

Aronia

superowoc

IWONA WAWER

PIOTR EGGERT, BARBARA HOŁUB

Aronia superowoc

Wydanie III
poszerzone

Warszawa

Opracowanie graficzne i okładka: Krzysztof Gawrychowski

© Copyright by Iwona Wawer

© Copyright by Piotr Eggert

Redakcja: Barbara Hołub

ISBN 978-83-922198-9-7

Wydawca

Spis treści

1.	Aronia a „sprawa polska”	9
2.	Pochodzenie rośliny i jej historia w Polsce	12
	2.1. Historia polskiej aronii	14
	2.2. Aronia - sposób na zdrowe życie	16
	2.3. Lokalne czy globalne?	18
3.	Chemia owoców aronii	20
	3.1. Witaminy, fitaminy i antyoksydanty	21
	3.2. Antocyjany	22
	3.3. Katechiny i taniny	25
	3.4. Kwasy i inne związki	29
	3.5. Błonnik aroniowy	32
	3.6. Kwiaty aronii	33
	3.7. Superowoce i superjagody	
	3.8. Dojrzewanie owoców aronii	
4.	Rodniki i antyoksydanty	43
	4.4. Sojusznik - antyoksydant	43
	4.5. Przeciwnik – reaktywne formy tlenu i azotu	44
	4.6. Obrona przed utlenieniem	47
	4.7. Jak ograniczyć źródła wolnych rodników?	50
5.	Antyoksydanty świata roślin	53
	5.1. Gra w niebieskie – czerwone	54
	5.2. Ochrona przed słońcem	55
	5.3. Obrona przed patogenami i zwierzętami roślinożernymi	56
6.	Antyoksydanty w diecie człowieka	57
	6.1. W poszukiwaniu „superantyoksydanta”	57

6.2.	Antyoksydacyjne właściwości owoców: banany czy jagody? . . .	63
6.3.	Preparaty roślinne w profilaktyce i leczeniu	69
6.4.	Badania populacyjne	72
6.5.	Czerwone wino i „paradoksy francuskie”	75
6.6.	Katechiny zielonej herbaty	80
6.7.	Żywność funkcjonalna i suplementy diety	82
7.	Badania biologiczne związków z aronii	85
7.1.	Czy antocyjany i katechiny wchłaniają się?	86
7.2.	Bez miążdźcy i chorób serca	91
7.3.	Front walki z chorobami nowotworowymi	95
7.4.	Neuroprotektoryjne właściwości związków z aronii.	104
7.5.	Zdrowe oczy w epoce komputerów	108
7.6.	Cukrzyca.	113
7.7.	Dbamy o skórę.	117
7.8.	Inne choroby, w których może pomóc aronia	122
8.	Armia i katastrofy.	125
8.1.	Broń chemiczna	125
8.2.	Antocyjany a choroba popromienna	128
8.3.	Promieniowanie kosmiczne	134
9.	Aronia w przemyśle	137
10.	Aronia w kuchni (Barbara Hołub).	143
10.1.	Dżemy i konfitury.	143
10.2.	Soki i syropy.	145
10.3.	Nalewki aroniowe	146
10.4.	Aronia na słodko i wytrawnie.	147
10.5.	Koktaile owocowe	155
10.6.	Porady kulinarne	156
11.	Uprawa aronii (Piotr Eggert).	158
11.1.	Botanika rośliny.	158
11.2.	Wymagania klimatyczne i glebowe.	162
11.3.	Projektowanie plantacji.	167
11.4.	Przygotowanie gleby przed posadzeniem plantacji.	170
11.5.	Zakładanie plantacji	172
11.6.	Pielęgnacja nasadzeń	175
11.7.	Ochrona przed chorobami i szkodnikami	183

11.8.	Zbiór owoców	185
11.9.	Uprawa ekologiczna	187
12.	Plantacje aronii	192
12.1.	Wzorcowe polskie plantacje	192
12.2.	Aronia za granicą	199
13.	Pożyteczne adresy dla entuzjastów aronii	202
13.1.	Stowarzyszenia producentów aronii	202
13.2.	Aroniowe produkty	205
13.3.	Kombajny i sprzęt sadowniczy	206
14.	Skróty, definicje	208
15.	Piśmiennictwo	211



1. Aronia a „sprawa polska”

Polskim „czarnym skarbem” był przez lata węgiel kamienny. Jest to nadal cenny surowiec, ale stosujemy też inne źródła energii, chętnie sięgając po bio-odnawialne i przyjazne dla środowiska. Polska nie sprzedaje zbyt wielu produktów zaawansowanej techniki czy technologii, ale mamy szansę dostarczać innym krajom czyste, ekologiczne produkty rolnicze. Właśnie produkty z polskich owoców, warzyw czy ziół mogą wspomóc mieszkańców Europy i Ameryki w walce z chorobami, a starzejącej się części społeczeństwa zapewnić zdrową starość. Nowym polskim „czarnym skarbem”, skarbem dla zdrowia są owoce aronii.



Dlaczego niepozorna i raczej niesmaczna na surowo aronia jest wielką nadzieją w walce z chorobami cywilizacyjnymi?

Otóż z powodu swego unikalnego składu chemicznego! W miarę coraz lepszego jego poznawania i odkrywania w owocach kolejnych związków chemicznych entuzjazm świata nauki narasta.

- Na początku lat 90-tych „hitem” i obiektem intensywnych badań stało się **czerwone wino**. Jego prozdrowotne działanie (zmniejsza ryzyko zawału serca) nazwano „francuskim paradoksem”. Przeciwniażdżycowe właściwości wina nie podlegają dzisiaj wątpliwości, a jego główne bioaktywne składniki to antocyjany, nadające piękny ciemno-czerwony kolor.
- Ojczyzną drugiej cennej dla zdrowia rośliny są Chiny – to **herbata**. Prozdrowotne właściwości herbaty, zwłaszcza zielonej,

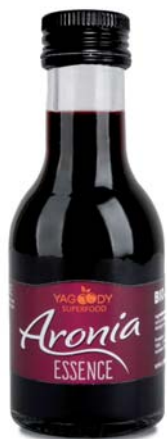
wynikają z dużej zawartości katechin. Niestety, w Polsce i w krajach północnej Europy nie rosną ani winogrona ani krzewy herbaciane. Mamy za to owoce jagodowe i duże plantacje aronii.

Aronia łączy w sobie zalety czerwonego wina i zielonej herbaty – ma bowiem zarówno antocyjany jak i katechiny.

Śródziemnomorska kultura wina i dalekowschodnia kultura herbaty spotykają się w małej, ciemnej, ale godnej podziwu jagodzie! Są ku temu naukowe podstawy, aby docenić aronię i jeść jej jak najwięcej.

Handlowcy zwracają uwagę, że w XXI wieku import wina to żaden kłopot. Zresztą winorośl uprawia się „za górami”, po drugiej stronie Karpat i Alp, na całym południu Europy. Wina włoskie, francuskie, a nawet te z daleka, jak chilijskie czy australijskie, nie są drogie i możemy się nimi delektować. Problem raczej w tym, że nie każdy może pić wino. Zieloną herbatę mało kto lubi i nie wszyscy mogą ją pić ze względu na dużą zawartość kofeiny.

Natomiast owoce mogą jeść wszyscy. Sok z aronii pasuje do każdego posiłku, do kanapki w pracy i do obiadu. Można go zastąpić koncentratem soku rozcieńczanym wodą lub innym sokiem owocowym. Profilaktycznie, taka porcja antyoksydantów może być korzystna dla każdego, w każdym wieku i o każdej porze roku.



Aronia w postaci przetworów może być uznana za żywność funkcjonalną czyli taką, która ma udowodnione funkcje pro-zdrowotne. Zmniejsza bowiem ryzyko: miażdżycy, zawału serca, udaru mózgu i chorób degeneracyjnych układu nerwowego, spowalnia procesy starzenia się organizmu.

W profilaktyce chorób serca i układu krążenia rola aronii może się okazać „polskim paradoksem”.

W przypadku kłopotów zdrowotnych – antocyjany aroniowe mogą wspomóc terapię wielu chorób:

- nadciśnienia, miażdżycy i otyłości tworzących tzw. zespół metaboliczny

-
- cukrzycy
 - chorób zapalnych układu kostno-stawowego, zwanych „reumatycznymi”
 - choroby Alzheimera i Parkinsona
 - chorób nowotworowych
 - zaćmy i innych chorób oczu

To właśnie składniki owoców o działaniu antyoksydacyjnym mogą być pomocne, aby zachować zdrowie i formę przez długie lata. Rodzime jagody (żurawiny, borówki) zawierające dużą porcję antyoksydantów zaczynają doceniać Amerykanie. Dr Ronald L. Prior, prowadząc badania na Uniwersytecie w Tuft, USA, stwierdził, że **pół filiżanki borówki amerykańskiej dostarcza tyle samo antyoksydantów co 5 porcji innych owoców i warzyw, polecanych w znanej diecie 5xD.**

Badania nad jagodami jeszcze trwają, ale ich wyniki są bardzo zachęcające. „Zacząłem jeść jagody codziennie” – mówi Prior.

Antocyjaniny, barwniki nadające borówkom ciemny kolor są też w aronii, decydując o jej wysokiej aktywności antyoksydacyjnej.

Właśnie aronia jest liderem wszystkich testów antyoksydacyjnych wykonanych na owocach. Znając wyniki tych badań naukowcy z Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego oraz SGGW w Warszawie zaczęli regularnie pić sok z aronii i mrozić jej jagody na zimę.

Nie chcemy jednak trzymać tych wyników w szufladach i publikować w czasopismach docierających jedynie do wąskiej grupy naukowców. **Celem tej książki jest popularyzacja wiedzy o pro-zdrowotnym działaniu związków obecnych w owocach aronii.**

W Polsce aronię uprawia się na kilku tysiącach ha, jest to największy na świecie areal upraw. Wyhodowano wspólnie przemysłowe odmiany aronii, takie jak „Galicjanka / Eggert”. Wysokiej jakości owoce są zbierane specjalnymi kombajnami, skonstruowanymi i produkowanymi przez polskie firmy. Szkółki sprzedają ponad 1 mln sadzonek rocznie, głównie do sąsiednich krajów. Rolników zachęcamy do zakładania i rozwijania plantacji aronii, wiele informacji o uprawie przemysłowej zawiera ta książka (rozdział 11).

Wszystkich chętnych namawiamy do posadzenia choć kilku krzaków w ogródkach przy domu. Będą ozdobą ogrodu o każdej porze roku, a zebrane owoce urozmaicą codzienną dietę. Co zrobić z owoców aronii? Zebraliśmy przepisy na pyszne i zdrowe dania, są wypróbowane i zawsze się udają (rozdział 10).

A może wyprowadzić się z miasta, zbudować dom na wsi i uprawiać ekologiczną aronię? To jest recepta na zdrowie, pogodę ducha i sposób na to jak pomagać znajomym i nieznanym oferując doskonałe produkty z aronii (rozdział 2, 9 i 10).



2. Pochodzenie aronii i jej historia w Polsce

Aronia należy do rodziny różowatych (*Rosaceae*), a jej ojczyzną jest Ameryka Północna. W stanie dzikim występuje od centralnej Kanady aż po Florydę w USA gdzie rosną trzy gatunki aronii:

- aronia czarnoowocowa (*Aronia melanocarpa*)
- aronia czerwona (*Aronia arbutifolia*)
- aronia śliwolistna (*Aronia prunifolia*).

Najwięcej stanowisk aronii jest we wschodnich rejonach Ameryki Północnej, na terytoriach przyatlantyckich, w Apalachach i na centralnych równinach. W stanie dzikim można ją spotkać zarówno na suchych, kamienistych glebach gór Apalachów, jak nad bagnistymi brzegami rzek i w głębi lasów. Najlepiej czuje się we okolicach Wielkich Jezior i we wschodnich rejonach, gdzie na złagodzenie klimatu i odpowiednią wilgotność powietrza ma wpływ Ocean Atlantycki.

Pierwsze wzmianki o aronii w Europie pojawiły się w spisach petersburskiego ogrodu botanicznego w 1834 r, a pierwsze opisy botaniczne podkreślające walory dekoracyjne aronii i jej odporność na mróz pochodzą z 1839 (*F.B.Fischer*) i 1870 roku (*E.Rygiel*). Aronia przez kilkadziesiąt lat spełniała jedynie funkcję rośliny dekoracyjnej, upiększając ogrody i parki. Jesienią jej liście pięknie przebarwiają się na czerwono, ładnie wyglądają długo utrzymujące się grona czarnych, lśniących owoców.

Na początku XX wieku na walory użytkowe aronii zwrócił uwagę rosyjski botanik Iwan Miczurin. Szukał owoców łatwych w uprawie, o dużej wartości odżywczej oraz roślin odpornych na mróz i rozpoczął prace nad jej selekcją. W latach trzydziestych XX w. prace nad

aronią przeniosły się na Ałtaj do Ałtajskiej Stacji Doświadczalnej, gdzie od 1935 r. badaniami aronii zajmował się M. A. Lisawienko, a w 1942 założono pierwszą małą plantację aronii. W Rosji aronię (*Aronia mitschurinii*) nazywają „czarną jarzębiną”, obecnie jest uprawiana m.in. na Ałtaju (*Aronia mandschurica*), pod Moskwą i pod Petersburgiem.

2.1. Historia polskiej aronii

W Polsce prace nad uprawą aronii czarnoowocowej zainicjował prof. Wiesław Grochowski, z Instytutu Badawczego Leśnictwa. Pierwsze sadzonki sprowadzono do Polski w 1976 roku z ówczesnego ZSSR i posadzono pola doświadczalne w okolicach Janowa Lubelskiego i Kraśnika. Prace te prowadzili mgr inż. Piotr Eggert i mgr Maria Cichowicz. Bardzo szybko okazało się, że aronia nie nastręcza żadnych trudności przy uprawie w naszym kraju i można tę uprawę rozpowszechnić na terenie całej Polski.

W 1984 r. w strukturze Polskiego Związku Ogrodniczego powstała Krajowa Sekcja Producentów Aronii, założyła ją mała grupa sadowników, entuzjastów aronii (Marek Krzywicki, Konrad Ludwiczak, Marek Serafiński, Bogusław Sobiński, Wojciech Nowak, Andrzej Florczak), która uznała aronię za atrakcyjną uprawę przemysłową, zarówno dla rolników jak i dla przemysłu przetwórstwa owocowego.

Ciekawe, że uprawa aronii została rozpoczęta z entuzjazmem, ale wbrew oficjalnej opinii Instytutu Sadownictwa w Skierniewicach, który uważał, że aronia nie jest owocem deserowym i będzie mało przydatna dla rolnictwa. Jednak przez następne lata w Polsce przybywa plantacji aronii, zaczynają się pojawiać pierwsze soki aroniowe i inne przetwory.

Duże zasługi w upowszechnianiu aronii miał Zakład Doświadczalny Instytutu Sadownictwa w Skierniewicach (istniał do 1997 r) w Albigowej k. Łańcuta. Przez wiele lat kierował nim dr inż. Józef Kleparski, który napisał jedną z pierwszych książek o tej roślinie¹.

W 1986 r. na targach POLAGRA w Poznaniu przetwory z aronii odnoszą wielki sukces zdobywając złoty medal.

W kolejnych latach następuje wzrost powierzchni uprawy aronii i przetwory aroniowe przestają być nowością na naszym rynku. W 1993 r. sok aroniowy firmy Aronia S.A. zdobywa złoty medal Targów POLAGRA 1993. Dynamicznie rozwija się produkcja koncentratu soku aroniowego. Obecnie Polska jest jego największym producentem na świecie.

Przez ponad dwadzieścia lat (1988–2010) promotorem aronii była firma Agropharm S.A., która działała w Tuszynie k. Łodzi, współpracując z wieloma ośrodkami naukowymi w Polsce. Pierwszym celem firmy było wyprodukowanie naturalnego barwnika spożywczego z aronii, zarejestrowano go w 1990 r. Lata 90-te XX wieku to okres intensywnych badań naukowych nad rolą związków o charakterze antyoksydantów w organizmie. Badania te pokazały, że flawonoidy z owoców nie tylko są niezbędnym elementem diety, ale mogą też zapobiegać wielu chorobom i wspomagać leczenie. Spowodowało to zmianę zainteresowań producentów – od soków i koncentratów w kierunku preparatów farmaceutycznych. W 2002 r. Agropharm S.A. opracował technologię otrzymywania suchego ekstraktu antocyjanów aroniowych (handlowa nazwa: Aronox). Badania jego właściwości prowadzone przez kilka lat w Wojskowej Akademii Medycznej w Łodzi potwierdziły, że ma on korzystne działanie w wielu chorobach o etiologii wolnorodnikowej. Późniejsze badania dowiodły hipotensyjnego działania preparatu – może on być bardzo przydatny dla osób z nadciśnieniem i miażdżycą.

Po zamknięciu firmy Agropharm z Tuszyna suchy ekstrakt antocyjanów aroniowych nie był dalej produkowany. Jednak utrzymujące się duże zainteresowanie na świecie tym produktem było motywacją dla znanego producenta ekstraktów ziołowych, firmy Greenvit z Zambrowa, do uruchomienia produkcji ekstraktu. Opracowano nową technologię i innowacyjny produkt o nazwie Aronvit został pokazany w 2018 roku na międzynarodowych targach Vitafoods w Genewie. Na tychże targach w 2019 roku ten czarny proszek prezentowano w dziale światowych innowacji jako „superekstrakt z superowoców”.

Obecnie dysponujemy całą gamą produktów aroniowych, od owoców (świeżych, mrożonych, liofilizowanych) poprzez soki i koncentraty soków w płynie, aż do suchego ekstraktu zawierającego nawet 35% antocyjanów. Okazało się więc, że wspaniałe właściwości barwiące soku z aronii to tylko jedna, wcale nie najistotniejsza zaleta tej rośliny. Aronia jest to roślina proekologiczna.

Ogromnym walorem aronii jest to, że jej owoce nie akumulują takich pierwiastków jak ołów, kadm, arsen czy cyna.

Nawet wtedy, gdy plantacje są posadzone przy ruchliwych arteriach komunikacyjnych – w owocach stwierdza się mniejszą zawartość szkodliwych substancji niż przewidują to normy polskie i normy UE. Roślina zazwyczaj nie wymaga oprysków przeciw szkodnikom czy chorobom, więc owoce nie zawierają śladów pestycydów.

2.2. Aronia – sposób na zdrowe życie

Wiele osób zadaje sobie pytanie – czy można zapewnić sobie utrzymanie uprawiając aronię? Odpowiedź nie jest prosta, bo w obecnych czasach ceny produktów rolnych, w tym i owoców aronii, ulegają bardzo dużym wahaniom. Bywają lata, kiedy owoce aronii są w bardzo dobrej cenie, ale były takie, gdy skupowano je płacąc poniżej kosztów produkcji. Taka huśtawka cen produktów rolnych dotyka nie tylko pro-



ducentów owoców aronii, ale wszystkich innych producentów płodów rolnych, czego najdotkliwiej doświadczyli w ostatnich latach producenci jabłek czy wiśni.

Istotną rolę w stabilizacji cen może odegrać Stowarzyszenie Producentów Aronii (patrz rozdział 13), które reprezentuje plantatorów wobec koncernów przetwarzających owoce.

Pocieszeniem producentów aronii w latach złej koniunktury jest fakt, że koszty produkcji na plantacjach aronii są niskie w porównaniu do innych owoców. Wynika to z tego, że nawet na plantacjach konwencjonalnych praktycznie prawie nie używamy drogich środków ochrony roślin i stosujemy stosunkowo mało równie drogich nawozów. Najlepszym rozwiązaniem wydają się być ekologiczne plantacje aronii. Szansa na sukces rośnie, jeśli:

- plantacja znajduje się w pięknym krajobrazowo rejonie kraju,
- oprócz plantacji właściciele prowadzą gospodarstwo agroturystyczne
- obok znajduje się mała przetwórnica przetwarzająca ekologiczne owoce aronii na soki i inne smaczne przetwory, na użytek agroturystyki i sprzedaż turystom.

Mądrze prowadzona ekologiczna plantacja aronii daje dużo satysfakcji i na pewno przyniesie efekty finansowe.

Gospodarze muszą pamiętać, że należy żyć w zgodzie z otaczającą przyrodą i tej przyrody nie niszczyć, wspomagając ją przez zakładanie pasów przeciwwietrznych z drzew o różnej wysokości, remiz dla ptaków i małych oczek wodnych jako wodopojów. Praca w takim gospodarstwie wymaga dużego wysiłku i zaangażowania, ale możemy mieć pewność, że sami nie trujemy się stosowaną powszechnie w rolnictwie chemią oraz produkujemy bardzo zdrowe i wolne od zanieczyszczeń owoce.

Przez wiele ostatnich lat przeżywaliśmy okres zachwyty obfitością towarów i bezmyślną konsumpcją. Wielkie nowoczesne przetwórnice wypuszczały na rynek przetworzone produkty spożywcze, pięknie opakowane, a co najważniejsze stosunkowo tanie. Te produkty promowały i sprzedawały ogromne supermarkety. Zadowolony klient kupował duży karton soku, stoik dzemu czy dwulitrową plastikową butlę na-

poju owocowego. Kolorowa etykieta przedstawiała dorodne, dojrzałe owoce i tylko ktoś znający się na rzeczy i z dobrym wzrokiem mógł się doczytać, że soku owocowego jest kilka procent, a reszta to woda, cukier, substancje utrwalające, syntetyczne barwniki i inne E-dodatki. Małe lokalne przetwórnice robiące tradycyjne przetwory nie mogły przetrwać przy takiej konkurencji i masowo upadały.

Na szczęście w ostatnim czasie zaczyna się powrót do tradycyjnej żywności, wielu ludzi poszukuje ciemnego chleba na zakwasie, kiełbasy zrobionej wg. starych receptur, soku owocowego bez syntetycznych konserwantów. Zaczynają ponownie działać nieduże, produkujące głównie na rynek lokalny przetwórnice spożywcze dające społeczeństwu produkty droższe, ale za to smaczne i zdrowe. Nawet jeśli trochę więcej za nie zapłacimy, to jest to inwestycja w nasze zdrowie. Pozostaje do zrobienia jeszcze jeden krok – powiązać ponownie lokalnych producentów z lokalnymi przetwórcami, lub ułatwić plantatorom przetwarzanie swoich produktów u siebie na miejscu.

2.3. Lokalne czy globalne?

Duże grupy społeczne w Ameryce i w zachodniej Europie zaczęły doceniać świeżą żywność. Amerykanie pytają: czy musimy jeść konserwowane produkty, których droga z plantacji na talerz to ponad 1000 mil? Popularny stał się ruch „eat local”, czyli jedz produkty lokalne, kupowane bezpośrednio od rolnika. Powrót do świeżej żywności i bioróżnorodności w uprawach daje korzyści zdrowotne, ekologiczne i ekonomiczne.

Wiele osób uświadomiło sobie, że ich zdrowie i kondycja bardzo zależy od sposobu odżywiania. Jaka jest twoja żywność – takie są twoje możliwości życiowe (ang. „*you are what you eat*”). Jedz świeżą, mało przetworzoną żywność, a nie produkty konserwowane, z tanich supermarketów. Popularność zyskują ruchy „jedz powoli” („*slow food*”) oraz „jedz lokalne produkty” („*eat local*”). Uzasadnienie tych ruchów jest bardzo racjonalne. Nie jedz, zwłaszcza codziennie i w pośpiechu, produktów „fast food” produkowanych gdzieś na świecie, często na innym kontynencie. Jedzenie to przyjemność – ciesz się dobrymi, smaczными potrawami, daniami bez konserwantów, takimi które da-

wały zdrowie twoim dziadkom. Rolnicy sprzedający żywność lokalnym konsumentom nie muszą się martwić opakowaniami, kosztami transportu i długim okresem przydatności do spożycia. Mogą się skupić na zapewnieniu świeżości i najwyższej jakości swoim produktom.

Z analiz Center for a New American Dream (CNAD) wynika, że lepszą żywność produkują małe farmy. Zapewniają większą bioróżnorodność, chronią większą pulę genów uprawianych roślin, co jest ważne w zapewnieniu bezpieczeństwa żywienia w długim okresie. Małe farmy są mniej agresywne wobec środowiska, produkują mniej odpadów, zanieczyszczeń, nie używają chemii na dużą skalę. Niestety, w latach 1935–2002 USA straciły 4,7 miliona farm. Z roku na rok farmerzy otrzymują coraz mniej gotówki. Agrobiznes podwoił zyski, ale coraz większa część zysku idzie na przetwarzanie produktu, marketing i zyski korporacji, coraz mniej trafia do producenta. Oszacowano, że z 1 dolara tylko 21 centów zarabia farmer uprawiający warzywa, pozostałe 79 centów idą na marketing i dystrybucję. Próbuje się temu przeciwdziałać. Organizacje, takie jak Community Supported Agriculture (CSA), promują korzystanie z lokalnych produktów. Jedną z propozycji to wykupienie udziału w farmie, a w zamian dostaje się część zbiorów. Konsument ma zapewnione świeże, wysokiej jakości produkty, a farmer gwarantowany zbyt i pieniądze na rozwój gospodarstwa. W Kanadzie popularne są weekendowe wyjazdy na farmę i samodzielne zbieranie owoców. Dla mieszkańców dużych miast taka wyprawa z dziećmi na wieś jest bardzo atrakcyjna.

Ruch „jedz lokalne produkty” zyskał dodatkową popularność wiosną 2010, kiedy to pył wulkaniczny zablokował transport lotniczy. Puśte półki w sklepach w Wielkiej Brytanii uświadomiły jej mieszkańcom, że kraj przestał być samowystarczalny, bo taniej było wszystko przywieźć. Nasza cywilizacja jest bardzo wrażliwa na zakłócenia w komunikacji i transporcie, ale czy musimy się uzależniać aż tak bardzo od żywności z daleka?

Czy nie warto zapłacić trochę więcej za jabłka spod Grójca czy aronię i nie liczyć na regularne dostawy bananów z Kolumbii lub owoców goji z Chin?

3. Chemia owoców aronii

Głównym składnikiem wszystkich owoców jest oczywiście woda, na drugim miejscu są cukry. Dojrzałe owoce aronii mają 74–83% wody i 17–26% suchej masy, a ok. 10% masy świeżych owoców stanowią cukry. W świeżych owocach nie ma sacharozy, suma glukozy i fruktozy to 66–100 g/kg.

Słodki smak i przyjemny zapach (dzięki obecności lotnych olejków eterycznych) powodują, że chętnie sięgamy po owoce. Jest to powszechnie lubiany składnik diety. Dotychczas uważano, że korzyści zdrowotne z jedzenia owoców wynikają głównie z obecności witaminy C. Niektóre owoce mają też znaczne ilości β -karotenu, pro-witaminy A. Niczego nie ujmując z roli witaminy C jako „królowej witamin”, obecnie można ten pogląd zrewidować.

W owocach jest znacznie więcej składników cennych dla zdrowia!



Najważniejsze z nich i występujące w aronii w wyjątkowo dużych ilościach to związki typu polifenoli, wzory chemiczne popularnych przedstawicieli tej grupy są na rysunku 1. Nie są to witaminy, ale wszystkie należą do silnych antyoksydantów.

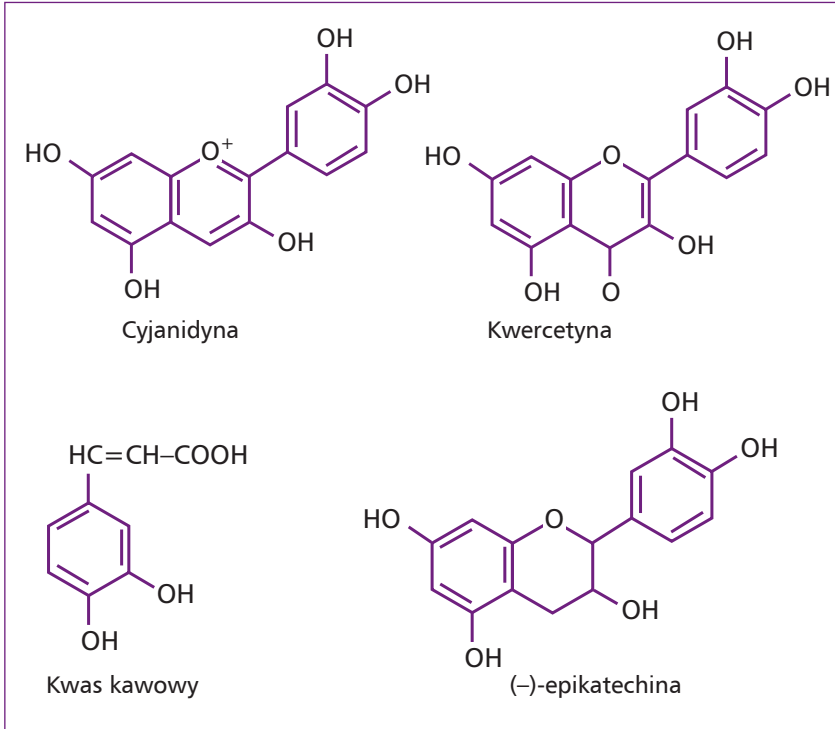
3.1. Witaminy, fitaminy i antyoksydanty

Witaminy odkryto w latach 30-tych XX wieku. Stwierdzono, że są to niezbędne składniki pożywienia, rozpuszczalne w wodzie (np. witamina C) lub w tłuszczach (np. witaminy A i E), których organizm człowieka nie syntetyzuje. Kolejne odkrywane związki (głównie z grupy amin, stąd nazwa „witaminy”, aminy ważne dla życia) oznaczano literami alfabetu, ale potem praktyki tej zaniechano, mimo, że alfabet wcale nie został wyczerpany. Rozwój metod analitycznych spowodował lawinowy wzrost liczby związków izolowanych z roślin jadalnych i roślin leczniczych. Związki te można określić mianem „biologicznie czynnych”, ponieważ uczestniczą w procesach metabolicznych żywych organizmów. Nie zawsze ich rola i znaczenie są poznane, ale ich brak w diecie człowieka odbija się niekorzystnie na zdrowiu. Często określa się je jako „fitaminy”.

