

Ewa Rembialska

SGGW w Warszawie

JAKOŚĆ ZIEMIOPŁODÓW I PRODUKTÓW ZWIERZĘCYCH W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM

Wstęp

W Europie rolnictwo ekologiczne jest regulowane przez Rozporządzenie Rady EWG nr 2092/91 z 24 czerwca 1991 r. w sprawie rolnictwa ekologicznego oraz znakowania jego produktów i środków spożywczych (7). W Polsce istnieje odpowiednia ustawa o rolnictwie ekologicznym z 20 kwietnia 2004 r. (28), która jest całkowicie kompatybilna z Rozporządzeniem Rady EWG nr 2092/91. Ziemiopłody ekologiczne są uzyskiwane w kontrolowanych warunkach zgodnie z wytycznymi wymienionego rozporządzenia. Są one produkowane bez chemicznych środków ochrony roślin i łatwo rozpuszczalnych nawozów mineralnych, natomiast z zastosowaniem naturalnych nawozów zwierzęcych i kompostów, zielonych nawozów oraz odpowiedniego płodozmianu. Stosowanie odpadów i kompostów komunalnych jest zabronione. Produkcja zwierzęca prowadzona jest zgodnie z potrzebami zwierząt, a głównym pożywieniem dla nich są pasze produkowane w gospodarstwie (8). Certyfikacja w rolnictwie ekologicznym gwarantuje, że produkty zostały wytworzone zgodnie z przyjętymi regułami, a system produkcji jest obowiązkowo kontrolowany.

Nie ma wątpliwości, że rynek żywności ekologicznej zwiększył się zasadniczo w ciągu ostatnich 10 lat i wykazuje obecnie najszybszy wzrost spośród wszystkich sektorów żywnościowych (24). Wielka Brytania ma obecnie jeden z największych rynków żywności ekologicznej w Europie i na świecie z szacunkową wartością 1,2 biliona funtów szterlingów w roku 2003, co stanowi około połowy wielkości największego rynku żywności ekologicznej w Europie, w którym dominują Niemcy (24). Szacuje się, że w Niemczech w roku 2004 w stosunku do stanu z roku 2003 wzrost tego rynku wyniósł 13%, tj. 3,5 biliona Euro (21).

Gwałtowny wzrost rynku produktów ekologicznych wynika z malejącego zaufania konsumentów do dominującej na rynku żywności konwencjonalnej, produkowanej z użyciem pełnego zestawu środków chemicznych (pestycydów, nawozów mineralnych, regulatorów wzrostu itp.). Głośne w ostatniej dekadzie skandale żywnościowe (np. BSE, pryszczycyca, skażenie żywności dioksynami bądź też bakteriami, takimi jak *Salmonella* czy *Escherichia coli*) spowodowały zwrot konsumentów w kierunku

bardziej bezpiecznych i lepiej kontrolowanych sposobów produkcji rolniczej, na czele których należy postawić rolnictwo ekologiczne.

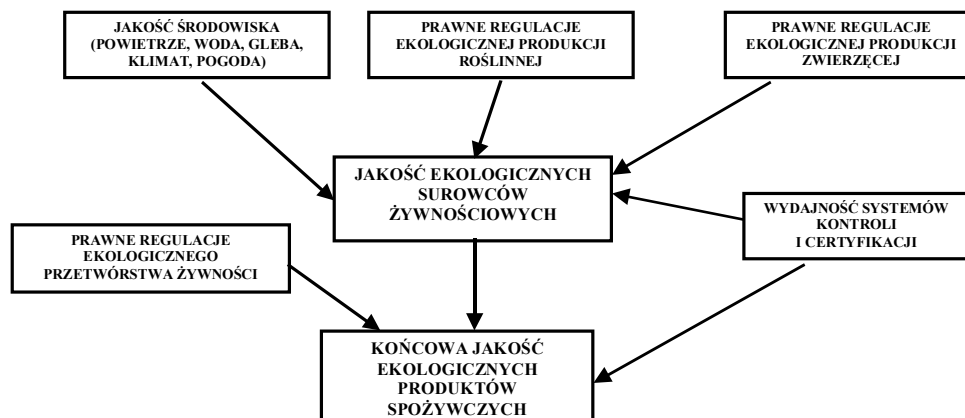
Metody ekologiczne w rolnictwie uważane są za przyjazne dla środowiska, głównie ze względu na podstawową zasadę harmonijnej współpracy z przyrodą i na brak chemizacji. Istnieje już wiele dowodów, że stan środowiska, gleby i wód gruntowych poprawia się w rezultacie wprowadzania rolnictwa ekologicznego (10). Rolnictwo ekologiczne jest także często uważane za system poprawiający jakość ziemiopłodów. Konsumenci oczekują od produktów rolnictwa ekologicznego wyższej jakości zdrowotnej i odżywczej, podczas gdy istnieje nadal niewiele badań porównujących jakość płodów rolnych uzyskiwanych w warunkach systemu ekologicznego i innych systemów – integrowanego i konwencjonalnego.

Celem artykułu jest przegląd istniejącej wiedzy na temat jakości odżywczej i sensorycznej produktów roślinnych i zwierzęcych pochodzących z rolnictwa ekologicznego, a także porównanie stanu zdrowia zwierząt gospodarskich i doświadczalnych z chowu ekologicznego i konwencjonalnego. Dodatkowym celem jest prezentacja głównych zagrożeń toksykologicznych i mikrobiologicznych w odniesieniu do jakości żywności ekologicznej.

CZYNNIKI WARUNKUJĄCE JAKOŚĆ PRODUKTÓW EKOLOGICZNYCH

Czynniki wpływające na jakość produktów ekologicznych obrazuje rysunek 1. Nadrzędnym czynnikiem jest jakość środowiska – tylko tam, gdzie powietrze, gleba oraz wody gruntowe i powierzchniowe spełniają wymagane parametry jakościowe możemy oczekiwać wysokiej jakości produkowanych płodów rolnych. Regulacje prawne dotyczące rolnictwa ekologicznego nie podają co prawda konkretnych wytycznych określających jakość środowiska rolniczego, jednak rolnicy ekologiczni powinni starać się utrzymać je w jak najlepszym stanie.

