

W ostatniej dekadzie wzrosło zapotrzebowanie wśród konsumentów na żywność funkcjonalną, żywność wygodną, która jest łatwo dostępna oraz umożliwia szybkie przygotowanie posiłku. Na rynku przetworów warzywnych spośród produktów żywności wygodnej i funkcjonalnej dostępne są ugotowane w całości, a następnie obrane i zapakowane w próżni korzenie buraków ćwikłowych oraz buraki ćwikłowe niskoprzetworzone pakowane w atmosferze modyfikowanej. Produkty te wykazują wysokie właściwości przeciwutleniające od 9,29 do 13,62 μM Troloxu/g produktu, w zależności od odmiany korzeni buraka ćwikłowego, jak i sposobu pakowania, przy czym nie wykazano istotnych różnic pomiędzy burakami mało przetworzonymi pakowanymi w atmosferze modyfikowanej o składzie 10% CO_2 , 90% N_2 oraz w próżni (Mikołajczyk, 2007).

1.4. Plony, zbiory i przetwórstwo warzyw w Polsce

Tendencja spadkowa w produkcji warzyw ogółem (warzyw gruntowych i spod osłon) dość mocno zaznaczyła się w 2015 roku, gdyż zbiory warzyw ogółem były o 17% mniejsze niż w 2014 roku. W latach 2016 i 2017 w dalszym ciągu utrzymywała się tendencja spadkowa w produkcji warzyw ogółem, w 2016 roku zbiory warzyw były mniejsze o 17%, a w 2017 roku o 14% w porównaniu do 2014 roku. Najbardziej obniżyła się produkcja kapusty białej (o 24%) i kalafiorów (o 21%), mniejsze były też zbiory marchwi (o 17,6%), ogórków (o 17,3%), buraków ćwikłowych (o 17%), cebuli (o 15,7%) i pomidorów (o 13%) (IERiGŻ-PIB, 2016b; 2017a).

W sezonie 2016–2017 produkcja przetworów z warzyw w naszym kraju wynosiła 1245 tys. ton i zwiększyła się o 4% w porównaniu do sezonu poprzedniego (1195 tys. ton). Spośród przetworów warzywnych znacznie zwiększyła się produkcja warzyw mrożonych, z 620 tys. ton do 650 tys. ton. Warzywa mrożone stanowiły 52% w strukturze ogólnej produkcji przetworów warzywnych, następnie można wymienić konserwy i marynaty (26%) oraz przetwory pomidorowe (21%). Najmniejszy udział w strukturze produkcji przetworów warzywnych stanowią susze warzywne (około 6%) – z powodu konkurencyjnych cen suszy importowanych z krajów pozaeuropejskich do Polski. W produkcji warzyw mrożonych eksportowanych do krajów Unii Europejskiej Polska zajmuje drugie miejsce, po Belgii (IERiGŻ-PIB, 2017a).

Produkcja buraków ćwikłowych w Polsce wzrosła o około 15% w 2016 i o 11% w 2017 roku w porównaniu z 2015 rokiem. Niższe zbiory buraków ćwikłowych w 2015 roku były spowodowane głównie niesprzyjającymi warunkami pogodowymi, suszą oraz rosyjskim embargiem na import warzyw z krajów Unii Europejskiej, w tym z Polski. W 2015 roku zbiory buraków ćwikłowych wynosiły 297 tys. ton,

a w 2016 roku 341,1 tys. ton i były większe o 14,9% w porównaniu do 2015 roku. Natomiast w 2017 roku zbiory buraków były mniejsze i wynosiły 330 tys. ton. W 2017 roku powierzchnia uprawy prawie wszystkich gatunków warzyw gruntowych była mniejsza niż w 2016 roku. Wynikało to z niskich cen skupu warzyw gruntowych w sezonie 2016/2017 (tabela 3) (IERiGŻ-PIB, 2017b).

Tabela 3. Powierzchnia uprawy i zbiorów w Polsce w latach 2014–2017

Wyszczególnienie	Powierzchnia uprawy [tys. ha]				Zbiory [tys. ton]			
	2014	2015	2016	2017 ^a	2014	2015	2016	2017
Warzywa gruntowe, w tym:	172,4	175,5	178,4	177,8	4639,0	3792,8	4547,3	4505,0
buraki ćwikłowe	11,1	10,9	9,9	9,0	357,8	297,0	341,1	330,0
cebula	24,7	25,0	26,5	25,0	651,1	548,4	651,3	655,0
kalafior	9,9	10,3	8,9	8,9	245,6	194,6	240,3	235,0
kapusta biała	23,9	23,5	20,1	18,9	975,4	1156,4	1017,7	1000,0
marchew	22,4	22,1	22,3	21,0	822,6	677,7	822,0	810,0
ogórki	15,3	15,0	13,7	11,0	266,9	220,6	261,2	245,0
pomidory	10,3	10,6	9,1	9,0	271,9	236,4	260,4	250,0
inne warzywa ^b	54,8	58,1	67,9	75,0	866,7	743,1	953,2	980,0
Warzywa spod osłon, w tym:	3400,0	3215,6	3307,4	3300,0	803,8	819,9	883,5	865,0
pomidory	2170,9	2046,5	2179,6	2200,0	538,7	553,2	606,6	600,0
ogórki	1229,1	1169,1	1127,8	1100,0	265,1	266,7	276,9	265,0

^a Prognozy.

