRT. Kiedy przezroczyste podłoże ZMW jest oświetlane przez laser, długość fali światła jest zbyt duża aby przejść przez otwór studzienki. Jednak światło nie zatrzymuje przy wejściu do studzienki lecz osłabione penetruje zawartość studzienki (20-30 nm w głąb studzienki). Dzięki temu zjawisku możliwa jest detekcja próbki o objętości 20 zeptolitrow (10-21 litra). Okienko na dnie studzienki pozwala na obserwowanie procesu sekwencjonowania. Przez polimerazę DNA syntezowana jest komplementarna nieć do nici matrycowej. Na dnie każdej studzienki znajduje się jedna, unieruchomiona cząsteczka ssDNA. Do studzienek wprowadza się po 1 cząsteczce polimerazy DNA oraz mieszaninę czterech fosfonukleotydów, z których każdy znakowany jest innym fluoroforem. Nukleotydy dodawane są w nadmiarze, co powoduje szybszą syntezę nowej nici przez enzym i większą dokładność. Detekcja przyłączonego nukleotydu następuje po kilku

milisekundach. Przyłączony nukleotyd emituje światło przez krótką chwilę, a potem sygnał wraca do wartości wyjściowych, zerowych. I proces się powtarza. Rejestracja sygnału następuje w czasie rzeczywistym, więc po kilku minutach dysponuje się pełną sekwencją badanego fragmentu DNA.

Technologia SMRT pozwala na odczytywanie długich i krótkich sekwencji DNA w bardzo krótkim czasie. Krótki czas analizy i niski koszt sekwencjonowania sprawiają, że SMRT jest technologią wykorzystywaną w projektach resekwencjonowania i sekwencjonowania de novo. Uzyskane wyniki są bardzo dokładne, umożliwiają szczegółową analizę genomów, przede wszystkim polimorfizmów pojedynczych nukleotydów – SNP. Możliwe jest dalsze ulepszanie technologii w celu zwiększenia jej przepustowości, zmniejszenia kosztów i skrócenia czasu analizy. Większą przepustowość można osiągnąć przez projektowanie komórek SMRT z dużo większą liczbą ZMW, jako macierz CCD [8, 14].

6. Podsumowanie

Obecnie sekwencjonowanie DNA jest narzędziem wykorzystywanym w wielu dziedzinach nauki, m. im. w archeologii, antropologii, genetyce, biotechnologii, biologii molekularnej, czy sądownictwie. Dzięki redukcji kosztów, jak i czasu trwania sekwencjonowania stało się ono użyteczne w walce z nowotworami oraz chorobami infekcyjnymi u ludzi i zwierząt. Postępy w technikach sekwencjonowania przysłużyły się również ekologii, rolnictwie oraz umożliwiają poznanie genomów organizmów wymarłych.

Metody szybkiego sekwencjonowania mają bez wątpienia znaczny potencjał i umożliwiają prowadzenie wielu interesujących badań. Dlatego warto też wiedzieć na jakiej zasadzie działają. Obecnie istnieje kilka konkurencyjnych systemów sekwencjonowania, z których każdy promowany jest przez inną firmę. Historycznie pierwszym była technika 454 opracowana przez 454 Life Sciences należąca do koncernu Roche.

Najciekawszą z rozwijanych technik jest opracowana przez Pacific Biosciences technika SMRT (Single Molecule Real-Time Sequencing). Technika ta opiera się na wykorzystaniu pojedynczej cząsteczki polimerazy DNA, pracującej w trybie ciągłym. Sekwencjonowanie przebiega w małej komorze o średnicy 10 nm i objętości wynoszącej 20 zeptolitrow, utworzonej na cienkiej metalowej warstewce nadrukowanej na kwarcowej płytce.

Literatura

1. Malepszy S., Przybecki Z., Kowalczyk C., Filipecki M. 2012. *Sekwencjonowanie genomów staje się nowym składnikiem postępu w hodowli roślin*. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, tom 61, Nr 3, 467-475
2. Masojć P. 2009. *Metody detekcji polimorfizmu sekwencji DNA i ich zastosowania*. *Biotechnologia roślin*, Red. Malepszy S. PWN Warszawa, 273-306
3. Town C. D. 2005. Physical Mapping. *Large-scale DNA sequencing. The handbook of plant genome mapping. Genetic and physical mapping*, Red. Meksem K., Kahl G., WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, 337-348
4. Brown T.A. 2009. *Mapowanie genomów. Genomy*. PWN Warszawa, 63-96
5. Sanger F, Nicklen S and Coulson AR. 1977. *DNA sequencing with chain – terminating inhibitors*. Proc. Nati. Acad. Sci. USA Biochemistry Vol. 74, No. 12, pp. 5463-5467
6. Sanger F. 2001 *The early days of DNA sequences*. Nature Medicine 3:267-268.
7. <http://454.com/products/technology.asp>
8. Morey M., et al., 2013, *A glimpse into past, present, and future DNA sequencing*, Mol. Genet. Metab
9. Pihlak A., Baure'n G., Hersoug E, Lo'nnnerberg P., Metsis A., Linnarsson S., 2008, *Rapid genome sequencing with short universal tiling probes*, Nature Biotechnology, vol.6
10. Elshire RJ, Glaubitz JC, Sun Q, Poland JA, Kawamoto K, et al. 2011. *A Robust, Simple Genotyping-by-Sequencing (GBS) Approach for High Diversity Species*. PLoS ONE 6(5): e19379. doi:10.1371/journal.pone.0019379
11. Harismendy O., Ng P. C., Strausberg R., Wang X., Stockwell T. B., Beeson K., Schork N. J., Murray S., Topol E. J., Levy S., Frazer K. 2009. *Evaluation of next generation sequencing platforms for population targeted sequencing studies*. Genome Biology 10:R32
12. Khan M. A., Han Y., Zhao Y. F., Korban S. S. 2012. *A high-throughput apple SNP genotyping platform using the GoldenGate™ assay*, Gene 494, 196-201.
13. <http://www.helicosbio.com>
14. Technology Backgrounder Single Molecule Real Time (SMRT™) DNA Sequencing Long Reads, Fast Results, and More Informative Data at Lower Overall Cost 2009 Pacific Biosciences
15. http://www.illumina.com/documents/products/techspotlights/techspotlight_sequencing.pdf

**Recenzent pracy: dr hab. Brygida Ślaska prof. nadzw.UP,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie**

Sekwencjonowanie – technologie nowej generacji

Streszczenie

Sekwencjonowanie genomu polega na odczytaniu zapisu genetycznego, wyrażonego odpowiednim uporządkowaniem nukleotydów na nici DNA. Sekwencjonowanie DNA znalazło zastosowanie w medycynie i biologii molekularnej. Odkrycie DNA w 1869 roku (Friedrich Miescher), rozwój genetyki klasycznej oraz badania nad funkcjonowaniem organizmów (Grzegorz Mendel – ojciec

genetyki) przyczyniło się do rozwoju badań nad kompletnym poznanieniem sekwencji wszystkich genów w organizmie.