Regulacje prawne określające warunki prowadzenia ekologicznej produkcji roślinnej i zwierzęcej są bardzo ściśle i ich przestrzeganie przez producentów w sposób oczywisty warunkuje wysoką jakość płodów rolnych. Podobna sytuacja dotyczy przetwórstwa ekologicznego. O ile w przetwórstwie konwencjonalnym dopuszczonych jest obecnie ponad 500 różnego rodzaju dodatków do żywności (barwników, utrwalaczy, polepszaczy itp.), o tyle w przetwórstwie ekologicznym takich dodatków dopuszcza się zaledwie około 20 i wszystkie one należą do substancji naturalnych. Stawia to w szczególnie trudnej sytuacji przetwórców żywności ekologicznej, którzy muszą dążyć do zachowania trwałości produktów bez stosowania środków chemicznych. Jednak ma to zasadnicze znaczenie dla zdrowia konsumentów, którzy coraz bardziej poszukują żywności bezpiecznej dla zdrowia. Jeżeli producenci w łańcuchu produkcji pierwotnej oraz przetwórcy będą spełniali wszystkie wymogi określone odpowiednimi przepisami, to można oczekiwać, że wytworzone produkty spożywcze będą najwyższej jakości. Jednak w tym celu powinien być spełniony jeszcze jeden warunek: kontrola i certyfikacja gospodarstw oraz przetwórnictwa ekologicznych musi być dokładna



Rys. 1. Czynniki wpływające na jakość ekologicznych produktów spożywczych
Źródło: Opracowanie własne.

i wydajna. W tym miejscu należy przytoczyć znane powiedzenie: „zaufanie jest dobre, ale kontrola lepsza”. Do większości producentów ekologicznych można mieć całkowite zaufanie, gdyż cechują się oni generalnie wysoką świadomością ogólną i ekologiczną. Jednak praktyka wskazuje, że wystarczy jeden nieuczciwy producent na tyśiąc uczciwych, aby podważyć dobre imię produkcji ekologicznej. Dlatego tak bardzo ważna jest ścisła kontrola i certyfikacja.

JAKOŚĆ PRODUKTÓW ROŚLINNYCH

Ekologiczna produkcja roślinna jest objęta ścisłymi wytycznymi regulacji prawnych, przede wszystkim wymienionego na wstępie Rozporządzenia Rady EWG nr 2092/91 z 24 czerwca 1991 r. (7). Stosowanie zawartych w nim wytycznych przez producentów wywiera zasadniczy wpływ na jakość produkowanych ziemiopłodów. Wynika to z zakazu stosowania takich substancji, jak: pestycydy, syntetyczne nawozy mineralne, substancje wzrostowe, a także organizmy modyfikowane genetycznie (GMO). Stosowanie obornika jest także prawnie limitowane do maksymalnej ilości, w której nie przekracza się $170 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}$.

Jeżeli rolnicy chcą ze skutkiem pozytywnym przejść procedurę inspekcji powtarzaną każdego roku i otrzymać certyfikat ekologiczny, to muszą przestrzegać powyższych reguł. Tylko wówczas można oczekiwać od płodów rolnych dobrych parametrów jakościowych.

W następnej części pracy przedstawiono porównanie zawartości wybranych grup substancji występujących w ziemiopłodach ekologicznych i konwencjonalnych.

SUBSTANCJE NIEPOŻĄDANE

Azotany i azotyny

Wiele danych świadczy o wyraźnie wyższej zawartości azotanów i azotynów w konwencjonalnie produkowanych ziemiopłodach w porównaniu z otrzymywanymi ekologicznie. Wynika to faktu, że rośliny nawożone syntetycznymi, łatwo rozpuszczalnymi nawozami azotowymi, przyswajają zbyt wiele tych związków poprzez system korzeniowy, a następnie dochodzi do kumulacji azotanów w liściach oraz w innych organach rośliny. W systemie ekologicznym stosuje się nawozy organiczne (kompost, obornik), które także zawierają azot, jednak głównie w postaci związanej organicznie. Gdy trafiają one do gleby, następuje dalszy rozkład tych nawozów przez mikroorganizmy glebowe oraz przez edafon i powstaje próchnica złożona ze związków organiczno-mineralnych. Roślina pobiera z tej próchnicy związki azotowe w takiej ilości i wtedy, gdy tego potrzebuje, dlatego istnieje niewielka możliwość nadmiernej kumulacji azotanów w organach roślin (29). Jest to ważne dla zdrowia człowieka, ponieważ azotany łatwo przekształcają się w azotyny, które mogą powodować niebezpieczną chorobę zwaną methemoglobinemią u noworodków, małych dzieci i ludzi starszych (22). Ponadto azotyny mogą reagować z aminami, tworząc nitrozoaminy, substancje rakotwórcze i mutagenne, powodujące nowotwory przewodu pokarmowego i białaczkę (27). Proces ten jest niebezpieczny nie tylko dla małych dzieci, ale także dla osób dorosłych, bez względu na wiek.

Porównano zawartość azotanów w ziemiopłodach produkowanych ekologicznie i konwencjonalnie, bazując na wielu danych. Gdy przyjmiemy zawartość azotanów w płodach konwencjonalnych jako 100%, to średnio 48% tej zawartości stwierdza się w surowcach ekologicznych (26). Dane te dają podstawę do stwierdzenia, że metody ekologiczne pozwalają zmniejszyć pobranie azotanów i azotynów przez ludzki organizm o około 50%.