^b Głównie: kukurydza, papryka, pietruszka, pory, sałata, selery, szparagi, warzywa strączkowe.

Źródło: Na podstawie: (IERiGŻ-PIB, 2017b; GUS, 2017a, s. 194, 196).

1.5. Konsumpcja i ceny warzyw

W Polsce ceny detaliczne warzyw i ich przetworów są kształtowane wielkością produkcji surowców w roku poprzednim (podaż warzyw), ich popytem w danym roku, warunkami klimatycznymi, sytuacją handlu międzynarodowego (eksport, import) oraz cenami warzyw na świecie.

W 2013 roku powierzchnia upraw buraka ćwikłowego wyniosła 8,6 tys. ha, a łączne zbiory – 298,2 tys. ton (GUS, 2015, s. 176, 178). Według informacji IERiGŻ (Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy) średnia cena skupu buraków przeznaczonych do konsumpcji bezpośredniej w lipcu 2013 roku kształtowała się na poziomie 1,45 zł/kg, natomiast rok 2014 nie był tak korzystny, gdyż cena spadła o połowę (0,77 zł/kg) (<http://>

www.sadyogrody.pl/warzywa/102/wzrasta_zapotrzebowanie_na_buraki_cwiklowe_sprawdz_jak_je_uprawiac,619.html). Zbiory buraków ćwikłowych w 2014 roku wynosiły 358 tys. ton, a powierzchnia uprawy 11 tys. ha (GUS, 2015, s. 176, 178).

W latach 2015 i 2016 powierzchnia upraw i zbiorów buraka ćwikłowego wzrosła i wynosiła odpowiednio 10,9 i 9,9 tys. ha (uprawy) i 297 i 341 tys. ton (zbiory) (GUS, 2017a, s. 194, 196). W 2016 roku, z powodu znacznie większych zbiorów buraków ćwikłowych niż w roku poprzednim, ich cena skupu obniżyła się o niemal 27% (z 0,75 do 0,55 zł/kg) w porównaniu do 2015 roku.

W 2015 roku ceny żywności i napojów bezalkoholowych spadły o 1,7% w porównaniu do 2014 roku, ale ceny warzyw zarówno świeżych, jak i chłodzonych wzrosły o około 3,4%, spadły natomiast ceny przetworów o 1,2% i mrożonych warzyw i grzybów o 0,2%. Z powodu mniejszej podaży warzyw w 2015 roku ich ceny wzrosły. Niestety, w 2015 roku warunki pogodowe nie były sprzyjające dla uprawy warzyw gruntowych, a długotrwała susza w okresie wegetacji była przyczyną mniejszych ich zbiorów o ponad 18% w porównaniu z rokiem poprzednim. Spośród warzyw korzeniowych najbardziej wzrosła cena marchwi (o 58,9%), ponieważ z powodu jej niedoboru pod koniec sezonu w czerwcu nastąpił wzrost importu tego surowca, następnie kapusty (o 50,6%), buraków (o 41,1%) i cebuli (o 22,2%). Ceny ogórków, warzyw kalafiorowatych oraz pomidorów spadły odpowiednio o 35,7, 20,4 i 5,4% (tabela 4) (IERiGŻ-PIB). W 2016 roku, wraz z większymi zbiorami marchwi (o 16%), kapusty (o 17,1%) i ogórków (o 19,2%), ich ceny spadły odpowiednio o około 26, 24 i 23%. W mniejszym stopniu spadły ceny buraków (o 6,2%), warzyw kalafiorowatych (o 6,5%), pomidorów (o 0,1%) i cebuli (o 3,0%). Rok 2016 był sprzyjający pod względem warunków klimatycznych uprawy warzyw, dodatkowo utrzymujące się rosyjskie embargo na eksport warzyw z Polski spowodowało zwiększenie podaży warzyw w naszym kraju i obniżenie większości ich cen detalicznych, z wyjątkiem buraków ćwikłowych, kapusty białej i ziemniaków. Ceny detaliczne tych warzyw wzrosły: buraków ćwikłowych z 1,70 zł/kg w 2015 roku do 1,84 zł/kg w 2016 roku, kapusty białej z 1,64 zł/kg w 2015 roku do 1,70 zł/kg w 2016 roku i ziemniaków z 1,12 zł/kg w 2015 roku do 1,27 zł/kg (GUS, 2017a, s. 327).

Obniżenie cen detalicznych wielu warzyw (np. marchwi, fasoli, pietruszki) spowodowało spadek opłacalności ich produkcji, a w 2017 roku skutkowało to zmniejszeniem powierzchni uprawy warzyw i wzrostem ich cen skupu.

W sezonie 2017–2018 ceny skupu warzyw były wyższe niż w sezonie poprzednim. Szczególnie wzrosły ceny skupu warzyw świeżych. Przykładowo, ceny buraków ćwikłowych wzrosły o niemal 40%, kapusty białej o 25%, cebuli o 40%, a marchwi o 31%. Natomiast cena buraków ćwikłowych przeznaczonych do przetwórstwa nie zmieniła się, a pozostałych warzyw ceny wzrosły od około 2% do 35% (tabela 4) (IERiGŻ-PIB, 2017b; 2018). Wysoki wzrost cen skupu większości warzyw świeżych pochodzących z gruntu jest wynikiem mniejszej podaży surowców spełniających kryteria jakości handlowej.