Pierwszym genomem, jaki udało się zsekwencjonować był genom faga Phi X 174. Został on zsekwencjonowany w 1977 roku. W tym samym roku Frederick Sanger opracował metodę sekwencjonowania zwaną dideoksy. W 1988 roku rozpoczęto prace nad zsekwencjonowaniem genomu ludzkiego – Human Genome Project, a po jego zakończeniu w 2003 nastąpił rozwój technologii sekwencjonowania – sekwencjonowanie drugiej i trzeciej generacji.

W niniejszej pracy omówiono trzy generacje technologii sekwencjonowania. Sekwencjonowanie nowej generacji to: 454 Life Sciences, Illumina - Roche, a także Helicos True Single Molecule Sequencing i The Pacific Biosciences Single Molecule Real Time Technology.

Słowa kluczowe: sekwencjonowanie DNA, sekwencjonowanie nowej generacji, technologie sekwencjonowania

Sequencing – Next Generation Sequencing

Abstract

DNA sequencing is the process of determining the precise order of nucleotides within a DNA molecule. The advent of rapid DNA sequencing methods has greatly accelerated biological and medical research and discovery. The discovery of DNA in 1869 (Friedrich Miescher – discovery of DNA in 1869), the development of classical genetics and research of how bodies work (Gregor Johann Mendel – Founder of Genetics) have all led us to study the complete sequencing of all the genes in our bodies.

The first whole genome of an organism, the virus Phage-Phi X174. It was sequenced in 1977. The same year, Frideric Sanger developed the chain termination sequencing method. In 1988, the began, and after its completion in 2003 second and third generation sequencing technologies arrived on the market. Advances in genome sequencing have already brought about major changes and created the potential for a bright future in many fields. In this segment we will be discussing the three generations of gene sequencing technologies and the specifics on how a few different methods work.

Next generation sequencing compare: Roche 454 Genome Sequencer FLX, Illumina, Helicos True Single Molecule Sequencing and The Pacific Biosciences Single Molecule Real Time Technology.

Keywords: DNA sequencing, next generation sequencing, sequencing technologies

Łukasz Sęczyk¹

Zielona kawa jako źródło kwasu chlorogenowego

Wprowadzenie

Kawa należy do jednego z najpopularniejszych napojów na świecie [1]. Najczęściej jest spożywana pod postacią naparu uzyskiwanego z palonych ziaren kawowca.

Kawowiec (*Coffea*) (Rys. 1) jest rodzajem wiecznie zielonych drzew i krzewów należących do rodziny marzanowatych (*Rubiaceae*). Jego pochodzenie nie jest dobrze poznane, jednak przypuszcza się, że pochodzi z terenów Afryki i Madagaskaru. W warunkach naturalnych, w ekosystemie leśnym kawowiec zajmuje warstwę podszytu. Najkorzystniejsze warunki do wzrostu tej rośliny występują w strefie międzyzwrotnikowej, stąd też kawowiec najczęściej uprawiany jest w Ameryce Południowej, Azji oraz Afryce. Z rodzaju *Coffea* obejmującego 114 gatunków, najbardziej znanym, cenionym i komercyjnie wykorzystywanym gatunkiem jest *Coffea arabica* [2, 3].



Rys. 1. Budowa morfologiczna kawowca (*Coffea*) [4]

¹ Email: luksec@wp.pl Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Studenckie Koło Naukowe Biochemików Żywności i Żywnienia

Ziarna kawy są jednym z głównych rolniczych towarów handlowych na świecie. Średnia roczna produkcja wynosi około 6,7 miliona ton. Do największych producentów kawy należą: Brazylia, Wietnam, Indonezja, Kolumbia i Etiopia [5].

Ziarna kawy otrzymywane są w wyniku obróbki późniejszej owoców kawowca. Najczęściej wykorzystywanymi procesami technologicznymi prowadzącymi do otrzymania zielonych (nie palonych) ziaren kawowca są: proces suchy i mokry.

W procesie suchym owoce kawowca są suszone w całości, oczyszczane, następnie oddzielane są okrywy zewnętrzne owocu oraz łuski od nasion. Kolejnymi etapami są sortowanie według wielkości nasion, ich barwy i twardości. Proces ten jest często wykorzystywany produkcji kawy w Brazylii i Etiopii.

W procesie mokrym owoce kawy poddawane są wstępnemu oczyszczaniu oraz mechanicznemu oddzieleniu skórki i większości części miękkich owocu. Pozostającą przy nasionach cienką warstwę miąższu poddaje się fermentacji w celu rozluźnienia jego struktury. Pozostałości pofermentacyjne zostają usunięte przez wymycie wodą. Ziarna suszy się i podobnie jak w procesie suchym oddziela od łuski, oczyszcza oraz sortuje według wielkości, twardości i barwy [2].

Tak otrzymane zielone ziarna kawy, mogą być poddane obróbce termicznej w procesie wypalania (prażenia). Proces ten zachodzi w temperaturze około 200°C i prowadzi do wielu przemian w nasionach kawy, zarówno chemicznych jak i fizycznych. Przemiany chemiczne wpływają na smak, aromat, barwę i wartość odżywczą kawy, natomiast w wyniku przemian fizycznych dochodzi do zmniejszenia wilgotności, wzrostu objętości i zmiany barwy ziaren. Podczas prażenia tworzą się aromatyczne związki lotne oraz związki nadające brązową barwę ziarnom, uwalniane są CO₂ i H₂O [6].