Fitaminy są to związki pochodzenia roślinnego, które są niezbędne dla zdrowia, podobnie jak witaminy. Fitaminy nazywane są „witaminami nowego Millenium”, a wśród tego typu substancji najważniejsze są **polifenole**. Są to związki mające w swojej budowie pierścień aromatyczny z jedną lub kilkoma grupami OH (dobrze znany fenol ma tylko jedną). Należą do nich flawonoidy, antocyjany, katechiny i ich polimery nazywane taninami, a także kwasy fenolowe.

Antyoksydanty to substancje, które silnie hamują procesy utleniania, mimo, że są obecne w bardzo małym stężeniu. Antyoksydantami mogą być bardzo różne związki chemiczne o właściwościach redukujących (patrz rozdział 4). Większość tych związków dostaje się do organizmu z pożywieniem roślinnym. Antyoksydacyjne właściwości mają trzy najważniejsze witaminy: A, C i E, związki polifenolowe, karotenoidy i wiele innych. Charakterystyczną cechą antyoksydantów jest zdolność do reakcji z wolnymi rodnikami. Jest to podstawową funkcją antyoksydanta: spotkać rodnik i przereagować z nim szybciej niż to mogą

zrobić inne molekuly. Unieszkodliwiając (zmiatając) wolne rodniki antyoksydanty chronią białka, DNA, lipidy czy polisacharydy przed uszkodzeniem przez utlenienie.

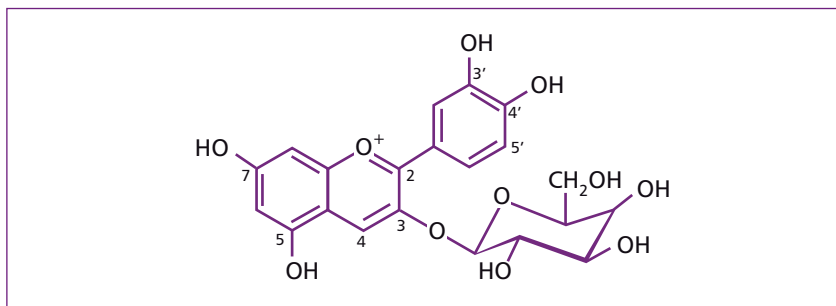


Rysunek 1. Wzory chemiczne polifenoli obecnych w aronii: cyjanidyny, kwercetyny, kwasu kawowego i epikatechiny.

3.2. Antocyjany

Nazwa **antocyjany** pochodzi od dwóch greckich słów: anthos-kwiat i kyanos-niebieski. Antocyjanami nazywamy zarówno **antocyjanidyny** (część polifenolowa, aglikon), jak i **antocyjaniny** (glikozydy, czyli antocyjanidyny połączone z cząsteczkami cukrów). Cukier (glukoza, ranoza, ksylonoza, galaktoza czy arabinoza) jest najczęściej przyłączony w pozycji C3. Znanych jest 17 antocyjanidyn i ponad 400 antocyjanin.

Cechą charakterystyczną antocyjanów jest to, że występują w postaci kationu z dodatnim ładunkiem na tlenie:



Rysunek 2. Główna antocyjanina aronii – galaktozyd cyjanidyny

O antocyjanach wiadomo, że występują w naturze w bardzo małych ilościach nadając barwę (czerwoną, pomarańczową, niebieską) płatkom kwiatów.

Tymczasem znacznie więcej antocyjanów jest w owocach, a szczególnie w ciemno zabarwionych jagodach. Obecne są głównie w skórce, co widać na pierwszy rzut oka.

Sugerują to też nazwy owoców: czarna porzeczka, czarny bez, czarne jagody.

Owoce mają różne ilości antocyjanów, ale w wyjątkowo dużej ilości występują one w aronii, nadając jej jagodom ciemny, prawie czarny odcień. Sok aroniowy zawdzięcza im piękny, ciemno-czerwony kolor, bardzo podobny w barwie do czerwonego wina.

Antocyjaniny są rozpuszczalne w wodzie i w polarnych rozpuszczalnikach. Z materiału roślinnego, płatków kwiatowych czy owoców, ekstrahuje się je najczęściej alkoholem z dodatkiem małych ilości kwasu solnego. Kwaśne środowisko zapewnia ich stabilność, zapobiegając rozkładowi.

Owoce aronii to jedno z najbogatszych źródeł antocyjanów w przyrodzie.

Stwierdzano w niej średnio około 500 mg antocyjanów w 100 g owoców, o ponad 100 mg więcej niż np. w owocach czarnego bzu i znacznie więcej niż w czarnej porzeczce. W badaniach składu chemicznego owoców aronii największe zasługi ma Polak, prof. Jan Oszmiański z Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Zawdzięczamy mu poznanie antocyjanin aroniowych, a praca została opublikowana już w 1988 roku². Pierwsze badania tanin aronii³ i kwasów chlorogenowych⁴ również wykonano w laboratoriach Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

W owocach aronii zidentyfikowano cztery antocyjaniny, pochodne cyjanidyny z cukrami: galaktozą, glukozą, arabinozą i ksylozą; dominuje cyjanidyno-3-O-galaktozyd (ponad 60%), dużo jest też cyjanidyno-3-O-arabinozydu (Tabela 1). W 2004 r. odkryto w aronii inne antocyjaniny⁵, galaktozyd i arabinozyd pelargonidyny, które są obecne w niewielkich ilościach.

Antocyjany są nietrwałe i łatwo ulegają przemianom powodującym zmiany barwy. Są wrażliwe na:

- podwyższoną temperaturę
- wyższe pH
- dostęp tlenu i światła
- obecność witaminy C
- cukrów
- enzymów
- jonów metali
- i innych czynników.

Ogrzanie roztworu antocyjanów przyspiesza ich rozkład, a procesy utlenienia prowadzą do pojawienia się brunatnych produktów. Jak wiemy, brunatnienie zachodzi intensywnie w czasie suszenia owoców. Rozkład antocyjanów w owocach można też przypisać działaniu enzymów. Aronia ma duże ilości związków polifenolowych, powoduje to jej podatność na działanie katecholazy. Jednak dzięki takim składnikom jak sorbitol i polimery katechinowe zespół antocyjanów aronii jest bardziej stabilny. Czynnikiem stabilizującym antocyjany jest też zakwaszenie roztworu.

Antocyjany łatwo ulegają reakcjom kondensacji, tworząc związki podobne do tanin, o bardzo złożonej budowie. Kompleksy antocyjanów są trwalsze i mniej wrażliwe na zmiany pH, ale polimery o dużej masie cząsteczkowej tworzą osad, np. w sokach. Kompleksy takie nadają produktom intensywniejszą i stabilniejszą barwę, ale ich struktura

molekularna nie jest dokładnie poznana. Sprzyja to natomiast zachowaniu ciemno-czerwonej barwy w produktach aroniowych. W owocach rzadko stwierdza się obecność dużej ilości antocyjanin oraz skondensowanych katechin i tanin.

Unikalność składu chemicznego aronii polega na jednoczesnym występowaniu w dużych ilościach antocyjanin i tanin.

Tabela 1. Zawartość związków polifenolowych w owocach i soku z aronii, w mg/100 g suchej masy (wartości dla świeżych owoców w nawiasach), wg. danych^{6,7}

Związek	Owoce aronii	Sok
Antocyjaniny:		
Cyjanidyno-3-galaktozyd	1282 (237–990)	787
Cyjanidyno-3-arabinozyd	582 (146–399)	324
Cyjanidyno-3-glukozyd	53 (1,7–37,6)	34
Cyjanidyno-3-ksylozyd	42 (10–51,5)	28
Pelargonidyno-3-arabinozyd	2,3	–
(–)-Epikatechina	15	13
	5182	
Polimery procyjanidyn	3992 (664)	1579
Glikozydy kwercetyny, w tym:	101 (>71)	
Kwercetyno-3- galaktozyd	37	50
Kwercetyno-3-glukozyd	22	31
Kwercetyno-3-rutynozyd	15	28
Kwas chlorogenowy	302 (61)	416
Neochlorogenowy	291 (123)	393
Polifenole razem	7849	3729

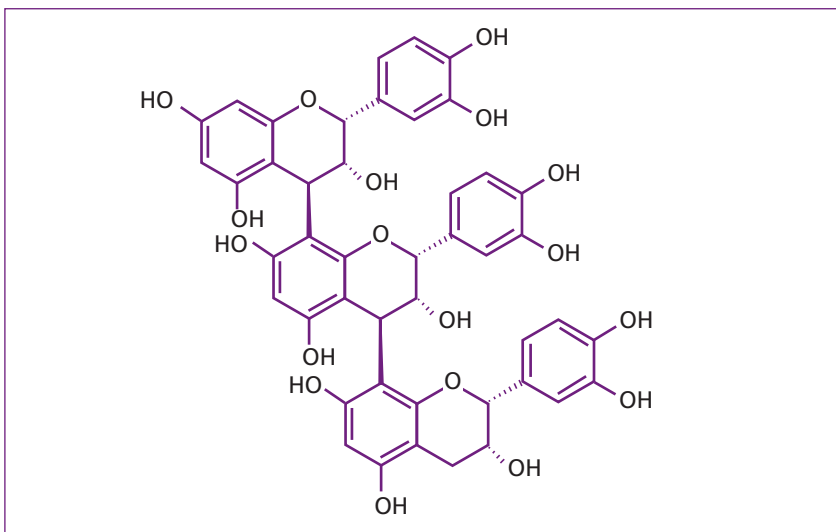
3.3. Katechiny i taniny

W wielu roślinach występują polimery, których jednostką budulcową jest katechina lub epikatechina. Krótkie, np. dimery, nazwano procyjanidynami, długie polimery – taninami.

Procyjanidyny i taniny występują w większości owoców, ale w różnej ilości i są gorzko-cierpkie. Właśnie obecność dużej ilości tych związków nadaje aronii cierpki smak, powodując, że jej owoce nie są surowcem deserowym, odpowiednim do bezpośredniej konsumpcji.

Taninom, czyli polimerom katechinowym zawdzięcza aronia swoją angielską nazwę – chokeberry, czyli dławiąca jagoda, Taniny tworzą wiązania z białkami, powodując ich ścinanie, a reakcja znana jest jako proces garbowania skóry. Efekty tego odczuwamy w czasie jedzenia owoców aronii. Procyjanidyny reagują z białkami jamy ustnej i kubków smakowych dając uczucie cierpkości, suchości w ustach i dławienia.

Badania składu chemicznego tanin aronii prowadził J. Oszmiański (Oszmiański, Kucharska, 1995), pokazując, że w owocach są obecne zarówno dimery czy trimery, takie jak ten pokazany na rysunku 3, jak i polimery o długich łańcuchach (taniny).

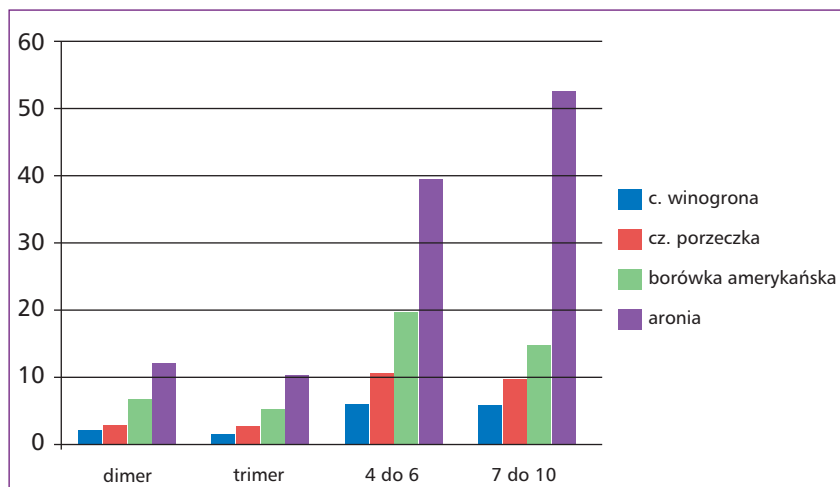


Rysunek 3. Polimer katechinowy (trimer)

Polimery katechinowe występują w aronii w bardzo dużych ilościach (ponad 1,5%), niespotykanych w innych owocach jagodowych. Zawartość ich jest około 60-krotnie większa niż np. w owocach czarnego bzu.

Związki te cechuje jednocześnie duży stopień polimeryzacji i rozpuszczalność w wodzie. Stopień polimeryzacji wyniósł aż 70, co jest

wartością bardzo wysoką. Oznacza to obecność długiego łańcucha o 70 jednostkach epikatechiny i aż 350 grupach OH. Dla porównania: we frakcji tanin uzyskanych z nasion winogron, które były analizowane tą samą metodą, stopień polimeryzacji wynosił tylko 18,6, a więc łańcuchy polimerów są znacznie krótsze.



Rysunek.4. Oligomery katechinowe [mg/100 g] zbudowane z 2–10 jednostek w świeżych owocach aronii, borówki amerykańskiej, czarnej porzeczki i ciemnych winogron, wg.⁸

Zawartość polimerów w owocach aronii wynosi aż 663,7 mg/100g, w tym 542,6 mg, czyli ponad 80%, to polimery dłuższe niż 10 jednostek – taniny. To największa zawartość tanin oznaczona w jadalnych owocach. Wyjaśnia to cierpki smak aronii, a zarazem wiele z jej właściwości. Jednak najważniejsze są dimery i krótsze oligomery, które mogą się wchłaniać do płynów ustrojowych. Aronia ma ich znacznie więcej niż winogrona, czarna porzeczka, czy borówki (rysunek 4). W diecie Amerykanów, a prawdopodobnie również i Polaków, głównym źródłem procyanidyn i oligomerów (epi)katechinowych są jabłka. Dienne spożycie tego typu związków oszacowano na 70 mg.

Interesujący jest fakt, że epikatechinowe polimery aronii są różowe, a po przeprowadzeniu degradacji, można z nich uwolnić cyjanidynę. Oprócz aronii, antocyjanidyny połączone z katechiną lub epikatechiną znaleziono w truskawkach⁹. Dłuższe polimery procyanidyn (taniny),

nie zawierające cząsteczek cyjanidyny ani cukrów, są nierozpuszczalne w wodzie i prawdopodobnie nieprzyswajalne.

- Dzięki obecności licznych grup OH, procyjanidyny i taniny mają wielokrotnie większą aktywność w wymiataniu rodników niż witaminy E i C.
- Procyjanidyny są aktywne fizjologicznie w zapobieganiu zakrzepom; zmniejszają ryzyko miażdżycy naczyń krwionośnych, bowiem **hamują utlenianie cholesterolu**.
- **Wzmacniają ściany naczyń krwionośnych** poprzez tworzenie wiązań z kolagenem.
- Związki te mają **właściwości przeciwzapalne, przeciwnowotworowe, przeciwwirusowe i przeciwbakteryjne**, w różnym stopniu udokumentowane naukowo.
- Wykazują też inne cenne właściwości, m.in. **zdolność wiązania toksycznych metali i alkaloidów**, co może być wykorzystane do odtruwania organizmu. Pokazano, że procyjanidyny tworzą wiązania z alkaloidami, np. z berberyną, strychniną i papaweryną oraz z metalami ciężkimi, jak: ołów, arsen, chrom, żelazo i kadm.

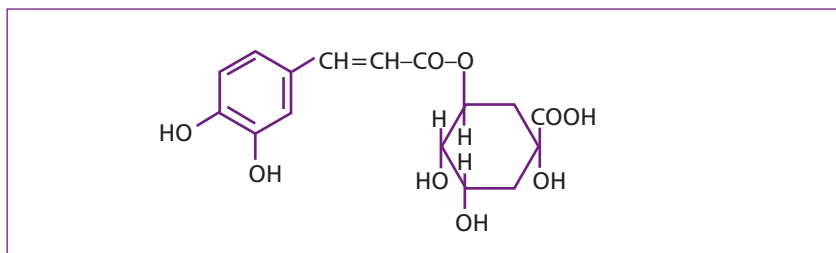
Dużej zawartości procyjanidyn i ich właściwości do reakcji z białkami, owoce aronii zawdzięczają też swą wyjątkowo wysoką trwałość i odporność na działanie mikroorganizmów i innych patogenów. Reagując z białkami i blokując enzymy intruza ograniczają rozwój szkodników na owocach.

Procyjanidyny aronii połączone z cząsteczkami antocyjanin prawdopodobnie są przyczyną lepszej biodostępności tych związków. Dodatkowo podnosi to wartość aronii, w porównaniu z winogronami i innymi owocami jagodowymi.

3.4. Kwasy i inne związki

Bogactwo związków polifenolowych aronii nie ogranicza się tylko do antocyjanów i procyanidyn. W owocach są również kwasy organiczne, w tym hydroksybenzoesowe i hydroksycynamonowe. Ogólną zawartość kwasów w owocach oceniono na 1,1–1,35%; **dominuje kwas jabłkowy** (0.61%), ale jest też **winowy** (0.35%), **cytrynowy** (0.12%) i **bursztynowy**. Obecność kwasów powoduje niskie pH: 3.3–3.8; hamuje to rozwój bakterii i ułatwia przechowywanie owoców.

W porównaniu do innych owoców jagodowych, aronia zawiera dość dużo kwasów hydroksycynamonowych: chlorogenowego (35,5 mg/100 g) i neochlorogenowego (21,5 mg/100 g) (wg. Oszmiański, Sapis, 1989).



Rysunek 5. Wzór kwasu chlorogenowego, powstał z połączenia kwasu kawowego i chinowego.

Kwas chlorogenowy ma właściwości antyoksydacyjne i tworzy kompleksy z jonami metali. Mimo, że występuje w wielu produktach żywnościowych (np. w soku jabłkowym, herbacie, kawie) mało wiadomo o jego roli w żywych organizmach.

Badania pokazują, że ma właściwości przeciwzapalne i przeciwnowotworowe.

Kwas chlorogenowy dobrze się wchłania w przewodzie pokarmowym, w moczu jest go niewiele, co sugeruje, że jest wychwytywany przez wątrobę.

Ze względu na właściwości antyoksydacyjne, kwasy chlorogenowy i kawowy mogą mieć znaczący wkład do profilaktyki chorób układu krążenia.

Obecność kwasu chlorogenowego w diecie może być też korzystna dla diabetyków, bowiem zwiększa on tolerancję glukozy.

Mniejsza absorpcja cukrów w przewodzie pokarmowym i opóźnione ich przyswajanie sprzyja utrzymaniu stałej wagi. Ze względu na dużą zawartość kwasu chlorogenowego, aronia może być cennym uzupełnieniem diety osób z tzw. „zespołem metabolicznym” (nadwaga, cukrzyca, nadciśnienie, miażdżyca).

Aminokwasy. Aronia jest surowcem bardzo bogatym w aminokwasy i nadaje się jako surowiec do produkcji wina. Moszcz aroniowy zawiera ich 5488 mg/l, podczas gdy moszcze z innych owoców o rząd wielkości mniej, np. wiśniowy 599, jabłkowy 693, a z czarnej porzeczki 878 mg/l. W składzie aminokwasów aronii dominuje treonina (3250 mg/l), prolina (1149 mg/l), arginina (327 mg/l) i kwas asparaginowy (247 mg/l)¹⁴. W moszczu była też histydyna (32 mg/l) i tyrozyna (20 mg/l), z których w procesie fermentacji z udziałem drożdży winiarskich powstaje histamina i tyramina. Obie aminy działają na układ krążenia, ale wywołują przeciwstawne efekty, tyramina powoduje wzrost ciśnienia, a histamina jego spadek. Jednak spożycie ich z winem w niewielkich ilościach (do 20 mg/l) nie stanowi zagrożenia dla zdrowia.

Koncentratem soku z aronii zainteresowali się naukowcy niemieccy¹⁰. Badając skład koncentratu oddzielili frakcję skondensowanych tanin i antocyjanin, zajmując się identyfikacją glukozydów i gencjobiozydów. Stwierdzili, że **amigdalina**, **parasorbozyd** i **sorbitol** są obecne w owocach w bardzo małej ilości. Obecność parasorbozydu i sorbitolu jest charakterystyczną cechą rodzaju *Sorbus*.

Amigdalina to glukozyd, połączenie dwóch cząsteczek glukozy z fenylacetonytrylem (mandelonitrylem). Zawartość amigdaliny w 1 kg świeżych owoców aronii oceniono¹¹ na 201 mg. Amigdalina występuje w pestkach owoców, takich jak: morela, wiśnia, brzoskwinia, śliwa, jabłko czy migdałowiec, nadając im gorzki smak i specyficzny aromat. Amigdalina to „glukozyd cyjanogeny” ponieważ po hydrolizie uwalnia toksyczny cyjanowodor. Spożycie kilkudziesięciu gorzkich migdałów przez dorosłego człowieka grozi śmiertelnym zatruciem, ale słodkie migdały są bezpieczne, podobnie jak aronia. Glikozydy cyjanogenne występują w manioku, sorgo, prosie, roślinach bobowatych oraz w nasionach Inu.

Postawiono nawet hipotezę, że amigdalina jest zanikającym składnikiem diety w zachodnich cywilizacjach, ponieważ przestaliśmy jeść proso i maniok, a właśnie jej niedobór przyczynia się do zwiększenia częstości zachorowań na nowotwory.

Amigdalina to potencjalny lek o działaniu przeciwnowotworowym.

Prowadzone są badania nad biochemicznym mechanizmem działania oraz próby jej zastosowania *in vivo*, ale metoda podawania i dawki muszą znaleźć potwierdzenie w badaniach klinicznych.

Resweratrol to związek polifenolowy: 3,5,4'-trihydroksy stilben. Dzięki zastosowaniu takich metod analitycznych jak magnetyczny rezonans jądrowy (NMR) oraz spektrometria mas możliwe było pokazanie, że jest on obecny w owocach aronii, choć wcześniej go nie zidentyfikowano. Resweratrol jest wytwarzany przez rośliny w odpowiedzi na uszkodzenie tkanek, inwazję grzybów, czy silne promieniowanie UV. Nadaje roślinom odporność na stres, a większe jego ilości produkują rośliny z plantacji organicznych. Jego znanym źródłem są winogrona, ale znaleziono go też w czarnych jagodach, borówce amerykańskiej, żurawinach i śliwkach. Popularność resweratrolu rośnie od lat 90-tych, kiedy to odkryto go w czerwonym winie. Badania pokazały, że może chronić przed miażdżycą i chorobami serca, działać neuroprotekcynie i przeciwnowotworowo, a także przedłużać życie! Możemy korzystać z resweratrolu w kapsułkach lub płynie (suplementy diety), wypić kieliszek czerwonego wina albo... soku z aronii.

Resweratrol najlepiej się wchłania w mieszaninie naturalnych związków, razem z innymi flawonoidami. Resweratrol, katechina i kwas kawowy są obecne w małych stężeniach, ale w organizmie działają synergistycznie. Te same składniki są też w owocach aronii, co pozwala przypuszczać, że resweratrol z przetworów aroniowych będzie bardzo dobrze przyswajalny.

Karotenoidy to związki cenne dla zdrowia naszych oczu i skóry. Skład karotenoidów w owocach aronii poznano¹² w 1989 roku. Wśród karotenoidów jest likopen, β -karoten, luteina, β -kryptoksantina i kil-

ka innych. Najwięcej było β -karotenu (16,7 mg/kg) i β -kryptoksantyny (12,2 mg/kg), a całkowita zawartość karotenoidów w owocach sięgała 48,8 mg/kg jagód.

Witaminy i minerały

W świeżych owocach znaleziono¹³:

- **witaminę C** w ilości 137 mg/kg (inne źródła podają wartości 13 – 270 mg/kg)
- **witaminy z grupy B**: B1 180 μ g/kg, B2 200 μ g/kg, B6 280 μ g/kg, niacynę 3000 μ g/kg, kwas pantotenowy 2790 μ g/kg, foliany 200 μ g/kg
- **tokoferole** 17,1 mg/kg,
- **witaminę K** 242 μ g/kg.
- **aminokwasy i białka**

Owoce aronii zawierają **składniki mineralne** (wg. Tanaka, 2001), w ich składzie dominuje potas:

- **potas** 2180 mg/kg
- **wapń** 322 mg/kg
- **magnez** 162 mg/kg,
- **sód** 26 mg/kg
- **żelazo** 9,3 mg/kg,
- **cynk** 1,47 mg/kg,
- **mikropierwiastki: mangan, miedź i jod.**

Przyjemny aromat owoców aronii wynika z obecności wielu **lotnych związków**, głównie estrów (zidentyfikowano ich ponad 20) oraz związków terpenowych (wśród nich jest karwol i linalol).

3.5. Błonnik aroniowy

W skórcie owoców aronii jest **celuloza** i związki pochodne oraz antocyjaniny i taniny. Skórki są cennym surowcem pozostającym po wyciśnięciu soku, można je wykorzystać do produkcji naturalnego barwnika.

Intensywny, fioletowy kolor wytlóków świadczy o tym, że w tym materiale jest jeszcze bardzo dużo antocyjanin.

Jednak przede wszystkim jest to doskonałe źródło błonnika pokarmowego. W świeżych owocach jest 56 g/kg błonnika (Tanaka, 2001), w tym 3,4–5,8 g/kg pektyn.

Błonnik był traktowany do niedawna jako nieprzyswajalne związki balastowe. Obecnie wiadomo, że są potrzebne, ich brak w diecie spowalnia przejście mas pokarmowych i powoduje dłuższy kontakt składników pokarmu ze ścianami żołądka i jelit. Sprzyja to zmianom patologicznym (zwłaszcza, gdy żywność ma dużo konserwantów, syntetycznych barwników i innych kancerogenów), przyspieszenie pasażu jelitowego może działać antykancerogenne. Ze względu na ważną rolę błonnika w racjonalnym żywieniu oraz w prewencji i leczeniu niektórych chorób, celowe jest zwiększenie jego spożycia. Można to osiągnąć poprzez częstsze spożywanie produktów obfitujących w błonnik, takich jak: pieczywo razowe, kasze, płatki owsiane, warzywa i owoce, lub skorzystanie z żywności funkcjonalnej czy suplementów diety.

Dla biologicznego działania preparatów wysokobłonnikowych decydujące znaczenie ma ich skład chemiczny (proporcja błonnika rozpuszczalnego do nierozpuszczalnego) oraz stopień rozdrobnienia. Interesujące są preparaty błonnikowe o większym stopniu rozdrobnienia, co pozwoli je łatwiej wykorzystać do przyrządzania potraw (dodatek do sosów, zup).

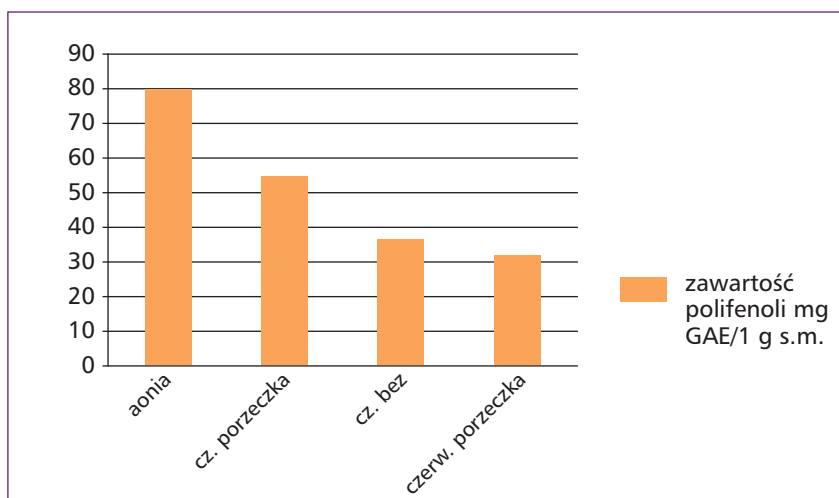
Badania pokazały¹⁵, że w wysuszonych, zmielonych (mikronizowanych) wytlókach aroniowych jest **85% błonnika**, dominuje (82%) frakcja nierozpuszczalna, błonników rozpuszczalnych w wodzie jest tylko 3%. W składzie frakcji nierozpuszczalnej jest 25% celulozy, 20% hemiceluloz i ok. 20% lignin.

Obecność celulozy i jej pochodnych oraz polifenoli potwierdziły badania metodą NMR w ciele stałym¹⁶. Jest to doskonała metoda badania związków organicznych, ale szczególnie dobrze nadaje się do badania produktów trudno rozpuszczalnych. W standardowym widmie ¹³C MAS NMR błonnika aroniowego jest widoczna tylko celuloza, ale stosując specjalną sekwencję impulsową można obserwować sygnały węgla pochodzące od związków polifenolowych.

Błonnik aroniowy to cenny materiał, który powinien być dalej wykorzystywany w produkcji żywności funkcjonalnej. Spełnia podwójną rolę: dostarcza nierozpuszczalnych polimerów celulozowych przyspieszających perystaltykę oraz antyoksydantów.

3.6. Superkwiaty aroniowe

Związki polifenolowe występują też w kwiatach roślin jagodowych. Dobrze przebadanym surowcem, wykorzystywanym w farmacji są kwiaty czarnego bzu²⁰. Fitochemia kwiatów aronii czy porzeczek nie jest dobrze poznana. Zmierzono zawartość związków polifenolowych w wodnych ekstraktach z kwiatów czterech krzewów jagodowych: aronii, czerwonej i czarnej porzeczek i czarnego bzu. Wyniki oznaczenia w miligramach kwasu galusowego (GAE) na 1 gram suchego, zliofilizowanego surowca przedstawia rys. 6.