Tabela 4. Ceny skupu warzyw spożywanym w największej ilości w Polsce (zł/kg)

Rodzaj warzyw	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Warzywa świeże					
Buraki ćwikłowe	0,80	0,55	0,75	0,55	0,91
Cebula	1,20	0,70	1,00	0,50	0,83
Kapusta biała	0,70	0,40	0,88	0,40	0,54
Marchew	0,80	0,90	1,20	0,60	0,87
Ogórki	1,20	2,40	2,30	1,54	1,74
Pomidory	1,50	1,20	1,05	1,00	1,10
Warzywa do przetwórstwa					
Buraki ćwikłowe	0,35	0,30	0,47	0,30	0,30
Cebula obrana	1,40	1,00	1,26	0,60	0,93
Kapusta biała	0,80	0,40	0,83	0,30	0,39
Marchew	0,35	0,30	0,35	0,25	0,28
Ogórki-kwaszenie	1,02	0,53	1,00	0,90	1,10
Ogórki – konserwowanie	1,91	1,60	2,15	1,60	1,84
Pomidory-tłoczenie	0,35	0,33	0,35	0,30	0,39
Pomidory-mrożenie	0,59	0,60	0,65	0,58	0,59

Źródło: Na podstawie: (IERiGŻ-PIB, 2017a; 2017b; IERiGŻ-PIB, 2018).

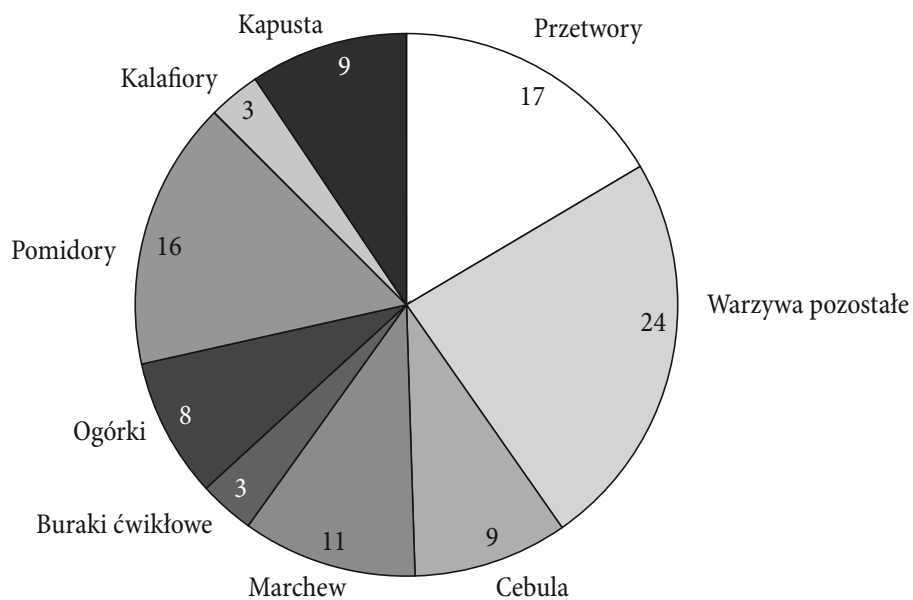
W 2015 roku bilansowa konsumpcja warzyw wynosiła 105 kg na mieszkańca, a w 2014 roku 104 kg. Z danych GUS wynika, że w 2015 roku Polacy konsumowali miesięcznie mniej warzyw i ich przetworów wraz z grzybami – o 1,8% niż w roku 2014, i mniej o 12% w 2016 roku w porównaniu do 2015 roku. W przeliczeniu na osobę miesięczne spożycie warzyw i ich przetworów łącznie z grzybami świeżymi wynosiło 4,91, 4,82 i 4,24 kg odpowiednio w 2014, 2015 i 2016 roku. W latach 2012–2014 średnie roczne spożycie na osobę buraków ćwikłowych wynosiło 2,71 kg, co klasyfikuje buraki ćwikłowe na 6. miejscu pod względem wielkości konsumpcji warzyw w naszym kraju. Polacy w tym okresie więcej konsumowali pomidorów (średnio 9,86 kg/osobę/rok), ogórków (6,79 kg/osobę/rok), kapusty (6,28 kg/osobę/rok), marchwi (6,19 kg/osobę/rok), cebuli (5,76 kg/osobę/rok) (ARR, 2015a). W 2015 roku mniejsza była konsumpcja podstawowych, krajowych grup warzyw świeżych, tj. kapusty, cebuli, marchwi, ogórków, kalafiorów i brokułów oraz buraków ćwikłowych, z wyjątkiem pomidorów. Polacy w tym okresie więcej spożyli warzyw mrożonych (o 7,1%) oraz przetworów warzywnych (o 3,0%). Tendencja taka utrzymała się w 2016 roku, kiedy to znacznie spadło spożycie świeżych warzyw łącznie z pomidorami na rzecz mrożonek warzywnych oraz przetworów warzywnych.

