

Żywność ekologiczna a konwencjonalna – wybrane właściwości

Słowa kluczowe: rolnictwo ekologiczne, żywność ekologiczna, zanieczyszczenia żywności, ochrona środowiska

Streszczenie

W pracy zdefiniowano pojęcie rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego oraz przedstawiono różnice w jakości wyprodukowanej żywności wynikające z systemu gospodarowania. Przeprowadzono badania laboratoryjne, dzięki którym porównano zawartość suchej masy, aktywność wody oraz zawartość potasu, żelaza, miedzi, manganu i ołowiu w żywności. Materiały do badań stanowiły te same grupy produktów spożywczych, pochodzące z certyfikowanej produkcji ekologicznej i produkcji konwencjonalnej. Otrzymane wyniki wykazały, że certyfikowana żywność ekologiczna charakteryzuje się większą zawartością suchej masy oraz mniejszą aktywnością wody. Natomiast produkty konwencjonalne odznaczają się większą zawartością badanych pierwiastków, do czego przyczynia się m.in.: tło geochemiczne, stosowanie nawozów mineralnych oraz rozwój przemysłu i transportu. Ekologiczny sposób gospodarowania wpływa na podwyższenie jakości spożywanej żywności poprzez ograniczenie migracji składników nawozowych i innych zanieczyszczeń.

Wstęp

Konsument, który nabywa określony produkt żywnościowy, posiada pewne oczekiwania dotyczące jego jakości. Jest on również ostatecznym odbiorcą i ponosi całe ryzyko konsekwencji zdrowotnych związanych z jego spożyciem [16]. Do podstawowych czynników, które warunkują jakość żywności można zaliczyć warunki środowiskowe oraz system gospodarowania [4]. Dlatego też, coraz więcej osób w trosce o zdrowie wprowadza do jadłospisu produkty pochodzące z produkcji ekologicznej, które są utożsamiane z produktami wysokiej jakości [8, 5]. Żywność ekologiczna jest

produkowana w gospodarstwach i przetwórnich, które podlegają certyfikacji zgodnie z zasadami dotyczącymi rolnictwa ekologicznego oraz przetwórstwa ekologicznego. Ten sposób produkcji opiera się na bezpiecznych dla środowiska praktykach rolniczych, które charakteryzują się odpowiednio dobranym płodozmianem oraz zastosowaniem nawozów zielonych, naturalnych i kompostów pochodzących z własnego gospodarstwa rolnego, a w procesie pielęgnacji roślin, w tym także w odchwaszczaniu upraw, stosuje się zabiegi typowo mechaniczne, które nie wymagają stosowania środków chemicznych [9]. Całokształt tych zabiegów przekłada się na otrzymywanie produktów spożywczych, które cechują się większą zawartością witamin, minerałów i innych cennych składników niż produkty otrzymywane w konwencjonalny sposób, czyli taki, którego celem jest maksymalizacja zysku. Konwencjonalny system prowadzenia działalności rolniczej nie wyklucza zużycia chemicznych środków ochrony roślin, nawozów sztucznych i stosowania GMO. Produkty, które pochodzą z tego typu gospodarstwa mogą zawierać związki, które są szkodliwe dla organizmu ludzkiego [10, 18]. W związku z rosnącą świadomością konsumentów, która dotyczy jakości żywności i stanu środowiska, coraz częściej prowadzi się badania dotyczące zagadnień związanych z produkcją żywności. Pozwalają one na weryfikację pozytywnego działania spożywanych produktów spożywczych na stan zdrowia oraz ocenę wpływu systemu produkcji rolnej na otaczające środowisko [1].

W celu oceny jakości oraz bezpieczeństwa żywności stosuje się parametry, które należą do trzech podstawowych zakresów takich jak: ocena organoleptyczna, ocena parametrów fizykochemicznych oraz ocena znakowania produktów. Ocena parametrów fizykochemicznych to metoda mierzalna wyznaczenia jakości żywności. Pozwala ona uzyskać niezbędne informacje odnośnie składu produktu, obecności mikro- i makroelementów, witamin, obecności zanieczyszczeń, oraz substancji dodatkowych. Jest ona dostosowana do grupy badanych produktów. Ocena organoleptyczna pozwala jedynie na wstępne badanie autentyczności i zafałszowania produktów spożywczych, natomiast poznanie wybranych cech fizykochemicznych za pomocą badań laboratoryjnych umożliwia pogłębienie wiedzy na temat jakości badanego produktu i stanowi ocenę obiektywną [15].