Rysunek 6. Zawartość związków polifenolowych w kwiatach roślin jagodowych

Widać, że wodny ekstrakt z kwiatów aronii zawiera największą ilość związków polifenolowych. Dużą ich zawartością cechuje się także ekstrakt z kwiatów czarnej porzeczek. Kwiaty aronii mogą być wykorzystywane w podobnych wskazaniach jak kwiaty zawierające znaczne ilości flawonoidów (bez czarna, lipa), chociażby jako herbatki ziołowe.

Owoce jagodowe

We wcześniejszych badaniach owoców mierzono tylko całkowitą zawartość polifenoli, ale obecnie oznacza się cały profil związków polifenolowych. W ekstraktach z malin, czarnych jagód, czarnej porzeczek,



truskawek, aronii (*Aronia mitchurinii* Viking), żurawin (*Vaccinium oxycoccus*), jarzębiny i jabłek oznaczono 6 grup polifenoli: antocyjaniny, kwasy hydroksycynamonowe, elagitaniny, flawonole, flawanole i procyjanidyny. W jagodach rodzaju *Vaccinium* dominują antocyjaniny, ale w malinach i truskawkach jest bardzo dużo elagitanin (w malinach ok. 1,7 g/100 g ekstraktu). W 100 g owoców jarzębiny jest aż 679 mg kwasów, takich jak chlorogenowy i kawowy (w aronii 422 mg), dość dużo jest ich też w jabłkach i czarnych jagodach.

Tabela 5. Zawartość związków polifenolowych w owocach, w mg/100 g suchego ekstraktu, wg. danych z Finlandii²⁶.

Owoce	Zawartość polifenoli
Aronia Aronia mitschurini	4210
Czarne jagody	3300–3820
Czarna porzeczka	2230–2790
Żurawina	2200
Maliny	2730–2990
Truskawki	1600–2410

Zawartość poszczególnych związków polifenolowych zmienia się w dużym zakresie, w zależności od dojrzałości owoców, uprawianej odmiany i miejsca zbiorów²⁷. Duży wpływ na ich powstawanie w owocach ma temperatura i liczba dni słonecznych w sezonie. Mniejsze natomiast są różnice w całkowitej zawartości polifenoli.

Ciekawe, ale większej zawartości związków polifenolowych w jagodach sprzyja zimny klimat Północy, krótki sezon wzrostu, niedobór nawozów w glebie (azotowych, fosforowych) oraz brak środków ochrony roślin (pestycydów, herbicydów).

Owoce różnią się zawartością bioaktywnych związków, ale również zawartością wody i cukrów. Które z nich oferują największe korzyści zdrowotne w przeliczeniu na porcję?

Wprowadzono pojęcie „superowocu” (ang. superfruit) dla owoców szczególnie bogatych w cenne związki: polifenole, karotenoidy, witaminy i składniki mineralne. Na tej liście są (alfabetycznie):

- acai
- borówka amerykańska,
- goji
- granat
- mangostyn
- noni
- rokitnik i żurawiny.

Większość to owoce dość egzotyczne dla Polaków. Można je określić jako „superjagody” (ang. superberries: acai, blueberries, cranberries, goji berries, sea buckthorn berries).

Jeszcze nie ma na tej liście aronii, ponieważ w krajach zachodnich jest mało znana, ale do wartościowych „superowoców” na pewno pasuje jako „superjagoda”. Interesujące jest porównanie antyoksydacyjnych zdolności znanych owoców (patrz rozdział 6.2).

3.7. Superowoce i superjagody

Interesujące jest porównanie aronii z innymi owocami popularnymi w Europie, zwłaszcza z ciemnymi, które są bogate w antocyjany, takimi jak czarne jagody, czarne porzeczki czy wiśnie (Tabela 2).

Porównanie to przekonuje, że aronia jest rekordzistką, zarówno jeśli chodzi o zawartość antocyjanów jak i całkowitą ilość związków typu polifenoli w owocach.

Owoce aronii mogą zawierać aż 10–20 g polifenoli w 1 kg, natomiast ilość antocyjanin może osiągać 4,0–8,5 g w 1 kg.

Antocyjaniny różnią się zarówno miejscem podstawienia jak i rodzajem cukru. Każdy gatunek, a nawet odmiana owoców, charakteryzuje się określonym składem ilościowym i jakościowym antocyjanin. Niektóre są tak charakterystyczne, że stanowią jakby „odcisk palca”, umożliwiając szybkie rozpoznanie rodzaju owoców i regionu, z którego pochodzą. Zaproponowano na przykład, aby na tej podstawie identyfikować czerwone wina¹⁹.

Tabela 2. Polifenole w owocach, w mg/100 g owoców, wg. danych Instytutu Biochemii Technicznej, Politechnika Łódzka¹⁷, dane w nawiasach z pracy¹⁸

Owoce	Całkowita zawartość polifenoli	Zawartość antocyjanin	% antocyjanin w polifenolach
Aronia	2080	505 (300–630)	24,3
Czarny bez		(450)	
Czarne jagody		(160–500)	
Truskawki	225	45 (28–70)	20
Czarna porzeczka	560	140	25
Czerwona porzeczka	210	29	13,8
Wiśnie	460	65	14,1
Winogrona		(8–390)	
Jabłka (Jonatan)	250	–	–

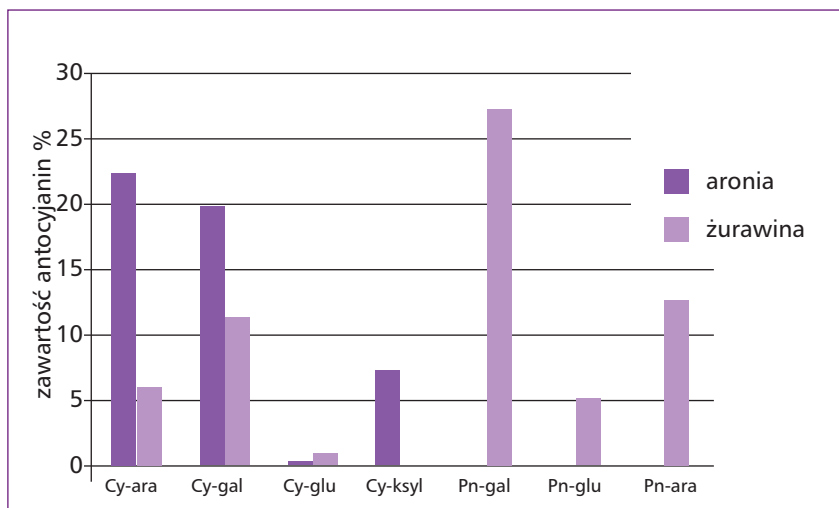
Żurawiny

Większość owoców zawiera mieszaninę kilku do kilkunastu antocyjanów z jednym lub dwoma dominującymi, które decydują o odcieniu i stabilności barwy, podobnie jak to ma miejsce w płatkach kwiatowych. Rysunek 7 pokazuje porównanie składu antocyjanin dwóch amerykańskich owoców jagodowych: żurawiny i aronii. W amerykań-

skiej żurawinie wielkoowocowej najwięcej jest galaktozydu peonidyny (Pn-gal) i arabinozydu peonidyny (Pn-ara), ale występują też inne antocyjany²¹.

W rosnącej dziko aronii amerykańskiej (Jonesboro) jest dużo arabinozydu cyjanidyny (Cy-ara), podczas gdy w odmianach uprawianych w Polsce, które analizował Oszmiański dominuje galaktozyd (Cy-gal). Na podstawie charakterystycznego profilu antocyjanin można odróżniać np. sok aroniowy z obu krajów.

W ciemnych winogronach, żurawinie i czarnych jagodach są pochodne cukrowe pięciu antocyjanidyn, tymczasem w wiśniach, czarnej porzeczce i aronii znaleziono tylko jedną antocyjanidynę – cyjanidynę, choć w aronii są też śladowe ilości glikozydów pelargonidyny.



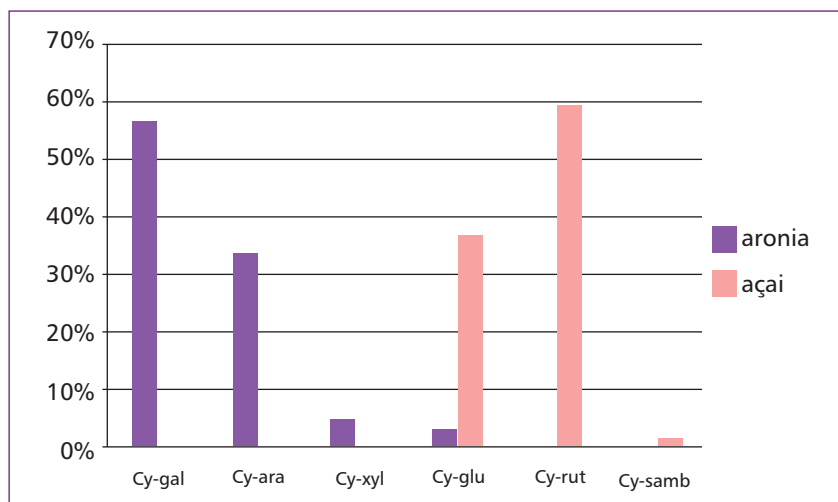
Rysunek 7. Zawartość poszczególnych antocyjanin (%) w owocach amerykańskiej aronii i żurawiny

Mieszając sok z aronii i żurawiny dostarczymy organizmowi aż 7 różnych antocyjanin. Niewielki dodatek (10–15%) kwaśnego soku z żurawin wpływa korzystnie na smak soku aroniowego.

Açai

Açai (czytaj: assai), owoce palmy *Euterpe oleraceae* Martius rosnącej nad Amazonką są powszechnie konsumowane w Brazylii. Owoc ma dużą pestkę, ale miąższ szybko się psuje, dlatego owoce przerabia się na miejscu. Towarem eksportowym jest zamrożona pulpa owocowa lub sok. Ostatnio sok z açai stał się popularny w USA, trafił też do Europy.

Jakie cenne dla zdrowia składniki zawierają jagody açai? Owoce są oleiste, ciemny kolor sugeruje dużą zawartość barwników antocyjanowych, ale dokładne badania składu chemicznego zamrożonych i suszonych owoców opublikowano dopiero w 2006 roku. A. Schauss i wsp.²² zidentyfikowali 5 różnych antocyjanin, dominują glukozyd i rutynozyd cyjanidyny, w mniejszych ilościach są: sambubiozyd cyjanidyny (1,2%), glukozyd i rutynozyd peonidyny. Całkowita zawartość antocyjanów to 319 mg/100 g (przyjęto jako 100%).



Rysunek 8. Zawartość poszczególnych antocyjanin, glikozydów cyjanidyny (%) w owocach aronii i açai (Schauss, 2006)

Inne związki polifenolowe to katechina, epikatechina, ich dimery (procyjanidyny), trimery oraz inne polimery w ilości 1,289 g/100g suchej masy. Skład procyjanidyn w açai jest podobny do tych z czarnych jagód, zwraca uwagę duża ilość polimerów (918 mg/100g) o wysokiej

masie cząsteczkowej. W 100 g suchej masy owocowej jest 44 g błonni-
ka, śladowe ilości witaminy C, ale aż 1000 IU witaminy A.

W dorzeczu Amazonki, zielony olej wyciskany z owoców acai używany jest w celach spożywczych i leczniczych. Głównymi składnikami oleju są kwas oleinowy (56%), palmitynowy (24%) i linolowy (12,5%), inne związki to sterole (alfa-sitosterol, kampesterol, sigmaste-
rol), aminokwasy i białka.

Tabela 3. Antyoksydanty w liofilizowanych owocach aronii i acai, w mg/100 g suchej masy (dane WUM, 2014)

	Zawartość antocyjanin /jako glukozyd cyjanidyny/	Zawartość polifenoli /jako katechiny/	ORAC /ekwiwalent mikromoli Troloxu/100g
Aronia liofilizowana	2176	6610	26 890
Acai liofilizowane	673 319*	2650 1289*	17 110

*wg. (Schauss, 2006)

Interesujące jest porównanie antyoksydacyjnych właściwości aronii i acai. Wartość ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity score) wyrażona jako mikromole Troloxu/1 g świeżych owoców acai wynosi: 167. Nie podano szczegółów pomiaru i przygotowania materiału, ale był to miąższ owoców acai, bez dużej pestki. Tymczasem owoce aronii mają dużo drobnych pestek, które wliczono w masę owocu otrzymując ORAC=160 μ molTe/g. Łatwiej porównać suche materiały. Liofilizowano pulpę owoców acai, oraz całe jagody aronii, a następnie wykonano ekstrakcję antocyjanów i innych polifenoli.

Liofilizowane owoce aronii mają trzy razy więcej antocyjanin niż acai i ponad dwa razy więcej wszystkich związków polifenolowych. Znacznie większa jest też ich pojemność antyoksydacyjna.

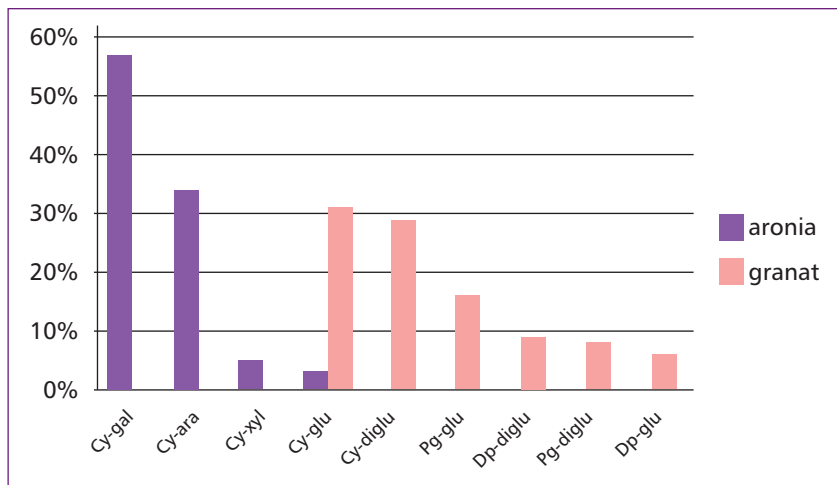
Świeżych owoców acai nie można kupić w europejskich supermarketach. Ale sok lub zliofilizowane, sproszkowane owoce mogą stanowić interesujące urozmaicenie diety.

Granat

Owoce granatu (*Punica granatum* L.) są konsumowane jako świeże, ale najczęściej pijemy sok. Jadalna część owoców to nasiona otoczone soczystym miąższem, czyli osnówki (ang. arils). Stanowią one 52% masy owoców (w/w), ale w nich jest 78% soku, a 22% to masa pestki. Sok zawiera cukry, antocyjaniny i dużo kwasów, w tym kwasy fenolowe i kwas askorbinowy. Zawartość związków fenolowych określono na 506 mg/100 g osnówek, a witaminy C na 360 mg/100 g.

Sok ma silne właściwości antyoksydacyjne właśnie dzięki wysokiej zawartości związków polifenolowych, takich jak galotanniny, antocyjaniny (glikozydy cyjanidyny, delfinidyny i pelargonidyny) i innych flawonoidów (glikozydów kwercetyny, kemferolu, luteoliny). Dominującym związkiem polifenolowym jest punikalagina, jest jej dużo w skórce i białym miąższu, ale podczas wyciskania owoców przechodzi do soku osiągając stężenie ponad 2 g/litr.

Interesujące jest porównanie aronii z granatem, oba owoce są źródłem antocyjanin. Ale: w aronii dominuje jeden aglikon – cyjanidyna, a cukry są różne (galaktoza, glukoza, arabinoza, ksyloza), natomiast w granacie jest jeden cukier – glukoza, ale trzy różne antocyjanidyny: cyjanidyna, delfinidyna i pelargonidyna (Rysunek 9).



Rysunek 9. Zawartość antocyjanin (%) w owocach granatu i aronii

Kwaśny sok z granatów może zastępować sok z cytryny. Mieszanka soków z granatu i aronii jest smaczna, dostarcza zestawu antocyjanin, a dodatkowo sok z granatów ma dużo witaminy C.

Tabela 4 . Antyoksydanty w świeżych owocach granatu i aronii, w mg/100 g

	antocyjaniny	polifenole	wit.C
Aronia	500 mg/100g owoców	2080–3000 mg /100 g owoców	14–28 mg/ 100g owoców
Granat	17,8–19,7 mg/100 ml osnówek 9,2–10,2 mg/100g owoców	150–506 mg/100g osnówek, 78–263 mg/100 g owoców	360 mg/100g osnówek 187,2 mg/100g owoców

Rokitnik

Rokitnik (*Hippophae rhamnoides*) to krzak o szarzielonych liściach, podobny do oliwki. Jego kolczaste gałązki są oblepione drobnymi owocami o intensywnie pomarańczowej barwie, dlatego Rosjanie nazywają je „oblepicha”, a Niemcy „Sanddorn”. Rokitnik był jedzony oraz uży-



wany w medycynie głównie w Rosji i na Bliskim Wschodzie, ale też w Mongolii, Chinach i w Indiach. Obecnie owoce rokitnika są przetwarzane na soki i dżemy oraz używane jako dodatek do innych produktów spożywczych, natomiast olej z rokitnika jest składnikiem kosmetyków. Owoce są cenione jako bogate źródło witaminy C i karotenoidów. Zawartość witaminy C jest w granicach 28–310 mg na 100 g świeżych owoców, ale w niektórych odmianach nawet 500–600 mg. Witamina C w soku to 19–121 mg/100 ml, w zależności od surowca i metody produkcji. Piękny, żółto-pomarańczowy kolor nadają owocom karotenoidy, które są w ilości 32–45 mg/100 g owoców; beta-karoten

stanowi 15–55% wszystkich karotenoidów, wśród których znaleziono m.in.: alfa-karoten, gamma-karoten, dihydroksy-beta-karoten, likopen, zeaksantynę.

Już w X wieku owoce rokitnika były składnikiem ziołowych leków w tradycyjnej medycynie²³, a możliwości wykorzystania soku we współczesnej medycynie są intensywnie badane. Można oczekiwać, że będzie on hamował rozwój chorób sercowo-naczyniowych²⁴, może wspomagać chemioterapię w chorobach nowotworowych. Pokazano, że chroni przed genotoksycznym działaniem cisplatyny²⁵.

Dietetycy zalecają dla dorosłych 100 ml soku dziennie, dla dzieci 50 ml. Sok stanowi doskonałe uzupełnienie codziennej diety, zwłaszcza w okresie jesienno-zimowym.

Rokitnik to idealny partner dla aronii! Sok z aronii ma dużo antocyjanów i katechin, ale bardzo mało karotenoidów i witaminy C. Mieszanina soków aronii i rokitnika dostarcza całego profilu potrzebnych antyoksydantów: polifenoli i karotenoidów, a do tego witaminy C. Niestety, sok z rokitnika jest kwaśny, a sok z aronii cierpki. Wymieszane (i wstrząśnięte) można pić z wiarą w moc natury, ale lepiej posłodzić, np. miodem.

Świdośliwa

Istnieje wiele jej gatunków, ale w uprawie są głównie świdośliwa Lamarcka nazywana kanadyjską (*Amelanchier lamarckii*) i olcholistna (*Amelanchier alnifolia*). Tak jak aronia, należy do rodziny różowatych. To duży krzew lub drzewo, traktowane jako ozdoba ogrodu, w kwietniu ma białe kwiaty, a jesienią liście przebarwiają się na czerwone. Świdośliwy uprawiane w Polsce są odporne na niskie temperatury, preferują stanowiska słoneczne, ale nie wymagają szczególnych warunków uprawy. Owoce są najpierw czerwone, stopniowo stają się ciemne, ale nie dojrzewają równomiernie.



Zbiera się je w lipcu, a więc nawet miesiąc wcześniej niż aronię. W Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach, gdzie testuje się różne jej odmiany, dostępne są sadzonki siedmiu wielkoowocowych odmian, ale w sklepach ogrodniczych spotyka się je rzadziej.

Owoce świdośliwy są większe niż aronii (0,5-1,5 cm), rozmiarem podobne do borówki amerykańskiej.

Owoce są chętnie jądane na surowo, gdyż są słodsze niż aronia. Jak wiadomo, miernikiem smaku owoców jest stosunek cukier/kwasy. Zawartość cukrów określono na 14,3-14,7% suchej masy owoców, ale mają mniej kwasów organicznych – 0,53 g (aronia 0,8 g do 1,4 g w 100 g owoców), mało witaminy C (4-9 mg/100 g), zawierają też kwasy hydroksycynamonowe: chlorogenowy, neochlorogenowy, kawowy i pochodne.

Mają podobny skład antocyjanów jak aronia, dominuje cyjanidyno-3-O- galaktozyd, są też glukozyd, arabinozyd i ksylozyd. Zawartość antocyjanów zależy od odmiany; świdośliwa olcholistna ma ich od 0,126 g/100g²⁹ do 0,518 g/100 g³⁰. Uwzględniając ilość antocyjanów, flawonoidów (pochodne kwercetyny), kwasów fenolowych, okazuje się jednak, że w sumie związków polifenolowych w świdośliwie jest znacznie mniej niż w aronii.

Ze względu na szczególnie wysoką zawartość związków polifenolowych, aronię można nazwać „królową antyoksydantów”, przy niej świdośliwa jest „ubogą krewną”. Ale jest lubiana, bo jej jagody są słodsze. Smaczne jest „rodzinne” połączenie aronii i świdośliwy. Zamrożone owoce świdośliwy mogą poczekać do zbiorów aronii, ale użyte jako naturalny słodzik i dodane do dżemu aroniowego poprawiają jego cierpkawy smak. Owoce świdośliwy i aronii można mieszać w dowolnych proporcjach, to inspirujące połączenie.

Świdośliwy posadzone w przydomowych ogródkach jako drzewa owocowe mogą być źródłem jagód wykorzystywanych do dżemów, soków i ciast. Niestety, lubią je też ptaki!

3.8. Dojrzewanie owoców aronii

Interesujące było zbadanie jak zmienia się zawartość najważniejszych grup substancji biologicznie czynnych w trakcie wzrostu

i dojrzewania owoców. Nowe metody analityczne (NMR, HPLC/MS) pozwoliły na identyfikację głównych związków aktywnych obecnych w niedojrzałych oraz dojrzałych owocach aronii. Oczywiście, pojawienie się niektórych związków można poznać po kolorze owoców. Przykładem są antocyjany, ciemno czerwone barwniki które są tylko w dojrzałej aronii. Dość łatwo można oznaczyć cukry, ale obecność innych związków w owocach muszą potwierdzić specjalistyczne badania.

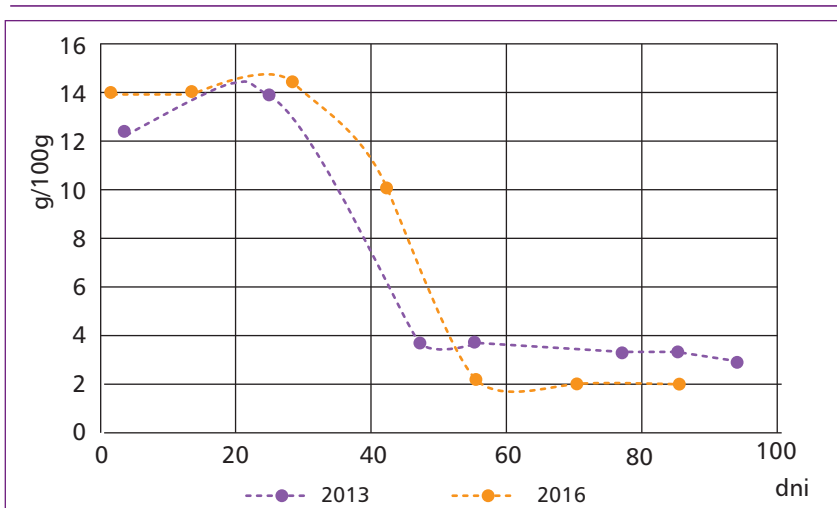
Szczególnie zainteresowały nas zielone owoce aronii, ze względu na opowieści plantatorów o tym jak chętnie zjadają je zwierzęta. Wizyty saren, jeleni, a nawet bizonów na plantacjach kończą się w lipcu. Dojrzałą aronią interesują się ptaki, zwłaszcza te odlatujące na zimę. Zjadanie ciemnych jagód dostarcza im silnych antyoksydantów, potrzebnych do likwidacji stresu oksydacyjnego w mięśniach w trakcie długiego lotu - tłumaczą ornitolodzy.

Co istotnego jest w zielonych jagodach, które są kwaśne i cierpkie?

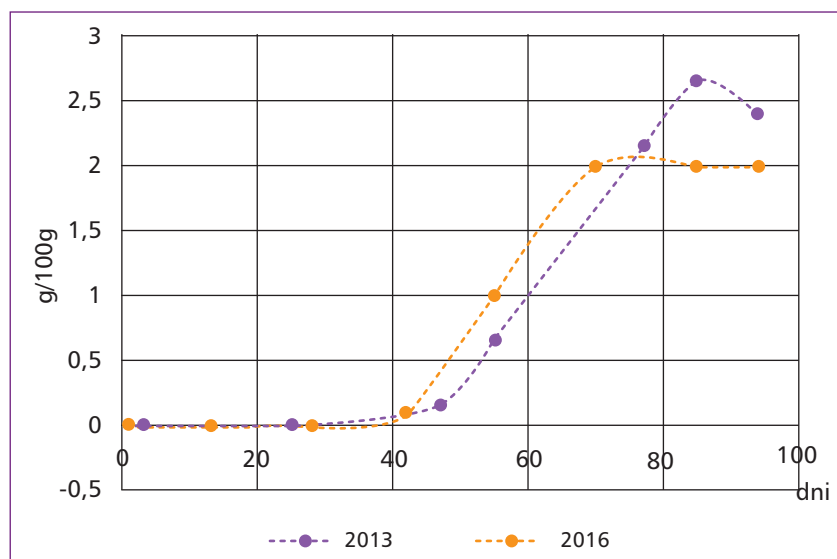
Owoce do badań (dofinansowanie projektu: Grant NCN 2015/17/B/NZ7/03089) były zbierane w latach 2012-2017, z kilku plantacji, od momentu pojawienia się małych, zielonych jagód w odstępach czasowych co 10-14 dni, aż do późnej jesieni. Na wykresach przedstawiono zmiany stężenia związków polifenolowych, w tym antocyjanów i tanin w funkcji czasu jaki minął od pierwszego zbioru dokonanego 2 czerwca każdego roku.

Okazało się, że zielone, niedojrzałe owoce mają najwyższą ilość tanin (około 10–12 g/100 g suchej masy), potem ich zawartość spada, a następnie utrzymuje się na wyrównanym poziomie (2-4 g/100 g suchej masy). Spadek ten nastąpił trochę później w 2016 roku, ale zaczyna się około 25-tego dnia od zbioru pierwszych owoców i trwa przez kolejne 20 dni (25-45 dzień).

Antocyjanów nie ma w zielonych owocach, pojawiają się w mierzalnych ilościach po ok. 45 dniach, ale ich zawartość dość szybko rośnie wraz z dojrzewaniem owoców. W owocach już dojrzałych utrzymuje się na poziomie 2-3 g na 100 g suchej masy. Zaobserwowano także różnice w zawartości tych związków pomiędzy owocami zebranymi w 2013 i 2016 roku, choć kolor owoców wyrównuje się we wrześniu. Zawartość antocyjanów koreluje z danymi pogodowymi dla tych lat, zależy od średniej temperatury w dzień i w nocy oraz liczby słonecznych dni.

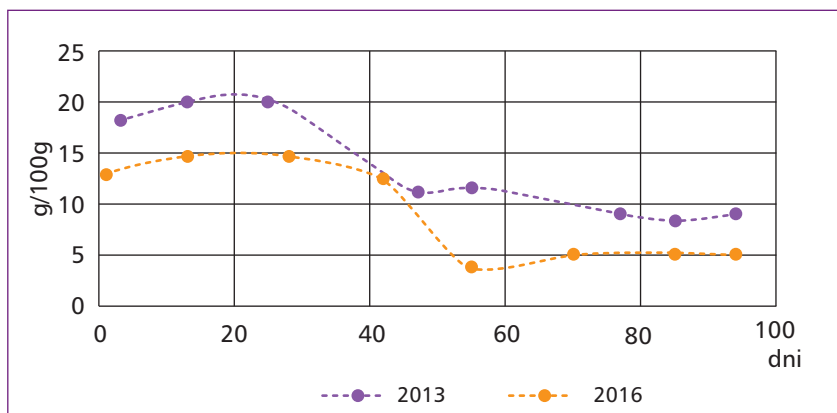


Rysunek 10. Zawartość tanin w owocach aronii w trakcie wzrostu i dojrzewania owoców



Rysunek. 11. Zmiany w zawartości antocyjanów monomerycznych w trakcie dojrzewania owoców

Stosując metodę kolorymetryczną (Folin-Ciocalteu) dość łatwo można zmierzyć całkowitą zawartość związków polifenolowych (antocyjanów, katechin, flawonoidów, kwasów fenolowych itp.) w owocach. Zawartość polifenoli zależy też od sposobu wykonania ekstraktu, ale jeśli jest on przygotowywany wg. takiej samej procedury, daje możliwość porównania i charakterystyki owoców. W trakcie wzrostu i dojrzewania owoców zawartość polifenoli maleje, głównie z powodu spadku ilości tanin, nie rekompensuje tego wzrost stężenia antocyjanów.