Z danych GUS dotyczących budżetów gospodarstw domowych wynika, że konsumpcja warzyw ogółem w 2015 roku w porównaniu z 2014 rokiem obniżyła się w każdej grupie społeczno-ekonomicznej, a największy spadek konsumpcji

warzyw nastąpił w gospodarstwach rolników (o 4,7%) i osób pracujących na własny rachunek (o 3,5%), a najmniejszy w gospodarstwach pracowników (o 1,1%) oraz emerytów i rencistów (o 0,9%) (GUS, 2016a, s. 226; IERiGŻ-PIB, 2016a). W 2016 roku konsumpcja warzyw ogółem zwiększyła się o 1,9% w porównaniu z rokiem poprzednim. Do warzyw ogółem zaliczono warzywa świeże, przetworzone oraz chłodzone i mrożone, z wyłączeniem ziemniaków i ich przetworów. Największy wzrost konsumpcji odnotowano w gospodarstwach rolników (o 3,8%) i gospodarstwach osób pracujących na własny rachunek (o 3,0%), następnie w gospodarstwach pracowników (o 1,9%), a najmniejszy w gospodarstwach emerytów i rencistów (o niecałe 0,4%).

W 2016 roku w strukturze konsumpcji warzyw świeżych buraki ćwikłowe wymienia się na 6. miejscu (rysunek 1). Polacy najchętniej konsumowali pomidory 16%, marchew 10,4%, kapustę 9,4%, cebulę 9,2%, ogórki 8,3%, buraki 3,3% oraz kalafioiry i brokuły 3,1%. Z kolei przetwory warzywne i mrożonki stanowiły prawie 21% całkowitego spożycia.

Nominalne wydatki w gospodarstwach domowych przeznaczanych przez Polaków na warzywa i ich przetwory w pierwszej połowie 2016 roku wynosiły 22,06 zł na miesiąc, przeliczając na jedną osobę (21,66 z/miesiąc w pierwszej połowie 2015 roku). Wydatki Polaków na warzywa i ich przetwory stanowiły 2,23% w całkowitych wydatkach gospodarstw domowych i 9,03% w strukturze wydatków na żywność i napoje bezalkoholowe. Więcej niż na warzywa Polacy wydawali na mięso, przetwory zbożowe oraz nabiał (IERiGŻ-PIB, 2016a).



Rysunek 1. Struktura konsumpcji warzyw i ich przetworów w I półroczu 2016 roku [%]

Źródło: Na podstawie: (IERiGŻ-PIB, 2016a).

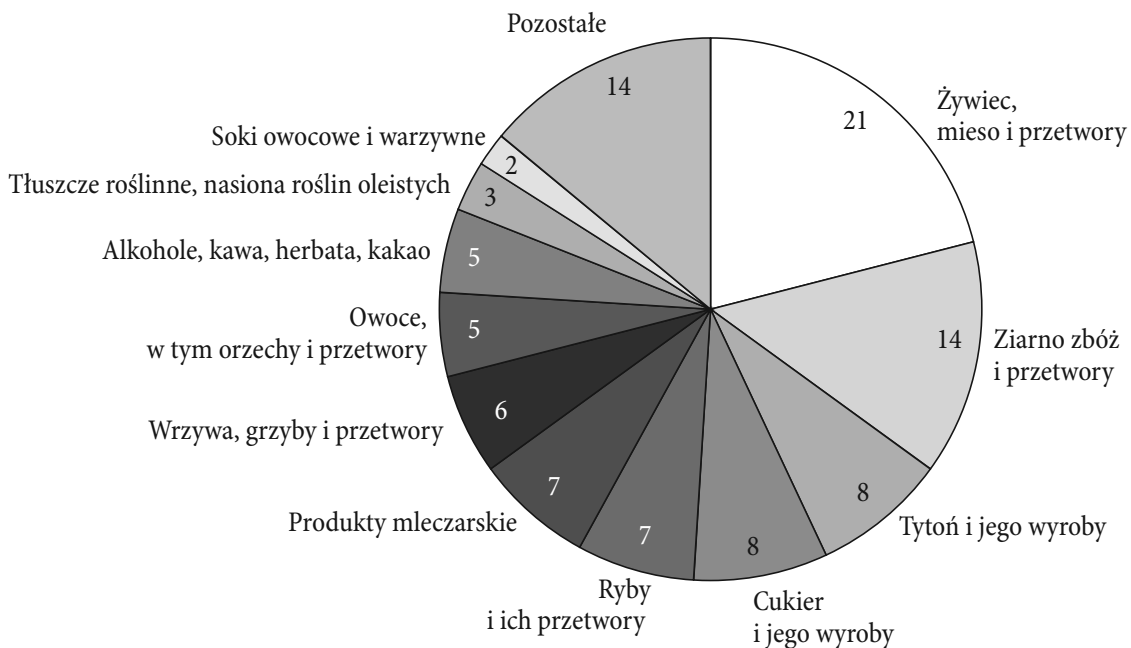
W 2016 roku ceny skupu niemal wszystkich warzyw, w tym buraków ćwikłowych, były relatywnie mniejsze niż w 2015 roku. W sezonie 2016/17 ceny skupu świeżych buraków ćwikłowych obniżyły się o 26,6%, natomiast ceny skupu buraków ćwikłowych z przeznaczeniem do przetwórstwa obniżyły się o 36,2% w porównaniu z sezonem poprzednim 2015/2016 (tabela 4) (IERiGŻ-PIB, 2017a).

W sezonie 2016/17 spadła opłacalność produkcji większości warzyw grunto- wych, w tym warzyw korzeniowych. Skutkiem tego było zmniejszenie powierzchni uprawy wielu warzyw w roku następnym (2017), w tym buraków ćwikłowych o 9%.