Pestycydy

Rządy państw nakładają ograniczenia prawne w odniesieniu do poziomu zużycia pestycydów znane jako Najwyższa Dopuszczalna Pozostałość (NDP), jaka może być obecna w żywności. NDP jest zwykle ustanawiana poprzez testowanie pestycydów na szczurach. Uważa się, że konsumpcja żywności o zawartości pestycydów poniżej NDP nie stanowi ryzyka zdrowotnego. Jednak nawet w niskich stężeniach pestycydy są znane lub podejrzewane jako przyczyna wielu chorób i problemów zdrowotnych, włącznie z wadami wrodzonymi i nowotworami (3, 14). Główny problem polega na tym, że NDP dla pestycydów jest zwykle ustalana poprzez testowanie poszczególnych środków (każdego z osobna) na szczurach przez stosunkowo krótki czas. Prawie nic nie wiadomo na temat skutków spożywania łącznie potencjalnie setek różnych pestycydów w ciągu trwania całego życia. Zdaniem wybitnego toksykologa angielskiego

skiego, prof. Howarda z Uniwersytetu w Liverpool, najbardziej polecanym sposobem zabezpieczenia jest unikanie spożywania wszelkich pestycydów, szczególnie w przypadku kobiet w ciąży, karmiących piersią oraz małych dzieci do lat 3 (14). Na ogół poziomy pozostałości pestycydów znajdujące w ekologicznych surowcach roślinnych są zdecydowanie niższe niż w roślinach konwencjonalnych (2).

Można oczekiwać, że dieta oparta na produktach ekologicznych powinna skutkować niższym poziomem pestycydów w kobiecym mleku i ludzkich tkankach. Istnieją pewne dowody potwierdzające tę hipotezę. We Francji stwierdzono, że pozostałości pestycydów w mleku kobiet karmiących piersią zmniejszały się istotnie wraz ze wzrostem udziału żywności ekologicznej w codziennej diecie karmiących kobiet (z 25 do 80%); (1). Podobne wyniki otrzymano, porównując zawartość pozostałości pestycydów fosforoorganicznych we krwi i moczu dzieci odżywianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny (9). Płyny ustrojowe dzieci żywionych konwencjonalnie zawierały sześć razy więcej pozostałości pestycydów niż ich rówieśników żywionych ekologicznie. Powyższe dane wskazują, że spożywanie produktów ekologicznych może radykalnie ograniczyć niebezpieczeństwo pobierania nadmiaru pestycydów z żywnością i w ten sposób przyczynić się do poprawy zdrowia publicznego.

Metale ciężkie

Metale ciężkie, takie jak: kadm, ołów, arsen, rtęć i cynk wprowadzane są do łańcucha troficznego z różnych źródeł: przemysłu, transportu, odpadów komunalnych i rolnictwa. Na przykład, mineralne nawozy fosforowe używane w rolnictwie konwencjonalnym mogą wprowadzać kadm do płodów roślinnych, ale także przemysł metalowy i transport powodują zanieczyszczenie kadmem gleby i ziemiopłodów. Dlatego w badaniach nie stwierdza się wyraźnych różnic w zawartości metali ciężkich pomiędzy surowcami ekologicznymi i konwencjonalnymi. Niektóre wyniki świadczą o wyższym poziomie metali ciężkich w surowcach konwencjonalnych, lecz inne dane wykazują odwrotne rezultaty (26). Problemem do rozwiązania pozostaje to, czy metody ekologiczne w rolnictwie (kompostowanie, zwiększanie zawartości materii organicznej w glebie, zwiększanie pH gleby itp.) mogą zmniejszyć pobieranie metali ciężkich przez rośliny uprawne.

SKŁADNIKI POŻĄDANE W ROŚLINACH

Witaminy, związki fenolowe i mineralne

Wartość odżywcza żywności zależy przede wszystkim od odpowiedniej zawartości w niej związków niezbędnych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zawartość fitozwiązków w produktach roślinnych jest przedmiotem dużego zainteresowania w obecnej nauce o żywności. Rosnąca ilość dowodów wskazuje, że wtórne metabolity roślinne odgrywają istotną rolę dla zdrowia człowieka i mogą być ważne pod względem odżywczym (20).

Istnieją dwie główne teorie wyjaśniające czynniki wpływające na poziom związków w roślinach (4). Teoria bilansu C/N mówi, że gdy azot jest łatwo dostępny, to rośliny w pierwszym rzędzie będą produkować związki o wysokiej zawartości azotu, np. białka wzrostowe oraz zawierające azot (N) wtórne metabolity, takie jak alkaloidy. Gdy dostępność azotu jest ograniczająca dla wzrostu roślin, metabolizm zmienia się bardziej w kierunku związków zawierających węgiel, jak skrobia i celuloza i nie zawierających azotu wtórnych metabolitów – terpenoidy i związki fenolowe.

Druga, nowsza teoria to hipoteza zróżnicowanej równowagi wzrostowej (4). Mówi ona, że roślina „potrafi” zawsze ocenić dostępne zasoby i optymalizuje swój metabolizm albo w kierunku wzrostu albo różnicowania. Określenie „różnicowanie” obejmuje zwiększoną produkcję związków obronnych, jak również przyspieszone dojrzewanie i rozwój nasion. Teoria C/N jest szczególnym przypadkiem hipotezy zróżnicowanej równowagi wzrostowej, ponieważ słaba dostępność azotu jest najczęściej występującym warunkiem ograniczającym wzrost w ekosystemach (4).

W celu sprawdzenia powyższych teorii szereg autorów badało zawartość wybranych witamin oraz fitozwiązków w ekologicznie i konwencjonalnie produkowanych ziemiopłodach. Podsumowując różnorodne dane obliczono procentową różnicę dla każdego porównania wyniku ekologicznego z konwencjonalnym według formuły:

$$(\text{ekologiczne} - \text{konwencjonalne}) / \text{konwencjonalne} \times 100$$

Obliczenia dla kilku istotnych składników przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zawartość wybranych substancji w płodach ekologicznych i konwencjonalnych

Związek	Średnia różnica (%)	Zakres (%)	Liczba badań
Witamina C	+28,7	-38 ± 135,5	21
Związki fenolowe	+119,3	-56,6 ± 734,2	15
Żelazo	+21,1	-73 ± 240	16
Magnez	+29,3	-35 ± 1206	17
Fosfor	+13,6	-44 ± 240	18

Źródło: Worthington V., 2001 (31) i obliczenia własne.

Witamina C pełni w ludzkim organizmie podstawową rolę dla kilku metabolicznych funkcji przede wszystkim dlatego, że zapewnia prawidłowe funkcjonowanie systemu odpornościowego. Wyższa zawartość witaminy C w ziemiopłodach ekologicznych ma duże znaczenie zdrowotne także dlatego, że hamuje powstawanie w organizmie rakotwórczych nitrozoamin, zmniejszając w ten sposób negatywny wpływ azotanów na ludzki organizm (22). Z tego względu warzywa ekologiczne mogą być pomocne w profilaktyce przeciwnowotworowej.