Na jakość, smak i oddziaływanie biologiczne kawy bezpośrednio wpływa jej skład chemiczny, który jest zależny od gatunku, odmiany kawy, warunków wzrostu oraz procesu przetwarzania [6].

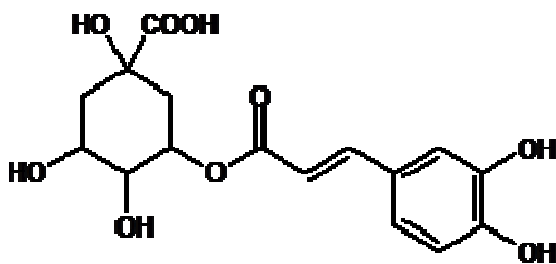
Mimo wielu badań mających na celu określenie wpływu spożywania kawy na zdrowie człowieka, do tej pory jednoznacznie nie udało się wyjaśnić tego aspektu. Sądzi się, że kawa spożywana w niewielkich ilościach może wywoływać pozytywne skutki, a szkodliwy jej wpływ głównie wiąże się z nadmiernym spożyciem [3].

W ostatnich latach pojawia się co raz więcej informacji o prozdrowotnych walorach kawy. Niektóre badania sugerują, że konsumpcja kawy przyczynia się

do zmniejszenia ryzyka zachorowania na cukrzycę typu II, chorobę Parkinsona, Alzheimer, marskość i raka wątroby oraz raka jelit [3,7]. Poza tym kawa przyspiesza metabolizm, zwiększa spalanie lipidów, poprawia koncentrację, sprawność myślenia, pobudza organizm, zmniejsza zmęczenie zarówno fizyczne jak i psychiczne [8]. Kawa jest bogatym źródłem przeciwutleniaczy, pełniących rolę ochronną przed działaniem wolnych rodników, które to mogą brać udział w powstawaniu chorób nowotworowych [8].

Większość badań nie wskazuje na to by spożywanie umiarkowanych ilości kawy przyczyniało się do wzrostu ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Jednak konsumpcja kawy może skutkować zwiększeniem ciśnienia krwi oraz stężenia homocysteiny we krwi, które są jednymi z wielu czynników ryzyka wystąpienia chorób układu krwionośnego (choroby niedokrwiennej serca i zawału). Co więcej spożywanie kawy w nadmiernych ilościach prowadzi do wzrostu ogólnego poziomu cholesterolu oraz frakcji cholesterolu o niskiej gęstości – LDL, we krwi [3]. Bioaktywne składniki kawy mogą wywoływać uczucie nerwowości, powodować migreny, zaburzenia rytmu serca, a także przyczynić się do zwiększenia prawdopodobieństwa wystąpienia ataku serca [8].

Dla osób regularnie spożywających kawę jest ona głównym źródłem kwasu chlorogenowego w diecie, osoby te przyjmują one w raz z nią od 0,5-1g kwasu chlorogenowego dziennie [1]. Terminem kwas chlorogenowy (ang. *chlorogenic acid*; CGA) określa się najdokładniej poznany i najczęściej występujący kwas 5-O-kawoilochinowy (Rys. 2). Należy on do grupy związków fenolowych powstających w wyniku wytworzenia wiązania estrowego pomiędzy kwasem chinowym, a kwasami hydroksycynamonowymi. Grupa ta określana jest mianem „kwasów chloro genowych” (ang. *chlorogenic acids*; CGAs) [1, 9].



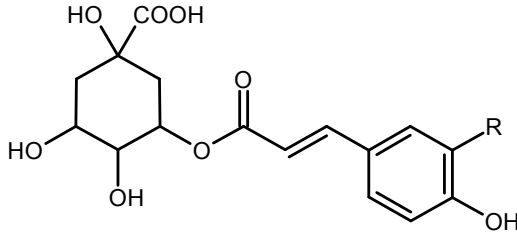
Rys. 2. Wzór strukturalny kwasu chlorogenowego (5-O-kawoilochinowego) [1]

Kwasy chlorogenowe biorą udział w tworzeniu smaku, aromatu i barwy kawy. W czasie wypalania ziaren, kwasy chlorogenowe ulegają izomeryzacji i przemianie do chinolaktonów. W wyniku odwodnienia część z nich ulega hydrolizie do związków niskocząsteczkowych. Kwasy chlorogenowe

przyczyniają się do powstawania polimerycznych melanoidyn, nadającym palonej kawie ciemną barwę.

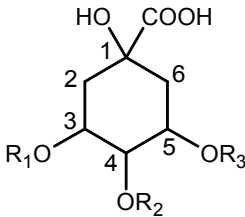
U kawowca CGAs występują na powierzchni nasion oraz w cytoplazmie przylegającej do ścian komórkowych miąższu bielma, gdzie mogą występować w kompleksach z kofeiną [9].

I



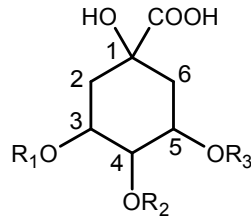
kwas 5-kawoilochinowy- R=OH kwas 5-feruloilochinowy- R=OCH₃ kwas 5-kumaroilochinowy- R=H

II



kwas 3,5dikawoilochinowy

III



kwas 3-ferulo-4-kawoilochinowy

R1=kwas kawowy, R2= H, R3= kwas kawowy R1=kwas ferulowy, R2= kwas kawowy, R3=H

Rys. 3. Budowa chemiczna wybranych kwasów chlorogenowych występujących w zielonej kawie. I – monoestry (na przykładzie 5- izomerów), II – diestry, III – estry mieszane [1]

Kwasy chlorogenowe mogą występować w postaci monoestrów, diestrów i estrów mieszanych (Rys. 3). Monoestry kwasów chlorogenowych składają się z cząsteczki kwasu hydroksycynamonowego i cząsteczki kwasu chinowego, diestry z 2 identycznych cząsteczek kwasu hydroksycynamonowego i cząsteczki kwasu chinowego, natomiast estry mieszane powstają z połączenia 2 różnych kwasów hydroksycynamonowych z cząsteczką kwasu chinowego. Wśród kwasów chlorogenowych występuję wiele form izomerycznych. Kwas

hydroksycynamonowy może przyłączyć się w pozycji C3, C4 lub C5 kwasu chinowego (Rys. 3) [1].