1.6. Struktura produktów rolno-spożywczych w handlu zagranicznym

Od momentu przystąpienia Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku zwiększyła się dynamika handlu zagranicznego produktami rolno-spożywczymi. Towary rolno-spożywcze produkowane w naszym kraju eksportowano głównie na rynki Unii Europejskiej (81%), natomiast tylko 5% z nich sprzedawano do krajów Wspólnoty Niepodległych Państw (WSP) oraz 14% do pozostałych krajów spoza Unii Europejskiej. W 2004 roku wartość eksportu produktów rolno-spożywczych do krajów Unii Europejskiej, WSP i pozostałych krajów wynosiła 5,2 mld EUR, natomiast w 2016 roku wzrosła do 24,2 mld EUR, w tym wartość eksportu produktów rolno-spożywczych tylko na rynek unijny wyniosła 19,7 mld EUR w 2016 roku (ARR, 2017). Głównym krajem, do którego Polska eksportuje produkty rolno-spożywcze, są Niemcy, a udział polskiego eksportu do tego kraju wynosi 23%, co stanowiło 5,5 mld EUR wartości eksportu w 2016 roku. Drugim znaczącym partnerem handlowym Polski jest Wielka Brytania (udział polskiego eksportu wynosi 9%), następnie Czechy (7%), Holandia (6%), Włochy i Francja (po 5%), Słowacja i Węgry (po 3%), Hiszpania, Rumunia, Litwa, Dania i Belgia (po 2%) i pozostałe kraje unijne o łącznym udziale w polskim eksporcie 10%. Spośród polskich towarów rolno-spożywczych najwięcej eksportuje się z naszego kraju żywca, mięsa i ich przetworów (21%) oraz zbóż i ich przetworów (14%), warzywa i grzyby wraz z ich przetworami stanowią 6% polskiego eksportu (rysunek 2). W 2016 roku wartość eksportu warzyw wynosiła 1,4 mld EUR i była wyższa o 4% niż w roku poprzednim. Z Polski eksportuje się zarówno warzywa świeże, jak i przetwory. Na rozwój polskiego warzywnictwa wpływają niskie koszty pracy, rosnący popyt na krajowe warzywa z uwagi na ich wysoką jakość, dobrze rozwinięty w naszym kraju przemysł przetwórczy oraz korzystne położenie geograficzne. Powierzchnia uprawy warzyw grunto- wych w latach 2014–2017 w Polsce wynosiła od 174,2 tys. ton (w 2014 roku) do około 178 tys. ton (w 2017 roku) i wykazuje

tendencję wzrostową, przy czym warzywa gruntowe są uprawiane przez około 90 tys. gospodarstw rolnych na terenie całego kraju, a warzywa spod osłon – przez 12 tys. gospodarstw polskich. W Polsce produkcja warzyw na eksport skupia się głównie w pięciu województwach: małopolskim, mazowieckim, łódzkim, kujawsko-pomorskim i wielkopolskim (ARR, 2017). Z powodu uprawy większości warzyw gruntowych w okresie sezonowym coraz więcej gospodarstw zajmuje się uprawą warzyw spod osłon, dostępnych dla konsumentów przez cały rok. Od 2011 roku, ze względów ekonomicznych, wzrasta uprawa warzyw w tunelach foliowych, bowiem zużycie energii i koszty ich budowy są znacznie niższe niż szklarni (ARR, 2015b). Krajowa produkcja warzyw ogółem (gruntowych i spod osłon) w 2016 roku wynosiła 5610 tys. ton, co plasuje nasz kraj na czwartym miejscu w produkcji warzyw w Unii Europejskiej. W latach 2013–2017 roczna krajowa produkcja warzyw gruntowych wynosiła od 4 do 4,6 tys. ton. Polska jest unijnym liderem w produkcji marchwi i buraków ćwikłowych, a drugie miejsce, za Rumunią, zajmuje w produkcji kapusty (ARR, 2017). W Europie roczne spożycie buraków ćwikłowych szacuje się na poziomie 8,2 kg na mieszkańca (Roemmelt i in., 2014).



Rysunek 2. Procentowy udział produktów rolno-spożywczych eksportowanych z Polski o łącznej wartości 24,2 mld EUR (2016 rok) [%]

Źródło: Na podstawie: (ARR, 2017).

Polska jest importerem głównie takich warzyw, jak pomidory, papryka, ogórki i cebula. Do kraju są przywożone zarówno warzywa świeże, jak i z przeznaczeniem do przetwórstwa. Wysokość importu warzyw do Polski jest kształtowana cenami