Celem pracy było oznaczenie wybranych właściwości fizykochemicznych produktów spożywczych pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych, ich analiza oraz przedstawienie różnic wynikających z systemu gospodarowania. Przyczyni się to do oceny jakości produktów spożywczych dostępnych na rynku.

Materiały i metody

Materiały do badań stanowiły te same grupy produktów spożywczych, pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej (Tab. 1).

Tabela 1. Badany materiał

Grupa badanych produktów	Produkty
Owoce	jabłka
	banany
Warzywa	ziemniaki
	ogórki
Przetwory mleczne	śmietana 18%
	kefir
Przetwory zbożowe	płatki owsiane
	kasze jaglane

Źródło: własne

Wymienione produkty żywnościowe poddano analizie laboratoryjnej i oznaczono wybrane właściwości fizykochemiczne, takie jak: zawartość suchej masy za pomocą metody suszarkowej i aktywność wody przy wykorzystaniu aparatu do badania aktywności wody. Po uprzedniej mineralizacji próbek zbadano także zawartość potasu za pomocą fotometru płomieniowego oraz ilość nagromadzonych metali, takich jak: żelazo, miedź, mangan i ołów wykorzystując spektrometr absorpcji atomowej. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu komputerowego Statistica v. 12.

Wyniki

Na podstawie przeprowadzonych badań otrzymano informację na temat zawartości suchej masy, aktywności wody oraz ilości potasu, żelaza, miedzi, manganu i ołowiu w produktach pochodzących z certyfikowanych upraw ekologicznych oraz upraw konwencjonalnych (Tab. 2, Tab. 3).

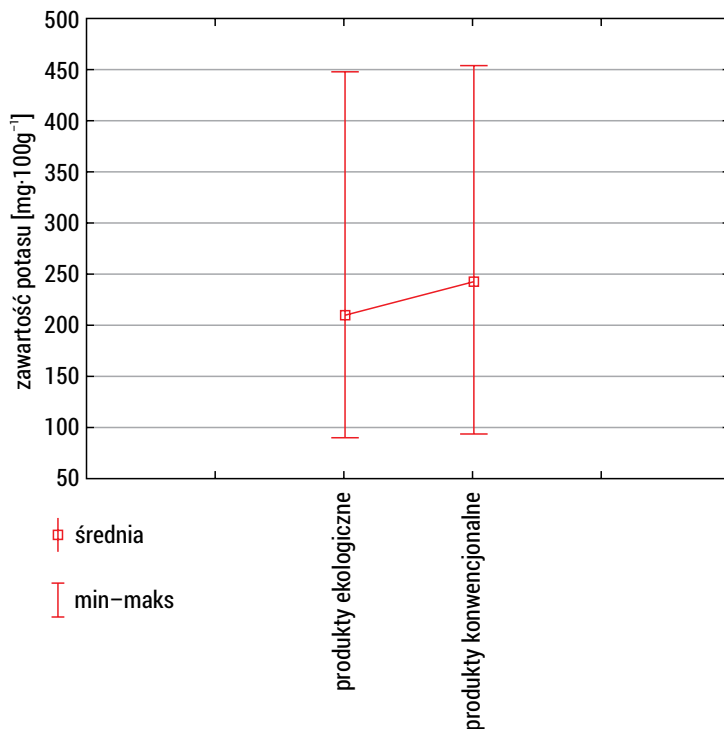
Tabela 2. Zawartość suchej masy i aktywność wody wybranych produktów spożywczych