Roślinne metabolity fenolowe są szczególnie interesujące z powodu ich potencjalnej aktywności antyoksydacyjnej i właściwości medycznych, włącznie z aktywnością przeciwnowotworową (4). Związki mineralne, w tym żelazo, magnez i fosfor, są podstawowe dla ludzkiego zdrowia. Według *W o r t h i n g t o n* (31) możliwa przyczyna wyższej zawartości pierwiastków mineralnych w surowcach ekologicznych ma związek z wyższą zawartością mikroorganizmów w glebie w warunkach systemu ekologicznego. Mikroorganizmy produkują wiele związków, m.in., cytrynian czy laktozan, które pomagają roślinom w łączeniu się z minerałami glebowymi, co czyni je łatwiej dostępnymi dla korzeni roślin.

Niestety, jest bardzo mało badań dotyczących innych witamin, takich jak β -karyoten, B_1 i B_2 , a wyniki badań są rozbieżne. Zatem nie można wyciągnąć ogólnych wniosków na temat tych związków.

Cukry ogółem

Zawartość cukrów ogółem w surowcach roślinnych nie tylko powoduje ich lepszy smak, ale jest także ważną składową jakością technologiczną, np. w przypadku buraków cukrowych. Badania wyraźnie wykazują wyższą zawartość cukrów ogółem w ekologicznie produkowanych warzywach i owocach, takich jak: marchew, buraki cukrowe i ćwikłowe, ziemniaki, szpinak, kapusta włoska, wiśnie, porzeczki czerwone i jabłka (26, 32).

Białka

Szereg doświadczeń analizowanych w pracach przeglądowych (26, 31) wskazuje, że ilość białka ogółem jest niższa w ziemiopłodach ekologicznych niż w konwencjonalnych, ale jakość białka mierzona zawartością podstawowych aminokwasów jest w nich wyższa.

Według *W o r t h i n g t o n* (31) azot pochodzący z każdego typu nawozu wpływa na ilość i jakość białka produkowanego przez rośliny. Duża ilość azotu dostępna dla rośliny zwiększa produkcję białek, natomiast redukuje produkcję węglowodanów. Ponadto białka produkowane w warunkach wysokiego poziomu azotu zawierają niższe ilości podstawowych aminokwasów (np. lizyny) i dlatego mają niższą wartość żywieniową dla ludzi.

Jakość sensoryczna żywności ekologicznej

Wiele badań dowiodło jednoznacznie, że warzywa i owoce pochodzące z gospodarstw ekologicznych wyróżniały się lepszym smakiem i zapachem. Stwierdzono to w przypadku marchwi, ziemniaków, selerów, buraków ćwikłowych, kapusty i pomidorów, a także jabłek, wiśni i porzeczek czerwonych (26). Owoce ekologiczne zawierały więcej cukrów ogółem, co prawdopodobnie wpływało na lepszą ocenę smakową ze

strony konsumentów. Lepszy smak i zapach stwierdzono także u chleba upieczonego z ziarna ekologicznego, miał on ponadto lepszą elastyczność mięszu (26).

Ciekawe badania prowadzone były na temat preferencji pokarmowej zwierząt, którym podawano pasze ekologiczne i konwencjonalne. Większość wyników dowiodła wyraźnej preferencji zwierząt w kierunku paszy produkowanej ekologicznie; badania były prowadzone na szczurach, myszach, kurach i królikach (30). Preferencje w kierunku paszy ekologicznej obserwowano także w tych przypadkach, w których – zgodnie z wynikami analiz chemicznych – zarówno ekologiczna, jak konwencjonalna pasza spełniała wszystkie fizjologiczne potrzeby badanych zwierząt (30). Prawdopodobnie przyczyną była różnica w smaku między paszą z produkcji ekologicznej i z produkcji konwencjonalnej.

Jakość przechowalnicza ziemniaków ekologicznych

Straty masy ziemniaków wskutek procesów transpiracji i rozkładu, podobnie jak zmiany wartości odżywczej, zawsze występują podczas okresu przechowywania ziemniaków, warzyw i owoców. Jednak zmiany te mogą zachodzić z różną intensywnością. Większość dostępnych danych świadczy, że procesy rozkładu są wolniejsze w ziemniakach ekologicznych, które dlatego wykazują lepszą jakość przechowalniczą po okresie zimowym. Z badań przeglądowych opartych na wielu źródłach (5) wynikało, że jakość owoców, warzyw i ziemniaków po okresie przechowywania była lepsza, gdy pochodziły one z gospodarstw ekologicznych (tab. 2). Autor wiąże to z wyższą zawartością suchej masy w mięszu surowców ekologicznych, co powoduje mniej intensywne procesy gnicia i rozkładu.

Tabela 2

Straty przechowalnicze warzyw i ziemniaków z gospodarstw ekologicznych (eko) i konwencjonalnych (konw)

Ziemniaki	Marchew		Ziemniak		Różne owoce i warzywa	
	eko	konw	eko	konw	eko	konw
Liczba cytowanych badań	15	15	22	22	53	53
Straty przechowalnicze w % masy wyjściowej	33	40	22	30	28	38

Źródło: Opracowanie własne na podstawie literatury (5).

JAKOŚĆ PRODUKTÓW ZWIERZĘCYCH I ZDROWIE ZWIERZĄT

Prawna regulacja ekologicznej produkcji zwierzęcej jest wielostronna i zawiera szereg aspektów żywienia, chowu, znakowania, opieki, zabiegów weterynaryjnych i uboju (11). Rozporządzenie UE dotyczące ekologicznego chowu zwierząt zostało opublikowane w 1999 r. (8) i szereg jego aspektów ma, jak się uważa, bezpośredni wpływ na jakość ekologicznych produktów zwierzęcych. Rozporządzenie to obliguje producentów do (11):

- szerokiego dostępu zwierząt do wybiegu, przy równoczesnym obniżeniu zagęszczenia zwierząt;
- ograniczeń w zakresie pasz dla zwierząt:
 - obowiązkowego stosowania pasz objętościowych,
 - zakazu stosowania antybiotyków, promotorów wzrostu oraz dodatków do pasz,
 - zakazu stosowania GMO,
 - zakazu stosowania maczki mięsnej i kostnej,
 - podwójnego okresu karencji po zastosowaniu leku weterynaryjnego.