3. ANALIZA SENSORYCZNA BURAKA ĆWIKŁOWEGO I JEGO PRODUKTÓW

3.1. Metody stosowane w badaniach jakości surowca i produktów z buraka ćwikłowego

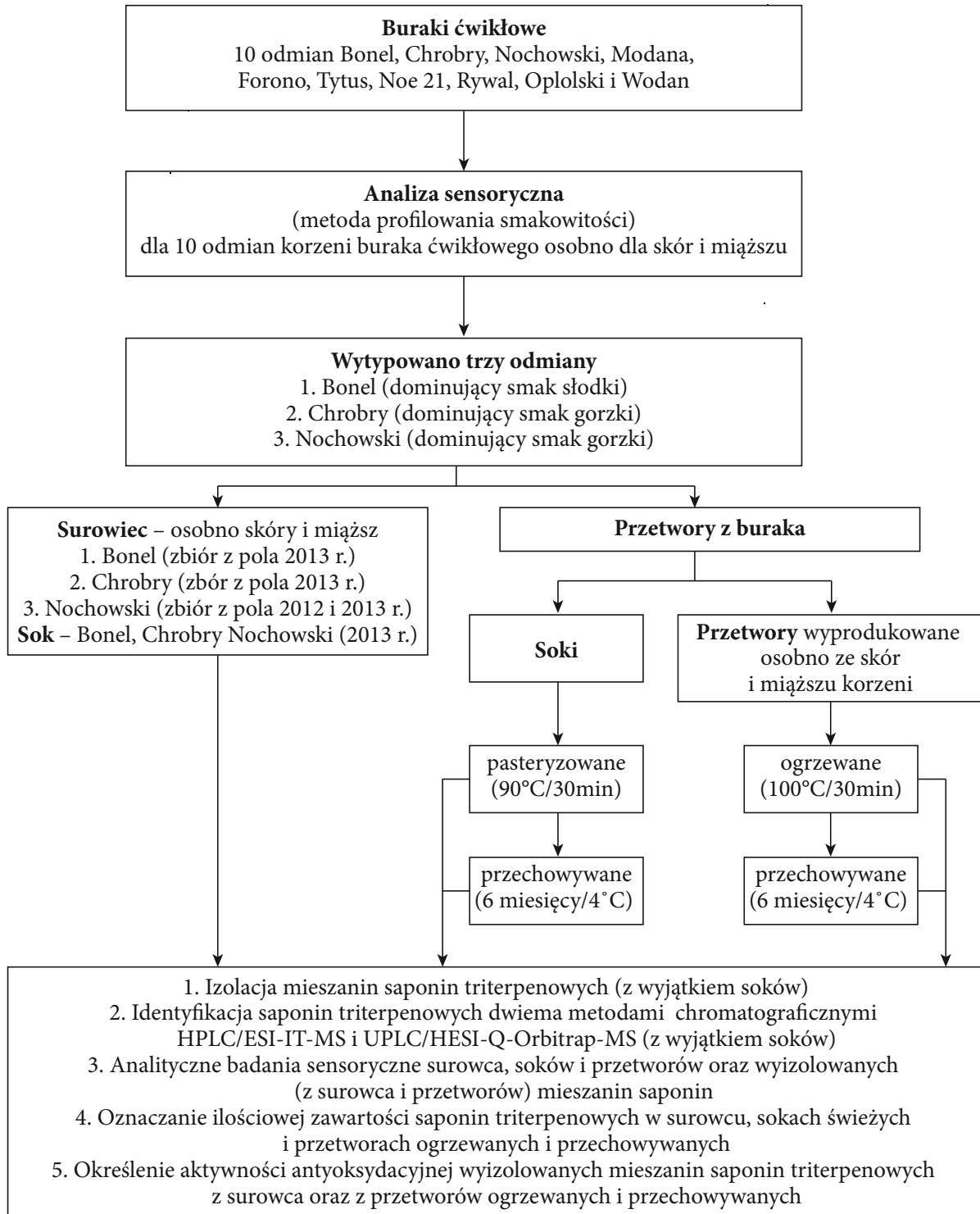
3.1.1. Materiał badany i schemat eksperymentu

Materiałem do badań były korzenie buraka ćwikłowego dziesięciu odmian: Bonel, Chrobry, Nochowski, Modana, Forono, Tytus, Noe 21, Rywał, Opolski i Wodan. Korzenie buraków ćwikłowych pochodziły ze Spójni Hodowla i Nasiennictwo Ogrodnicze w Nochowie.

Schemat eksperymentu opisanego w monografii przedstawiono na rysunku 3. Surowiec do badań podzielono na dwie części – skórę i miąższ. Po przeprowadzeniu analiz sensorycznych (badano smak i posmak gorzki, słodki, cierpki, ziemisty i buraczany) spośród dziesięciu odmian wybrano trzy odmiany do dalszych, wieloetapowych i czasochłonnych izolacji związków gorzkich i identyfikacji tych związków dwiema metodami chromatograficznymi z wykorzystaniem niskorozdzielczego i wysokorozdzielczego spektrometru mas (HPLC/ESI-IT-MS i UPLC/HESI-Q-Orbitrap-MS), jak również do analitycznych badań sensorycznych surowca, jego przetworów i wyizolowanych z nich mieszanin saponin triterpenowych.

Izolację i oczyszczanie wyizolowanej mieszaniny saponin triterpenowych z różnych odmian i części korzeni buraków ćwikłowych przeprowadzono, stosując chromatografię kolumnową oraz ekstrakcję do fazy stałej SPE (rysunek 4). Izolację saponin przeprowadzono ze świeżych odmian buraka ćwikłowego oraz z ich przetworów ogrzewanych i przechowywanych otrzymanych z tych samych odmian buraka. Przetwory buraka zostały wyprodukowane w skali laboratoryjnej. Równocześnie z izolacją i identyfikacją związków gorzkich z buraków ćwikłowych trzech odmian (Bonel, Chrobry i Nochowski) przeprowadzono analityczne badania sensoryczne surowca, produktów otrzymanych z tego surowca (soków

i przetworów ogrzewanych i przechowywanych) i wyizolowanych mieszanin saponin oraz określono aktywność antyoksydacyjną wyizolowanych mieszanin saponin.