Grupa badanych produktów	Produkty	Typ gospodarstwa	zawartość suchej masy [%]	aktywność wody [-]	
owoce	jabłka	ekologiczne	15,83 ±0,50	0,99 ±0,02	
		konwencjonalne	13,63 ±1,02	0,99 ±0,00	
	banany	ekologiczne	28,17 ±1,51	0,98 ±0,01	
		konwencjonalne	26,44 ±1,30	0,98 ±0,01	
	warzywa	ziemniaki	ekologiczne	21,82 ±0,91	0,99 ±0,01
			konwencjonalne	13,94 ±0,60	1,00 ±0,00
ogórki		ekologiczne	3,98 ±0,58	0,99 ±0,01	
		konwencjonalne	2,89 ±0,45	1,00 ±0,01	
przetwory mleczne	śmietana 18%	ekologiczne	24,99 ±1,15	0,99 ±0,01	
		konwencjonalne	24,00 ±0,95	1,00 ±0,01	
	kefir	ekologiczne	18,13 ±0,62	0,99 ±0,01	
		konwencjonalne	17,41 ±0,84	0,99 ±0,02	
	przetwory zbożowe	płatki owsiane	ekologiczne	90,31 ±1,50	0,39 ±0,02
			konwencjonalne	90,16 ±1,08	0,47 ±0,03
kasze jaglane		ekologiczne	88,36 ±0,70	0,44 ±0,02	
		konwencjonalne	88,20 ±1,17	0,50 ±0,01	

Źródło: własne

Zawartość suchej masy w produktach pochodzenia ekologicznego mieściła się w zakresie od 3,98% do 90,31% całkowitej masy produktu, natomiast w produktach pochodzenia konwencjonalnego od 2,89% do 90,16%. Zauważono, że wszystkie spośród badanych produktów ekologicznych cechowały się wyższą zawartością suchej masy w porównaniu do konwencjonalnych odpowiedników. Również Hallman i in. [6] w swoich badaniach przeprowadzonych na papryce pochodzącej z upraw ekologicznych oraz konwencjonalnych ukazali taką zależność (sucha masa w papryce ekologicznej to średnio 9,58% całkowitej masy warzywa, natomiast w papryce konwencjonalnej to 8,45%). Jak podaje Kazimierczak i in. [7] w badaniach nad wybranymi gatunkami roślin zielarskich, wyniki wskazują także na istotnie wyższą zawartość suchej masy w surowcach pochodzących z uprawy ekologicznej ($23,94 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{ ś.m.}$) w stosunku do surowców konwencjonalnych ($19,93 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{ ś.m.}$). Aktywność wody to kluczowy parametr podczas przebiegu procesów biologicznych, który przede wszystkim wpływa na rozwój drobnoustrojów. Na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzono, że produkty należące do takich grup jak: owoce, warzywa i przetwory mleczne charakteryzują się aktywnością wody powyżej 0,98, co sugeruje o braku stabilności mikrobiologicznej. Żywność zaklasyfikowana jako przetwory zbożowe odznacza się wartościami analizowanego parametru na poziomie niższym niż 0,5. O aktywności wody decyduje stan wody w materiale. Dlatego istnieje związek pomiędzy znacznie niższą zawartością suchej masy produktów należących do pierwszych trzech wymienionych grup w porównaniu do produktów zbożowych a podwyższoną wartością aktywności wody. Stwierdzono, że wszystkie spośród badanych produktów ekologicznych cechują się wyższą zawartością suchej masy, a tym samym mniejszą aktywnością wody w porównaniu do konwencjonalnych odpowiedników. Podana zależność wynika z większej podatności gromadzenia wody w tkankach roślin pochodzących z upraw konwencjonalnych w wyniku stosowania nawozów mineralnych, co powoduje zmniejszenie ilości suchej masy, a tym samym składników bioaktywnych, co stanowi odmienną sytuację do roślin pochodzących z gospodarstw ekologicznych [3, 7, 11].