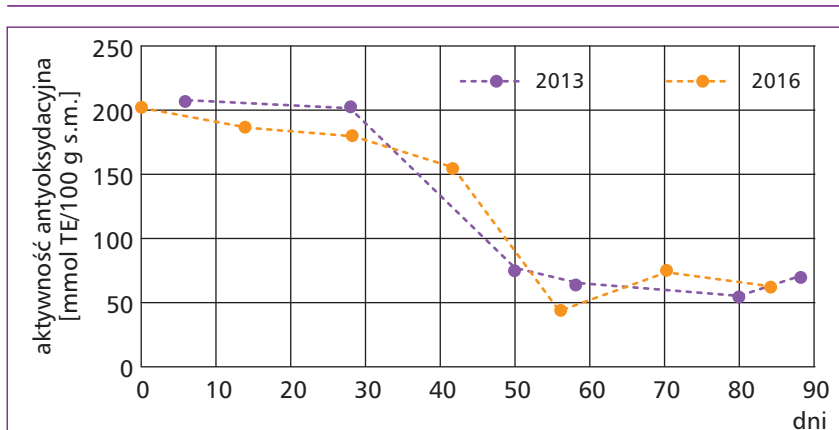


Rysunek 12. Zmiany w zawartości związków polifenolowych w trakcie wzrostu i dojrzewania owoców aronii

Interesujące było sprawdzenie jak silne są właściwości antyoksydacyjne ekstraktów z owoców zbieranych w różnym stadium ich dojrzałości.

Zaskakujące, ale aktywność antyoksydacyjna i zdolność wymiatania wolnych rodników maleje w trakcie dojrzewania owoców. Taką tendencję potwierdzają analizy wykonane w latach 2012-2016³¹. Wymiatanie rodników DPPH przez ekstrakty z owoców aronii zebranych w latach 2013 i 2016 ilustruje Rys. 13.

Metody analizy ilościowej wykorzystujące spektroskopię NMR i UV-Vis pozwoliły określić zawartość poszczególnych grup związków aktywnych (antocyjanów, tanin, flawonoidów, kwasów fenolowych) w ekstraktach z owoców. Zawartość tych związków determinuje aktywność antyoksydacyjną ekstraktu, którą można określić za pomocą testu DPPH-EPR, czy metody ORAC. Ciekawe, że dojrzałe owoce aronii,



Rysunek 13. Zmiany pojemności antyoksydacyjnej ekstraktu z owoców oznaczonej za pomocą testu DPPH-EPR

uważane za jedno z najbogatszych źródeł antyoksydantów (związków polifenolowych, głównie antocyjanów) mają znacznie mniejszą pojemność antyoksydacyjną niż zielone. Natomiast, charakteryzują się one większą zawartością cukrów prostych oraz sorbitolu. Z punktu widzenia zawartości bioaktywnych związków, najmniej interesujące są owoce zbierane w drugiej połowie lipca: maleje ilość tanin, kwasu chlorogenowego i flawonoidów (pochodnych kwercetyny), a nie pojawiają się jeszcze antocyjany.

Pomiary pojemności antyoksydacyjnej wykonane dla ekstraktów z owoców w trakcie ich wzrostu i dojrzewania pozwoliły stwierdzić, że ekstrakty z owoców zielonych silniej wyciągają wolne rodniki niż te z owoców dojrzałych. Efekt ten można nazwać „zielonym antyoksydacyjnym paradoksem”.

Jak go wykorzystać? Nie namawiamy do jedzenia zielonych owoców prosto z krzaka, jak to robią zwierzęta. Natomiast ekstrakt z owoców bogaty w związki polifenolowe: katechiny (taniny), flawonoidy i kwasy fenolowe mógłby być wykorzystany np. jako suplement diety w kapsułkach.

4. Rodniki i antyoksydanty

Prozdrowotną rolę owoców aronii trudno jest docenić bez zrozumienia dlaczego potrzebujemy antyoksydantów w codziennej diecie. W wielu artykułach medycznych często pojawiają się określenia: utleniacze i przeciwutleniacze, lub oksydanty i antyoksydanty (ang. *oxidant*, *antioxidant*). Warto poznać bliżej mechanizmy ich działania.

Jak wiadomo, energii do życia dostarcza nam kontrolowany proces utleniania. Reakcje utleniania i redukcji są istotną częścią procesów życiowych roślin i zwierząt. Mniej znana jest rola wolnych rodników w organizmach żywych, dużą porcję wiedzy na temat biochemicznych reakcji wolnorodnikowych przyniosły dopiero latach 90-te XX wieku.

4.1. Sojusznik – antyoksydant

Utlenianie to utrata elektronu, redukcja – to jego przyjęcie. „Antyoksydant” – jest to substancja, która jest obecna w małym stężeniu, ale silnie hamuje procesy utleniania.

Antyoksydantami mogą być bardzo różne związki chemiczne o właściwościach redukujących. Jednak właściwości danego związku zależą od środowiska, w którym się znajduje. W pewnych stężeniach i rozpuszczalnikach związki te mogą się zachowywać jak anty-oksydanty, a w innych jak pro-oksydanty.

Podstawową funkcją antyoksydanta jest przereagować z pojawiającym się wolnym rodnikiem szybciej niż to mogą zrobić inne molekuły.

Obecność silnego antyoksydanta (czyli reduktora) wydaje się być korzystna. Ale w reakcji antyoksydant + rodnik powstaje rodnik (fenoksylowy, z elektronem na tlenie) o silnych właściwościach utleniających! Antyoksydanty są w małych stężeniach, a takie rodniki szybko znikają (rekombinują). Jednak jeśli powstaje kaskada rodników, szkody rosną zamiast maleć.

Poszczególne związki i grupy związków są intensywnie badane w laboratoriach (*in vitro*), aby poznać ich właściwości fizykochemiczne i przewidzieć ich działanie, kiedy znajdują się w żywym organizmie (*in vivo*).

Prof. Halliwell powiedział, że: „jeśli jakiś związek słabo działa *in vitro* to nie można oczekiwać, że będzie lepszy *in vivo*”. I miał rację.

Niestety, często się zdarza sytuacja odwrotna: związek o silnych właściwościach antyoksydacyjnych, podany np. zwierzętom nie działa, ulega rozkładowi lub w ogóle się nie wchłania. Trudno jest bowiem określić aktywność i rolę danego związku *in vivo*.

Do organizmu dostaje się on zazwyczaj drogą pokarmową, ale nie wiadomo, w którym odcinku przewodu pokarmowego i w jakiej postaci zostaje wchłonięty, jaki jest jego metabolizm w wątrobie i/lub nerkach, stężenie w płynach ustrojowych i w jakiej postaci jest wydalany z organizmu. Obecnie trwają intensywne badania tych mechanizmów. Wszystkie te dane są bardzo potrzebne do poznania sposobu działania poszczególnych związków, zwłaszcza popularnych składników naszego pożywienia.

4.2. Przeciwnik – reaktywne formy tlenu i azotu

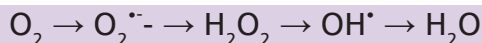
Organizm ludzki, podobnie jak inne żywe organizmy, potrzebuje tlenu, aby utrzymać produkcję energii. Ogólnie wiadomo, że bez tlenu człowiek może przeżyć jedynie kilka minut.

Mało kto zdaje sobie jednak sprawę, że cząsteczka tlenu jest rodnikiem o dwóch niesparowanych elektronach oraz, że nadmiar tlenu szkodzi!

Zwłaszcza nadmiar reaktywnych rodników tlenowych może mieć groźne konsekwencje. Wprowadzono nawet pojęcie „**stresu oksydacyjnego**”, aby opisać reakcje zachodzące przy lokalnym, nagłym pojawieniu się nadmiaru różnych form tlenu, w tym rodników.

Co to jest rodnik? Warto przypomnieć, że: rodnik to cząsteczka lub jej fragment mający niesparowany elektron (zaznaczany kropką przy wzorze chemicznym, np. OH[•]). Rodniki są bardzo reaktywne i na ogół mają krótki czas życia. Najczęściej reagują one z cząsteczką najbliższą miejsca swego powstania inicjując cały łańcuch reakcji. Powstająca kaskada rodników jest toksyczna dla komórki, bo jej środowisko z redukującego zmienia się na utleniające. Zjawisko to jest nazywane „**stresem oksydacyjnym**”. Postęp w metodach analitycznych, a zwłaszcza zastosowanie czułej metody detekcji rodników – spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), umożliwił badanie rodników powstających w tkankach. Pozwoliło to na lepsze zrozumienie biochemicznych reakcji rodnikowych.

W wyniku redukcji cząsteczki tlenu powstaje reaktywny **anionrodnik ponadtlenkowy O₂^{•-}**. Kolejna redukcja prowadzi do nierodnikowego produktu: H₂O₂, czyli **nadtlenku wodoru**. Jego 3% roztwór wodny o silnie bakteriobójczym działaniu, znany jest jako woda utleniona. Jednak najbardziej reaktywny z rodników to **rodnik wodorotlenowy OH[•]**, żyje jedynie 10⁻⁹ sek, co oznacza, że reaguje natychmiast z molekułami w najbliższym sąsiedztwie. W toku normalnych procesów metabolicznych, powstaje więc sekwencja produktów:



Elektrony potrzebne do tego procesu są dostarczane przez enzym, oksydazę cytochromową. Jeśli transport elektronów i protonów uległby zatrzymaniu, nie mogłaby iść produkcja ATP (adenozynotryfosforanu), będącego głównym metabolitem energetycznym. Organizm człowieka nie miałby energii na poruszanie się i podtrzymanie życiowych funkcji.

Procesy transportu elektronów odbywające się w mitochondriach komórek są bardzo wydajne. Jednak 1–2% tlenu nie jest przetwarzane do końca, tj. do cząsteczki wody, bo elektrony „uciekają”, a powstające rodniki muszą być usuwane (zmiotane) w innych reakcjach. Zarówno

obecność rodnika $O_2^{\cdot-}$ jak i cząsteczki H_2O_2 w komórce jest normalnym zjawiskiem fizjologicznym. Groźniejszy jest rodnik OH^{\cdot} (którego nie należy mylić z jonem OH^-), powstający z nadtlenu wodoru w obecności jonów żelaza czy miedzi. Gdy celem jego ataku jest spirala DNA, następują pęknięcia łańcucha oraz utlenianie zasad. Utlenione zasady można wykryć w moczu, są one wskaźnikiem stresu oksydacyjnego.

Liczba uszkodzeń DNA w komórce człowieka ocenia się na dziesięć tysięcy (czyli 10^4) dziennie. U szczura, który ma szybszy metabolizm niż człowiek, jest to ok. 10^5 na dobę; u 2-letniego, starego szczura liczba uszkodzeń sięga 2 milionów na komórkę (2×10^6 na dobę) – mutacje gromadzą się więc z wiekiem.

Rodniki tlenowe, cząsteczkę ozonu O_3 i nadtlenu wodoru określa się często wspólnym mianem jako reaktywne formy tlenu (skrót RFT).

Rodnikiem jest **tlenek azotu NO^{\cdot}** , molekula robiąca karierę w biochemii. Często spotyka się reakcje z udziałem **anionu $ONOO^-$** . Te rodniki i jony są określane, przez analogię, jako **reaktywne formy azotu (RFA)**. Rodniki tlenowe i azotowe powodują uszkodzenia DNA prowadzące do mutacji, reagują z aminokwasami, utleniają też lipidy w błonach komórkowych.



Reakcje rodników z DNA, białkami i lipidami, a zwłaszcza nagromadzenie się ich produktów – uszkodzonych biopolimerów, to początek procesów degeneracyjnych, a następnie rozwoju wielu chorób oraz starzenia się organizmu.

4.3. Obrona przed utlenieniem

W komórkach istnieje równowaga pomiędzy poziomem reaktywnych form tlenu i azotu a aktywnością systemu antyoksydacyjnego. W systemie tym, zwanym **barierą antyoksydacyjną**, uczestniczy wiele cząsteczek, które pełnią rolę antyoksydantów, np.:

- **glutation** (tripeptyd, obecny w cytoplazmie komórki w ilościach rzędu mmoli)
- **kwas moczowy** (likwiduje rodniki w cytoplazmie)
- **kwask askorbowy**, czyli **witamina C** (działa w fazie wodnej)
- **α -tokoferol**, czyli **witamina E** (rozpuszczalna w tłuszczach, chroni przed utlenianiem błony komórkowe)
- **retinol**, czyli **witamina A** i inne karotenoidy.
- Ważne są również związki, takie jak **koenzym Q**, **bilirubina**, **melatonina** i **flawonoidy**.

W toku ewolucji powstał szereg mechanizmów enzymatycznych, które kontrolują procesy utleniania i redukcji w komórkach. Należą do nich enzymy dysmutazy ponadtlenkowej, katalazy i peroksydazy glutationowe. Ważną rolę pełnią enzymy „naprawcze”. Najważniejsze są enzymy naprawiające DNA (nukleazy, glikozylazy, polimerazy, ligazy), które nieustannie „wycinają” utlenione fragmenty, usuwają addukty DNA-białko tak, że DNA izolowany z tkanek zdrowego człowieka właściwie nie ma uszkodzeń oksydacyjnych. Napraw uszkodzonych białek dokonują proteinyazy, proteazy i peptazy, które odcinają utlenione białka i tną je na aminokwasy. Utlenione fragmenty lipidów są usuwane z błon przez fosfolipazy; wymianą i naprawą utlenionych kwasów tłuszczowych zajmują się transferazy i acetylo-transferazy.

Status oksydacyjny komórki zależy od jej wieku i fazy rozwojowej. Młode komórki mają dużo zredukowanego glutationu i niski poziom H_2O_2 (poniżej $0,7 \mu M$). Starzeniu się komórki towarzyszy utlenianie, na-

stępuje wzrost stężenia utlenionej formy glutationu i wzrost stężenia H_2O_2 (w fazie apoptozy powyżej $3 \mu M$).

Stres oksydacyjny w komórce to przesunięcie równowagi utleniania / redukcji w stronę utleniania.

Jednak odpowiedzią komórki nie musi być uruchomienie procesów apoptozy czy nekrozy, ale wzmocnienie obrony antyoksydacyjnej i wzmoczona naprawa uszkodzeń. W komórkach i tkankach ważna jest sygnalizacja.

Na jaki sygnał uruchamiane są mechanizmy obronne? Do komórek docierają substancje sygnałowe krążące we krwi lub wydzielane do przestrzeni międzykomórkowych. Łączą się one z receptorami w błonie komórkowej; sygnały są przenoszone dalej przez białka G oraz kinazy białkowe (określane skrótem MAP), które przewodzą bodźce do wewnątrz i na zewnątrz komórki. Aktywacja np. fosfataz MAP powoduje wzmoczoną aktywność komórki, aktywacja innych kinaz (SAPK) – rozpoczęcie procesów apoptozy. Molekułami sygnałowymi mogą być hormony, neuroprzekaźniki (np. adrenalina) oraz... rodniki, z czego widać, że **pewien niewielki ich poziom jest w komórkach niezbędny!** Warto zapamiętać, że rodniki w niskich fizjologicznych stężeniach pełnią rolę molekuł sygnałowych.

Znaną molekułą sygnałową jest NO^* – jest rodnikiem i jego pojawienie się zmienia oksydacyjny status komórki. Flawonole i antocyjanidyny mogą likwidować rodnik NO^* , co jest korzystne w sytuacji, gdy w tkankach pojawia się jego nadmiar (np. w stanie zapalnym). Silnymi „wymiataczami” tego rodnika okazały się pelargonidyna i cyjanidyna. Zbadano reaktywność popularnych antocyjanin występujących w czarnych jagodach w stosunku do tlenu azotu i anionu $ONOO^-$; bardzo reaktywne były glikozydy delfinidyny³². Coraz więcej jest dowodów na to, że flawonoidy mają wpływ na procesy przekazywania informacji w komórkach poprzez oddziaływanie z enzymami.³³ Selektownie wiążą się z różnymi kinazami działając hamująco lub stymulując.

Okazało się, że polifenole to nie tylko antyoksydanty, biorą one też udział w procesie przekazywania informacji w komórkach, bo wpływają na aktywność enzymów – kinaz białkowych.

Gdyby mechanizm działania polegał jedynie na likwidacji rodników to zawartość polifenoli i witamin antyoksydacyjnych musiałaby być znacznie wyższa, dla zapewnienia ich skuteczności. Jest oczywiste, że w przypadku polifenoli, których stężenia w organizmie są rzędu mikromoli (10^{-6} M) lub nanomoli (10^{-9} M), muszą istnieć również inne mechanizmy determinujące ich aktywność biologiczną. Oprócz bezpośrednich reakcji z rodnikami, w badaniach na komórkach nerwowych pokazano³⁴ istnienie takich mechanizmów jak zwiększanie stężenia glutationu oraz zapobieganie wzrostowi stężenia jonów Ca^{++} we wnętrzu komórki, co powoduje jej śmierć.

Organizm człowieka na ogół dobrze broni się przed stresem oksydacyjnym, a w komórkach panuje homeostaza, czyli równowaga procesów utleniania i redukcji. W młodym, zdrowym organizmie mechanizmy enzymatyczne funkcjonują bez zakłóceń.

Jak długo jednak jesteśmy młodzi i zdrowi? Otóż ewolucyjnie zaprogramowany okres skutecznej obrony przeciw rodnikom trwa tyle czasu, ile potrzeba, aby wydać na świat i wychować potomstwo, czyli w przypadku człowieka ok. 40 lat. Ciało – w przyrodniczym sensie – jest „obiektem jednorazowego użytku” i nie ma sensu inwestować w nie po spełnieniu funkcji rozrodczych.



Według rodnikowej hipotezy starzenia się, w okolicach czterdziestego roku życia w organizmie zaczynają gromadzić się uszkodzenia oksydacyjne powodowane przez wolne rodniki, bowiem mechanizmy enzymatyczne działają mniej skutecznie. Prowadzi to do degeneracji tkanek, rozwoju patologii, chorób i w końcu do śmierci.

Czas trwania życia jest zaprogramowany genetycznie, ale jest też funkcją szybkości procesów metabolicznych w organizmach żywych. Jak wiadomo, zwierzęta o szybkim metabolizmie żyją krócej niż te o powolnej przemianie materii, zużywające mniej energii. Szybki metabolizm to zwiększone zapotrzebowanie na tlen i zwiększona produkcja wolnych rodników, które uszkadzają biomolekuły powodując szybsze starzenie się.

Nie chcemy jednak umierać tak młodo! Wiele osób uważa, że „życie zaczyna się po czterdziestce”, kiedy dzieci stają się samodzielne.

W każdym razie warto zrobić wszystko, aby dalsze lata upływały w pełnym zdrowiu.

Gwarancja na zdrowe lata „po pięćdziesiątce” to:

- dostarczanie codziennej porcji antyoksydantów w diecie
- unikanie sytuacji, w których w organizmie powstaje więcej wolnych rodników niż wynika to z normalnej przemiany materii
- optymizm

4.4. Jak ograniczyć źródła wolnych rodników?

- **Dym z papierosów** jest dostawcą rodników bezpośrednio do płuc, a więc ważnym czynnikiem ryzyka. Nie należy więc palić papierosów ani długo przebywać w zadymionych pomieszczeniach (bierne palenie). Z tych samych powodów szkodliwe jest **wdychanie powietrza pełnego spalin samochodowych**, co jest niestety trudne do uniknięcia, jeśli pracujemy w wielkich miastach.
- Czynnikiem wywołującym powstawanie rodników jest także **światło ultrafioletowe**. Promieniowanie UV ma wystarczająco dużo energii, aby rozerwać wiązania chemiczne w cząsteczce. Wynika stąd oczywisty wniosek, że długie leżenie na plaży, opalanie się w wysokich górach, czy częste wizyty w solariach nie jest dla skóry korzystne. Przyspiesza bowiem proces jej starzenia.
- Jeśli do organizmu wtargną **drobnoustroje chorobotwórcze** – bakterie, wirusy lub pasożyty, reaguje on w ten sposób, że wysyła do ich niszczenia komórki fagocytów (makrofagi, monocyty, granulocyty). Uruchamiany jest wtedy mechanizm obronny polegający na produkowaniu mieszaniny silnych oksydantów: NO^{\cdot} , OCl^{\cdot} , H_2O_2 , $\text{O}_2^{\cdot-}$; z ich pomocą można wyeliminować intruzów niszcząc im białka i lipidy błon komórkowych. Wytworzone rodniki i inne reaktywne związki dodają jednak swój wkład do puli oksydacyjnych uszkodzeń macierzystych tkanek. Obrona kosztuje! Infekcji bakteryjnych i wirusowych trudno jest uniknąć całkowicie, ale przynajmniej **nie należy dopuszczać do infekcji chronicznych, czy przedłużających się stanów zapalnych**.

-
- Bardzo intensywna przemiana materii w wyniku **dużego wysiłku fizycznego** (sport wyczynowy) również powoduje powstawanie stresu oksydacyjnego – jest to konsekwencja silnie rosnącego zapotrzebowania na tlen. W czasie treningu sportowego zużycie tlenu przez cały organizm wzrasta 10–20-krotnie. Lokalnie, w pracujących mięśniach wzrasta nawet 100–200 razy. Im intensywniejszy wysiłek, tym większy stres oksydacyjny, ale regularnie trenowany organizm adaptuje się do tych warunków i zwalczanie jego skutków staje się coraz efektywniejsze. Warto jednak wiedzieć, że **po ciężkiej pracy czy intensywnych treningach trzeba uzupełniać w organizmie nie tylko wodę i minerały, ale też antyoksydanty.**
 - **Długotrwały stres psychiczny** też powoduje choroby, aczkolwiek nie jest dobrze znany mechanizm biochemiczny. Rosnący poziom glutamianu oraz hormonów stresu, jak: kortyzol, adrenalina i noradrenalina, nasila stres oksydacyjny. Gatunek ludzki w toku ewolucji wytworzył silny instynkt przeżycia i jest zdolny wytrzymać stresujące i zagrażające życiu sytuacje. Jednak takie sytuacje zwykle trwały bardzo krótko. Człowiek poddany nawet słabszemu stresowi, ale przez długie miesiące czy lata, zaczyna chorować i szybciej się starzeje.
 - **Niskokaloryczna, uboga dieta** nie może zapewnić organizmowi ochrony i dostarczyć potrzebnych antyoksydantów. Aby żyć w zdrowiu i mieć zdolność do wykonania pracy wymagającej wysiłku potrzebujemy odpowiedniej porcji energii. Prowadzimy intensywne życie, nie przejmując się faktem, że większe zużycie energii przyspiesza starzenie się. Związek pomiędzy szybkością procesów metabolicznych a długością życia, czyli tzw. hipoteza o „szybkości życia”, został zaobserwowany w świecie zwierząt i potwierdzony przez takie eksperymenty jak obniżenie temperatury ciała (aż do hibernacji). W niskiej temperaturze następuje ograniczenie aktywności fizycznej i spowolnienie procesów życiowych. W przyrodzie często obserwuje się, że w okresach silnego niedoboru żywności zwierzęta nie wydają na świat potomstwa; organizm „oszczędza środki”, aby przeczekać niepomyślny okres. Muszki *Drosophila* żyły trzykrotnie dłużej, miały mniej uszkodzeń DNA, jeśli pozbawiono je możliwości latania.
-

Stwierdzono, że szczury i inne małe gryzonie hodowane na diecie o małej ilości kalorii miały mniejszą ilość uszkodzeń DNA i białek.

Spowolnienie przemiany materii, ograniczenie kaloryczności posiłków, a także zawartości białka w pożywieniu, spowalnia starzenie się.

Ile powinniśmy jeść? Związek między kalorycznością diety a śmiertelnością badano³⁵ z udziałem 1915 Amerykanów pochodzenia japońskiego, osoby te obserwowano aż przez 36 lat. Okazało się, że istniała wyraźna tendencja: ludzie konsumujący o 15% mniej kalorii niż średnia w grupie mieli najniższą śmiertelność (rosła ona jednak u osób spożywających bardzo mało kalorii, poniżej 50% średniej). Przedstawione fakty nie powinny być zachętą do długotrwałych głodówek, ale... może wystarczy nam czasem szklanka soku owocowego zamiast obfitej kolacji?

5. Antyoksydanty świata roślin

Naukowcy szukają przeciwutleniaczy wśród związków uzyskiwanych z roślin, wychodząc z założenia, że świat roślin też musi bronić się przed nadmiarem promieniowania UV i tlenu, przed bakteriami i wirusami, a rośliny syntetyzują w tym celu odpowiednie związki.

Poznanie bariery antyoksydacyjnej roślin, a następnie jej wykorzystanie do ochrony zdrowia człowieka – to aktualne wyzwanie dla nauki.

Dlaczego rośliny syntetyzują polifenole? Nie są to substancje bezpośrednio potrzebne do wzrostu czy rozmnażania się, nazwano je wtórnymi metabolitami a ich rola w roślinach jest intensywnie badana. Niektóre rośliny gromadzą w korzeniach czy liściach duże ilości tych związków, a ponieważ nic w przyrodzie nie dzieje się bez powodu, musi istnieć jakiś ważny cel, któremu one służą. Przynajmniej kilka powodów zostało już rozpoznanych: zapylenie kwiatów, rozsiewanie nasion, obrona przed szkodnikami i roślinożercami oraz przed promieniowaniem UV.

Owoce aronii są chętnie zjadane przez ptaki, które mogą pośredniczyć w rozsiewaniu jej nasion. Duże stężenie polifenoli w owocach jest wynikiem przystosowania do stresującego środowiska. Dobrze chroniony przed utlenieniem musi być przecież materiał genetyczny w nasionach.

Interesujące, że niektóre ptaki zmieniają dietę przed jesiennymi migracjami i objadają się ciemno zabarwionymi jagodami.

Antyoksydanty z jagód mogą pomóc w przezwycięzeniu stresu oksydacyjnego i stanów zapalnych, które powstają skutkiem intensywnego wysiłku podczas długich przelotów.

Przed wylotem ptak zjada dziennie nawet trzy razy więcej jagód niż wynosi jego masa ciała. Jako ekwiwalent takiej diety, ważący 70 kg człowiek powinien zjeść ponad 200 kg jagód dziennie! Oczywiście człowiek nie lata i nie potrzebuje aż tak dużej dawki antyoksydantów. **Jednak przed intensywnym wysiłkiem czy długą podróżą filiżanka jagód lub szklanka soku z aronii – ma racjonalne uzasadnienie.**

5.1. Gra w niebieskie – czerwone

Fascynujące jest odkrywanie powiązań świata roślin i zwierząt. Zaczyna się od odpowiedzi na pozornie proste, ale inpirujące pytania. Dlaczego płatki kwiatów są kolorowe: pomarańczowo-czerwone, szkarłatne, fioletkowo-różowe czy niebieskie? Jakie znaczenie ma kolor? Nowoczesne metody analityczne pozwoliły ustalić, że w płatkach obecne są barwniki, głównie glikozydowe pochodne **antocyjanidyn** [cyjanidyny (Cy), delfinidyny (Dp), malwidyny (Mv), peonidyny (Pd), petunidyny (Pt) i pelargonidyny (Pn)], nazywane **antocyjaninami**. Kolor płatków wynika ze składu chemicznego, ale dlaczego rośliny wytwarzają jednocześnie po kilka a nawet kilkadziesiąt różnych barwników?



Otóż, intensywność barwy i jej odcień jest wynikiem wzajemnego oddziaływania: roślina – owad zapylający kwiaty. Okazało się, że np. dla pszczoł bardziej atrakcyjny jest kolor niebieski i wobec tego na obszarach gdzie te owady dominują, bardziej zaawansowane ewolucyjnie rośliny kwitną na niebiesko (w ich płatkach dominuje delfinidyna). Inne rośliny „starają się”, aby odcień czerwieni był bardziej zbliżony do fioletu. Stare i bardziej prymitywne rodziny, jak *Rosaceae*, których znanym przedstawicielem jest róża, mają czerwone kwiaty (dzięki obecności cyjanidyny).

5.2. Ochrona przed słońcem

W upalne dni zwierzęta i ludzie chowają się w cień, ale rośliny nie mogą tego zrobić. Muszą wytrwać pod palącymi promieniami słońca, mimo, że do reakcji fotosyntezy wystarcza im ułamek otrzymanej energii. Groźny jest ultrafiolet z zakresu UV-B o największej energii i długości fali 280–315 nm, przenika on przez stratosferę zwłaszcza wtedy, gdy pojawiają się dziury ozonowe. Poza znaną dziurą ozonową nad Antarktydą, zmniejszenie warstwy ozonu obserwowano w rejonie Północnego Bieguna oraz na innych szerokościach geograficznych obu półkul. Biologicznie aktywne promieniowanie UV-B przenika głęboko warstwę wody zakłócając ekosystem mórz i oceanów. Na lądzie, nadmiar UV powoduje zmniejszenie efektywności fotosyntezy, zahamowanie wzrostu roślin, zmniejszenie siły kiełkowania nasion. Rośliny lądowe musiały w toku ewolucji wytworzyć filtry pochłaniające to promieniowanie.

Odpowiedzią na naświetlenie UV-B jest bardziej intensywne syntezy związków typu polifenoli: flawonoli, katechin i antocyjanów, absorbujących promieniowanie właśnie w zakresie ultrafioletu 280–315 nm.

Interesujące doświadczenie przeprowadzono na dwóch odmianach jabłek.³⁶ Owoce jednej z odmian były zielono-różowe a drugiej czerwone, przy czym bardziej intensywnie zabarwiona była ta strona jabłka, która była wystawiona na światło (znany ten widok: „rumiane” jabłka z naszych sadów jesienią). Naświetlano je promieniowaniem z zakresu 400–700 nm obserwując zmiany zabarwienia. Analiza skórki jabłek pokazała, że obecne są w niej związki absorbujące w zakresie 350–600 nm. Antocyjaniny silnie zwiększają absorpcję światła w zakresie 500–600 nm, ponieważ mają maksimum absorpcji przy 550 nm. Ich zawartość rośnie po naświetleniu jabłka, co sugeruje, że produkowane są głównie po to, aby przeciwdziałać stresowi wywołanemu przez promieniowanie UV.