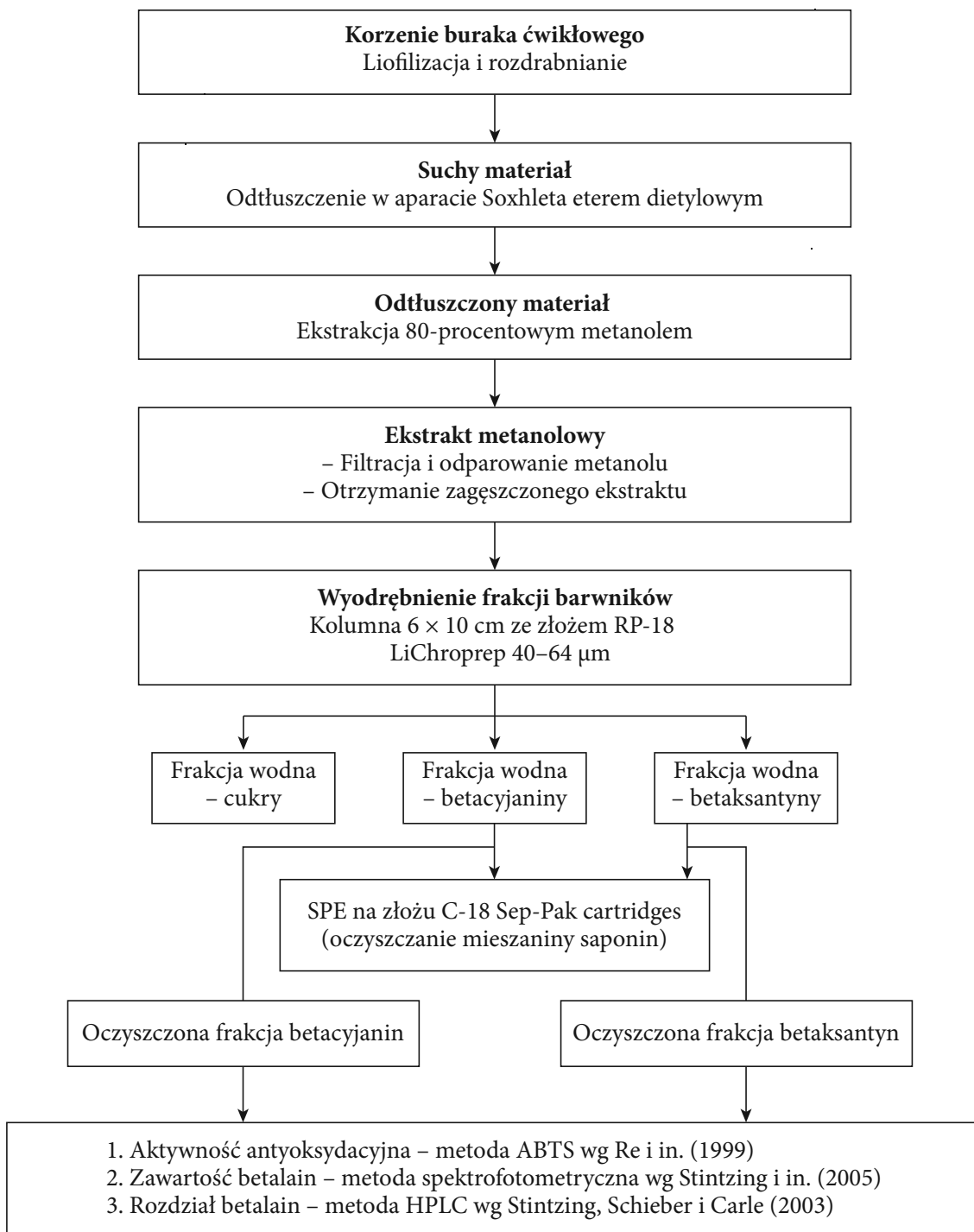
Rysunek 3. Schemat eksperymentu

Przetwory z buraka ćwikłowego otrzymano osobno ze skór i miąższu danej odmiany. Przetworami były ogrzewane buraki tarte (100 °C/30 min.) i przechowywane (6 miesięcy/4 °C) po uprzednim ogrzewaniu.

Dodatkowo ilościową zawartość saponin określono w sokach, miąższach, skórkach i wyciekach w sześciu odmianach buraków (Bonel, Chrobry, Nochowski, Modana, Forono, Tytus). Porównano skład jakościowy saponin triterpenowych jako związków gorzkich buraka ćwikłowego w trzech odmianach (Bonel, Chrobry, Nochowski) pochodzących z sezonu wegetacyjnego 2013 roku oraz jednej odmiany Nochowski pochodzącej z sezonu wegetacyjnego 2012 roku. Na podstawie przeprowadzonej analizy sensorycznej wyznaczono progi rozpoznania smaku gorzkiego wyizolowanych mieszanin saponin (najniższe stężenie smaku gorzkiego mieszanin saponin, które było możliwe do identyfikacji) z trzech odmian korzeni buraków (osobno ze skór i z miąższów) i porównano je z progowym stężeniem wzorca substancji gorzkiej kofeiny oraz nowo zaproponowanego wzorca smaku gorzkiego dla saponin – soyasaponin I (gorzkiej saponiny).