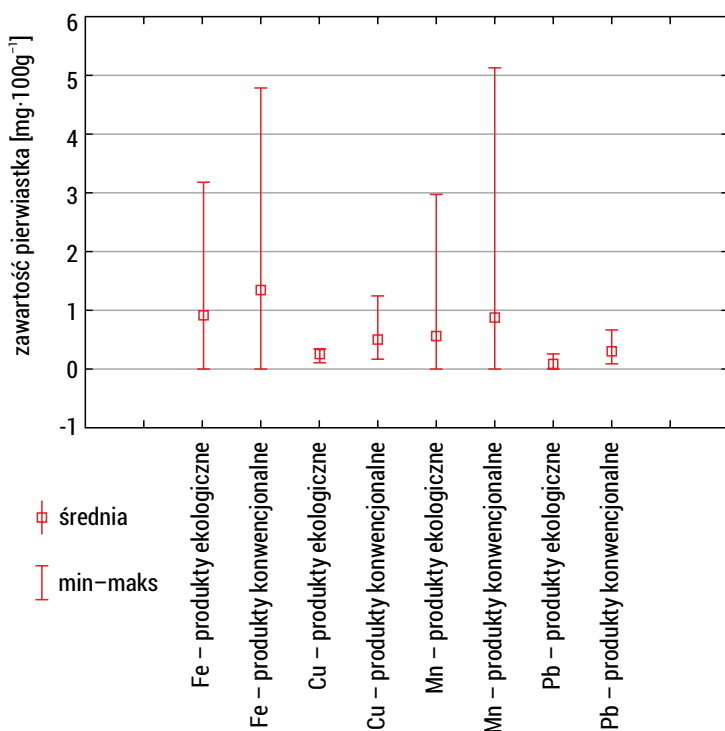
Biorąc pod uwagę zawartość potasu, zauważono, że była ona największa w ziemniakach i płatkach owsianych, przy czym większą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w produktach z upraw konwencjonalnych. Potas całkowity to składnik występujący obficie w glebie, jednakże zawartość jego ruchliwych form, które są dostępne dla roślin jest często zbyt niska. Dlatego rolnicy są zmuszeni do nawożenia tym składnikiem [13]. Efekty tego zjawiska są zauważalne w przeprowadzonych badaniach. Żywność pochodząca z upraw konwencjonalnych, czyli tych w których dopuszcza się stosowanie nawozów sztucznych, odznacza się wyższą zawartością omawianego pierwiastka w porównaniu do żywności ekologicznej (Rys. 1).



Rysunek 1. Średnie ilości i zakresy potasu w produktach ekologicznych i konwencjonalnych

Źródło: własne

Ilość żelaza, miedzi i manganu była większa w przeważającej części produktów spożywczych pochodzących z upraw konwencjonalnych w porównaniu do produktów z upraw ekologicznych (Rys. 2). Zawartość żelaza wahała się od 0 do 4,8 mg·100g⁻¹, miedzi od 0,1 do 1,3 mg·100g⁻¹, a manganu od 0 do 5,1 mg·100g⁻¹. Jak podaje Berski i in. [2] średnia zawartość żelaza i manganu w płatkach owsianych ekologicznych również była istotnie mniejsza niż w płatkach z ziarna z upraw konwencjonalnych (żelazo: 29,01 mg·kg⁻¹ i 38,16 mg·kg⁻¹; mangan: 35,50 mg·kg⁻¹ i 40,60 mg·kg⁻¹). Według badań przeprowadzonych przez Śmiechowską i Florek [14] również więcej miedzi zawierały warzywa z uprawy konwencjonalnej, a mianowicie 0,056 i 0,57 mg·kg⁻¹ św.m w ziemniakach i marchwi oraz 1,53 mg·kg⁻¹ św.m. w pietruszce. Niższą zawartość miedzi osiągnęły warzywa z uprawy ekologicznej i wynosiła ona 0,21 i 0,27 mg·kg⁻¹ św.m. w marchwi i ziemniakach oraz 0,08 mg·kg⁻¹ św.m. w pietruszce. Miedź to pierwiastek zaliczany do grupy metali ciężkich, jednakże w niewielkich ilościach jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu [17].