Głównymi kwasami chlorogenowymi występującymi w zielonej kawie są: kwas kawoilochinowy, dikawoilochinowy, feruloilochinowy, *p*-kumaroilochinowy oraz estry mieszane powstałe w wyniku estryfikacji kwasów kawowego i ferulowego kwasem chinowym (Rys. 3) [1, 9]. Kwasy chlorogenowe przyczyniają się do adaptacji rośliny do otaczającego ją środowiska. Intensyfikacja biosyntezy CGAs związana jest z reakcją rośliny na czynniki stresowe, takie jak atak patogenów, uszkodzenia mechaniczne, intensywne promieniowanie UV, czy wysoki poziom światła widzialnego. Przypuszcza się, że kwas chlorogenowy może brać udział w regulacji wzrostu komórek i kiełkowania nasion [9].

Wykazano aktywność antybakteryjną kwasu chlorogenowego przeciwko niektórym G⁻ i G⁺ gatunkom bakterii. Uważa się, że działanie przeciwbakteryjne CGA polega na zwiększeniu przepuszczalności błony komórkowej bakterii. Przez utratę swojej ciągłości traci ona zdolność utrzymania potencjału błonowego oraz makrocząsteczek cytoplazmy wewnątrz komórki. Uszkodzona błona komórkowa nie stanowi bariery oddzielającej komórkę bakterii od środowiska zewnętrznego, co może prowadzić do śmierci komórki. Mechanizm powstawania porów w błonie komórkowej, w wyniku działania kwasu chlorogenowego nie został jeszcze dokładnie poznany, jednakże sądzi się, że jest on odmienny od mechanizmów powodujących uszkodzenie błony przez antybiotyki [10].

W badaniach na *Shigella dysenteriae* stwierdzono, że kwas chlorogenowy może wspomagać działanie hydrofobowych antybiotyków takich jak rifampicyna i erytromycyna, które nie są w stanie przeniknąć błony komórkowej tych bakterii. Kwas chlorogenowy umożliwia im wniknięcie do wnętrza komórki przez perforację błony komórkowej [10].

Kwas chlorogenowy działa bakteriostatycznie na bakterie z gatunku *Streptococcus mutans* przez hamowanie wzrostu i tworzenia biofilmu. *S. mutans* jest głównym czynnikiem powodującym próchnicę zębów [11].

Ustalono, że kwas chlorogenowy wykazuje działanie przeciwgrzybicze w stosunku do grzyba z gatunku *Candida albicans*, mogącego wywoływać grzybicę. Działanie przeciwgrzybicze prawdopodobnie polega na wywołaniu zmian w błonie komórkowej, prowadzących do zwiększenia jej przepuszczalności, a w konsekwencji do śmierci komórki [12].

Kwas chlorogenowy wykazuje aktywność przeciwwirusową w stosunku do wirusa zapalenia wątroby typu B. Jego działanie polega na hamowaniu replikacji wirusowego DNA. Powoduje on zmniejszenie produkcji antygenów

powierzchniowych wirusa zapalenia wątroby typu B, odpowiedzialnych za jego immunogenność [13].

Związek ten jest najbardziej specyficznym inhibitorem fragmentu enzymu translokazy T1 glukozy-6-fosfatazy. Kompleks enzymatyczny glukozy-6-fosfatazy występuje głównie w wątrobie, gdzie odgrywa istotną rolę w regulacji stężenia glukozy we krwi. Odpowiada on za powstawanie endogennej glukozy w szlaku glukoneogenezy i glikogenolizy. Kwas chlorogenowy, jako inhibitor translokazy glukozy-6-fosfatazy, powoduje zmniejszenie ilości glukozy powstającej w wątrobie. Dzięki tej właściwości, może przyczyniać się do zmniejszenia zachorowalności na cukrzycę typu 2 (insulino-niezależną) oraz może wspomagać odchudzanie. Przyjmowanie ekstraktu z zielonej kawy zawierającego znaczne ilości kwasu chlorogenowego prowadzi do zmniejszenia masy ciała osób otyłych oraz zapobiega odkładaniu się tkanki tłuszczowej [14÷16].

Stwierdzono, że kwas chlorogenowy jest inhibitorem syntazy kwasów tłuszczowych - (FAS; ang. *fatty acid synthetase*) u ludzi i zwierząt. Syntaza kwasów tłuszczowych jest kompleksem multienzymatycznym katalizującym syntezę nasyconych kwasów tłuszczowych z acetylo-CoA i malonylo-CoA w obecności NADPH. Kwas chlorogenowy hamuje kompetycyjnie łączenie NADPH do FAS. Blokuje on aktywność FAS, przez hamowanie aktywności enzymu - reduktazy β -ketoacylo-ACP będącej jednym ze składników kompleksu FAS. Kwas chlorogenowy wypełnia miejsce w którym NADPH oddziałuje z reduktazą β -ketoacylo-ACP przez co NADPH nie może się przyłączyć do w/w reduktazy i reakcja katalizy nie zachodzi. Przez inhibicję syntezy kwasów tłuszczowych w komórkach nowotworowych może częściowo przyczyniać się do hamowania ich wzrostu. Duża aktywność FAS jest uznawana za potencjalną przyczynę chorób nowotworowych i otyłości [17].

Kwasy chlorogenowe są naturalnymi przeciwutleniaczami pochodzenia roślinnego. przeciwutleniacze nazywane też antyoksydantami lub antyutleniaczami, mają zdolność hamowania utleniania innych substancji [18].

Kawa jest jednym z najbogatszych źródeł antyoksydantów w diecie osób ją spożywających. Za jej właściwości przeciwutleniające odpowiadają, w głównej mierze kwasy chlorogenowe oraz ich pochodne. Dzięki właściwościom przeciwutleniającym kwas chlorogenowy hamuje utlenianie frakcji LDL cholesterolu oraz utlenianie i uszkodzenia DNA, które mogą przyczyniać się do powstawania chorób związanych z działaniem wolnych rodników [1,19]. Nadmiar wolnych rodników w organizmie może prowadzić do utleniania białek, kwasów nukleinowych, lipidów i węglowodanów. Zmiany w DNA spowodowane aktywnością wolnych rodników przyczyniają się do indukowania procesu kancerogenezy i nadmiernej proliferacji komórek.