Wydaje się, że antocyjany w roślinach nie są przeznaczone do bezpośrednich reakcji z wolnymi rodnikami, funkcjonują raczej jako filtr świetlny, wypełniając lukę pomiędzy zakresem absorbowanym przez chlorofil, a tym absorbowanym przez karotenoidy.

5.3. Obrona przed patogenami i roślinożercami

Obecność polifenoli w roślinie zabezpiecza ją przed grzybami i bakteriami, a stężenie tych związków szybko rośnie po wtargnięciu patogenów – roślina rozpoczyna ich syntezę w celach obronnych.

Eksperymenty *in vitro* pokazują, że liczne flawonoidy skutecznie działają przeciwko grzybom, bakteriom, a nawet wirusom.

Owady żerujące na zielonych częściach roślin są wrażliwe na flawonoidy, a obecność flawonoidów w liściach może działać odstrasżająco. Na przykład, izoflawony koniczyny odstrasżają żuki *Costelytra zealandica* od atakowania tej rośliny.

Szybkie uruchomienie syntezy tanin to obrona przed zjedzeniem, którą stosują trawy i drzewa. Duża zawartość tanin powoduje, że pokarm roślinny jest niesmaczny, gorzki i cierpki.

Uczucie cierpkości czy suchości w ustach to wynik reakcji tanin z białkami śliny. Taniny powodują ich ścinanie (efekt wykorzystywany w garbowaniu skóry). Widziano, jak afrykańskie małpy odrzucały ze swojej karmy rośliny o wysokiej zawartości tanin skondensowanych. Wyższe dawki tanin lepiej tolerowały szympansy, ale i one jedząc np. dzikie figi wyrzucały nasiona, które mają dużo tanin. Małe trawożerne gryzonie, lemingi w niektórych latach rozmnażają się nadmiernie; grozi im wtedy głód, bo trawa broniąc się przez całkowitym zniszczeniem produkuje dużą ilość tanin i staje się gorzka, niejadalna. Znane są desperackie próby przepłynięcia rzek czy jezior przez całe stada lemingów. Zwierzęta giną w poszukiwaniu jedzenia, mimo, że okoliczne łąki są jeszcze zielone.

Niektóre roślinożerne ssaki przystosowały się do diety o dużej zawartości tanin, w ich ślinie są białka bogate w prolinę, które wiążą taniny, tworząc nierozpuszczalne kompleksy. W ślinie łosi, żyjących w Skandynawii i Północnej Ameryce, również są białka wiążące skondensowane taniny, umożliwia im to odżywianie się gałązkami i korą w okresie zimy.

6. Antyoksydanty w diecie człowieka

6.1. W poszukiwaniu „superantyoksydanta”

Od czego zależy aktywność antyoksydacyjna jakiegoś związku chemicznego? W przypadku fenoli i polifenoli, czyli związków mających jedną lub kilka grup OH w pierścieniu aromatycznym, właściwości antyoksydacyjne są powiązane z grupami OH: im więcej grup OH, tym są lepsze. Generalnie, uważa się, że antyoksydanty typu fenoli Ar-OH reagują z rodnikami, np:



Powstający rodnik fenoksylowy jest krótkotrwały i szybko rekombinuje przez reakcję z kolejnym rodnikiem:

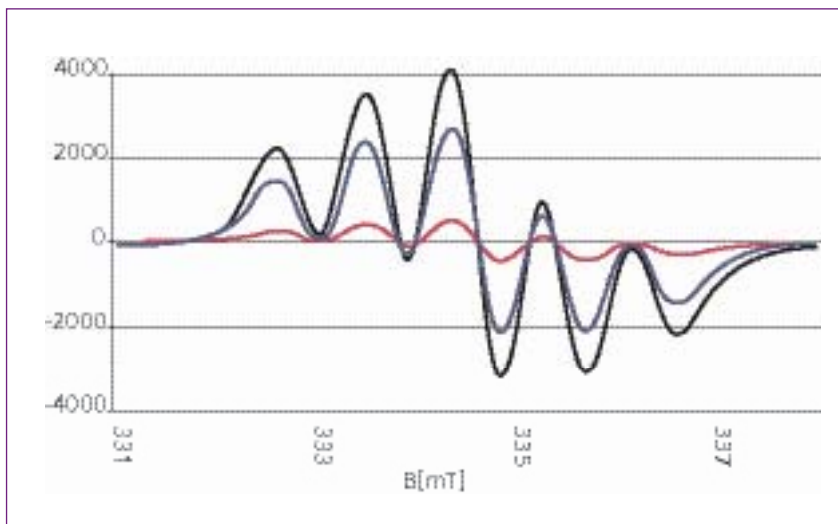


Stabilnym produktem reakcji są związki z ugrupowaniem karbonylowym.

Określono zdolności różnych związków do zmiatania rodnika ABTS[•] tworząc skalę TEAC³⁷, jej wartości podano względem Troloksu (to rozpuszczalna w wodzie pochodna witaminy E). Do porównania aktywności antyoksydantów można zastosować inne rodniki (nie podajemy nazw chemicznych, bowiem są one dość długie). Oprócz ABTS[•] używa się rodnika DPPH[•] oraz rodnika O₂^{•-} (skala ORAC) lub oznacza zdolności redukcji jonów żelaza (Fe⁺³/Fe⁺², skala FRAP). Na ogół związki o dużej liczbie grup OH to silne antyoksydanty i są skutecznymi wymia-

taczami wszystkich rodników, ale pomiędzy wartościami określanymi każdą z tych metod często nie ma prostoliniowej korelacji.

Najczulszą metodą detekcji rodników jest elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR). Pozwala on na wykrycie rodnika nawet przy stężeniu 10^{-12} M. Jedynym ograniczeniem jest czas życia. Większość rodników tlenowych żyje jedynie ułamki sekundy i nie da się ich zarejestrować tak szybko bez specjalnej techniki (przepływowej) i silnego obniżania temperatury. W badaniach antyoksydantów można posłużyć się bardziej trwałymi rodnikami, takimi jak DPPH^{*}. Idea metody pomiarowej jest prosta: rejestruje się widmo wzorcowego roztworu rodnika, powierzchnię pod jego sygnałem przyjmując jako 100%. Potem dodaje się kroplę roztworu zawierającego badany antyoksydant (lub ich mieszaninę) i obserwuje, jak zmniejsza się sygnał rodnika. Wynik pomiaru (Z%) można przyjąć za miarę zdolności wymiatania rodnika DPPH, a tym samym zdolności antyoksydacyjnych danego związku. Zmniejszenie intensywności sygnału jest też proporcjonalne do stężenia antyoksydantu w badanej próbce. Ilustruje to rysunek 10: po dodaniu ekstraktu antocyjanów aroniowych sygnał pozostałego w próbce rodnika (różowy kontur) jest niewielki.



Rysunek 14. Widma EPR rodnika DPPH: roztwór wzorcowy (czarny kontur), po dodaniu preparatu z ekstraktem ciemnych winogron (niebieski kontur), po dodaniu identycznej ilości preparatu antocyjanów z aronii (różowy kontur).

Japończycy zastosowali test DPPH w 1989 r do badania właściwości antyoksydacyjnych tanin. W Zakładzie Chemii Fizycznej Wydziału Farmaceutycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego stosuje się tę metodę do oznaczania zdolności antyutleniających i antyrodnikowych różnego typu preparatów zawierających związki polifenolowe. Testowano między innymi herbatki owocowo-ziołowe, soki owocowe, wina, syropy, a nawet kosmetyki (kremy i pianki) porównując zdolności likwidacji (wymiatania) rodnika DPPH[•]. Przykładowe wyniki są zebrane w tabeli 6.

Stężenie wzorcowego roztworu rodnika było inne w przypadku testowania soków, a inne np. dla serii win. Produkty te można jednak porównywać między sobą, bowiem cała seria była badana w identycznych warunkach.

Wszystkie herbatki były zaparzone w szklance gorącej wody, aby badany roztwór był najbardziej zbliżony do płynu wypijanego przez konsumenta. W serii herbatek ziołowo-owocowych na początku listy znalazły się herbatki zawierające owoce róży, które mają bardzo duże ilości witaminy C i temu właśnie zawdzięczają silne właściwości likwidowania rodnika. Natomiast w pozostałych herbatkach dominują ciemno zabarwione owoce: czarne jagody, czarna porzeczka, czarny bez i aronia. Wszystkie te owoce mają dużo związków typu polifenoli o silnych właściwościach antyoksydacyjnych.

Bardzo dobrze wypadły w kolejnych zestawieniach owoce aronii.

Sok z aronii jest na czele rankingu zdolności wymiatania rodników, podobnie aronia w syropie.

Niestety, świeże owoce w naszych szerokościach geograficznych mamy tylko przez kilka miesięcy, dlatego są one suszone, pasteryzowane i mrożone, aby przechować je przez zimę. Przy sporządzaniu przetworów: soków, nalewek, czy naparów, zawartość spożywanych związków czynnych zależy od metody ich przygotowywania i przechowywania. Popularnym sposobem przerabiania owoców jest fermentacja i otrzymywanie z nich wina lub zalewanie wysokoprocentowym alkoholem i produkcja nalewki. Ciekawe jest porównanie antyoksydacyjnych właściwości win i napojów alkoholowych.

Tabela 6. Porównanie właściwości wymiatających rodniki DPPH dla serii produktów zawierających naturalne antyoksydanty.

Produkty	Z%	
Herbatki ziołowo-owocowe [wg. Acta Polon. Pharm, 58 (2001)283]:	z róży (zawiera też owoce tarniny, czarnego bzu)	88
	z róży (+owoce głogu, witamina C)	75
	z czarnych jagód (+owoce czarnego bzu i czarnej porzeczki)	65
	wiosenna (owoce róży, aronii, czarnego bzu; kwiaty hibiskusa)	61
	z aronii (+ owoce róży, głogu)	59
	leśna (owoce: czarnej jagody, malin, aronii)	56
	z czarnej porzeczki (+owoce głogu, malin)	32
Soki i nektary owocowe [wg. Żywnienie człowieka i metabolizm, 28, (2001)99]:	sok z aronii	74
	nektar z aronii	71
	sok z czarnej porzeczki	57
	sok wiśniowy	32
	sok pomarańczowy	28
	sok z ciemnych winogron	19
sok z białych winogron	1,4	
Syropy owocowe [wg. Farmacja Polska, 53 (2002)971]	syrop z aronii	70
	syrop z czarnej porzeczki	68
	syrop wiśniowy	65
	syrop z owoców dzikiej róży	51
	syrop malinowy	45
	syrop cytrynowy	31
syrop pomarańczowy	30	
Wina [wg. Lek w Polsce, 7, (2001) 4]:	czerwone, bułgarskie, typu Melnik	74
	wino z wiśni, polskie	66
	czerwone, francuskie, typu Pinot Noir	62
	wino z aronii, półsłodkie	54
	wino z aronii, słodkie	42
	wino z czarnej porzeczki	13
	wino białe, francuskie	12
wino białe, bułgarskie	8	
Nalewki ziołowe i owocowe	Balsam Kapucyński	99
	Nalewka „Aronia Losu”	72
	Nalewka śliwkowo-wiśniowa	42
	Balsam Rigas	34
	Balsam Sibir	25
	Nalewka imbirowa	18
Nalewka żurawinowa	17	

Okazało się, że wina z ciemnych owoców takich, jak wiśnia, czarna porzeczka i aronia nie ustępują czerwonym winom gronowym. Nasi przodkowie postępowali bardzo racjonalnie przygotowując wina i nalewki z krajowych owoców.

Proces produkcji wina z jagód jest taki sam jak z winogron. Niektóre wina i likiery są produkowane na skalę przemysłową, np. cassis z czarnych porzeczek czy likier wiśniowy. W wielu krajach Unii Europejskiej (Polska, Niemcy, Szwecja, Finlandia) wina z wiśni, porzeczek, czarnego bzu wytwarzane są do domowego użytku.

Celem badań wykonanych w Finlandii³⁸ było sprawdzenie właściwości antyoksydacyjnych win owocowych i likierów.

- Najwyższą aktywność antyoksydacyjną miały wina zrobione z czarnych porzeczek i czarnych jagód.
- Następne w kolejności były wina z czerwonych i czarnych porzeczek. Miały one większą aktywność niż wino z winogron!

Pokazano, że owoce jagodowe o ciemnej barwie będące surowcem do produkcji win, mają bardzo dużo związków polifenolowych, są też bogate w antocyjaniny.

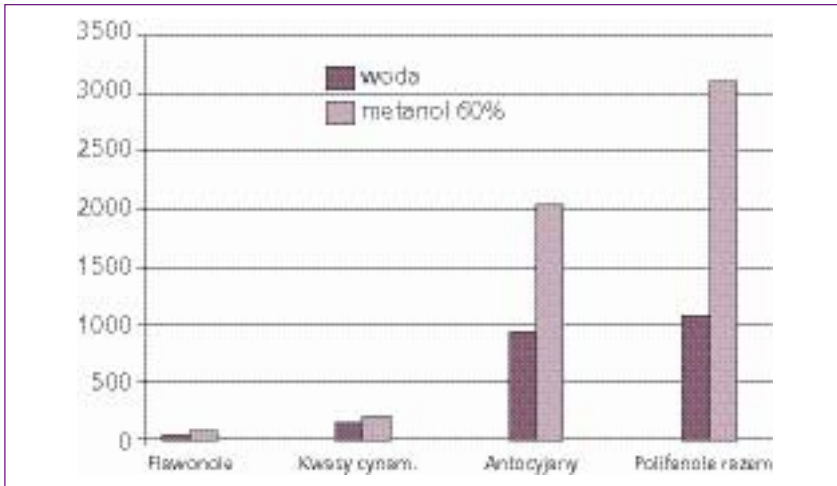
Trzeba popularyzować „owoce Północy” – jagody i wykorzystywać je w różnych produktach żywnościowych.

Opublikowano wiele prac dotyczących ekstrakcji związków polifenolowych z owoców jagodowych. Naukowcom zależało na otrzymaniu ekstraktu bogatego w antocyjaniny, katechiny i fenolokwasy, który wykazywałby wysoką aktywność antyoksydacyjną. Zawartość związków polifenolowych w ekstrakcie z owoców zależy od zastosowanego rozpuszczalnika, ilustruje to wykres dla czarnych jagód (rys. 11). Zarówno antocyjaniny jak i inne związki polifenolowe znacznie lepiej rozpuszczają się w wodzie z dodatkiem alkoholu. W eksperymencie użyto metanolu, ale dane dla etanolu byłyby bardzo podobne.

Warto zauważyć, że 60% dodatek alkoholu powoduje podwojenie zawartości antocyjanin w ekstrakcie, a całkowita ilość polifenoli rośnie trzykrotnie!



W tej sytuacji należy podziwiać mądrość naszych przodków zalewających owoce wódką, ok. 40% roztwór etanolu jest świetnie dobranym układem ekstrakcyjnym i taka nalewka zawiera bogactwo związków bioaktywnych. Dodatkowo, obecność alkoholu chroni przed rozwojem bakterii i pleśni, co umożliwia przechowywanie i stopniowe zużywanie tego specjału w czasie jesienno-zimowych miesięcy.



Rysunek 15. Ekstrakcja związków polifenolowych z czarnych jagód (zawartość w mg/kg)

Bardzo dużą zawartość polifenoli, silne właściwości antyoksydacyjne i wysoką jakość mają wina produkowane z aronii, potwierdzono to stosując takie techniki analityczne jak NMR, EPR i HPLC.

Badania te pokazały, że wino i nalewki z owoców aronii mają cały zestaw cennych związków polifenolowych. Są to niewątpliwie napoje o walorach pro-zdrowotnych (ale niedoceniajcie!).

Wino i nalewka produkowane przez polskich producentów są tanie, a wykorzystywane w umiarkowanych ilościach (np. 1 kieliszek do kolacji) mogą wnieść wkład w profilaktykę chorób układu krążenia. Obniżając ryzyko zawału serca u osób konsumujących dużo nasyconych tłuszczów z tradycyjną polską dietą odegrałyby rolę „polskie-

go paradoksu”, podobnie jak czerwone wino u mieszkańców południowej Francji („francuski paradoks”).

Jesteśmy krajem Unii Europejskiej i można liczyć na to, że dobre polskie produkty, takie jak wino, nalewka czy sok z aronii staną się znane w innych krajach i przyczynią się do polepszenia stanu zdrowia ich obywateli. Oni też zbyt często jedzą frytki i tłuste mięso, jedynie ozdobione małym listkiem zielonej sałaty, a w diecie brakuje antyoksydantów.



6.2. Antyoksydacyjne właściwości owoców: banany czy jagody?

Konsumpcja odpowiedniej ilości owoców i warzyw jest związana z mniejszą zachorowalnością na raka i choroby układu krążenia. Niestety, w krajach wysoko rozwiniętych tylko niewielka część społeczeństwa je owoce czy warzywa pięć razy dziennie, tak jak zalecają dietetycy. Biorąc to pod uwagę, Amerykanie postanowili dowiedzieć się, jakie owoce jedzą mieszkańcy USA i czy zapewniają one dostateczny poziom antyoksydantów³⁹. Otóż, preferowane są słodkie owoce. Wśród ośmiu owoców, których spożycie jest najwyższe są:

- kantalupa
- jabłka
- arbuzy
- banany
- brzoskwinie
- winogrona
- gruszki
- truskawki



W sumie pokrywają one 86% dziennego zapotrzebowania na polifenole. Największy wkład dają banany, ponieważ spożywa się ich najwięcej. Jednak nie są to owoce o wysokiej zawartości antyoksydantów, w jednym bananie (118 g) jest tylko 163 mg polifenoli, aż 373 mg tych związków dostarcza porcja żurawin (55 g), ale są tak kwaśne, że nie

da się ich zjeść więcej. Amerykanie generalnie nie doceniają i nie wykorzystują prozdrowotnego potencjału jagód. Wiele cennych owoców, takich jak wiśnie, czarne jagody czy żurawiny jest spożywanych w zbyt małych ilościach.

W krajach północnej Europy (Norwegia, Szkocja, Finlandia) rola lokalnie rosnących drobnych owoców jest znacznie większa. Porzeczki, żurawiny, czarne jagody i inne owoce jagodowe były od wieków źródłem witamin i antyoksydantów w diecie.

Polacy polubili banany i sok pomarańczowy, zapominając o jagodach w lesie jak porzeczki.

Tymczasem owoce jagodowe stały się obiektem intensywnych badań naukowych, bowiem są bardzo bogate w antocyjaniny, katechiny i fenolokwasy.

W wyborze owoców kierujemy się aktualną, sezonową ofertą, ceną czy swoimi upodobaniami.

Ale warto kupić owoce, o których wiadomo, że mają wysoką pojemność antyoksydacyjną i są szczególnie cenne dla zdrowia. Naukowcy polecają jagody!



W wielu pracach^{40, 41, 42, 43} pokazano istnienie zależności pomiędzy zawartością związków polifenolowych, a aktywnością antyoksydacyjną ekstraktów z owoców. Zazwyczaj jednak nie otrzymuje się dobrej liniowej korelacji. Przyczyną jest obecność innych związków niż polifenole, również mających właściwości antyoksydacyjne oraz obecność polifenoli spolimeryzowanych (np. tanin). Polifenole, które występują w postaci związków rozpuszczalnych w wodzie są na ogół „widoczne” i oznaczane w testach antyoksydacyjnych, te w postaci nierozpuszczalnych polimerów są trudne do oznaczenia i analizy strukturalnej.

Tabela 7. Potencjał antyoksydacyjny owoców, test ORAC (μmol Troloksu/g świeżych owoców).

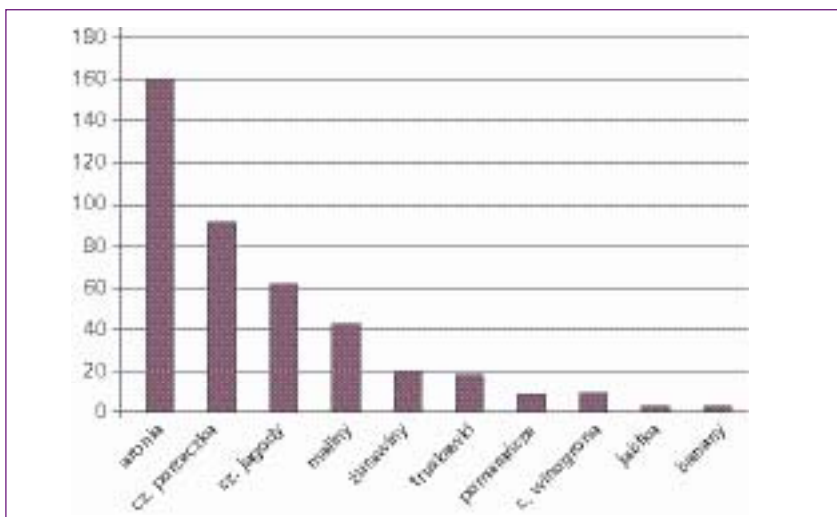
Owoce	Polifenole (mg /100 g)			ORAC (μmol TE/g)
	Świeże owoce	ekstrakt ^a	Suche owoce	
Aronia	2080–2556	4010–4210	8490	160,2
Czarne jagody (Bilberry)	521	2970–3820		62,5
Czarna porzeczka	560–799	2030–2790	3097	44,9–92,0
Czerwona porzeczka	210	1260–1400	1613	
Maliny		2390–2730		13,1–45,2
Wiśnie	460		3377	
Ciemne winogrona				7,4
Truskawki, Senga	225–460	1480–1600		15,4
Żurawina	227–315	2120–2200		18,5
Jabłka	205–250	1200–1300	1710	2,18
Pomarańcze	140			7,50
Banany				2,2

^a ekstrakcja 70% acetonem.

W badaniach używano testów TEAC, FRAP, jak i testu ORAC. Najbardziej interesujące są wyniki dotyczące zdolności zmiatania rodnika ponadtlenkowego $\text{O}_2^{\cdot-}$, ponieważ jest to rodnik występujący w naszym organizmie. Wartości ORAC podano w przeliczeniu na μmole Troloksu, TE, na 1 g owoców, ich porównanie dla różnych owoców ilustruje rysunek 12.

Drobne, ciemne owoce jagodowe: aronia, czarna porzeczka i czarne jagody są rekordzistami w wymiataniu rodnika.





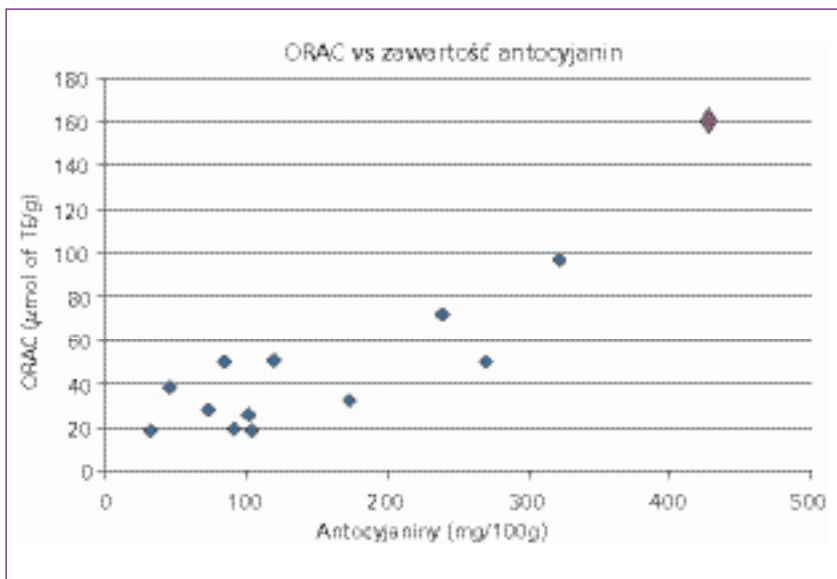
Rysunek 16. Pojemność antyoksydacyjna ORAC ($\mu\text{mol TE/g}$) dla popularnych owoców

Im większa zawartość polifenoli w jagodach i porzeczkach – tym większe wartości ORAC⁴⁴. Warto porównać pojemność antyoksydacyjną dla różnych rodzajów jagód: borówek amerykańskich⁴⁵ oraz aronii⁴⁶.



Wartości ORAC dla: *V. corymbosum*, *V. ashei*, *V. angustifolium* i *V. myrtillus* (odpowiednik naszych czarnych jagód) były w zakresie 20–100 ($\mu\text{moli TE/g}$); zawartość polifenoli to 233–525 mg/100g, wszystkie jagody miały dużo antocyjanin (62–300 mg/100g), jednak mniej niż aronia.

Wartości ORAC dla jagód *Vaccinium* oraz dla aronii (160 $\mu\text{mol TE/g}$, czerwony punkt) zależą od całkowitej zawartości związków typu polifenoli, ale są też funkcją zawartości antocyjanin, co ilustruje rysunek 13.



Rysunek 17. Pojemność antyoksydacyjna ORAC dla jagód *Vaccinium* [dane wg. RL. Prior, 1998] w mikromolach TE/g oraz dla aronii [wg. W. Zheng, 2003] jako funkcja całkowitej zawartości antocyjanin w mg/100 g jagód.

Cechą charakterystyczną aronii jest wysoka zawartość antocyjanin, procyanidyn i kwasów hydroksycynamonowych, wszystkie te związki dają duży wkład w pojemność antyoksydacyjną.

Znając skład chemiczny owoców aronii, wysoka wartość ORAC nie jest zaskakująca bowiem antocyjaniny, procyanidyny jak i kwasy hydroksycynamonowe są silnymi wymiataczami rodników, w tym anionrodnika ponadtlenkowego. Warto jednak podkreślić, że jest to najwyższa wartość ORAC, jaką zmierzono dla owoców! Potwierdza to unikalność owoców aronii, które są bogatym źródłem związków o bardzo silnych właściwościach antyoksydacyjnych.

Najwyższe wartości pojemności antyoksydacyjnej ORAC ($\mu\text{mol TE/g}$), jakie otrzymano dla owoców i przetworów zostały zmierzone dla aronii.

Tabela 8. Pojemność antyoksydacyjna ORAC /ekwiwalent Troloxu $\mu\text{mol Tr}/100\text{g}/100\text{ ml}$) dla przetworów z owoców aronii [dane WUM, 2010–2018]

	Próbka/ rok produkcji	ORAC $\mu\text{mol Tr}/100\text{ g}$
Antocyjany aroniowe w proszku /suplement diety/	A/2012	673 000
	K/2011	470 810
	Av/2018	1 533 546
	VK/2010	75 200
	VK/2011	54 100
	VK/2012	35 300
	VK/2013	43 200
	VK/2014	51 300
	OK/2014	60 500
	AG/2014	59 000
	B (eko)	4 810
	Ar (eko)	3 890
	PR1	7 970
	PR2	11 770
	Kor/2013	4 301
	Pas/2014	2 310
	Ref ⁴⁷	11 450

Zawsze jednak jest wątpliwość czy właściwości antyoksydacyjne nie wynikają z obecności witaminy C, bowiem jest ona efektywnym antyoksydantem, a zawierają ją wszystkie badane jagody. Wartość ORAC dla kwasu askorbowego to $5,6\ \mu\text{moli TE/g}$, uwzględniając jego małą zawartość widać, że witamina C wnosi mniej niż 5% wkładu w pojemność antyoksydacyjną jagód.

W przypadku jagód pryska popularny mit: „jedz owoce, bo mają dużo witaminy C”. Należałoby powiedzieć: jedzmy jagody, pomimo, że mają mało witaminy C. Mają za to bezcenne dla zdrowia fitaminy o silnych właściwościach antyoksydacyjnych.

Informacje o stresie oksydacyjnym, roli rodników i powodowanych przez nie oksydacyjnych uszkodzeniach przyczyniły się do wzrostu zainteresowania antyoksydantami dostarczonymi pożywieniem i do-

bór odpowiednich produktów żywnościowych. Informacje o wartości antyoksydacyjnej owoców i warzyw powinny mieć wpływ na indywidualne decyzje o ich spożyciu, zwłaszcza w sytuacji gdy organizm walczy z infekcją czy też chcemy zapobiec np. demencji czy zaćmie. Wiedząc, że większą pojemność antyoksydacyjną mają czarne jagody niż banany, zwiększajmy spożycie owoców jagodowych, zwłaszcza latem, kiedy są tanie. Oszacowano, że antyoksydanty obecne w codziennej diecie w USA mają pojemność antyoksydacyjną 1,2–1,7 mmoli TE (ekwiwalentów Troloksu, w skali ORAC). Zjedzenie ½ filiżanki czarnych jagód to odpowiednik 1–3 mmola TE, a więc znaczące wsparcie dla organizmu.

Wnioski z pomiarów pojemności antyoksydacyjnej owoców, aczkolwiek bardzo potrzebne i ciekawe, nie mogą być jednak bezpośrednio przenoszone na sytuację *in vivo*, ciągle za mało wiadomo o absorpcji poszczególnych związków w organizmie człowieka i metabolizmie związków typu polifenoli.

6.3. Preparaty roślinne w profilaktyce i leczeniu

Dlaczego popularyzujemy profilaktyczne i lecznicze zastosowania aronii?

Czasem słyszy się głosy sceptyków: zostawmy te cierpkie jagody ptakom i ewentualnym amatorom jej smaku, niech aronia pozostanie produktem żywnościowym. W przypadku choroby – mamy przecież syntetyczne leki. Dlaczego sięgać po jagody w celach leczniczych? Czyż nie jest to powrót do szamaństwa?

Człowiek od początków swej historii nie tylko jadł pokarm roślinny, ale też leczył się za pomocą roślin. Wszystkie wielkie cywilizacje miały swoje lecznicze rośliny. Dostarczają na to dowodów rysunki naskalne, nasiona i pyłki znajdujące w wykopaliskach czy źródła pisane. Metodą prób i błędów ludzkość uczyła się przez tysiąclecia jak wykorzystywać rośliny w leczeniu chorób i wiele z tych preparatów okazało się efektywnych.