Przestrzeganie powyższych zaleceń powinno wywierać wyraźny wpływ na skład produktów zwierzęcych otrzymywanych z chowu ekologicznego. Badania prowadzone w ostatnich latach pozwalają na wyciągnięcie pewnych wniosków odnoszących się do produkcji zwierzęcej.

Mleko

Mleko produkowane przez krowy w systemie ekologicznym w porównaniu z otrzymanym od krów z chowu konwencjonalnego zawiera (18):

- więcej suchej masy, więcej tłuszczu, wapnia i witaminy C;
- więcej α -tokoferolu i β -karotenu;
- z reguły wyższy poziom CLA (sprzężonego kwasu linoleinowego), który jak sugerują badania ma właściwości przeciwnowotworowe, przeciwmiażdżycowe oraz zdolność modulowania systemu odporności;
- mniej komórek somatycznych (których obecność w znacznej liczbie wskazuje na możliwość zapalenia wymienia u krowy);
- więcej bakterii z grupy *Coli*, co wskazuje na gorsze warunki higieniczne podczas udoju.

Mięso

Badania wielu autorów (6, 12, 23, 25), w których porównywano jakość mięsa od zwierząt z chowu ekologicznego i konwencjonalnego wskazują, że:

- wołowina i cielęcina z ekologicznie chowanego bydła zawiera znacznie wyższy poziom wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) niż mięso zwierząt z chowu konwencjonalnego; PUFA uważane są za ważne dla zdrowia człowieka;

- kurczęta z chowu ekologicznego mają w tuszkach wyższą zawartość mięsa i niższą zawartość tłuszczu odwłokowego (chudsze mięso);
- mięso kurcząt z chowu ekologicznego zawiera więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych z szeregu n-3; głównym powodem jest dieta zwierząt oparta w systemie ekologicznym na trawie, która jest bogatym źródłem PUFA;
- straty w trakcie gotowania są wyższe w mięsie kurcząt ekologicznych, ale ocena sensoryczna dla mięśni piersiowych jest lepsza niż w przypadku kurcząt z chowu konwencjonalnego;
- tuczniki chowane i żywione ekologicznie mają wyższą zawartość tłuszczu międzymięśniowego, niższe końcowe pH szynki i polędwicy, a także czerwieńsze mięso. Ekologiczna wieprzowina ma też wyższe straty wyciekowe, ale niższe straty podczas gotowania niż wieprzowina konwencjonalna.

Zdrowie zwierząt z produkcji ekologicznej

Na podstawie kilku obszernych badań (13, 17, 19), w których porównywano stan zdrowia krów mlecznych z chowu ekologicznego i konwencjonalnego możliwe jest wyciągnięcie następujących wniosków:

- wydajność mleczna jest wyraźnie niższa w stadach ekologicznych;
- choroby pasożytnicze są bardziej rozpowszechnione w stadach ekologicznych;
- krowy i jałówki ze stad ekologicznych wykazują znacznie mniej przypadków chorób metabolicznych: ropni, artretyzmu, gorączki mlecznej, ketozy i chorób wątroby;
- nie wykazano istotnej różnicy w liczbie komórek somatycznych, porównując mleko ekologiczne i konwencjonalne, jednak silne zapalenie wymienia występuje istotnie rzadziej w stadach ekologicznych (w Europie północnej i centralnej);
- system odpornościowy krów z chowu ekologicznego funkcjonuje lepiej, co umożliwia zwierzętom bardziej skuteczną walkę z chorobami.

Wpływ żywienia paszą z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej na witalność życiową małych zwierząt doświadczalnych był przedmiotem szeregu badań, przedstawionych w pracy przeglądowej Williams (30). W badaniach porównywano tempo rozwoju, płodność i zdolność reprodukcyjną szczurów, myszy, królików i kur.

Z większości dostępnych danych wynika, że zwierzęta żywione paszą z produkcji ekologicznej wykazują:

- lepsze wskaźniki płodności: większą liczbę jaj, więcej zapłodnień, korzystniejsze zmiany histologiczne u samic;
- lepsze długoterminowe wskaźniki płodności w ciągu kolejnych trzech generacji: wyższy wskaźnik ciężarności, więcej embrionów, większa masa noworodków, niższa śmiertelność prenatalna;
- korzystniejsze parametry zdrowia u nowo narodzonych zwierząt: większy przyrost masy, niższą śmiertelność noworodków, większą przeżywalność młodych zwierząt.

Można zatem wnioskować, że pasze produkowane ekologicznie mogą wywierać korzystny wpływ na zdrowie zwierząt, szczególnie w odniesieniu do wyników reprodukcji i ciąży (24).

RYZIKO BIOLOGICZNE W PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ

Przegląd problemów bezpieczeństwa żywnościowego w produkcji ekologicznej wymaga rozważenia nie tylko zawartości szeregu związków w produktach żywnościowych, lecz także potencjalnego ryzyka mikrobiologicznego związanego z ekologicznym systemem produkcji.

Zanieczyszczenie nawozami naturalnymi i bakteriami odzwierzęcymi

Kompostowany nawóz zwierzęcy jest najczęściej stosowanym nawozem w rolnictwie ekologicznym. Wiadomo, że kompostowanie znacząco redukuje poziom patogenów, lecz kompostowany nawóz nie jest kompletnie wolny od bakterii. Zanieczyszczenie patogenami fekalnymi (zwłaszcza *E. coli* O157) stanowi potencjalne zagrożenie chorobami pokarmowymi, jeżeli produkt zawiera wystarczający poziom żywnych patogenów (18). Kompostowanie niekoniecznie również niszczy formy zarodnikowe, jak np. *Clostridium* sp.