Przypuszcza się, że wolne rodniki mogą być przyczyną wielu chorób m.in. choroby Parkinsona, choroby Alzheimera, miażdżycy oraz cukrzycy [18].

Kwas chlorogenowy oraz produkt jego degradacji – kwas kawowy, mają właściwości hipotensyjne [20]. W badaniach na szczurach ustalono, że po doustnym podaniu kwasu chlorogenowego lub wodnych ekstraktów zielonej kawy osobnikom z nadciśnieniem tętniczym, przyczyniał się do jego obniżenia [21]. Należy jednak pamiętać, że alkaloid – kofeina obecny w kawie wykazuje działanie hipertensyjne.

CGA może wykazywać działanie prebiotyczne. Stymuluje on wzrost niektórych szczepów bakterii *Lactobacillus gasseri* i *Bifidobacterium lactis* o właściwościach probiotycznych [22].

Kwas chlorogenowy, kwasy-4-kawoilochinowy, 4,5-dikawoilochinowy, 3,5-dikawoilochinowy i 3,4-dikawoilochinowy zwiększają ruchliwość mysich makrofagów w warunkach *in vitro*, co wskazuje na to, iż mogą one przyczyniać się do stymulacji układu odpornościowego [23].

1. Cel doświadczenia

Celem pracy było określenie zawartość kwasu chlorogenowego (kwasu 5-O-kawoilochinowego) oraz aktywności przeciwutleniającej w zielonej kawie pochodzącej z Kenii, Etiopii, Brazylii i Kolumbii.

2. Materiały i metody

2.1. Odczynniki

Substancje wzorcowe kwas chlorogenowy (czystość 95%) i kwas kawowy (czystość 95%) pochodziły z firmy Sigma-Aldrich (Poznań, Polska). Pozostałe odczynniki pochodziły z firmy POCH S.A. (Gliwice, Polska).

2.2. Ekstrakcja kwasu chlorogenowego

Zielone ziarna kawy zmielono, po 1 godz. zaparzone w 50 ml wody destylowanej, pozostawiono do ostygnięcia. Próbkę odwirowano w celu usunięcia frakcji stałej. Supernatant oddzielono od osadu i poddano liofilizacji. Z każdej próby odważono po 10 mg liofilizatu, rozpuszczono w 2 ml ultra czystej wody i przeznaczono do dalszych analiz.

2.3. Analiza TLC (Thin Liquid Chromatography)

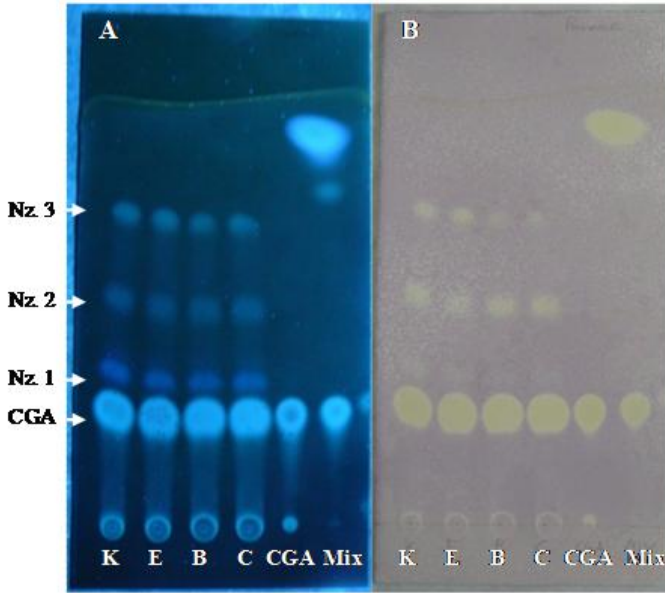
Chromatografię cienkowarstwową wykonano na płytce szklanej o wymiarach 10x20 cm. pokrytej warstwą żelu krzemionkowego – Kieselgel 60 F254 firmy Merck. Na płytce naniesiono w odległości 1,5 cm między środkami plamek próbki, w postaci roztworów wodnych, w ilości 40 μ L dla badanych prób oraz 5 μ L dla wzorców (CGA – kwas chlorogenowy 10 mg/mL; MIX – 1:1 kwas chlorogenowy: kwas kawowy, 10 mg/mL). Płytki zostały umieszczone w pionowej komorze chromatograficznej, jako układ rozwijający zastosowano roztwór zawierający: octan metylu/dichlorometan/kwas mrówkowy/kwas octowy/woda destylowana, w stosunku objętościowym 100/25/10/10/11 [24]. Po rozwinięciu układu, płytki suszono, następnie zarejestrowano wyniki rozdziału pod światłem UV. Potencjał antyoksydacyjny oceniono w oparciu o test z DPPH [25]. Płytki spryskano 0,2 % metanolemowym roztworem DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu). Aktywność antyoksydacyjną oznaczono w oparciu o zanik barwy DPPH.