Dopiero w XIX wieku zaczęła się epoka izolowania poszczególnych związków czynnych z materiału roślinnego, zapoczątkowana przez otrzymanie chininy z kory drzewa chinowego.

Poznanie składu związków czynnych znanych roślin leczniczych doprowadziło do otrzymania skutecznych nowoczesnych leków, ponad połowa z 20 najpopularniejszych leków wywodzi się z produktów naturalnych. Obecnie wielkie firmy farmaceutyczne wysyłają swoich pracowników po materiał roślinny np. do lasów deszczowych, słynących z bogactwa gatunków.

Chemiczy uważają, że nowo poznane związki, o ile wykazują jakieś użyteczne właściwości, powinny być otrzymywane na drodze syntezy chemicznej. Uniezależnia to nas od wpływu pogody, pozwala też zachować rośliny w naturalnym środowisku, nie są wtedy wyniszczane skutkiem rabunkowych zbiorów. W XXI wieku, nową szansą jest biotechnologia i hodowle tkankowe *in vitro*.

Jednak środowiska naukowe muszą odpowiedzieć na kłopotliwe pytanie: czy tradycyjne ziołowe leki rzeczywiście zawierają tylko jeden aktywny składnik, który można wyizolować i zastąpić syntetycznym?

Otóż, niekoniecznie jest to prawda. Przykładem może być „smocza krew”, czerwony sok otrzymywany z kory południowo-amerykańskiej odmiany krotona, przydatny w leczeniu ran. Jego głównym składnikiem jest polimer antocyjanowy, ale towarzyszą mu też diterpeny i pochodne fenolowe. Za lecznicze działanie odpowiada cały zespół związków – ranę pokrywa ochronna warstewka soku, proste fenole są bakteriobójcze, inne związki działają przeciwzapalnie. Dobrym przykładem jest też aronia: korzystnie na organizm działa cały zespół jej bioaktywnych związków: antocyjaniny, katechiny i kwasy (np. chlorogenowy).

Większość ludności świata nadal leczy się naturalnymi lekami, ponieważ nie stać jej na drogie leki syntetyczne. Ale w krajach rozwiniętych, w Ameryce Północnej i Europie też obserwuje się powrót do leków roślinnych, do metod naturalnej czy alternatywnej medycyny.

Nie jest to tylko wyraz rozczarowania brakiem sukcesów w leczeniu wielu poważnych chorób i wysokimi kosztami konwencjonalnej me-

dycyny, ale racjonalna tendencja „powrotu do korzeni”, np. jedzenia mało przetworzonej żywności oraz zdrowego trybu życia.

Konwencjonalna, akademicka medycyna ma wielki problem z leczeniem chorób chronicznych, ponieważ długie podawanie syntetycznych leków powoduje skutki uboczne. Rozczarowani pacjenci pytają czasem: czy medycyna rzeczywiście leczy chorobę czy tylko likwiduje jej objawy. Czasem warto pacjentowi powiedzieć, że w przypadku jego dolegliwości nie ma dobrego sposobu leczenia i najlepiej nie podawać żadnych leków zdając się na możliwości regeneracyjne samego organizmu. Wskazana jest natomiast zmiana trybu życia, więcej ruchu, różnorodna dieta, korzystanie z żywności funkcjonalnej (np. wzbogaconej w witaminy i minerały) i preparatów roślinnych wzmacniających system immunologiczny.

W typowej diecie europejskiej pewne składniki niezbędne dla zachowania pełni zdrowia są dostarczane w zbyt małej ilości. Przykładem jest witamina C i D w zimowych miesiącach, kwas foliowy, jod i selen, błonniki pokarmowe.

Lista substancji, których brakuje w diecie jest zresztą znacznie dłuższa, a wiele z nich – to antyoksydanty. Aby ustalić skuteczność i bezpieczne dawki preparatów witaminowych czy roślinnych, powinny być one poddawane badaniom naukowym.



6.4. Badania populacyjne

Czy antyoksydanty w diecie rzeczywiście są konieczne dla zdrowia? Trzeba to sprawdzić, ale niestety ludzi nie można potraktować tak jak doświadczalne myszy – jednej grupie dawać owoce i warzywa a drugiej grupie nie. Krótkie, parodniowe eksperymenty są do zaakceptowania, ale dłuższe stosowanie takiej diety odbiłyby się bardzo niekorzystnie na stanie zdrowia. Wielokrotnie zdarzało się, że zaplanowane na dłuższy okres badania zostały przerywane z powodów etycznych, bowiem grupa kontrolna, która nie dostawała jakichś witamin czy fitamin była wyraźnie w gorszym stanie zdrowia. Jednak ludzie mają swoje indywidualne upodobania, a są tacy, którzy mimo zaleceń lekarzy i tak jedzą bardzo mało jarzyn. Duże są też różnice sezonowe. Np. stwierdzono, że na Słowacji spożycie warzyw w zimie jest aż dwukrotnie mniejsze niż w lecie, odbija się to na biomarkerach stresu oksydacyjnego.

W zbieraniu dowodów na korzyść jakiejś hipotezy, najbardziej przekonujące są wyniki badań populacyjnych (epidemiologicznych). Przeprowadza się je na dużych grupach ludności w dłuższych okresach czasu. Analizując wyniki za pomocą wieloparametrowych korelacji można wychwycić zależności pomiędzy sposobem życia i dietą a stanem zdrowia.

Dobrze znane są badania z kilku rozwiniętych krajów Europy pokazujące prostoliniową zależność pomiędzy poziomem spożycia nasyconych tłuszczów a zapadalnością na choroby układu krążenia.

Po prostu: im więcej tłustego boczku – tym więcej zawałów serca!

Jednak mimo wysokiego spożycia tłuszczu, liczba zawałów wśród mieszkańców południa Francji była mniejsza; ten efekt stał się początkiem całej serii badań, gdy stwierdzono, że wynika z wysokiego spożycia czerwonego wina w tym rejonie Europy. Korzystny wpływ ma też dieta śródziemnomorska, charakteryzująca się dużym spożyciem warzyw i owoców.

Wyniki badań na dużych grupach ludności, a opublikowano już ich kilkaset, jednoznacznie wykazują związek między spożyciem owoców i warzyw a stanem zdrowia.

W środowisku medycznym komentowane były zwłaszcza następujące badania epidemiologiczne:

- Grupę ok. 800 Holendrów z miasta Zutphen w wieku 65–84 lat obserwowano przez 10 lat, dochodząc do wniosku że istnieje **odwrotna korelacja pomiędzy poziomem spożycia flawonoidów (główne źródła to herbata, cebula i jabłka) a śmiertelnością z powodu chorób układu krążenia**. Było to jedno z pierwszych badań⁴⁸ tego typu.
- Testom poddano ponad 8500 Japończyków w wieku powyżej 40 lat stwierdzając, że **większa konsumpcja zielonej herbaty jest skorelowana ze zmniejszonym stężeniem cholesterolu i trójglicerydów we krwi, lepszą proporcją HDL do LDL i ogólnie lepszym stanem zdrowia**.
- W badaniach (EPIC-Norfolk) nad rolą witaminy C wzięto udział prawie 20 000 Anglików w różnym wieku. Otrzymano⁴⁹ znaczącą korelację pomiędzy zachorowalnością a poziomem tej witaminy w płazmie krwi: **im więcej witaminy C – tym mniej chorób**. Obserwowano 20% spadek śmiertelności ze wzrostem jej stężenia o każde 20 μM . To są przekonujące dowody korzyści zdrowotnych z utrzymywania odpowiednio wysokiego poziomu witaminy C w organizmie.
- **W grupie osób z wysokim poziomem witaminy E było mniej zawałów**, a jeśli już – to nie prowadziły one do śmierci; wyniki te są znane jako badania Cambridge Heart Association Study⁵⁰ (CHAOS).



Dość powszechnie sądzi się, że im więcej jemy witaminy C i E tym lepiej dla zdrowia – co nie jest prawdą! Efekt zdrowotny dla wielu witamin i składników mineralnych opisuje krzywa w kształcie litery “U”, czyli szkodliwy jest zarówno deficyt jak i nadmiar.

Witamina C jest wskazana w wielu chorobach celem zwiększenia odporności na stres oksydacyjny. Jednak w niektórych układach zachowuje się jak pro-oksydant⁵¹. Dawka 60–80 mg witaminy C dziennie jest wystarczająca, aby zapobiec objawom szkorbutu, ale powinniśmy dostarczać tyle mg witaminy C ile wynosi masa ciała w kilogramach. Palacze papierosów powinni dostawać o 35 mg dziennie więcej niż niepalący, podobnie jak diabetycy. Ostatnio wszystkim poleca się większe dawki, 180–200 mg, tyle dostarcza dieta śródziemnomorska.

Witamina E to ogólna nazwa dla mieszaniny tokoferoli (alfa-, beta, gamma- i delta-tokoferolu) i tokotrienoli, wśród tych związków dominuje α -tokoferol. Jest on antyoksydantem działającym w błonach komórkowych. Są zwolennicy podawania witaminy E w większych ilościach niż 5–15 mg, ale badania kliniczne pokazują brak efektu lub nawet niekorzystne skutki jej stosowania w dawkach ponad 500 mg dziennie z powodu działania prooksydacyjnego. Dostarczenie dużych dawek samej witaminy E nie jest korzystne, gdy nie ma współdziałających z nią związków. Pokazuje to jasno, że w organizmie istnieje równowaga różnego typu antyoksydantów, które razem tworzą barierę antyoksydacyjną.

Właściwości antyoksydacyjne i wymiatające rodniki mają też **karotenoidy**, takie jak: witamina A i β -karoten, α -karoten, luteina, likopen czy zeaksantyna. Najwcześniejszym sygnałem niedoboru karotenoidów w diecie jest upośledzone widzenie. Brak witaminy A występuje często u dzieci z krajów rozwijających się. U palaczy papierosów i ludzi pracujących z azbestem stwierdzono wzrost zachorowalności na raka, pomimo suplementacji β -karotenu.⁵²

W badaniu (CARET) uczestniczyło 9000 osób, którzy otrzymywali 25000 IU retinolu i 30 mg β -karotenu dziennie. Badania musiały zostać przerwane wcześniej niż planowano – gdy stało się jasne, że duże dawki zwiększają ryzyko raka płuc zamiast mu zapobiegać.

Stwierdzenie, że zbyt duże dawki witamin, zwłaszcza tych rozpuszczalnych w tłuszczach (A i E), działają prooksydacyjnie było zaskakujące i zostało nazwane „antyoksydacyjnym paradoksem”.

Nie jest prawdą, że: im więcej witamin C, E czy A – tym lepiej. Najważniejsze witaminy antyoksydacyjne wymagają dostarczania ich w kontrolowany sposób – zarówno nadmiar jak i niedomiar jest szkodliwy.

Naturalne polifenole, związki pochodzące z roślin jadalnych lub leczniczych mogą zmniejszać ryzyko chorób układu krążenia i pewnych form raka. Te ustalenia spowodowały wzrost zainteresowania stosowaniem preparatów polifenolowych, głównie w formie suplementów diety.

W przypadku ekstraktów polifenoli również nie obowiązuje zasada linearności, tzn. „im więcej – tym lepiej”.

W dużych dawkach flawonoidy mogą działać jak pro-oksydanty i generować wolne rodniki, mogą też działać mutagennie. W USA oceniono, że codzienne spożycie flawonoidów z różnych źródeł jest między 500 a 1000 mg. Jednak może wzrosnąć nawet do kilku gramów u osób stosujących jednocześnie kilka suplementów typu: miłorząb japoński, pycnogenol, ekstrakt z nasion winogron czy zielonej herbaty – co nie jest racjonalne.

Nie ma sensu, aby suplementy z ekstraktami roślinnymi stosowali wegetarianie (powinni uzupełniać niektóre aminokwasy czy minerały).

6.5. Czerwone wino i „paradoksy francuskie”

Biologiczna rola związków chemicznych obecnych w winie była badana od wielu lat, ale znaczny wzrost zainteresowania tematem wywołały dopiero artykuły⁵³, które ukazały się w latach 1992/94 w znanym czasopiśmie medycznym „Lancet”, a dotyczyły czerwonego wina. Przebadano kilka milionów ludzi, odnotowując spożycie nasyconych tłuszczów, poziom cholesterolu, palenie papierosów, wskaźnik otyłości. Wyniki były podobne – wysokie spożycie nasyconych tłuszczów zwierzęcych powodowało zazwyczaj wzrost śmiertelności z powodu chorób serca. Tymczasem w południowej Francji śmiertelność była znacznie mniejsza niż to powinno wynikać z ilości konsumowanego tłuszczu.

W południowej Francji spożycie wina na osobę to 60–70 litrów rocznie, a w Anglii tylko 5–12. Zgony z powodu zawału na 100 tys. osób we Francji 53–100, natomiast w Anglii aż 280–332. Zjawisko nazwano „francuskim paradoksem”.

Francuzi jedzą dość dużo tłuszczów nasyconych i palą papierosy, podobnie jak Anglicy czy Amerykanie. Mniejszą śmiertelność próbowano tłumaczyć mniej stresującym trybem życia, odpoczynkiem w południe (sjestą), ale jedyną wyraźną różnicą dietetyczną był zwyczaj picia czerwonego wina do posiłków. Interesujące, że zależność między spożyciem wina a zachorowalnością na choroby serca i układu krążenia ma kształt litery „U” – bardziej narażeni są niepijący wcale i pijący za dużo.

Umiarkowana konsumpcja czerwonego wina wpływa korzystnie na organizm, hamując procesy miażdżycowe.

Wiadomo, że zmiany miażdżycowe rozpoczynają się od utlenienia lipoprotein o niskiej gęstości (LDL), a utlenione cząsteczki LDL (ox-LDL) są toksyczne dla komórek śródbłonna. Makrofagi wychwytyują ox-LDL, tworzą się komórki piankowate i może powstać ognisko miażdżycowe. W licznych pracach wykonanych *in vitro* pokazano, że czerwone wino i substancje w nim zawarte chronią LDL przed utlenianiem.

Ciekawe były wyniki badań wykonanych na myszach, które otrzymywały przez 6 tygodni czerwone wino, jego składniki lub placebo. **Zmiany miażdżycowe w tętnicach okazały się mniejsze o 39–48% u zwierząt po winie, kwercetynie i katechinie**, w porównaniu z placebo.

Wiadomo, że stres oksydacyjny powoduje zużycie antyoksydantów (np. witaminy E) w ciągu kilku godzin. Antyoksydanty dostarczane w diecie mogą reagować bezpośrednio z wolnymi rodnikami lub działać ochronnie na tokoferol w błonach komórkowych, przedłużając jego aktywność.

Jest prawdopodobne, że związki typu polifenoli mogą działać wielostronnie: zmniejszają ilość nadtlenków lipidowych w przewodzie pokarmowym, następnie w surowicy krwi oraz regenerują witaminę E.

Przypuszczano, że w przeciwdziałaniu miażdżycy, a zwłaszcza zawałom serca, korzystnie może działać sam alkohol etylowy, gdyż za-

pobiega agregacji płytek krwi. Interesujące były wyniki⁵⁴ następującego eksperymentu: sześciu zdrowych ochotników zjadło tłusty posiłek złożony ze smażonego mięsa z jajkiem i frytkami, popijając 400 ml czerwonego wina lub odpowiednim wodno-alkoholowym roztworem. Okazało się, że posiłek z winem spowodował znaczący wzrost całkowitej pojemności antyoksydacyjnej plazmy krwi, efektu tego nie dało wypicie wody z alkoholem.

Czy czerwone wino może być zastąpione sokiem z winogron? Porównano działanie antyoksydacyjne czerwonego i białego wina, soku z ciemnych winogron, piwa i roztworu etanolu na lipoproteiny LDL. W badaniach *in vitro*, zarówno czerwone wino, jak i sok wykazały silne hamowanie procesów oksydacyjnych (działanie białego wina i piwa było bardzo słabe, etanol nie działał wcale). Jednak **efekt *in vivo*, okazał się silny tylko po spożyciu wina**. Zarówno wino, jak i sok miały podobną zawartość związków polifenolowych; jednak w soku więcej jest form spolimeryzowanych i glikozydów flawonoidowych, które słabo rozpuszczają się w wodzie, a dużo lepiej w wodzie z 10% dodatkiem alkoholu. Obserwowany efekt można wytłumaczyć gorszym wchłanianiem flawonoidów z soku winogronowego.

Jakie składniki winogron i wina są korzystne dla zdrowia? Chemia wina jest dość złożona, ale niektóre związki warto wymienić. W czerwonym winie stwierdzono obecność: katechiny, epikatechiny, epigalokatechiny, procyanidyn, glikozydów kemferolu, kwercetyny i myricetyny, kwasów: kawowego, ferulowego, galusowego, resweratrolu oraz antocyjanin, wszystkie one są silnymi antyoksydantami. Czy występują tylko w winogronach? Otóż nie, podobne związki występują też w innych ciemnych owocach, włączając aronię. W owocach aronii jest dużo epikatechiny i spolimeryzowanych katechin (tanin skondensowanych) oraz antocyjanin – glikozydów cyjanidyny.

Sugerowano trzy możliwe wyjaśnienia „francuskiego paradoksu”:

- korzystnie działa sam etanol, powoduje rozpuszczanie skrzepów, zmniejsza stężenie fibrynogenu we krwi, zmniejsza agregację płytek krwi
- polifenole wina (antocyjaniny, polimery katechin, fenolokwasy) opóźniają rozwój procesów miażdżycowych, bowiem hamują utlenianie lipidów

-
- wino ma składniki wpływające na poziom NO w nabłonku naczyń i powodujące ich relaksację, czyli rozszerzenie po skurczu (procyjanidyny, taniny).

Pokazano, że z nabłonka komórek tętnicy płucnej królików uwalniany jest NO, jako czynnik powodujący relaksację naczyń, a następuje to w odpowiedzi na podanie tanin. Później okazało się, że podobny efekt wywołuje mieszanina procyjanidyn, oligomerów katechinowych otrzymywanych z pestek winogron, a także kwas taninowy.

Interesująca jest też rola resweratrolu, który występuje w ciemnych winogronach i w czerwonym winie. Jest to silny antyoksydant i może chronić przed miażdżycą. Ilości resweratrolu w winogronach zależą od pogody. Np. w kalifornijskim winie z 1989 roku było tylko 0,09 mg/l resweratrolu, ale w winie z 1994 roku 8,9 mg/l. Pierwsze badania kliniczne pokazywały, że po wypiciu wina resweratrolu w ogóle nie ma we krwi. Jednak później, po dokładniejszych oznaczeniach, znaleziono go w ilości 100 nmola do 1 μ mola. Resweratrol uczestniczy w biochemicznych reakcjach związanych z funkcjonowaniem układu krążenia, oprócz działania kardioprotekcyjnego może mieć też działanie przeciwzapalne i przeciwnowotworowe⁵⁵.

Dlaczego czerwone wino jest czerwone? Na ten temat toczy się interesująca dyskusja. Wino, jak wiadomo, może być długo przechowywane, a niektóre roczniki osiągają bardzo wysokie ceny. Professor Brouillard z Uniwersytetu w Strasburgu, specjalista od flawonoidów i znawca wina, opowiada historię odkrycia kilkudziesięciu butelek wina przechowywanych przez ponad 40 lat w piwnicy pod węglem. Zostały one tam ukryte przez jednego z jego wujów, prawdopodobnie tuż przed wkroczeniem Niemców do Paryża w czasie II-giej Wojny Światowej. Zaskakujące było to, że w większości cennych butelek wina z Pinot Noir zachowało ono swój czerwony kolor. Dla Brouillarda stanowiło to inspirację do badań naukowych. Według niego: **prawdziwym „francuskim paradoksem” jest to, że właśnie od Pinot Noir pochodzą najlepsze szczepy winogron uprawianych obecnie na świecie.** Przede wszystkim, chciał jednak znaleźć odpowiedź na pytanie: jak to możliwe, że wino zachowuje czerwony kolor przez pół wieku, mimo, że antocyjany są nietrwałe? Rozwiązanie tej zagadki jest dość nieoczekiwane. Kolor nadają mu inne barwniki! Aby wino zachowało swój czerwony kolor przez lata, jego antocyjaniny

muszą zmienić się w trwalszy czerwony barwnik lub przereagować z taninami!

Starzenie się czerwonego wina to przedmiot zainteresowania enologii, pracuje nad tym kilka instytutów naukowych. Od dawna wiadomo, że w trakcie starzenia się wina powstają polimery tanin. Podejmowane są próby syntetyzowania barwników wina na drodze reakcji chemicznych oraz zidentyfikacji barwnych związków obecnych w starych winach. Fulkrand ze współpracownikami⁵⁶ zaproponował strukturę takich purpurowych barwników. Zostały one nazwane **wityzynami**.

Antocyjaniny znajdujące się w płatkach kwiatów są trwałe dzięki kopigmentacji, zjawisku polegającemu na tworzeniu wiązań wodorowych oraz oddziaływań pierścieni aromatycznych (np. w estrach cynamonowych). W wakuolach w roślinie takie oddziaływania pozwalają utrzymać kation flawyliowy z dala od molekuł wody i zapewnić trwałość czerwonej formie antocyjaniny. Jednak w roztworze wodno-alkoholowym, jakim jest wino, jest bardziej prawdopodobne, że kation flawyliowy ulegnie reakcji, w której tworzą się np. polimery antocyjaninowo-taninowe lub wityzyny. Brouillard uważa⁵⁷, że znany w świecie medycznym „paradoks francuski” miał dwa etapy:

- Pierwszym było **odkrycie, że wino ma działanie prozdrowotne – był to „paradoks francuski I”**.
- Jest możliwe, że bioaktywnym składnikiem nie tylko są antocyjaniny, ale też **wityzyny**. Byłby to „**francuski paradoks II**”.

Badania antocyjanin i odpowiadających im wityzyn potwierdzają⁵⁸ ich antyoksydacyjną aktywność w płytkach krwi i komórkach śródbłonna naczyń. Gdyby jednak okazało się, że aktywnym składnikiem jest połączenie antocyjanidyny z (epi)katechiną – byłby to wkład w wyjaśnienie aktywności biologicznej zarówno czerwonego wina jak i aronii, gdzie takie dimery są obecne.

Wino jest bardziej popularnym i dłużej znanym napojem niż sok z aronii, stąd w literaturze medycznej szczególnie duża liczba badań poświęcona jest antyoksydantom z ciemnych winogron.

Duże zainteresowanie świata nauki czerwonym winem nazwano nawet kolejnym „antyoksydacyjnym paradoksem”.

Ze względu na interesujący skład chemiczny aronii warto prowadzić badania aktywności biologicznej wina aroniowego, soku z aronii i innych produktów. Badania powinny dotyczyć zarówno profilaktyki chorób serca i układu krążenia, jak i chorób neurodegeneracyjnych.

Badania kliniczne wykonane do tej pory pokazały, że ekstrakt z aronii obniża ciśnienie i działa antyagregacyjnie na płytki krwi.

W profilaktyce chorób serca i układu krążenia rola aronii może się okazać „polskim antyoksydacyjnym paradoksem”. Większa ilość przetworów aronii w diecie, jak również suplementacja ekstraktem z owoców aronii może zmniejszyć ryzyko zawałów serca w naszym kraju.

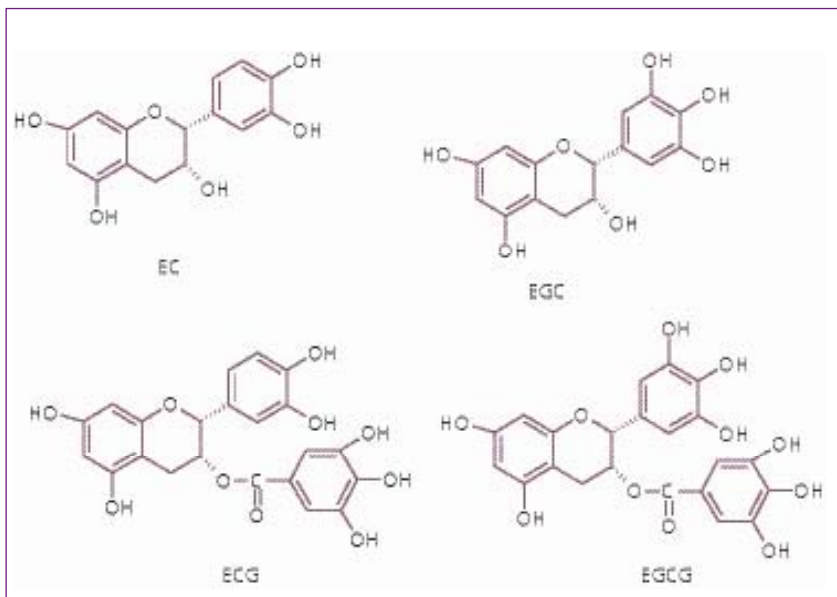
6.6. Katechiny zielonej herbaty

Interesującym napojem, o ogromnej liczbie poświęconych mu badań, jest herbata. Jej odkrycie i stosowanie zawdzięczamy Chińczykom. Legendy świadczą o tym, że tradycja picia herbaty sięga ponad 5000 lat. Kiedyś była napojem elitarnym w Chinach i Japonii. Dzięki podróżnikom i kupcom stała się popularna również w Europie, a dzisiaj trudno byłoby znaleźć kraj gdzie jej nie ma. Popularność zawdzięcza obecności kofeiny – nie tylko gasi pragnienie, ale odświeża, przynosi poprawę samopoczucia i przypływność sił witalnych. Od wieków zdawano sobie sprawę z terapeutycznych właściwości herbaty.

Obecnie, wyniki licznych publikacji pokazują, że jest to źródło związków chemicznych, które mają korzystny wpływ na organizm i które w przyszłości mogą być zaliczone do grupy leków.

Najwięcej uwagi przyciągają polifenole herbaty, o bardzo silnych właściwościach antyoksydacyjnych. Jedna filiżanka herbaty zawiera 50–100 mg związków polifenolowych. Ich ilość i skład chemiczny zależą od rodzaju herbaty, technologii jej produkcji oraz sposobu zaparzania. W składzie polifenoli najwięcej jest galusanu epigalokatechiny (EGCG), ale wszystkie cztery związki to pochodne (-)-epikatechiny (EC).

Ciekawe, że (-)-epikatechina to podstawowy składnik tanin aronii!



Rysunek 18. Wzory chemiczne katechin herbaty: epikatechina (EC), epigalokatechina (EGC), galusan epikatechiny (ECG) i galusan epigalokatechiny (EGCG).

Trudno udowodnić korzyści zdrowotne z picia herbaty analizując dane dla ojczyzny herbaty – Chin; biedne społeczeństwo i gwałtowne zmiany polityczne i gospodarcze nie dają możliwości do wieloletnich porównań. Ale Japonia, która po II wojnie światowej weszła w okres stabilnego rozwoju, jest przykładem kraju o wysokim spożyciu zielonej herbaty i zarazem krajem ludzi długowiecznych. Składa się na to szereg czynników dietetycznych i kulturowych, ale na pewno zwyczaj picia herbaty ma tu pozytywny wpływ. Badaniem⁵⁹ poddano ponad 8500 osób, 95% ogółu mieszkańców powyżej czterdziestego roku życia w mieście Yoshimi.

Stwierdzono, że większe spożycie zielonej herbaty, ponad 10 filiżanek dziennie, korelowało ze zmniejszeniem stężenia cholesterolu całkowitego i trójglicerydów w osoczu, poprawą proporcji HDL do LDL, wiązało się też z prawidłową pracą wątroby.

W starzejącym się społeczeństwie Japonii narastają jednak takie problemy zdrowotne jak demencja, choroba Alzheimera i Parkinsona czy udary mózgu. Przypadki udarów były o wiele rzadsze u ludzi, którzy wypijali więcej niż 5 filiżanek zielonej herbaty dziennie.

Dzięki obecności polifenoli, pochodnych epikatechiny, herbata przeciwdziała procesom starzenia się i zmniejsza ryzyko degeneracyjnych chorób w starszym wieku.

Herbata jest sojusznikiem we wszystkich chorobach, które rozwijają się w wyniku stresu oksydacyjnego, czyli w sytuacji, gdy w organizmie powstaje nadmiar produktów rodnikowych i trzeba naprawić skutki ich działania. Są to choroby:

- nowotworowe
- miażdżyca i choroby układu krążenia
- reumatyzm
- choroby neurodegeneracyjne
- choroby oczu (zaćma)
- choroby alergiczne.



Pod tym względem polifenole z zielonej herbaty działają podobnie do polifenoli aroniowych.

6.7. Żywność funkcjonalna i suplementy diety

Wiadomo, że prawidłowa dieta jest ważnym czynnikiem ludzkiego zdrowia. Jednak nawet niewielki niedobór składników występujących w śladowych ilościach może być przyczyną gorszej odporności na infekcje i zakłóceń w przemianie materii. Nie wszystkie zagrożenia są jeszcze rozpoznane, ale wiele znamy i powinny być brane pod uwagę przy planowaniu jadłospisu.

Najlepszym źródłem środków odżywczych, minerałów, witamin i fitamin jest żywność, a nie kapsułki.

Niestety, znaczna część społeczeństwa nie stosuje takiej diety, jaką zalecają specjaliści od żywienia, czego następstwem są choroby serca i układu krążenia.

Czy przeciętna polska dieta pokrywa zapotrzebowanie na witaminy i antyoksydanty? W badaniach wykonanych w Instytucie Żywności i Żywienia w Warszawie oznaczono zawartość witamin A, C i E w racjach pokarmowych diet, które odtworzono na podstawie danych o budżetach rodzinnych.