Inny problem związany jest z infekcjami zwierzęcymi (zoonozami), które mogą być przenoszone ze zwierząt na ludzi poprzez konsumpcję żywności. W porównaniu z praktyką stosowaną w chowie konwencjonalnym, szeroki dostęp do wybiegu popierany w chowie ekologicznym w większym stopniu naraża zwierzęta na chorobotwórcze bakterie glebowe. Ponadto obecność szczurów, myszy i ptaków zwiększa ryzyko zakażenia zwierząt bakteriami *Salmonella* bądź *Campylobacter*, zwłaszcza w produkcji drobiu. Raport przedstawiony w roku 2001 przez ekspertów Unii Europejskiej (18) wskazuje, że w porównaniu z rolnictwem konwencjonalnym produkcja ekologiczna prowadzi do wyższego zakażenia bakteriami *Salmonella* jaj, drobiu i mięsa wieprzowego. Jednak inne badania nie potwierdziły tego zagrożenia.

Podsumowując należy stwierdzić, że dotychczasowe badania nie przyniosły wyraźnej odpowiedzi co do tego, czy system chowu ekologicznego stwarza realne problemy występowania chorób pokarmowych (18).

Mikotoksyny

Mikotoksyny są to trujące związki produkowane przez wtórny metabolizm toksycznych grzybów (pleśni) z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*, występujące w produktach żywnościowych (18). Produkcja mikotoksyn jest zależna przede wszystkim od temperatury, wilgotności i innych sprzyjających warunków środowiskowych. Wpływ mikotoksyn na zdrowie człowieka jest negatywny, m.in., rakotwórczy i upośledzający system odpornościowy. Niektórzy badacze sugerują, że ziemiopłody ekologiczne mogą być bardziej podatne na skażenie mikotoksynami, ponieważ w rol-

nictwie ekologicznym zabronione jest stosowanie fungicydów. Jednak kilka ostatnio prowadzonych badań nie przyniosło żadnych dowodów, że żywność ekologiczna jest bardziej podatna na skażenie mikotoksynami niż konwencjonalna (18). Dane naukowe są rozbieżne, zatem problem ten wymaga rozpoznania i rozwiązania w przyszłości.

Pasożyty

W systemie ekologicznym zwierzęta są szczególnie narażone na pasożyty z powodu chowu otwartego i zakazu stosowania profilaktycznych leków weterynaryjnych (18). Dlatego w ekologicznej produkcji zwierząt pasożyty są jednym z najpoważniejszych problemów w zakresie zdrowia zwierząt i w konsekwencji także w zakresie konsumenckiej jakości produktów. Badania prowadzone w Europie północnej wykazały, że otwarty chów trzody chlewnej (szczególnie macior) i kur niosek, skutkuje bardziej rozpowszechnionym zapasożyceniem płazińcami i nicieniami w porównaniu z intensywną produkcją konwencjonalną w warunkach chowu zamkniętego. Otwarta pozostaje kwestia, czy pasożyty zwierzęce naprawdę zagrażają ludzkiemu zdrowiu, mimo że są one niszczone podczas zabiegów czyszczenia i obróbki kulinarnej mięsa. Jednak obecność pasożytów u zwierząt gospodarskich może być odbierana negatywnie przez konsumentów (18).

WPLYW PRZETWÓRSTWA NA JAKOŚĆ ŻYWNOŚCI EKOLOGICZNEJ

Przetwórstwo żywności ekologicznej ma na celu utrzymanie wartości odżywczej oraz ograniczenie liczby i ilości dodatków, a także środków przetwórczych w produktach żywnościowych (16). Regulacje prawne dla przetwórstwa ekologicznego w odniesieniu do bezpieczeństwa żywności zabraniają (11):

- stosowania więcej niż 5% składników nieekologicznych;
- napromieniowywania żywności, stosowania środków barwiących i słodzących;
- stosowania dodatków syntetycznych;
- stosowania środków zapachowych do produktów zwierzęcych oraz sztucznych środków zapachowych w produkcji przetworów warzywnych;
- stosowania GMO;
- stosowania syntetycznych kwasów tłuszczowych typu trans.

Wprowadzenie do produkcyjnej praktyki powyższych zasad przetwórstwa ekologicznego, zawartych w podstawowych standardach IFOAM, powinno mieć bezpośredni pozytywny wpływ na skład i wartość odżywczą produktów żywnościowych, a więc także na bezpieczeństwo żywności (11). Należy przypuszczać, że wpływ ekologicznie przetworzonej żywności na zdrowie człowieka powinien być bardziej pozytywny niż wpływ żywności konwencjonalnej, jednak dotychczas nie ma żadnych dowodów naukowych na poparcie tej hipotezy.

Zakaz stosowania większości dodatków do żywności w ekologicznym przetwórstwie żywności oznacza brak potencjalnie negatywnych składników w żywności. Ponadto informacja dla konsumenta i przejrzystość w sektorze żywności ekologicznej

wydają się być większe niż w sektorze konwencjonalnym (11). Dokładny system kontroli podczas certyfikacji gospodarstwa oraz ekologiczny system etykietowania zapewniają konsumentowi wyraźniejszą informację na temat metody i miejsca produkcji oraz całego łańcucha produkcyjnego. Ta sytuacja stwarza dobre warunki dla wzrostu zaufania i psychologicznego bezpieczeństwa konsumenta.

Niezależnie od bezpośredniego wpływu jakości składników żywności na parametry zdrowotne poczucie bezpieczeństwa może także podnosić ogólny dobrostan konsumentów. Badania psychologiczne i socjologiczne wskazują, że posiłki mają bardzo ważny wpływ na jakość codziennego życia (11). W związku z tym spożywanie żywności ekologicznej może poprawić samopoczucie i odczuwanie bezpieczeństwa przez konsumentów.

PODSUMOWANIE

Produkcja żywności ekologicznej jest powszechnie uważana za bardziej przyjazną dla środowiska, lepiej kontrolowaną i korzystniejszą dla zdrowia ludzi i dobrostanu zwierząt.

Z drugiej strony, wiele danych wskazuje, że szereg zanieczyszczeń żywności ma swoje źródło w konwencjonalnych metodach produkcji rolniczej, chowie zwierząt i przetwórstwie. Negatywna rola chemizacji rolnictwa może być znacząca. W tej sytuacji bezpieczniejsze metody produkcji rolniczej, szczególnie metody ekologiczne, są bardzo ważne.