2.4. Analiza HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

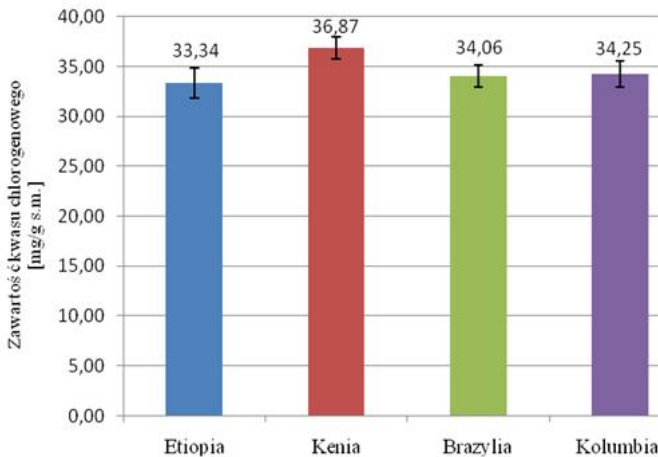
Analizę próbek wykonano wg. metody opracowanej przez Gawlik-Dziki i Świeca [26]. Wykorzystano chromatograf ProStar firmy Varian, wyposażony w kolumnę Varian ChromSpher C18 (250 x 4,6 mm). Zastosowano detektor ProStar 325 UV-Vis. Termostat kolumny ustawiono na 40 °C. Jako fazę mobilną zastosowano 4,5% kwas octowy (rozpuszczalnik A) i 50% acetonitryl (rozpuszczalnik B), prędkość przepływu wynosiła 1mL/min. Do wymywania związków fenolowych zastosowano następujący gradient: 0min., 0%B; 5 min., 0% B; 19 min., 8% B; 35 min., 82% B; 48 min., 29% B; 60 min., 43% B; 68 min., 100% B; 85 min., 0% B. Detekcji dokonano przy długości fali 270 nm. Piki chromatograficzne zidentyfikowano porównując czasy retencji dla badanych prób z czasami retencji standardów. Oznaczeń ilościowych dokonano na podstawie porównania pola powierzchni piku danego związku występującego w kawie z polem powierzchni zewnętrznych standardów.

3. Wyniki

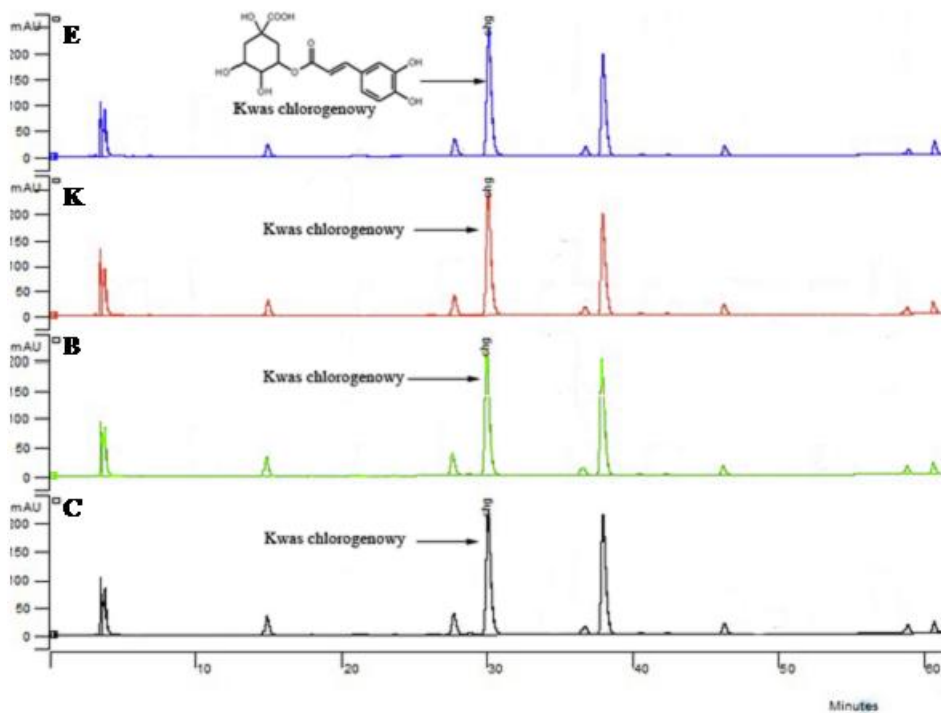
Wyniki rozdzielania związków fenolowych na płytkach do chromatografii cienkowarstwowej, przedstawiono na Fotografii 1.



Fotografia 1. Analiza związków fenolowych zielonej kawy techniką TLC. A – widok w świetle UV, B – aktywność antyoksydacyjna wobec DPPH. Kenia – K, Etiopia – E, Brazylia – B, Kolumbia – C; kwas chlorogenowy – CGA, mieszanina kwasu chlorogenowego i kawowego – Mix, Nz. 1, 2, 3 związki nie zidentyfikowane



Wykres 1. Zawartość kwasu chlorogenowego w parzonej zielonej kawie



Rys. 4. Chromatogramy przedstawiające rozdział związków fenolowych w parzonej zielonej kawie. Kolorem niebieskim oznaczono kawę pochodzącą z Etiopii – E, czerwonym z Kenii – K, zielonym z Brazylii – B, czarnym z Kolumbii – C

Na podstawie analizy chromatogramu TLC, w którym związki uwidoczniono w świetle UV (Fotografia 1 A), stwierdzono obecność 4 głównych frakcji związków fenolowych (CGA, Nz. 1, Nz. 2, Nz 3), z czego 3 z nich (CGA, Nz. 2, Nz 3) posiadały widoczne działanie przeciwutleniające (jasne przebarwienia plamek świadczące o neutralizacji wolnych rodników DPPH) (Fotografia 1 B). Najintensywniejszą fluorescencją w świetle UV oraz aktywnością antyoksydacyjną wobec rodnika DPPH cechowały się plamki odpowiadające kwasowi chlorogenowemu – CGA.

Analiza chromatograficzna techniką HPLC pozwoliła na ilościowe określenie zawartości kwasu chlorogenowego. Przykładowe chromatogramy przedstawiono na Rys. 4, natomiast zawartości kwasu chlorogenowego w badanych próbach zielonej kawy przedstawiono na Wykresie 1.

Wszystkie próby zawierały znaczne ilości kwasu chlorogenowego. Najwyższą zawartością kwasu chlorogenowego cechowała się kawa pochodząca

z Kenii (36,87 mg/g s.m.), zaś najniższą z Etiopii (36,87 mg/g s.m.). Kawa z Etiopii, Brazylii i Kolumbii zawierała podobne ilości kwasu chlorogenowego (niewielkie różnice nieistotne statystycznie).

4. Dyskusja

Zawartość kwasu chlorogenowego w zielonej kawie gatunku *Coffea arabica* wg. Farah [9] wynosi 4-8,4% s.m., natomiast Clifford [27] donosi o zawartości od 5,2-6,5% s.m. W przeprowadzonym doświadczeniu zawartość kwasu chlorogenowego wynosiła od 3,3% s.m. (Etiopia) do 3,7% s.m. (Kenia).