- Zawartość witaminy A znacznie przekraczała dzienne zapotrzebowanie
- Spożycie witaminy E było bliskie normy
- Spożycie witaminy C u znacznej części populacji pokrywało zaledwie połowę pożądaną dzienną ilość, zwłaszcza w zimie.
- Dzielne spożycie flawonoidów oszacowano jako 15–25 mg/dobę, jest to wynik podobny do spożycia w Holandii (23 mg/osobę dziennie) czy w Danii (28 mg), choć nowsze badania w Finlandii wykazały spożycie 65 mg dziennie.
- Badania nie obejmowały oznaczania antocyjanów.

Warto w celach prewencyjnych polecać żywność o wysokich walorach antyoksydacyjnych i suplementy diety z antyoksydantami, ponieważ większość chorób cywilizacyjnych to choroby o etiologii wolnorodnikowej.

Suplementów diety używa ok. 20% starszych osób w Polsce, ale aż 87% w USA.

Większość stosuje suplementy z witaminami, chętnie kupowane są preparaty wielowitaminowe zawierające jednocześnie zestaw minerałów, ale popularne stają się też preparaty roślinne (ekstrakt z zielonej herbaty, żurawiny, czarnych jagód).

Wiele autorytetów medycznych uważa, że **czeka nas rewolucja żywnościowa**: wkrótce skład diety będzie planowany odpowiednio do wieku i stylu życia – tak, aby zapewniał bilans potrzebnych składników. Zmiany czekają przede wszystkim przemysł spożywczy, który musi wziąć odpowiedzialność za swoje produkty i przeznaczać więcej pieniędzy na badania ich skutków zdrowotnych. Nie wystarczy kierować się wiedzą o owocach i warzywach przekazywaną „z pokolenia na pokolenie”. Wskazania zdrowotne dla jakiegoś produktu muszą być poprzedzone badaniami laboratoryjnymi, a następnie poparte obser-

wacjami klinicznymi. Wyniki tych badań trzeba spopularyzować, przeznaczając kolejne środki na akcję edukacyjną.

Narodowy Instytut Raka (National Cancer Institute) w USA od wielu lat zaleca zwiększenie spożycia warzyw i owoców. Przeprowadzana jest szeroka akcja w szkołach, kościołach czy klinikach o łatwym do zapamiętania skrócie: „5D”, czyli 5-razy dziennie porcja owoców lub warzyw. Jednak, mimo tej akcji tylko 9–17% Amerykanów stosuje się do zaleceń. Sposób żywienia zmienia się powoli i największy wpływ mają nawyki wyniesione z domu rodzinnego, a nie wskazania lekarzy.

Jedna „superpigulka” dziennie nie zastąpi urozmaiconej diety dostarczającej całego zestawu potrzebnych organizmowi związków, ale może pokryć braki niektórych mikrośladków.



Jakich korzyści można się spodziewać po kilkutygodniowym przyjmowaniu „kompleksowego” suplementu? Do przebadania jego biologicznych efektów wybrano grupę młodych ochotników⁶⁰, efekty suplementacji oceniano po 5 i po 16 tygodniach. Po 5 tygodniach wzrósł poziom witaminy C, E i β -karotenu w surowicy krwi oraz jej

pojemność antyoksydacyjna. Przedłużanie suplementacji niczego już w tych wartościach nie zmieniało. Natomiast aktywność enzymów: katalazy, peroksydazy glutationowej i poziom glutationu w erytrocytach wzrosły dopiero po 16 tygodniach. W młodych organizmach u szczytu formy fizycznej potrzeba 4 miesięcy na osiągnięcie wysokiej aktywności enzymów antyoksydacyjnych, czas ten może być dłuższy u starszych osób.

Wniosek z tych eksperymentów jest dość oczywisty – dopiero długotrwałe stosowanie diety bogatej w owoce i warzywa (lub jej ekwiwalentu w suplementach) zapewnia obecność pełnej bariery antyoksydacyjnej – enzymatycznej i witaminowej. Jednorazowe połknięcie garści witamin czy kilka posiłków „w stylu śródziemnomorskim” to za mało, aby być zdrowym!

7. Badania biologiczne związków z aronii

Wykonano setki badań naukowych, których przedmiotem były związki chemiczne występujące w owocach aronii. Celem badań było wyjaśnienie biochemicznych mechanizmów działania, a prowadzono je na hodowlach komórek, zwierzętach doświadczalnych jak i na zdrowych ochotnikach. W ich wyniku powstał obraz zastosowań dla preparatów aroniowych i przetworów z aronii.

Szczególnie warto je polecić:

- **W profilaktyce przeciwmiażdżycowej.** Jak wiadomo, choroby serca i układu krążenia to główna przyczyna przedwczesnych zgonów, nadumieralności mężczyzn. Poprawa diety poprzez włączenie produktów bogatych w antyoksydanty, spowalnia rozwój procesów miażdżycowych. Aronia obniża ciśnienie tętnicze i dlatego powinna być stałym składnikiem diety osób zagrożonych zawałem i udarem.
- **W profilaktyce nowotworów.** W eksperymentach na myszach pokazano, że w grupie dostającej polifenole rozwinęło się mniej nowotworów, mniej też było przerzutów mimo kancerogennej diety. Zestaw związków obecnych w aronii działa odtruwająco, redukuje niektóre toksyny, z innymi tworzy nierozpuszczalne kompleksy usuwając je z organizmu.
- **W profilaktyce chorób neurodegeneracyjnych.** Upośledzenie funkcji mózgu następuje z wiekiem, ale też wskutek chorób degeneracyjnych (Alzheimer, Parkinson) czy nadużywania toksyn ośrodkowego układu nerwowego, w tym alkoholu, leków i innych środków psychoaktywnych. Zmiany te można spowolnić

przez podawanie związków polifenolowych. Pokazano, że ekstrakty z czarnych jagód były skuteczne w przywracaniu sprawnej pamięci i poprawianiu procesów uczenia się.

- **Do ochrony przed promieniowaniem UV.** Dotyczy to zwłaszcza osób wyjeżdżających w góry czy na słoneczne plaże „prosto od biurka”, bez stopniowego przyzwyczajania skóry na słońce. Kremy z flawonoidami mogą ochronić skórę przed stresem fotooksydacyjnym. Picie soku z aronii czy łykanie kapsułek z antocyjanami przed wyjazdem na urlop pozwoli dłużej przebywać na słońcu i uniknąć oparzenia w pierwszych dniach. Pokazano, że przyjmowanie preparatów z katechinami dwukrotnie zwiększało dawkę promieniowania konieczną do wystąpienia zaczerwienienia skóry.
- **Dla polepszenia wzroku.** Stres oksydacyjny inicjuje i przyspiesza powstawanie katarakty czy patologicznych zmian plamki żółtej oka. Dieta bogata w antyoksydanty może spowolnić te procesy, ma też wpływ na zapewnienie dobrego widzenia nocnego i ostrości wzroku (antocyjany poprawiają mikrokrążenie, zmniejszają kruchość naczyń włosowatych). Kiedyś dotyczyło to pilotów czy kierowców ciężarówek. Teraz zmęczenie oczu skutkiem długiego wpatrywania się w monitor stało się problemem społecznym. Ponieważ polifenole korzystnie wpływają na wzrok osób pracujących z komputerem czy długo siedzących przed telewizorem – aronię można polecić każdemu.

7.1. Czy antocyjany i katechiny wchłaniają się?

Wiadomo, że czerwone wino ma korzystne działanie na układ krążenia, ale który z jego polifenolowych składników ma działanie ochronne? Oprócz antocyjanin, czerwone wino ma też flawonole (kwercetynę, myricetynę), flawanole (katechinę, epigalokatechinę), kwas galusowy, resweratrol i duże ilości tanin. Obecność całego kompleksu związków powoduje, że trudno ustalić, który z nich ma najwyższą aktywność i odpowiada za działanie biologiczne. Badania prowadzone *in vitro* pokazały jednak, że to frakcja antocyjanin z czerwonego wina jest najbardziej efektywnym wmiataczem rodników i hamuje utlenianie LDL.

Czy antocyjaniny wchłaniają się z przewodu pokarmowego i są obecne w płynach ustrojowych? Wyjaśnienie tej kwestii było bardzo ważne. Mogło się okazać, że korzystne działanie antocyjanin ogranicza się tylko do przewodu pokarmowego. Przypuszczano, że flawonoidy konsumowane w postaci glikozydów ulegają hydrolizie w przewodzie pokarmowym i są wchłaniane bez cukru (jako aglikony). Gdyby tak było z antocyjaninami, mogłoby to tłumaczyć trudności z ich wykryciem we krwi czy moczu. Aktualnie uważa się za prawdopodobne, że antocyjaniny są przenoszone przez transportery glukozy. Postęp w technikach analitycznych umożliwił wykrywanie w płynach ustrojowych związków o bardzo małym stężeniu, rzędu nanomoli (10^{-9} M). Okazało się, że antocyjaniny są obecne w moczu i surowicy krwi, pojawiają się również metabolity antocyjanin, zidentyfikowano glukuroniany i pochodne metylowe.

Aby sprawdzić czy antocyjany wchłaniają się u ludzi wybrano sześciu zdrowych ochotników, którzy dostali na czczo **300 ml czerwonego wina**.⁶¹ Ich mocz nie miał jednak czerwonego zabarwienia i nie było w nim żadnego związku, który można by zidentyfikować jako antocyjany (absorbującego przy 520 nm). Jednak po zatężeniu i zakwaszeniu moczu do pH= 1 natychmiast pojawiała się czerwona barwa. Kolor zanikał po doprowadzeniu z powrotem do pH=5. Takie zmiany są charakterystyczne dla reakcji powstawania bezbarwnej zasady z kationu flawyliowego, który jest czerwony w roztworach o niskim pH. Antocyjaniny i związki pochodne zostały zaabsorbowane z żołądka do układu krwionośnego i można je było wykryć po 1–3 godzinach od wypicia wina.

Czy wchłaniają się też antocyjany z napojów bezalkoholowych i ekstraktów z owoców? Do badań absorpcji antocyjanin na ludziach⁶² użyto ekstraktu z czarnego bzu, w składzie antocyjanin dominowały cyjanidyno-3-O-glukozyd (66%) i cyjanidyno-3-O-sambubiozyd (32%). Sześciu zdrowym ochotnikom podano śniadanie razem z 200 mg ekstraktu, a następnie co godzinę pobierano im krew do analizy. Antocyjaniny pojawiają się w płazmie krwi po 2 godzinach od spożycia, a maksymalne stężenie osiągnęte jest 1–2 godziny później. Wynika to prawdopodobnie z tego, że podano



je razem z normalnym posiłkiem, który był trawiony powoli, ponieważ zawierał dużo tłuszczu (ser, masło, mleko). Absorpcję antocyjanin badano⁶³ na Uniwersytecie w Tufts, USA. Czterem starszym, zdrowym kobietom podano 12 g ekstraktu z czarnego bzu w 500 ml wody. Analizowano zawartość antocyjanin w moczu i płazmie krwi w ciągu doby i potwierdzono, że antocyjaniny są obecne w płynach ustrojowych, aczkolwiek ich stężenie jest bardzo małe, rzędu nanomoli.

Przemiany metaboliczne antocyjanin z aronii po spożyciu przez człowieka badano⁶⁴ przy zastosowaniu chromatografii (HPLC, GC) i spektrometrii mas (MS). Ochotnikom podano aż 20 g (!) ekstraktu z aronii zawierającego 1,3 g glikozydów cyjanidyny. Badanie potwierdziło, że ludzie mają zdolność metabolizowania antocyjanin, ponieważ co najmniej 10 metabolitów było obecnych w moczu i surowicy krwi. Średnie stężenie metabolitów w próbkach moczu z dobowej zbiórki to 12 nmol/l, a ich poziom w surowicy krwi w 2 godz po podaniu ekstraktu był w zakresie 197–986 nmol/l.

W transport antocyjanin prawdopodobnie zaangażowane są receptory glukozy, bowiem wchłanianie zależy od obecności cukru w napoju. Zdrowym ochotnikom podano na czczo 11 g ekstraktu z czarnego bzu i wodę do picia⁶⁵; analiza pokazała obecność dwóch antocyjanin w moczu. Maksymalne stężenie glukozydu cyjanidyny w moczu było po 1 godzinie, natomiast sambubiozydu cyjanidyny (który ma trzy molekuly cukrów) po 2 godzinach od spożycia. Kiedy do picia zamiast wody podano roztwór cukru (sacharozy), wydalanie antocyjanin zmniejszyło się, maksymalne stężenie pojawiało się znacznie później. Może to dowodzić, że transportery glukozy są nasycone, są zajęte przenoszeniem cukru i dlatego proces pobierania antocyjanin jest spowolniony.

Praktyczny wniosek: nie należy słodzić soku z owoców. Dodatek cukru zmniejsza wchłanianie cennych związków polifenolowych – antocyjanin.

Czy antocyjany są toksyczne i ile ich można zjeść w ciągu dnia? Dzielne spożycie antocyjanin przez człowieka może być bardzo duże, wielokrotnie większe niż flawonoli, bez jakichkolwiek działań niepożą-

danych. W diecie mieszkańców USA dzienną dawkę antocyjanów oszacowano na 180–215 mg, podczas gdy flawonoli tylko 23 mg. Trudno jest mówić o przedawkowaniu owoców – zjedzenie nawet kilograma czarnych jagód może skutkować co najwyżej rozluźnieniem stolca lub lekką biegunką, nie mającą praktycznie szkodliwego wpływu.

Od niepamiętnych czasów ludzie jedli czarne porzeczki, jagody czy wiśnie, w sezonie nawet w dużych ilościach, potwierdza to brak toksyczności antocyjanin.

Próby ustalenia maksymalnej dawki były prowadzone na zwierzętach, ale antocyjany z aronii okazały się nietoksyczne. Nie udało się ustalić tej dawki, bowiem podanie myszom dożołądkowo nawet 5 g/kg masy ciała, w postaci roztworu wodnego, nie wywoływało żadnych objawów toksycznych. Również podawanie ekstraktu antocyjanin (Aronox) w dawce 10 mg/kg masy ciała przez okres 6 tygodni nie wywoływało żadnych objawów niepożądanych. Zwierzęta w tym okresie zachowywały się normalnie, chętnie zjadały pokarm, obserwowano przyrost masy ciała, nie zauważono zmian w wydalonym moczu. W badaniach histologicznych narządów wewnętrznych także nie wykryto zmian.

Jak dotychczas, nie zanotowano żadnych działań niepożądanych po spożyciu antocyjanów aroniowych.

Najwyższą dawkę – jednorazowo 20 g suchego ekstraktu z aronii podano zdrowym ochotnikom badając absorpcję antocyjanin [Kay, 2004]. Aronię wybrano dlatego, że jest najbogatszym źródłem antocyjanin, a dodatkowo są to głównie glikozydy jednego aglikonu: cyjanidyny.

Bardzo wartościowym produktem żywnościowym są soki owocowe. Cenne witaminy z soku wchłaniają się lepiej niż z całych owoców, pokazano to w przypadku witaminy C. Niemiecki Instytut Badania Win i Napojów prowadził badania⁶⁶ nad ustaleniem optymalnej mieszanki soków – smacznej i zawierającej silne antyoksydanty. Sześciu zdrowym ochotnikom podawano następującą mieszankę soków: 30% z białych winogron, 25% czarnej porzeczki, 15%



czarnego bzu, 10% wiśniowego, 10% czarnych jagód i 10% aronii. Uczestnicy badania dostali do wypicia na czczo 400 ml takiego soku (grupa kontrolna wodę), oznaczano stężenie witaminy C i antocyjanin w moczu oraz pojemność antyoksydacyjną surowicy krwi. Po spożyciu soku antyoksydacyjna pojemność surowicy krwi rosła znacznie w ciągu pierwszych 2 godzin, a przez następne godziny malała. Witamina C została dość szybko wydalona, po 8 godzinach organizm usuwa prawie 80% spożytej ilości. Wniosek: mieszanka soków to cenne źródło antyoksydantów, które są aktywne w organizmie, ale poszczególne związki są w różnym stopniu absorbowane i z różną szybkością wydalane.

Szklankę takiego soku trzeba jednak wypijać codziennie!

Czy katechiny i procyanidyny, druga ważna grupa bioaktywnych związków aronii, wchłaniają się?

Katechinę i epikatechinę podawano szczurom oznaczając poziom tych związków i ich metabolitów w surowicy krwi i w moczu⁶⁷. Okazało się, że w płynach ustrojowych są obecne głównie metabolity w postaci 5-O-glukuronianów, podczas gdy stężenie wyjściowych katechin w surowicy krwi jest bardzo małe, a w moczu były niewykrywalne. W 2003 r potwierdzono⁶⁸ w badaniach na szczurach jak i na ludziach, że (-)-epikatechina jest wchłaniana po doustnym podaniu, a we krwi i moczu pojawiają się glukuroniany.

Czy mogą się wchłaniać dimery lub trimery katechin?

Absorpcję dimeru (procyanidyny B2) badano⁶⁹ na szczurach. Jednak trudno jest wyizolować tyle czystej procyanidyny, aby badać jej absorpcję na większej grupie ludzi. Zastosowano więc produkty żywnościowe bogate w procyanidyny i oligomery katechin: kakao i czekoladę. Pięciu zdrowym ochotnikom podano kakao (0,375 g/kg wagi), w ich krwi wykryto⁷⁰ procyanidyny już w pół godziny po wypiciu napoju. Maksymalne stężenie dimeru wystąpiło dwie godziny później (41 nmol/L). Wykryto też (-)-epikatechinę i (+)-katechinę.

Biologiczna rola katechin nie jest dobrze poznana, głównie dlatego, że ich stężenie w płynach ustrojowych jest bardzo małe (rzędu nanomoli/L). Jedzenie żywności bogatej w katechiny powoduje wzrost ich stężenia we krwi oraz zmniejsza stężenie produktów reakcji utleniania. Obecność metabolitów katechin we krwi i w moczu dowodzi, że katechiny są przetwarzane w organizmie, przynajmniej wiadomo to o dimerach. Nie wykryto jeszcze oligomerów ani większych polimerów.

Podsumowując wnioski z powyższych badań można stwierdzić, że są one optymistyczne. Badania potwierdzają wchłanianie się większości cennych związków chemicznych obecnych w owocach aronii.

7.2. Bez miażdżycy i chorób serca

Choroby układu krążenia: miażdżycza tętnic, nadciśnienie i w konsekwencji zawał serca lub udar mózgu, to główne przyczyny przedwczesnych zgonów. Wiadomo też, że można tym chorobom zapobiegać. Odpowiednia dieta, bogata w owoce i jarzyny i właściwy sposób życia, dużo ruchu, mniej stresu – to czynniki zmniejszające ryzyko zawału. Ryzyko rozwoju choroby wzrasta wraz ze wzrostem stężenia cholesterolu we krwi, a również ze wzrostem stosunku HDL do LDL, czyli tzw. „dobrego do złego cholesterolu”. Do powstania blaszki miażdżycowej przyczynia się uszkodzenie śródbłonna naczyniowego i obecność utlenionych lipidów (LDL). Zwiększoną ilość nadtlenków lipidowych stwierdzano u osób z hiperlipidemią, nadciśnieniem tętniczym i z przebyłym zawałem mięśnia sercowego.

Zebrano wiele dowodów na to, że nadciśnienie powstaje wskutek przewlekłego stresu oksydacyjnego.

Obserwuje się liniową korelację: podwyższonej produkcji nadtlenku wodoru w plazmie odpowiada na ogół wyższe ciśnienie krwi. Maleje aktywność enzymów antyoksydacyjnych: dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) i peroksydazy glutationowej, jest mniej witaminy E – w rezultacie pomiary pokazują zmniejszoną pojemność antyoksydacyjną surowicy krwi.

Podawanie antyoksydantów hamuje proces tworzenia się ognisk miażdżycowych poprzez zmniejszanie poziomu nadtlenków lipidowych i utlenionych lipidów.

Liczne badania epidemiologiczne pokazały, że większa konsumpcja owoców i warzyw jest powiązana ze zmniejszonym ryzykiem chorób układu krążenia, za ten efekt odpowiedzialne są głównie związki polifenolowe. Badania koncentrowały się na takich produktach żywnościowych jak popularne owoce, zielona herbata czy wino. Na ogół nie doceniono roli owoców jagodowych, chociaż stanowią one istotny składnik diety krajów północnych, w których nie rosną winogrona czy pomarańcze.

Czy polifenole owoców jagodowych mogą chronić lipoproteiny (LDL) przed utlenianiem i pomagać w profilaktyce miażdżycy? Pokazano to w badaniach *in vitro* utleniając LDL oraz liposomy z otrzymane z lecytyny⁷¹ w obecności zarówno czystych modelowych związków jak i ekstraktów z owoców. Antocyjanidyny skutecznie chroniły lipoproteiny przed utlenianiem, a efekt zmniejszył się w szeregu: delfinidyna > cyjanidyna > malwidyna > pelargonidyna. Jest to zgodne z generalnie obserwowaną tendencją, że związki z większą liczbą grup OH (delfinidyna z sześcioma) są bardziej skuteczne jako antyoksydanty. Testowano też ekstrakty z owoców, a szereg wg. malejącej aktywności był następujący:

**czarne jagody > maliny >
czereśnie > borówki amerykańskie > truskawki**

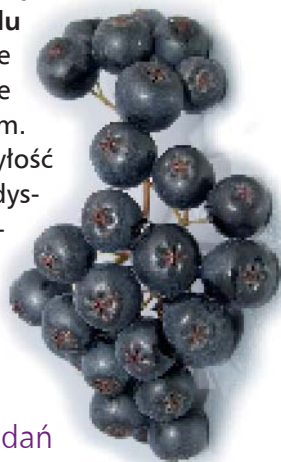
Najsilniejszy efekt ochronny miały czarne jagody z największą zawartością glukozydów cyjanidyny (ma pięć grup OH), a najmniejszą truskawki, gdzie dominuje glukozyd pelargonidyny (pelargonidyna ma cztery grupy OH).

Obecność białka, liposomów i oddziaływania z błonami komórkowymi mogą istotnie modyfikować aktywność antyoksydacyjną. Mimo to, antocyjaniny i ich pochodne mogą dalej skutecznie działać w organizmie i zapobiegać powstawaniu zmian miażdżycowych.

Badania na komórkach i zwierzętach doświadczalnych pokazały⁷², że antocyjaniny wpływają korzystnie na profil lipidowy osocza: zmniejszają stężenie cholesterolu całkowitego (TC), cholesterolu LDL (LDL-C) i triglicerydów (TG), spowalniają tempo przyrostu masy tkanki tłuszczowej oraz regulują wydzielanie adiponektyny i leptyny.

Ekstrakt antocyjanów aroniowych zmniejsza agregację płytek krwi⁷³.

Działanie antyagregacyjne i inne właściwości antocyjanin można wykorzystać, włączając aronię do diety pacjentów o zwiększonym ryzyku chorób układu krążenia. Niestety populacja zagrożonych stale rośnie, a ryzyko zawału jest nawet dwukrotnie wyższe u osób z tzw. zespołem metabolicznym. Cechą charakterystyczną tego zespołu jest otyłość brzuszna i insulinooporność. Konsekwencje to dysfunkcja śródbłonna, zwiększona agregacja płytek, zmniejszenie wytwarzania NO, zwiększone wytwarzanie endoteliny-1 (ET-1, hormonu silnie działającego na układ sercowo-naczyniowy).



Czy może pomóc aronia? Tak! Wyniki badań klinicznych z udziałem pacjentów z nadciśnieniem, zagrożonych zawałem serca są bardzo obiecujące – trzy takie badania z polskich klinik opublikowano w 2007 roku.

Badaniem prowadzonym w Klinice Chorób Wewnętrznych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi⁷⁴ objęto 22 zdrowych ochotników (grupa kontrolna) oraz 25 pacjentów z zespołem metabolicznym. Pacjenci przyjmowali trzy razy dziennie kapsułkę preparatu „Aronox” (*firmy Agropharm, obecnie Adamed Consumer Healthcare*) w dawce 100 mg. Ekstrakt z aronii zawierał antocyjany (25%), monomery i oligomery procyanidyn (50%) i kwasy fenolowe (9%).

Po dwóch miesiącach terapii ekstraktem z aronii czarnoowocowej wykazano istotne **zmniejszenie ciśnienia krwi**, w porównaniu z wartościami wyjściowymi (ciśnienie tętnicze skurczowe z 144 do 132 mmHg, rozkurczowe z 87 do 82 mmHg). Zmniejszyło się też stężenie cholesterolu (TC z 243 do 226 mg/dl; LDL-C (z 159 do 146 mg/dl) oraz endoteliny ET-1.

Wniosek: dzięki korzystnemu wpływowi na ciśnienie tętnicze krwi oraz poziom cholesterolu preparaty z Aronii czarnoowocowej mogą być pomocne w leczeniu pacjentów z zespołem metabolicznym.

U pacjentów z zaawansowaną chorobą serca, którzy przeżyli zawał i są leczeni statynami szczególnie istotna jest kontrola wszystkich parametrów ryzyka. Tradycyjnie oznacza się u nich poziom LDL, HDL, ciśnienie krwi, ale ważne są też biomarkery stanu zapalnego, takie jak poziom C-reaktywnych białek (CRP).

W Warszawskim Uniwersytecie Medycznym przeprowadzono badania⁷⁵ z udziałem pacjentów (44 osoby) po zawałach, przez 6 miesięcy leczonych statyną (simvastatin). Podawano im 3 x 85 mg/dziennie ekstraktu z aronii (suplement diety, "Aronox") lub placebo przez 6 tygodni. Nie zanotowano wyraźnego wpływu łączonej terapii statyna + antocyjany aroniowe na masę ciała, poziom lipidów, lipoprotein, homocysteiny czy glukozy. Natomiast, znacząco obniżyło się ciśnienie krwi.

U osób otrzymujących ekstrakt z aronii ciśnienie skurczowe i rozkurczowe obniżyło się odpowiednio o 11,0 i 7,2 mmHg, zmniejszyło się też poziom ox-LDL, interleukiny-6 i CRP.

Świadczy to o redukcji stresu oksydacyjnego w organizmie i sugeruje, że ekstrakt z aronii powinien być zalecany w prewencji chorób serca.

W wyniku dalszych badań nad biochemicznym mechanizmem działania, może się okazać, że preparaty zawierające antocyjany aroniowe zostaną włączone do terapii, jako jej niezbędne uzupełnienie.

7.3. Front walki z chorobami nowotworowymi

Czynniki kancerogenne występują w naszym otoczeniu w sposób naturalny (np. promieniowanie UV), ale ich poziom zwiększa cywilizacja techniczna (zatrucie środowiska, niektóre produkty przemysłu chemicznego, spaliny samochodowe, palenie papierosów, metale ciężkie i nitrozaminy w diecie, itp.).

Żyjąc w wielkim mieście trudno unikać takich zagrożeń, ale można ich działanie minimalizować.

Trzeba zadbać, aby w diecie nie zabrakło produktów o właściwościach anty-kancerogennych. Stąd poszukiwania takich produktów przez przemysł spożywczy i farmaceutyczny i nowa oferta w postaci żywności funkcjonalnej czy suplementów.

Choroba nowotworowa jest związana z wiekiem, bo guz rozwija się często przez wiele lat; prawie 70% zgonów z powodu raka następuje po 65-tym roku życia. Najwyższa umieralność na raka prostaty, żołądka i jelita grubego jest w przedziale wiekowym 60–80 lat. Wzrost ryzyka niektórych typów raka wiąże się z siedzącym trybem życia, ale nowotwory przewodu pokarmowego powodowane są złymi nawykami żywieniowymi: dużym spożyciem marynowanych, solonych, smażonych produktów, zawierających azotany, nitrozoaminy czy mykotoksyny oraz nadużywaniem alkoholu.

Aż jedna trzecia wszystkich typów nowotworów ma przyczyny związane z dietą i zmiana sposobu odżywiania powinna im zapobiec; 30–35% przypadków raka jest związane z paleniem tytoniu.

Wiadomo, że większe spożycie owoców i warzyw pomaga w zmniejszeniu ryzyka choroby nowotworowej.

Warto korzystać ze znanych, zdrowych sposobów żywienia: diety śródziemnomorskiej (owoce, warzywa, olej z oliwek, wino), azjatyckiej (warzywa, produkty z soi) czy wegetariańskiej (prawie wyłącznie żywność pochodzenia roślinnego).

Często cytowanym przykładem była niska zapadalność na typy nowotworów związane z dietą u tradycyjnie odżywiających się Japończyków. Jednak po ich przesiedleniu się na Hawaje, u następnego pokolenia rak występował tak samo często jak u Amerykanów. Przyczyną była zmiana sposobu żywienia, młode pokolenie zaczynało jeść frytki, hamburgery i wysoko przetworzone, konserwowane produkty.

Wiadomo, że **obecność policyklicznych węglowodorów aromatycznych, amin heterocyklicznych czy związków nitrozowych w żywności działa kancerogennie**. Unikanie ich jest możliwe, jeśli ograniczyć udział wędlin i mięsa w diecie czy inaczej je konserwować (np. używając przypraw ziołowych). Kancerogenezie może też sprzyjać brak pewnych mikroelementów w diecie, jak to pokazano w przypadku seleniu.

Czynnikiem hamującym rozwój nowotworów jest flora bakteryjna przewodu pokarmowego. Jej prawidłowy skład – obecność bakterii produkujących kwas mlekowy – powoduje zmniejszenie genotoksyczności treści pokarmowych⁷⁶ i zwiększa odporność komórek ściany jelit na toksyny.

Prawidłowa dieta to przede wszystkim duże dawki owoców i warzyw, które dostarczają witamin i fitamin. Ważną rolę w zapobieganiu zmianom nowotworowym mają inne składniki pokarmu roślinnego – błonniki, nieprzyswajalne, a więc traktowane do niedawna jako niepotrzebne. Obecnie wiadomo, że ich brak w diecie spowalnia przejście mas pokarmowych i powoduje dłuższy kontakt ich składników ze ścianami żołądka i jelit. Dostarczanie błonników ma więc działanie antykancerogenne.