Rysunek 2. Średnie ilości i zakresy Fe, Cu, Mn, Pb w produktach ekologicznych i konwencjonalnych

Źródło: własne

Tabela 3. Zawartość żelaza, miedzi, manganu, ołowiu i potasu w wybranych produktach spożywczych

Produkty	Typ gospodarstwa	zawartość Fe [mg·100g ⁻¹]	zawartość Cu [mg·100g ⁻¹]	zawartość Mn [mg·100g ⁻¹]	zawartość Pb [mg·100g ⁻¹]	zawartość K [mg·100g ⁻¹]
jabłka	ekologiczne	0,1831 ±0,0129	0,0981 ±0,0076	0,1831 ±0,0340	0,0000 ±0,0000	131,5893 ±3,7639
	konwencjonalne	0,2334 ±0,0693	0,1659 ±0,0578	0,2731 ±0,0410	0,2559 ±0,0154	186,6578 ±3,1984
banany	ekologiczne	0,0000 ±0,0000	0,2588 ±0,0908	0,5109 ±0,0509	0,0000 ±0,0000	313,6483 ±8,7364
	konwencjonalne	0,2218 ±0,01980	0,3773 ±0,03480	0,5249 ±0,0460	0,0886 ±0,0045	412,4088 ±10,3870

Produkty	Typ gospodarstwa	zawartość Fe [mg·100g ⁻¹]	zawartość Cu [mg·100g ⁻¹]	zawartość Mn [mg·100g ⁻¹]	zawartość Pb [mg·100g ⁻¹]	zawartość K [mg·100g ⁻¹]
ziemniaki	ekologiczne	3,1322 ±0,5497	0,3273 ±0,0109	0,3851 ±0,0630	0,0000 ±0,0000	448,7805 ±13,9190
	konwencjonalne	1,4231 ±0,0540	0,6417 ±0,0359	0,3240 ±0,0429	0,2414 ±0,0099	453,6213 ±15,6308
ogórki	ekologiczne	0,2635 ±0,0297	0,3330 ±0,0198	0,1536 ±0,0065	0,1154 ±0,0420	137,7304 ±5,6519
	konwencjonalne	0,3929 ±0,0490	0,4056 ±0,0239	0,3467 ±0,0760	0,1269 ±0,0017	175,3353 ±7,5301
śmietana 18%	ekologiczne	0,0000 ±0,0000	0,1067 ±0,0090	0,0000 ±0,0000	0,0000 ±0,0000	121,6224 ±4,8209
	konwencjonalne	0,0000 ±0,0000	0,2860 ±0,0190	0,0000 ±0,0000	0,4656 ±0,0129	125,3409 ±4,7620
kefir	ekologiczne	0,0000 ±0,0000	0,2438 ±0,0034	0,0000 ±0,0000	0,2408 ±0,0209	134,2274 ±2,6491
	konwencjonalne	0,0000 ±0,0000	0,4290 ±0,0101	0,0000 ±0,0000	0,4020 ±0,0291	144,9745 ±3,7273
płatki owsiane	ekologiczne	3,1752 ±0,1940	0,2986 ±0,0126	2,9656 ±0,0103	0,0000 ±0,0000	304,6074 ±9,6263
	konwencjonalne	3,5594 ±0,2845	0,4543 ±0,0164	5,1228 ±0,0458	0,1363 ±0,0172	352,4884 ±11,6392
kasze jaglone	ekologiczne	0,5155 ±0,0183	0,3125 ±0,0926	0,3415 ±0,0284	0,2287 ±0,0029	89,2719 ±9,3429
	konwencjonalne	4,7776 ±0,0937	1,2450 ±0,0917	0,4349 ±0,0926	0,6607 ±0,0099	93,0943 ±5,0120

Źródło: własne

Wszystkie spośród badanych ekologicznych produktów spożywczych charakteryzowały się mniejszą zawartością ołowiu w swoim składzie w porównaniu do konwencjonalnych odpowiedników (Rys. 2). Według Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1881/2006 [12] maksymalny dopuszczalny poziom ołowiu w zbożach i roślinach strączkowych wynosi 0,20 mg·kg⁻¹ świeżej masy, w warzywach 0,1–0,3 mg·kg⁻¹ (0,1 mg·kg⁻¹ w przypadku ziemniaków i ogórków), owocach 0,1–0,2 mg·kg⁻¹ i w przetworach mlecznych 0,02 mg·kg⁻¹. Po przeliczeniu otrzymanych wyników na zawartość Pb w suchej masie produktu zauważono, że zarówno kasza jaglana pochodząca z uprawy konwencjonalnej, jak i ekologicznej przekracza ustanowiony w normie po-