Różnice w zawartości tego kwasu w zielonej kawie w porównaniu z wyżej wymienionymi danymi literaturowymi mogą wynikać z użytego sposobu ekstrakcji podczas poszczególnych doświadczeń. Na ilość kwasu chlorogenowego uwalnianego do roztworu podczas ekstrakcji wpływa m.in. temperatura ekstrakcji – w badaniach przeprowadzonych przez Clifford'a ustalono, że największa ilość kwasów chlorogenowych (w przypadku zastosowania wody jako czynnika ekstrahującego) uwalniana jest w nieco niższej temperaturze niż temperatura wrzenia [28].

Poza tym na zawartość kwasów chlorogenowych w zielonej kawie mają wpływ: warunki klimatyczne i glebowe występujące podczas wzrostu kawowca, cechy genetyczne uprawianych roślin oraz procesy poźniwne i warunki przechowywania nasion [6, 9]. Moon i inni [29] dowiedli, że proces obróbki cieplnej podczas prażenia ziaren kawy powoduje degradację znacznych ilości kwasów chlorogenowych, w zależności od warunków prowadzenia procesu ich ilość zmniejsza się od około 50% do niemal całkowitej degradacji.

Piki na chromatogramach HPLC odpowiadające kwasowi chlorogenowemu (Rys. 4) posiadały największe pola powierzchni (dane niepublikowane), co wskazuje na to, że kwas chlorogenowy stanowi główny składnik związków fenolowych występujących w zielonej kawie. Z kolei intensywność reakcji barwnej DPPH z kwasem chlorogenowym, na płycie chromatograficznej (Fotografia 1. B) sugeruje, iż jest on frakcją związków fenolowych mającą największy wpływ na właściwości przeciwutleniające zielonej kawy.

Mullen i inni [30], na podstawie badań owoców kawowca, ustalili, że jego właściwości antyoksydacyjne są wysoce dodatnio skorelowane z zawartością kwasów chlorogenowych, natomiast Trugo i Macrae [31], że kwas chlorogenowy jest związkiem fenolowym występującym w zielonej kawie w największej ilości z pośród innych związków fenolowych i może stanowić do 66% całkowitej zawartości kwasów chlorogenowych *Coffea arabica*.

W badaniach *in vivo* przeprowadzonych przez Farah'a i innych [32] ustalono, że kwasy chlorogenowe obecne w ekstraktach zielonej kawy wykazują się wysoką biodostępnością u ludzi.

5. Podsumowanie

Parzona zielona kawa jako element diety człowieka, może być cennym, naturalnym źródłem kwasu chlorogenowego o wielu korzystnych dla zdrowia właściwościach. Jest on związkami fenolowym występującym w największej ilości w zielonej kawie, a także ma największy wpływ na jej właściwości przeciwutleniające. Jego najlepszym źródłem z pośród badanych prób była zielona kawa pochodząca z Kenii.

Podziękowania

Pragnę serdecznie podziękować dr Urszuli Gawlik-Dziki za cenne uwagi merytoryczne, życzliwość oraz okazaną pomoc w przygotowaniu niniejszej pracy.

Literatura

1. Clifford M. N., *Chlorogenic acids and other cinnamates: nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 1999 vol. 80, s. 1033-1043
2. Clarke R. J., *Coffe /Green Coffee*, Elsevier, 2003, s. 1481-1487
3. Higdon J., Frei B., *Coffee and Health: A Review of Recent Human Research*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2006 vol. 46, s.101-123
4. Dostępny w World Wide Web: <http://www.commons.wikimedia.org/wiki/Coffea> [dostęp 8 maja 2013]
5. *Coffee: World Markets and Trade* [online]. Foreign Agricultural Service Office of Global Analysis, United States Department of Agriculture, 2009, [dostęp 5 maja 2013], Dostępny w World Wide Web: www.fas.usda.gov/hp/coffee/2009/December_2009/2009_coffee_december.pdf
6. Oestreich-Janzen S., *Chemistry of Coffee*, Contents of all Volumes, 2010 s. 1085-1116
7. Butt M. S., Sultan M. T., *Coffee and its consumption: benefits and risks*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2011 vol. 51(4), s.363-373
8. Ranheim T., Halvorsen B., *Coffee consumption and human health – beneficial or detrimental? – Mechanisms for effects of coffee consumption on different risk factors forcardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus*, Molecular Nutrition & Food Research, 2005 vol. 49, s.274-284
9. Farah A., Donangelo C. M., *Phenolic compounds in coffee*, Brazilian Journal of Plant Physiology, 2006 vol. 18, s. 23-36
10. Lou Z., Wang H., Zhu S., Ma C., Wang Z., *Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Chlorogenic Acid*, Journal of Food Science, 2011 vol. 76, s. 398-403
11. Antonio A. G., Moraes R. S., Perrone D, Maia L. C., Santos K. R., Iorio N. L. P., Farah A., *Species, roasting degree and decaffeination influence the antibacterial*