Badania nad porównaniem jakości ziemiopłodów rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego wykazują szereg pozytywnych cech jakości żywności ekologicznej, ale także ujawniają pewne aspekty negatywne i nierozpoznane, które wymagają dalszych badań.

Pozytywne cechy żywności ekologicznej

Ziemiopłody ekologiczne zawierają mniej azotanów i azotynów oraz mniej pestycydów niż surowce konwencjonalne. Nie ma jednoznacznej różnicy w zawartości metali ciężkich pomiędzy płodami ekologicznymi a konwencjonalnymi. Ekologiczne surowce roślinne zawierają z reguły więcej suchej masy, witaminy C i witamin z grupy B, poza tym więcej związków fenolowych, niezbędnych aminokwasów oraz cukrów ogółem; jednak poziom β -karotenu jest często wyższy w surowcach konwencjonalnych. Ziemiopłody ekologiczne zawierają istotnie więcej żelaza, magnezu i fosforu, a także wykazują tendencje w kierunku wyższej zawartości chromu, jodu, molibdenu, seleniu, wapnia, boru, manganu, miedzi, potasu, sodu, wanadu i cynku.

Ekologiczne warzywa i owoce mają zwykle lepszą jakość sensoryczną – wyraźniejszy zapach i smak, są też słodsze i mają bardziej zwartą konsystencję z powodu wyższej zawartości suchej masy. Preferencja w kierunku surowców ekologicznych jest typowa nie tylko dla ludzi, ale także dla zwierząt (szczury, króliki i kury). Zjawisko to występuje także wtedy, gdy – zgodnie z wynikami analiz chemicznych – zarówno

pasza ekologiczna, jak konwencjonalna spełnia wymogi fizjologiczne badanych zwierząt. Warzywa, ziemniaki i owoce z produkcji ekologicznej wykazują lepszą jakość przechowalniczą podczas zimowego przechowywania – wyraźnie mniejsze ubytki masy spowodowane transpiracją, gniciem i rozkładem. Możliwa przyczyna związana jest z wyższą zawartością suchej masy, związków mineralnych i cukrów ogółem. Przynosi to korzyści nie tylko w odniesieniu do wartości odżywczej, ale także ekonomicznej; w systemie konwencjonalnym uzyskuje się wysokie plony, ale duże ubytki przechowalnicze niweczą ekonomiczny sens tej produkcji.

Zwierzęta gospodarskie ze stad ekologicznych wykazują mniej chorób metabolicznych, takich jak: ketoza, lipidoza, artretyzm, zapalenie wymienia i gorączka mleczna. Mleko i mięso z ekologicznie chowanych zwierząt mają korzystniejszy profil kwasów tłuszczowych i zawierają regularnie więcej CLA (sprzężonego kwasu linoleinowego), który, jak się uważa, ma wpływ antyrakotwórczy i wzmagający odporność organizmu ludzkiego. Zwierzęta doświadczalne (małe ssaki) żywione paszą ekologiczną wykazują lepsze parametry zdrowia i płodności: mniejszą śmiertelność prenatalną i większe mioty oraz lepszą odporność młodych zwierząt na choroby. Szczególnie ciekawe jest, że zjawisko to nasila się w kolejnych generacjach; w świetle zmniejszającej się płodności ludzi w krajach rozwiniętych fakt ten ma duże znaczenie.

Ekologicznie przetworzona żywność zawiera znacznie mniej syntetycznych dodatków (środków barwiących, zapachowych i słodzących, syntetycznych kwasów tłuszczowych typu trans itp.). Żywność ekologiczna może być polecana dla wszystkich ludzi, jednak szczególnie dla kobiet w ciąży i karmiących, niemowląt i małych dzieci, osób starszych i przewlekle chorych oraz wegetarian. Ta ostatnia grupa konsumuje dużo warzyw, które w produktach konwencjonalnych zawierają zbyt dużo substancji rakotwórczych.

Niższy poziom azotanów i wyższy poziom związków fenolowych oraz witaminy C w surowcach ekologicznych mają szczególne znaczenie dla zdrowia, ponieważ związki te hamują powstawanie substancji rakotwórczych oraz sam proces karcynogenezy. Z tego względu warzywa ekologiczne mogą odgrywać ważną rolę w profilaktyce antynowotworowej.

Niekorzystne cechy produkcji ekologicznej

Rośliny uprawiane w systemie ekologicznym wydają średnio o 20% niższe plony niż produkowane konwencjonalnie. Ten sam problem dotyczy produkcji zwierzęcej, w której wydajność mleka i mięsa jest istotnie niższa. Powoduje to niższy zysk dla producenta ekologicznego, podnosi ceny i dla wielu konsumentów stanowi barierę ograniczającą zakup żywności ekologicznej.

Zwierzęta w systemie chowu ekologicznego są częściej zarażone pasożytami. Obniża to wydajność produkcji zwierzęcej oraz może stwarzać pewne problemy dla konsumentów, chociaż właściwa obróbka technologiczna i kulinarna pozwala na unikanie ryzyka zdrowotnego.

Niewyjaśnione problemy jakości produkcji ekologicznej

Zanieczyszczenie środowiskowe (metale ciężkie, PCB, dioksyny, węglowodory aromatyczne) może być podobne w ziemiopłodach ekologicznych i konwencjonalnych, ponieważ wpływ źródeł przemysłowych, transportowych i komunalnych jest podobny w przypadku gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych, położonych w tym samym terenie. Jednak poziom kadmu okazuje się niekiedy wyższy w płodach konwencjonalnych, przypuszczalnie w związku ze stosunkowo wysoką jego zawartością w mineralnych nawozach fosforowych i ściekach komunalnych stosowanych w rolnictwie konwencjonalnym.

Skażenie bakteriami, głównie *Salmonella* i *Campylobacter*, może być niekiedy większe w produktach ekologicznych, jednak wyniki badań naukowych nie są jak dotąd pod tym względem jednoznaczne.