ziom, przy czym zawartość Pb w produkcie konwencjonalnym jest prawie trzykrotnie wyższa niż w ekologicznym. Również płatki owsiane pochodzące z uprawy konwencjonalnej charakteryzują się przekroczeniem dopuszczalnej normy. W przypadku owoców, stwierdzono przekroczenie dozwolonej zawartości w jabłkach oraz bananach pochodzących z uprawy konwencjonalnej. Natomiast w przypadku warzyw, ogórki ekologiczne i konwencjonalne zawierały zbyt dużą ilość Pb w składzie, a analizując ziemniaki, nadwyżkę ponad dopuszczalny poziom zauważono w produktach konwencjonalnych. Rozpatrując przetwory mleczne jedynie śmietana 18% wyprodukowana w gospodarstwie ekologicznym nie przekroczyła dopuszczalnej zawartości. Nadmierna zawartość ołowiu może mieć związek ze stosowaniem nawozów mineralnych oraz rozwojem przemysłu i transportu. Metale ciężkie klasyfikowane są jako zagrożenia chemiczne obecne w produktach spożywczych, których w dużej mierze poziom zależy też od systemu gospodarowania [6].

Podsumowanie

Główną różnicą pomiędzy ekologicznym systemem produkcji rolniczej a konwencjonalnym z punktu widzenia konsumenta to wykluczenie różnorodnych związków chemicznych mających na celu optymalizację plonów. W związku z tym ostateczne właściwości produktów spożywczych wykazują istotne różnice w zależności od rodzaju uprawy, z której pochodzą.

Na podstawie przeprowadzonych badań otrzymano informację na temat zawartości suchej masy, aktywności wody oraz ilości wybranych pierwiastków w produktach pochodzenia ekologicznego i konwencjonalnego. Stwierdzono, że wszystkie spośród badanych produktów ekologicznych cechują się wyższą zawartością suchej masy oraz mniejszą aktywnością wody w porównaniu do konwencjonalnych odpowiedników. Niższa zawartość suchej masy w produktach pochodzących z upraw konwencjonalnych może wynikać ze stosowania nawozów mineralnych, co przekłada się na większą podatności gromadzenia wody w tkankach roślin i wzrost plonów, co wpływa regresywnie na zawartość składników bioaktywnych w wyprodukowanej żywności. Natomiast zwiększona aktywność wody przyczynia się do obniżenia trwałości żywności i zwiększenia podatności na procesy gnilne [3, 7, 11].

Zawartość potasu była największa w ziemniakach i płatkach owsianych, przy czym większą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w produktach z upraw konwencjonalnych. Może mieć to związek ze stosowaniem nawozów sztucznych w rolnictwach konwencjonalnych.

Natomiast ilość żelaza, miedzi i manganu była większa w przeważającej części produktów spożywczych pochodzących z upraw konwencjonalnych w porównaniu do produktów z upraw ekologicznych. Zawartość żelaza wahała się od 0 do 4.8 mg·100g⁻¹, miedzi od 0.1 do 1.3 mg·100g⁻¹, a manganu od 0 do 5.1 mg·100g⁻¹.

Zawartość tych składników uzależniona jest m.in.: od tła geochemicznego, odmiany rośliny, sposobu hodowli, nawożenia i lokalizacji [7, 14].

Ponadto wszystkie spośród badanych ekologicznych produktów spożywczych charakteryzowały się mniejszą zawartością ołowiu w swoim składzie w porównaniu do konwencjonalnych odpowiedników, a niektóre z nich przekraczały dopuszczalny poziom Pb w swoim składzie. Ma to związek ze stosowaniem nawozów mineralnych oraz rozwojem przemysłu i transportu [14].