- activity of coffee against Streptococcus mutans*, Food Chemistry, 2010 vol. 118, s. 782-788
12. Woo S. S., Dong G L., *Antifungal action of chlorogenic acid against pathogenic fungi, mediated by membrane disruption*, Pure and Applied Chemistry, 2010 vol. 82(1), s. 219-226
 13. Wang G. F., Shi L. P., Ren Y. D., Liu Q. F., Liu H. F., Zhang R. J., Li Z., Zhu F. H., He P. L., Tang W., Tao P. Z., Li C., Zhao W. M., Zuo J. P., *Anti-hepatitis B virus activity of chlorogenic acid, quinic acid and caffeic acid in vivo and in vitro*, Antiviral Research, 2009 vol. 83(2), s.186-190
 14. Arion W. J., Canfield W. K., Ramos F. C., Schindler P. W., Burger H. J., Hemmerle H., Schubert G., Below P., Herling A. W., *Chlorogenic acid and hydroxynitrobenzaldehyde: new inhibitors of hepatic glucose 6-phosphatase*, Archives of Biochemistry and Biophysics, 1997 vol. 339(2), s.315-322
 15. Hemmerle H., Burger H. J., Below P., Schubert G., Rippel R., Schindler P.W., Paulus E., Herling A. W., *Chlorogenic acid and synthetic chlorogenic acid derivatives: novel inhibitors of hepatic glucose-6-phosphate translocase*, Journal of Medicinal Chemistry, 1997 vol. 40(2), s. 137-145
 16. Henry-Vitrac C., Ibarra A., Roller M., Mérillon J. M., Vitrac X. J., *Contribution of chlorogenic acids to the inhibition of human hepatic glucose-6-phosphatase activity in vitro by Svetol, a standardized decaffeinated green coffee extract*, Journal of agricultural and food chemistry, 2010 vol. 58(7), s. 4141-4144
 17. Li B. H., Ma X. F., Wu W X. D., Tian W. X., *Inhibitory activity of chlorogenic acid on enzymes involved in the fatty acid synthesis in animals and bacteria*, International Union of Biochemistry and Molecular Biology, 2006 vol. 58(1), s. 39-46
 18. Szajdek A., Borowska J., *Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004 vol. 41, s. 5-28
 19. Dupas C. J., Marsset-Baglieri, A. C., Ordonaud, C. S., Ducept, F. M. G. and Maillard, M. N., *Coffee Antioxidant Properties: Effects of Milk Addition and Processing Conditions*, Journal of Food Science, 2006 vol. 71, s. 253-258
 20. Ochiai R., Jokura H., Suzuki A., Tokimitsu I., Ohishi M., Komai N., Rakugi H., Ogihara T., *Green coffee bean extract improves human vasoreactivity*, Hypertension Research, 2004 vol. 27(10), s. 731-737
 21. Suzuki A., Kagawa D., Ochiai R., Tokimitsu I., Saito I., *Green coffee bean extract and its metabolites have a hypotensive effect in spontaneously hypertensive rats*, Hypertension Research, 2002 vol. 25(1), s. 99-107
 22. Couteau D., McCartney A. L., Gibson G. R., Williamson G., Faulds C. B., *Isolation and characterization of human colonic bacteria able to hydrolysechlorogenic acid*, Journal of Applied Microbiology, 2001 vol. 90, s. 873-881
 23. Tatefuji T., Izumi N., Ohta T., Arai S., Ikeda M., Kurimoto M., *Isolation and identification of compounds from Brazilian propolis which enhance macrophage spreading and mobility*, Biological & Pharmaceutical Bulletin, 1996 vol. 19(7), s. 966-970
 24. Urakova IN, Pozharitskaya ON, Shikov AN, Kosman VM, Makarov VG., *Comparison of high performance TLC and HPLC for separation and quantification of chlorogenic acid in green coffee bean extracts*, Journal of Separation Science, 2008 vol. 31(2), s. 237-241

25. Sethiya NK, Raja MK, Mishra SH., *Antioxidant markers based TLC-DPPH differentiation on four commercialized botanical sources of Shankhpushpi (A Medhya Rasayana): A preliminary assessment*, Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research, 2013 vol. 4(1), s. 25-30
26. Gawlik-Dziki U, Świeca M, *Effect of various pH conditions simulated in vivo on the activity of lipophilic antioxidants isolated from selected spices*, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2007 vol. 57(3), s. 19-22
27. Clifford M. N. *The Nature of Chlorogenic Acids – Are They Advantageous Compounds in Coffee?*, COLLOQUE Scientifique International sur le Café, 1997, s. 79-91
28. Clifford M. N., *Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products*, [W:] Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage, 1987, s. 305-374
29. Moon J.K, Yoo H.S, Shibamoto T., *Role of roasting conditions in the level of chlorogenic acid content in coffee beans: correlation with coffee acidity*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009 vol. 57(12), s. 5365-5369
30. Mullen W, Nemzer B, Ou B, Stalmach A, Hunter J, Clifford MN, Combet E., *The antioxidant and chlorogenic acid profiles of whole coffee fruits are influenced by the extraction procedures*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011 vol. 59(8), s. 3754-3762
31. Trugo L.C., Macrae R., *A study of the effect of roasting on the chlorogenic acid composition of coffee using HPLC*. Food Chemistry, (15) 219-227, 1984
32. Farah A., Monteiro M., Donangelo C. M., Lafay S., *Chlorogenic Acids from Green Coffee Extract are Highly Bioavailable in Humans*, The Journal of Nutrition, 2011 vol. 138(12), s.2309-2315

Pracę recenzował: prof. dr hab. Barbara Baraniak, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Zielona kawa jako źródło kwasu chlorogenowego

Streszczenie

Zielona kawa stanowi jedno z najbogatszych źródeł kwasów chlorogenowych. Kwasy chlorogenowe posiadają wiele korzystnych dla zdrowia właściwości, m.in. działają przeciwwirusowo i przeciwgrzybicznie. Ponadto wspomagają odchudzanie oraz są naturalnymi przeciwutleniaczami. Ze względu na stale rosnącą potrzebę poszukiwania naturalnych źródeł substancji prozdrowotnych, podjęto próbę określenia zawartości kwasu chlorogenowego (5-o-kawoilochinowego) w parzonej zielonej kawie pochodzącej z Kenii, Etiopii, Brazylii i Kolumbii. W tym celu posłużono się techniką wysokosprawną chromatografią ciecząową (HPLC). Dokonano również rozdzielu związków fenolowych występujących w zielonej kawie techniką cienkowsarstwowej chromatografii ciecząowej (TLC). Do ich detekcji wykorzystano promieniowanie ultrafioletowe oraz reakcję barwną z DPPH.

Słowa Kluczowe: zielona kawa, kwas chlorogenowy

Green coffee as a source of chlorogenic acid

Abstract

Green coffee is one of the richest sources of chlorogenic acid. Chlorogenic acid have many beneficial properties which influence on health in a positive way, for example, they have antiviral and antifungal activities. Moreover, they support losing weight and they are natural antioxidants. Due to the ever-growing need for finding natural sources of healthy substances, there has been made an attempt to determine the content of chlorogenic acid (5-O-caffeoylquinic) in brewed green coffee originated from Kenya, Ethiopia, Brazil and Colombia. To do this, there was used high performance liquid chromatography (HPLC). What is more, phenolics compounds, that occurs in green coffee was separated by thin liquid chromatography (TLC). They are detected by using ultraviolet radiation and color reaction with DPPH.

Keywords: green coffee, chlorogenic acid