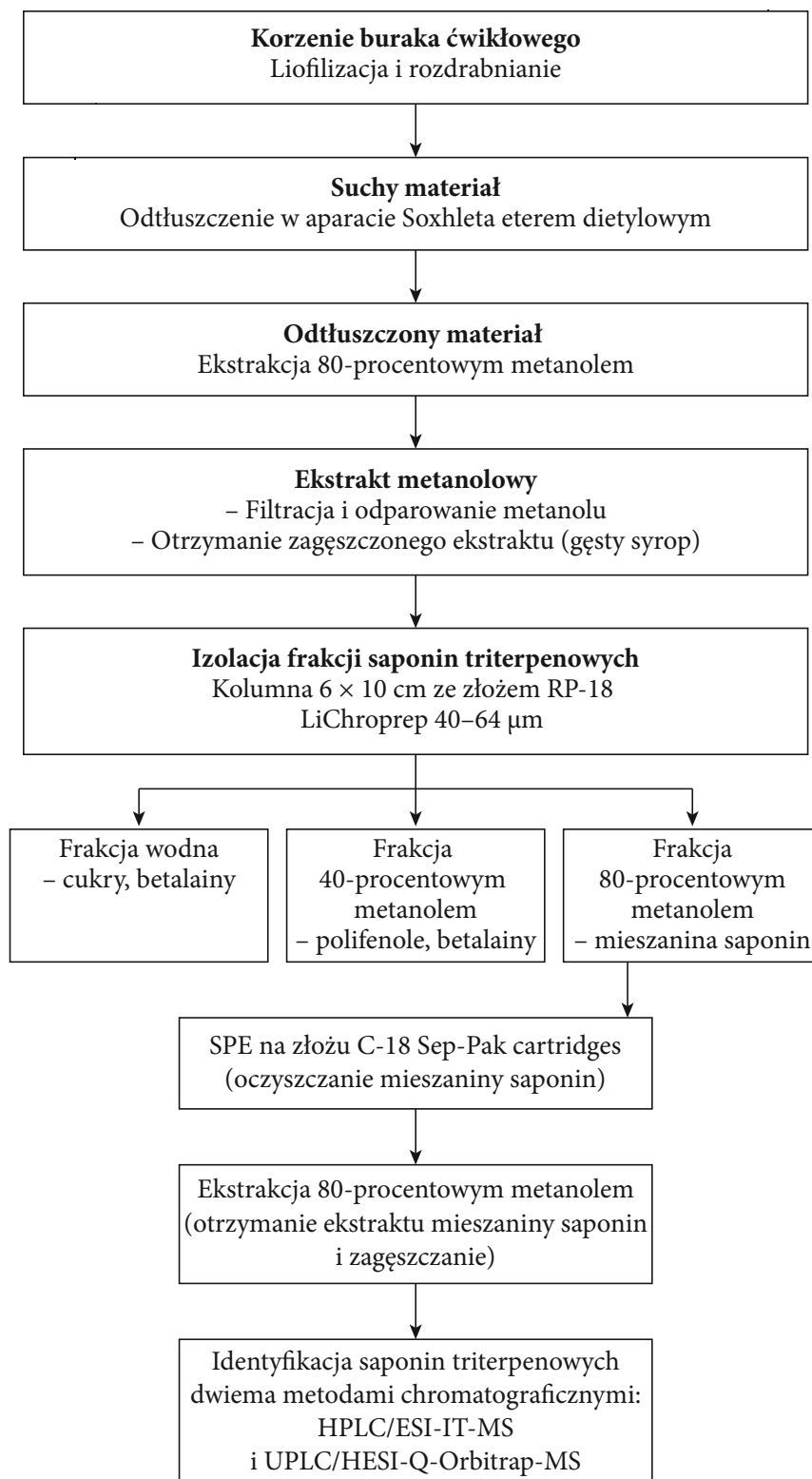
3.1.2. Izolacja metabolitów wtórnych z korzeni buraka ćwikłowego

W celu wyodrębnienia zarówno mieszanin saponin, jak i barwników betalainowych opracowano własną procedurę izolacji i oczyszczania tych związków z korzeni buraka ćwikłowego. Saponiny triterpenowe mają złożoną budowę chemiczną, zatem do uzyskania dobrze oczyszczonych prób, pozbawionych wszystkich substancji, które zawiera w swoim składzie burak ćwikłowy, np. tłuszczy, białek, barwników betalainowych i polifenoli, wymagane było opracowanie i zastosowanie wieloetapowej i czasochłonnej procedury izolacji i oczyszczania. Poniżej zostały omówione poszczególne etapy izolacji i oczyszczania saponin triterpenowych zawartych w korzeniach buraka ćwikłowego (rysunek 4). Do rozdziału barwników fioletowych betacyjanin od barwników żółtych betaksantyn, zastosowano tę samą metodykę, z tą różnicą, że barwniki w czasie ekstrakcji do fazy stałej SPE wymywano metanolem 40-procentowym (rysunek 4), a nie 80-procentowym, jak w przypadku wymywania saponin triterpenowych.



Rysunek 4. Schemat otrzymywania barwników betalainowych buraka ćwikłowego (*Beta vulgaris* L.)

Źródło: Badania własne: (Mikołajczyk-Bator i Pawlak, 2016).



Rysunek 5. Schemat otrzymywania saponin triterpenowych buraka ćwikłowego (*Beta vulgaris* L.)

Źródło: Badania własne: (Mikołajczyk-Bator i Czyżniejewski, 2016).