Przeprowadzone badania wskazują, że badane produkty ekologiczne i produkty konwencjonalne charakteryzują się odmiennymi właściwościami, przy czym ekologiczny sposób gospodarowania przyczynił się do podwyższenia jakości spożywanej żywności. Żywność ekologiczna charakteryzuje korzystniejszymi właściwościami prozdrowotnymi, co wynika z wyższej wartości odżywczej oraz niższego poziomu zanieczyszczeń, które stanowią pozostałości chemii rolnej w porównaniu do żywności konwencjonalnej.

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy nr WZ/WB-IIŚ/3/2020 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji badawczej przekazanej przez Ministra Edukacji i Nauki.

Literatura

- [1] Adamczyk M., Rembiałkowska E., *The Comparative Assessment of Some Selected Quality Characteristics of Apples from the Organic and Conventional Production*. Żywność: nauka – technologia – jakość 2005, 2(43), s. 9–21
- [2] Berski W., Achremowicz B., Gambuś F., Gambuś H., *Zawartość wybranych mikroelementów i pierwiastków śladowych w płatkach owsianych*. Acta Agrophysica 2017, 24(1), s. 5–15
- [3] Brandt K., Molgaard P., *Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?* Journal of the Science of Food and Agriculture 2001, 81, s. 924–931
- [4] Ducka M., *Ekologiczne rolnictwo i ogrodnictwo. Materiały szkoleniowe*. Krajowe Centrum Edukacji Rolniczej w Brwinowie 2011, s. 15–22
- [5] Głodowska M., Krawczyk J., *Heavy metals concentration in conventionally and organically grown vegetables*. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods. 2017, 9 (4), s. 497–503
- [6] Hallmann E., Rembiałkowska E., Szafirowska A., Grudzień K., *Znaczenie surowców z produkcji ekologicznej w profilaktyce zdrowotnej na przykładzie papryki z uprawy ekologicznej*. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny 2007, 58(1), s. 77–82

- [7] Kazimierczak R., Hallmann E., Sokołowska O., Rembiałkowska E., *Zawartość związków bioaktywnych w roślinach zielarskich z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej*. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 2011, 56 (3), s. 200–205
- [8] Kowalczyk S., Krzyżanowski J., Kwasek M., *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (47). Zrównoważone systemy żywnościowe*. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy 2018, s. 44–52
- [9] Magnusson M.K., Arvola A., Koivisto Hursti U.-K., Aberg L, Sjöden P.O., *Choice of organic foods is related to perceived consequences for human health and to environmentally friendly behaviour*. Appetite 2003, 40(2), s. 109–117
- [10] Onakpa M.M., Njan A.A., Kalu O.C., *A Review of Heavy Metal Contamination of Food Crops in Nigeria*. Annals of Global Health. 2018, 84(3), s. 488–494
- [11] Pałacha Z., Makarewicz M., *Aktywność wody wybranych grup produktów spożywczych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2011, 2, p. 24–28
- [12] *Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych* (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz.U. L 364 z 20.12.2006, s. 5–24)
- [13] Sapek B., *Zagadnienie potasu w świetle oddziaływania rolnictwa na środowisko*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2001, 476, s. 281–282
- [14] Śmiechowska M., Florek A. *Zawartość metali ciężkich w wybranych warzywach z uprawy konwencjonalnej, ekologicznej i działkowej*. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 2011, 56(4), s. 154–156
- [15] Szpakowska M., Tymoszek E., *Wybrane aspekty oceny jakości produktów żywnościowych*. Prace i materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego 2012, 3(3), s. 104–113
- [16] Tobler C., Vivianne H.M., Siegrist M., *Eating green. Consumers' willingness to adopt ecological food consumption behaviors*. Appetite 2011, 57(3), s. 674–682
- [17] Trumbo P., Yates A.A., Schlicker S., Poos M., *Dietary Reference Intakes: Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Journal of the American Dietetic Association 2001, 101, s. 294–301
- [18] Wang Z., Bao J., Wang T., Moryani H.T., Kang W., Zheng, J., Zhan, C. Xiao W. *Hazardous heavy metals accumulation and health risk assessment of different vegetable species in contaminated soils from a typical mining city, Central China*. Int. J. Environ. Res. Public Health, 2021, 18