Mikotoksyny mogą zanieczyszczać zarówno ekologiczną, jak też konwencjonalną żywność. Dane naukowe są w tym zakresie sprzeczne; należy rozgraniczać w tym przypadku czynniki produkcyjne (warunki na polu) i poprodukcyjne (przechowywanie).

Najważniejsza dla konsumentów kwestia, tzn. wpływ żywności ekologicznej na zdrowie człowieka pozostaje nadal nierozstrzygnięta. Istnieją już dobre przesłanki do postawienia hipotezy, że ekologicznie produkowana żywność powinna wywierać pozytywny wpływ na zdrowie ludzkie, jednak brakuje niepodważalnych naukowo badań w tym zakresie. Jedyne badania interwencyjne na ludziach (15) wykazały wprawdzie lepsze parametry samopoczucia i zdrowia u osób żywionych dietą ekologiczną, jednak praca ta została skrytykowana z powodu niedostatków metodycznych. Konieczne zatem są szeroko zakrojone gruntowne badania.

Literatura

1. A u b e r t C.: Pollution du lait maternel, une enquete de Terre vivante. Les Quatre Saisons du Jardinage, 1987, **42**: 33-39.
2. B a k e r B. P., B e n b r o o k C. M., G r o t h E., B e n b r o o k K. L.: Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. Food Additiv. Contamin., 2002, **19**: 427-446.
3. BMA: The BMA guide to pesticides, chemicals and health. Report of science and education. British Medical Association, UK, 1992.
4. B r a n d t K., M o l g a a r d J. P.: Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? J. Sci. Food Agric., 2001, **81**: 924-931.
5. B u l l i n g W.: Qualitätsvergleich von „biologisch“ und „konventionell“ erzeugten Feldfruchten. Regierungspräsidium, Stuttgart, 1987.
6. C a s t e l l i n i C., M u g n a i C., D a l B o s c o A.: Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Sci., 2002, **60**: 219-225.
7. Council Regulation EC 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs.
8. Council Regulation EC 1804/99 of 19 July 1999 Supplementing Regulation EC no. 2092/91 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs to include livestock production.

9. Curl C.L., Fenske R.A., Elgethun K.: Organophosphate pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. *Environ. Health Perspect.*, 2003, **111**: 377-382.
10. Haas G., Wetterich F., Köpke U.: Life cycle assessment of intensive, extensified and organic grassland farms in southern Germany. Proc. 13th Intern. IFOAM Sci. Conf., 28-31 Sept. 2000, Basel, Switzerland (ed. T. Alföldi, W. Lockeretz, U. Niggli), 2000, 157.
11. Hansen B., Alroe H.F., Kristensen E.S., Wier M.: Assessment of food safety in organic farming. DARCOF Working Papers No. 52, January 2002.
12. Hansson I., Hamilton C., Ekman T., Forslund K.: Carcass quality in certified organic production compared with conventional livestock production. *J. Vet. Med. B*, 2000, **47**: 111-120.
13. Hardeng F., Edgell V.L.: Mastitis, ketosis and milk fever in 31 organic and 93 conventional Norwegian Dairy Herds. *J. Dairy Sci.*, 2001, **84**: 2673-2679.
14. Howard V.: Pesticides and health. Intern. Cong.: Organic farming, food quality and human health. Newcastle, UK, 2005.
15. Huber K., Fuchs N.: Wie wirkt die Erzeugungsqualität von Lebensmitteln? *Lebendige Erde*, 2003, **4**: 42-47.
16. IFOAM: Basic standards for organic farming and processing, 2nd draft 2002, 2001.
17. Karwowska W.: Porównanie stanu zdrowia krów mlecznych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych w Polsce. (W): Porównanie ekologicznych i konwencjonalnych gospodarstw rolnych w Polsce (red. M. Górny). Wyd. SGGW, Warszawa, 1999, 78-87.
18. Koubka M.: Quality of organic animal products. *Livestock Production Sci.*, 2003, **80**: 33-40.
19. Lund V., Algers B.: Research on animal health and welfare in organic farming – a literature review. *Livestock Production Sci.*, 2003, **80**: 55-68.
20. Lundegårdh B., Martensson A.: Organically produced plant foods – evidence of health benefits. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil Plant Sci.*, 2003, **53**: 3-15.
21. Meier-Ploeger A.: Organic farming, food quality and human health. NJF Seminar, Sweden, 2005.
22. Mirvish S.S.: Vitamin C inhibition of N-nitroso compounds formation. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1993, **57**: 598-599.
23. Olsson V., Andersson K., Hansson I., Lundström K.: Differences in meat quality between organically and conventionally produced pigs. *Meat Sci.*, 2003, **64**: 287-297.
24. Padel S.: Exploring the gap between attitudes and behaviour. *Brit. Food J.*, 2005, **107(8)**: 606-625.
25. Pastuschenko V., Matthes H.D., Hein T., Holzer Z.: Impact of cattle grazing on meat fatty acid composition in relation to human nutrition. Proc. 13th Intern. IFOAM Sci. Conf., 28-31 Sept. 2000, Basel, Switzerland (ed. T. Alföldi, W. Lockeretz, U. Niggli), 2000, 293-296.
26. Rembialkowska E.: Zdrowotna i sensoryczna jakość ziemniaków oraz wybranych warzyw z gospodarstw ekologicznych. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, 2000.
27. Szponar L., Kierzkowska E.: Azotany i azotyny w środowisku oraz ich wpływ na zdrowie człowieka. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 1990, **44**: 327-350.
28. Ustawa o rolnictwie ekologicznym z 20 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 93, poz. 898).
29. Vogtmann H.: Ökologischer Landbau - Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verlag, Stuttgart, 1985.
30. Williams C.M.: Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? *Proc. Nutr. Soc.*, 2002, **61**: 19-24.
31. Worthington V.: Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *J. Altern. Complem. Medic.*, 2001, **7/2**: 161-173.
32. Zedoks J.C.: Development of farming systems. Pudoc, Wageningen, 1989.

Adres do korespondencji:

dr hab. Ewa Rembiałkowska
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
SGGW
ul Nowoursynowska 159C
02-776 Warszawa
tel.: (48 22) 59 37 038
e-mail: rembialk@alpha.sggw.waw.pl