Oprócz składu mikroflory bakteryjnej i diety również predyspozycje genetyczne wnoszą wkład do zwiększenia lub zmniejszenia ryzyka choroby nowotworowej.

Ludzie z rodzin obciążonych większym ryzykiem powinni szczególnie uważnie układać swój jadłospis. Na przykład, w przypadku mutacji genu p53 zaleca się jeść mniej wołowiny, a więcej warzyw kapustnych⁷⁷.

Nową dziedziną wiedzy, badającą związki pomiędzy genetyką a dietą jest nutrigenomika. Łączy naukę o żywieniu z genetyką molekularną na poziomie indywidualnego genomu, korzystając z osiągnięć proteomiki, transkryptomiki i metabolomiki.

W świetle badań nutrigenomiki lepiej rozumiała staje się protekcyjna rola polifenoli. Pokazano, że **polifenole zmniejszają częstotliwość pojawiania się mutacji** w hodowlach komórkowych, wywoływanych przez różne czynniki mutagenne. Jeśli jednak zmiany nowotworowe już się pojawią to stosowanie ekstraktów polifenoli hamuje ich rozwój. Jest oczywiste, że polifenole o silnych właściwościach antyutleniających i przeciwrodnikowych mogą być skuteczne w profilaktyce, gdyż działają w kierunku zmniejszenia wpływu kancerogenów na organizm. Neutralizują wolne rodniki zanim te zdążą uszkodzić biomolekuły w komórce. Szczególnie ważna jest ochrona DNA, ponieważ jego uszkodzenia prowadzą do mutacji. Od zainicjowania zmiany nowotworowej do klinicznego zdiagnozowania obecności nowotworu mija często 10–30 lat. Trudno zebrać materiał statystyczny na dużej grupie ludzi uwzględniając zwyczaje dietetyczne w tak długim okresie.

Zamiast czekać na objawy kliniczne choroby nowotworowej poszukuje się jej wskaźników biochemicznych (biomarkerów), np. wśród parametrów charakteryzujących poziom stresu oksydacyjnego.

Czy rzeczywiście oksydacyjne uszkodzenia DNA to biomarker zmian prowadzących do rozwoju raka?⁷⁸ Popularnym wskaźnikiem jest pomiar poziomu 8-hydroksy-2'-deoksyguanozyny (8OHdG) w moczu. Interpretację wyników pomiaru komplikuje fakt, że poziom 8OHdG jest wynikiem uszkodzeń oksydacyjnych, które zachodzą w całym organizmie, w dodatku nie wiadomo czy podwyższony poziom to wynik procesu chorobowego czy też intensywnych procesów naprawczych.

Niewątpliwie: czynniki zmniejszające poziom oksydacyjnych zmian DNA mają efekt przeciwnowotworowy (dieta bogata w owoce i warzywa, podawanie witamin, koenzymu Q, flawonoidów), a czynniki zwiększające poziom tych uszkodzeń (palenie papierosów, chroniczne stany zapalne) prowadzą do rozwoju tej choroby.

Podwyższony poziom uszkodzeń DNA nie zawsze jest wskaźnikiem raka. Poziom 8OHdG w komórkach krwi jest wyższy np. u osób z reumatoidalnym zapaleniem stawów i u diabetyków. DNA człowieka jest dość dobrze chroniony przed uszkodzeniami, a jego uszkodzenia są szybko naprawiane. Dopiero rozwój choroby nowotworowej, choroby układu nerwowego, obecność chronicznych stanów zapalnych czy zaawansowany wiek skutkują istotnie podwyższonym poziomem biomarkerów w płynach ustrojowych. Wiele badań pokazało, że dieta bogata w owoce i warzywa zmniejsza poziom oksydacyjnych uszkodzeń DNA, podczas gdy aplikowanie pojedynczych związków z grupy flawonoidów, karotenoidów czy witamin nie dawało pozytywnych wyników.

Antocyjaniny mogą chronić DNA. Cyjanidyna i jej glukozyd (Cy-3-glu) likwidowały wolne rodniki w sposób proporcjonalny do dawki, hamowały aktywność oksydacyjnego enzymu (oksydazy ksantynowej). Właściwości antyoksydacyjne i potencjalne możliwości protekcyjne w stosunku do DNA⁷⁹ spowodowały wzrost zainteresowania antocyjaninami. Mogą one przeciwdziałać powstawaniu patologicznych zmian w tkankach, powodowanych przez nadprodukcję wolnych rodników. Antocyjaniny mają możliwości reagowania z różnego typu wolnymi rodnikami, można oczekiwać, że będą mieć właściwości antymutagenne. Termin „antymutagen” jest używany, aby scharakteryzować substancję, która redukuje częstotliwość lub szybkość pojawiania się spontanicznych lub indukowanych mutacji.

Genotoksyczne efekty różnorodnych czynników mutagennych i kancerogennych, można zmniejszyć podając antymutageny (ale stale, nie jednorazowo!). Najlepsze antymutageny to związki obecne w diecie – bo można je stosować przez całe życie. Najbardziej efektywne antymutageny są w owocach, warzywach i ekstraktach roślinnych – trzeba tylko z nich korzystać regularnie.

Antymutagenną aktywność antocyjanin izolowanych z aronii (preparat „Aronox”) sprawdzono⁸⁰ w 1997 roku, wykonując badania na szczepach *Salmonella typhimurium* (standardowy test Ames) oraz na hodowli ludzkich limfocytów. Jako związki genotoksyczne zastosowano policykliczne węglowodory: benzopiren i 2-aminofluoren; w od-

dzielnym teście sprawdzono też, że roztwór zawierający antocyjaniny nie ma właściwości mutagennych. W teście na komórkach bakteryjnych okazało się, że dodatek ekstraktu silnie hamuje toksyczny wpływ obu węglowodorów. Mieszanina aminofluorenu i antocyjanin wogóle nie była toksyczna dla komórek bakteryjnych. W teście aktywności mutagennej wykonanym z użyciem ludzkich limfocytów stężenie antocyjanin wynosiło tylko 1,5 do 25 $\mu\text{g/ml}$, ale ich obecność wystarczała do obserwowania anty-genotoksycznego efektu. Wyniki sugerują, że **efekt antymutageny antocyjanin polega na zarówno na zmiataniu wolnych rodników jak i na hamowaniu aktywności pewnych enzymów** (aktywujących pro-mutageny).

Stres oksydacyjny powoduje wiele destrukcyjnych skutków w komórkach: zmiany w ekspresji genów, rozpoczyna procesy degeneracyjne i starzenie się, **jest mutageny i cytotoksyczny**. Antocyjaniny, które mogą zmniejszać zjawisko stresu są obiecującym obiektem badawczym, a naturalne preparaty bogate w antocyjaniny zaczęły być wykorzystywane w eksperymentach związanych z przeciwdziałaniem karcynogenezie.

W 2004 r. zbadano handlowe preparaty z winogron (*Vitis vinifera*), czarnych jagód (*Vaccinium myrtillus* L.) i aronii (*Aronia melanocarpa* E.), aby ustalić ich przydatność w **chemoprewencji raka jelita grubego**⁸¹. Do hodowli komórek jelita (normalnych i rakowych) dodano 10–75 μg antocyjanin/ml i obserwowano komórki przez 72 godziny.

Wszystkie ekstrakty hamowały wzrost komórek rakowych, ale **najsilniejszym inhibitorem okazał się ekstrakt z aronii!**

Wzrost tych komórek został zahamowany w 50% po 48 godzinach w obecności 25 $\mu\text{g/ml}$ ekstraktu aronii. Co najważniejsze: niskie stężenia ekstraktów nie hamowały wzrostu normalnych komórek. Różne wyniki w zależności od stężenia i składu ekstraktu sugerują, że struktura chemiczna antocyjanin jest ważna dla hamowania wzrostu komórek nowotworowych.



Z doświadczeń medycyny ludowej wiadomo było, że wiśnie działają przeciwwzapalnie. Współczesne badania potwierdziły, że cyjanidyna i antocyjaniny obecne w ekstrakcie z wiśni mogą hamować aktywność enzymów typu cyklooksygenazy (COX-1,2). Warto było sprawdzić ich działanie przeciwnowotworowe. Eksperyment przeprowadzono na myszach i ludzkich komórkach rakowych⁸². Okazało się, że **myszy karmione paszą z antocyjaninami wiśni lub cyjanidyną miały znacznie mniejsze rozmiary guza (gruczolak)** niż myszy z rakiem będące na standardowej diecie kontrolnej. Zarówno antocyjaniny jak i cyjanidyna zahamowały wzrost linii komórek rakowych. Aby otrzymać ten efekt trzeba było użyć znacznie większego stężenia antocyjanin niż antocyjanidyn, cyjanidyna działała efektywnie w stężeniach 63–85 μM . Wyniki sugerują, że **cyjanidyna oraz antocyjaniny wiśni mogą działać w kierunku zmniejszenia ryzyka raka jelita grubego i hamować jego rozwój.**

Aby przetestować aktywność antyrakową antocyjanidyn zbadano⁸³ indukowanie przez nie apoptozy na ludzkich komórkach białaczki (HL-60). Jest to modelowa linia komórkowa, często stosowana do badań związków potencjalnie antynowotworowych. Spośród sześciu popularnych antocyjanidyn, aktywne okazały się tylko te z ugrupowaniem orto-dihydroksy w pierścieniu B. Jak widać, tego typu struktura jest koniecznym elementem do indukowania apoptozy. Najsilniej działała delfinidyna, która wywoływała apoptozę w sposób zależny od dawki i czasu działania. Delfinidyna stymuluje aktywność enzymów i białek sygnałowych. Uczestnicząc w szlaku sygnałowym, daje bodziec uruchamiający mechanizm apoptozy poprzez wywoływanie stresu oksydacyjnego.

Indukowanie apoptozy przez antocyjaniny może być podstawą mechanizmu chemoprewencji nowotworu.

Warto rozważyć zastosowanie ekstraktu aroniowego jako środka wspomagającego przy leczeniu choroby nowotworowej. Doświadczenia wykazały, że antocyjaniny aronii zmniejszają objawy niepożądane, wywołane lekami przeciwnowotworowymi z grupy leków alkilujących, np. po podawaniu cyklofosfamidu. Ich obecność sprzyja utrzymaniu normalnej aktywności enzymatycznych mechanizmów antyoksydacyjnych.

Przeciwnowotworową aktywność ekstraktów z owoców wykazano⁸⁴ w badaniach na ludzkich komórkach raka wątroby (HepG₂). Hodowano je z dodatkiem ekstraktu, zawierającego rozpuszczalne związki polifenolowe. Ekstrakty hamowały wzrost komórek nowotworowych w sposób proporcjonalny do dawki. Aktywność antyproliferacyjna malała w szeregu:

żurawiny > jabłka > truskawki > ciemne winogrona > banan > grejfrut > brzoskwinia

Efektywna dawka rozpuszczalnych polifenoli hamująca wzrost komórek rakowych wynosiła 14,5 mg/ml dla ekstraktu żurawiny i aż 110 mg/ml dla bananów. Ekstrakty z pomarańczy, gruszki i ananasa nie działały. Trudno porównywać aktywność ekstraktów owocowych, ponieważ owoce mają różną ilość związków polifenolowych i to będących zarówno w postaci wolnej jak i związanej z cukrami. Po uwzględnieniu zawartości polifenoli w ekstrakcie, kolejność owoców ulega zmianom, ale największą aktywność nadal ma ekstrakt z żurawiny.

Można oczekiwać, że najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne będą skorelowane z najsilniejszym działaniem hamującym wzrost komórek nowotworowych, nie ma jednak znaczącej liniowej korelacji. Widać, że efektu hamującego nie da się wytłumaczyć tylko dużą zawartością antyoksydantów, prawdopodobnie jest on bardziej specyficzny i potrzebne są określone związki. Ale które? Trzeba je dopiero zidentyfikować w poszczególnych owocach.

Autorzy proponują podawanie „indeksu bioaktywności” owoców (średnia z aktywności antyoksydacyjnej i antyproliferacyjnej). Pomoże on konsumentom w wyborze takich owoców, które mają szczególne duże korzyści zdrowotne. W nowej skali najwyższy indeks nadal ma żurawina i maleje on w szeregu:

**Żurawiny (1) > jabłka (0,42) > cytryny (0,36)
> truskawki (0,31) > ciemne winogrona (0,28)
> brzoskwinie (0,18) > banany (0,16) > grejfrut (0,13)
> gruszki (0,10) > pomarańcze (0,09) > ananas (0,05)**

Znając doniesienia o antyproliferacyjnym działaniu związków obecnych w aronii (antocyjaniny, katechiny, kwas chlorogenowy) i szczegól-

nie wysoką zawartość polifenoli – można przypuszczać, że jej indeks bioaktywności będzie bliski wartości dla żurawin (a nawet wyższy).

Polifenole hamują angiogenezę, czyli powstawanie naczyń krwionośnych w nowotworze, przez co nie może się on szybko rozrastać. Celem badań wykonanych we Francji na Uniwersytecie L. Pasteura w Strasburgu⁸⁵ było sprawdzenie czy delfinidyna jest aktywna, tj. czy ma wpływ na angiogenezę. Analiza komórek z zastosowaniem cytometrii przepływowej dała odpowiedź pozytywną, delfinidyna hamuje tworzenie nowych naczyń krwionośnych w modelowych błonach.

Wniosek: delfinidyna przeciwdziała angiogenezie, pokazały to wyniki badań *in vitro* oraz *in vivo*, a w poszukiwaniu substancji hamujących proces wzrostu nowych naczyń okazała się bardzo obiecująca.

Badania epidemiologiczne i eksperymenty na zwierzętach przekonują, że antocyjaniny i antocyjanidyny mogą być cenne w chemoprewencji. Wyjaśnianie mechanizmów takiego działania na poziomie molekularnym jeszcze trwa, ale otrzymane wyniki⁸⁶ pozwalają na pewne podsumowanie:

- antocyjanidyny uczestniczą w przemianach komórkowych poprzez wpływ na kinazy białkowe (MAPK),
- hamują stany zapalne poprzez działanie na cyklooksygenazę (COX-2),
- indukują apoptozę w komórkach nowotworowych poprzez rozpoczęcie produkcji reaktywnych form tlenu (RFT).

Wyniki badań pokazują, że jagody mają duży potencjał, jeśli chodzi o działania przeciwnowotworowe, ale priorytetowym obszarem badań są właściwości hamowania angiogenezy.

W procesie wzrostu naczyń ważną rolę odgrywa czynnik wzrostu śródbłonna naczyń (ang. vascular endothelial growth factor, VEGF). Komórki śródbłonna występują fizjologicznie we krwi obwodowej i służą do naprawy uszkodzonej warstwy naczyń krwionośnych. Interesujące było sprawdzenie, czy ekstrakty z owoców jagodowych mają wpływ na ekspresję VEGF w ludzkich komórkach skóry, keratynocytach i komórkach śródbłonna naczyń włosowatych. Przetestowano ekstrakty: z amerykańskiej borówki, czarnych jagód, żurawiny, czar-

nego bzu, truskawek oraz z pestek winogron⁸⁷. Każdy z ekstraktów jagodowych hamował aktywność czynnika VEGF oraz hamował angiogenezę, takiego działania nie miał jednak ekstrakt z pestek winogron.

Przeciwnowotworowe właściwości związków katechinowych (np. z herbaty) były przedmiotem wielu badań, nie tylko laboratoryjnych, prowadzonych na hodowlach komórek, ale też badań epidemiologicznych, przy czym dane zbierano na dużych, kilkutyśięcznych populacjach ludzi.

U ponad 8000 Chinek codziennie pijących zieloną herbatę znacznie rzadziej występował rak sutka. Znacznie mniej przypadków raka żołądka stwierdzano u osób pijących dużo herbaty. Częstość występowania zmian nowotworowych gruczołu krokowego jest podobna w Azji i w krajach zachodnich, ale tam, gdzie pije się dużo herbaty rzadziej prowadzą one do rozsiania nowotworu i zgonu.

Prowadzone są intensywne badania nad mechanizmem molekularnym przeciwnowotworowego działania katechin. Podobnie jak w przypadku antocyjanin, mogą mieć znaczenie właściwości antyoksydacyjne i reakcje z wolnymi rodnikami oraz interakcje z enzymami. Wykazano na przykład, że pochodne katechiny hamują aktywność metaloprotein, enzymów związanych z tworzeniem przerzutów, a również są inhibitorami innych enzymów biorących udział w rozroście nowotworu.

Warto przypomnieć, że zarówno ekstrakty z herbaty jak i aronii mają polifenole o silnych właściwościach antyoksydacyjnych, a część związków (np. epikatechiny i jej polimery) występuje w obu surowcach.

Ani antocyjany aronii, ani polifenole herbaty w kapsułkach to nie jest żaden „cudowny lek” na chorobę nowotworową i nie zastąpi terapii proponowanej przez lekarza. Jednak nie ulega wątpliwości, że mogą wspomóc organizm w walce z chorobą, złagodzić skutki uboczne radioterapii i chemioterapii. A przede wszystkim nie dopuścić do rozwoju choroby.

7.4. Neuroprotektoryjne właściwości związków z aronii

Mózg ludzki ma ponad 100 miliardów neuronów i innych komórek. Jego waga to tylko 2% wagi ciała, ale potrzebuje nieproporcjonalnie dużo energii (w stanie spoczynku 30%). Jego wysoka i nieustająca aktywność powoduje, że tworzące go komórki łatwo ulegają uszkodzeniom. Funkcje motoryczne (koordynacja ruchów) człowieka pogarszają się z wiekiem, ale przede wszystkim zauważalne jest zmniejszenie poznawczych funkcji mózgu, związanych z uczeniem się i z pamięcią. Zebrano⁸⁸ wiele dowodów przekonujących, że utlenianie **białek w mózgu leży u podstaw rozwoju chorób neurodegeneracyjnych oraz normalnego starzenia się.**

Stopień utleniania białek rośnie dramatycznie po sześćdziesiątce, średnio uszkodzenia dotyczą już jednego białka na trzy. Zaczyna to mieć konsekwencje fizjologiczne, ponieważ uszkodzane są też te enzymy, które zajmują się naprawianiem białek. W zahamowaniu czy spowolnieniu procesów utleniania białek mogą być pomocne związki otrzymane z roślin⁸⁹ – fitaminy o właściwościach antyoksydacyjnych. Zachęcająco wyglądają wyniki stosowania np. znanych chińskich preparatów: miłorzębu japońskiego (Gingko biloba) i żeń-szenia (Ginseng) oraz ekstraktu z czosnku.⁹⁰

Ciekawe badania wykonano na szczurach, które przez kilka miesięcy karmiono dietą o identycznej pojemności antyoksydacyjnej (ORAC), ale zawierającej ekstrakty ze szpinaku, truskawek lub amerykańskich



czarnych jagód.⁹¹ Zmierzone biochemiczne parametry charakteryzujące stres oksydacyjny w komórkach nerwowych, wykonano też testy sprawdzające pamięć i uczenie się (szczury miały np. odnaleźć platformę ukrytą pod wodą). Okazało się, że wszystkie ekstrakty wpływały korzystnie na funkcje mózgu, ale w różny sposób.

Najskuteczniejszy był ekstrakt z czarnych jagód, ponieważ odwracał niekorzystne zmiany związane ze starzeniem się.

Następne badania wykonano już tylko z ekstraktami z czarnych jagód, ale próbki podawane w tej samej ilości miały inny stopień ochrony przed utratą pamięci i zdolności uczenia się, bowiem pochodziły z różnych odmian jagód.⁹² Nie jest to zaskakujące, jeśli uwzględnić, jak duże różnice w zawartości polifenoli wynikają z odmiany jagód, miejsca i terminu zbioru. Interesujące byłoby wyjaśnienie, dlaczego właściwości antyoksydacyjne nie są bezpośrednio związane z efektem *in vivo*. Prawdopodobnie wynika to z innego mechanizmu biochemicznego niż tylko antyoksydacyjny. Sugerowano⁹³, że **poprawa pamięci u starych szczurów pod wpływem czarnych jagód jest związana z procesami przekazywania sygnałów z udziałem kinaz sygnałowych oraz fosfolipidów (fosfolipazy C w sfingomielinie).**

Aby zrozumieć mechanizm neuroprotekcyny, trzeba najpierw wyjaśnić, w jaki sposób związki typu polifenoli dostają się do centralnego układu nerwowego. Sprawdzono⁹⁴ możliwość przechodzenia przez barierę krew/mózg używając modeli *in vitro* – na hodowlach mózgowych komórek śródbłonna myszy i szczura. Flawonoidy owoców cytrusowych: hesperydyna, naryngenina i ich metabolity oraz antocyjany: rutynozyd cyjanidyny i glukozyd pelargonidyny zostały wchłonięte przez komórki śródbłonna. Największą zdolność do przenikania obserwowano dla hesperydyny i naryngeniny, niższą dla epikatechiny i antocyjanin. Potencjalne zdolności przechodzenia są w zgodzie z lipofilowością danego związku, co nie jest niespodzianką, bowiem tego typu relacje są znane dla wielu różnych substancji, w tym leków. Jednak ważne jest eksperymentalne potwierdzenie, że zarówno flawonoidy jak i ich metabolity są zdolne do przekroczenia bariery krew / mózg.

Jedną z degeneracyjnych chorób układu nerwowego jest **choroba Alzheimera**, w jej naturalnym przebiegu następuje stopniowe pogarszanie się funkcji mózgu i utrata pamięci będąca skutkiem postępującej śmierci neuronów. Istnieje wiele hipotez dotyczących przyczyn choroby; jedną z najlepiej potwierdzonych przyczyn jest osadzanie się β -amyloidu, białka tworzącego złogi (tarczki) na neuronach. Aktualnie testuje się kilka hipotez, co do prawdopodobnego mechanizmu degeneracji neuronów i toksycznego efektu β -amyloidu. Wiadomo, że w procesie degeneracji neuronów uczestniczą wolne rodniki.

Podjęmowane są próby wspomaganie leczenia choroby Alzheimera przy pomocy antyoksydantów. Polifenole zielonej herbaty wykazują

silne efekty antyoksydacyjne, dlatego testowano⁹⁵ możliwości ich zastosowania w zapobieganiu chorobie Alzheimera i spowolnieniu jej przebiegu. Neurony z mózgu szczurzego hodowano przez kilka dni w laboratorium dodając do pożywki β -amyloid z galusanem epigalokatechiny (10 μ M EGCG). Okazało się, że **nawet mały dodatek tego związku zwiększał przeżywalność neuronów.**

Analizując tkanki mózgowie stwierdzono wysoki poziom 3-nitrotyrozyny w białkach, natomiast jej poziom w płynie mózgowo-rdzeniowym był wyższy nawet sześciokrotnie. Jest to wynik procesów utleniających z udziałem rodników nadtlenkowych i azotowych. Uszkodzenia w białkach produkuje anion ONOO⁻, antocyjanidyny mogą go likwidować, co udowodniono⁹⁶ *in vitro*.

Z tworzeniem się płytki w mózgu chorych na Alzheimera związane są też stany zapalne, dlatego kuracja niesteroidowymi lekami przeciwzapalnymi może powodować spowolnienie postępu tej choroby. Aby zrozumieć proces obumierania neuronów towarzyszący chorobie Alzheimera, trzeba poznać skomplikowane interakcje pomiędzy β -amyloidem, wolnymi rodnikami tlenowymi i azotowymi oraz apoptozą – badania takie trwają.

Wydaje się, że: codzienne dostarczenie odpowiedniej dawki antyoksydantów pomoże zmniejszyć ryzyko wystąpienia choroby Alzheimera.

Choroba Parkinsona to następna częsta choroba degeneracyjna układu nerwowego; towarzyszy jej utrata substancji czarnej, ale utlenione białka znajdowano w całym obszarze mózgu. Jedna z hipotez przyjmuje, że jest to defekt genetyczny mózgu prowadzący do rozwoju uszkodzeń oksydacyjnych.

Są dowody zebrane na modelach zwierzęcych, że może chodzić o reakcje białek z nadtlenoazotynem (ONOO⁻), podobnie jak to sugerowano w przypadku choroby Alzheimera. W mózgach osób z chorobą Parkinsona znajdowano wysoki poziom 3-nitrotyrozyny w substancji czarnej.

Na procesy neurodegeneracyjne prowadzące do choroby Parkinsona, Alzheimera czy starczej demencji ma prawdopodobnie wpływ wiele czynników, wśród których (oprócz niedoboru antyoksydantów)

wymienia się stany zapalne czy toksyczność glutamianu. Uszkodzenia białek powodują zmniejszenie aktywności enzymów i upośledzenia procesów przewodzenia informacji w komórkach. Wykazanie, że istnieją takie mechanizmy – stwarza szansę, że w prewencji i leczeniu pomocne okażą się preparaty roślinne zawierające odpowiednio dobrane antyoksydanty flawonoidowe.

Jak wiadomo, agresywne rodniki (np. OH[•]) powstają w reakcji z udziałem jonów Fe³⁺. **Obiecującą strategią jest poszukiwanie związków, które zdolne są wiązać jony żelaza i nie dopuszczać do powstawania kaskady rodnikowej.** Należałoby znaleźć związki, które mogą tworzyć kompleksy chelatowe z żelazem, a dodatkowo są w stanie przechodzić barierę krew-mózg. Zarówno katechiny, jak i antocyjany, mają grupy funkcyjne umożliwiające wiązanie żelaza (i innych jonów) i mogą być stosowane w tym celu.

Warto przypomnieć, że polifenole działając antyoksydacyjnie przeciwdziałają miażdżycy naczyń, utrzymują w lepszym stanie układ krwionośny.

Bezpośrednim skutkiem może być poprawa pracy mózgu, bowiem lepsze jest jego ukrwienie i odżywienie.

Częstym powodem degeneracji tkanki nerwowej jest **nadużywanie alkoholu**. Jest to niestety problem społeczny, dlatego poświęcono mu wiele uwagi. Etanol może zwiększać stres oksydacyjny w tkankach mózgu działając na kilka różnych sposobów: nadmierne pobudzenie neuronów, utrata homeostazy Ca²⁺, wpływ na kaskadę enzymów sygnałowych, na aktywność cyklooksygenazy (COX-2), czy nadmierną produkcję NO[•] w mózgu.

Lepszą alternatywą dla czystej wódki jest wypicie czerwonego wina, koniaku czy napojów alkoholowych z sokiem owocowym, bowiem obecne w nich antyoksydanty mogą choć w części przeciwdziałać stresowi oksydacyjnemu.

Sprawdzono⁹⁷ na szczurach, czy dodatek polifenoli z winogron do paszy ma efekt neuroprotekcyjny, podając im



jednocześnie przez 2 miesiące 5% etanol. Badano białka błon komórkowych neuronów, przepływ jonów przez błonę komórkową, procesy energetyczne i transport dopaminy do neuronów. Białka transmembranowe są bardzo wrażliwe na utlenianie lipidów błon komórkowych. Okazało się, że dodatek polifenoli do diety zapobiegł spadkowi aktywności ATPazy pomimo przewlekłego zatrucia alkoholem.

Dieta z polifenolami nie miała specjalnego wpływu na ochronę antyoksydacyjną zdrowego mózgu, jest on wystarczająco dobrze chroniony przez barierę endogennych antyoksydantów. Dopiero pod wpływem ciągłego podawania toksycznego alkoholu, gdy tkanki mózgu były poddane stresowi oksydacyjnemu, pojawiały się różnice i możliwość poprawy sytuacji przez polifenole.

7.5. Zdrowe oczy w epoce komputerów

Oczy i proces widzenia to najważniejszy sposób kontaktowania się człowieka ze światem, dlatego problemy ze wzrokiem powodują dotkliwe utrudnienia w funkcjonowaniu. Jak pracują oczy? Zewnętrzną warstwę ochronną tworzy twardówka, pod nią znajduje się siatkówka. Obrazy z zewnątrz przyjmuje rogówka, przekazując je na siatkówkę, a soczewka oka umożliwia powstanie ostrego obrazu widzianego z różnych odległości. Żrenica oka jest regulowana przez tęczęwkę w zależności od ilości światła. Całe oko jest szczególnie bogato unaczynione; potrzebna ilość krwi przepływa przez naczynia krwionośne, które powinny być elastyczne. W centrum siatkówki jest mały obszar nazywany plamką żółtą (selektywnie akumuluje ona karotenoidy, luteinę i zeaksantynę, stąd jej nazwa, łac. *macula lutea*). Plamka ma komórki fotoreceptorowe odpowiedzialne za powstawanie barwnego obrazu w mózgu.

Po czterdziestym roku życia oczy, jak zresztą każdy narząd organizmu, zaczynają się starzeć. Następuje ogólne pogarszanie się wzroku, ale ok. 10% populacji w wieku 65–75 lat cierpi na dramatyczne ograniczenie widzenia spowodowane przez proces chorobowy – **degenerację plamki żółtej**, (ang. age-related macular degeneration, AMD). Chorobie tej ulegają 2,5-krotnie częściej palacze papierosów, co sugeruje, że może ona być związana ze stresem oksydacyjnym i uszkodzeniami powodowanymi przez wolne rodniki.

Szczególne znaczenie w zapobieganiu degeneracyjnym chorobom oczu mają antyoksydanty lipofilowe, czyli rozpuszczalne w tłuszczach, z grupy karotenoidów oraz tokoferoli.

W USA lekarze proponują seniorom profilaktyczne zażywanie witamin antyoksydacyjnych A, C i E, oraz suplementów z karotenoidami: luteiną i zeaksantyną.

Z wiekiem coraz słabiej regeneruje się rodopsyna, barwnik obecny w pręcikach siatkówki i umożliwiający prawidłowe widzenie kolorów. Dzięki niemu oko szybko rejestruje obrazy i odległości obiektów oraz przystosowuje się do zmierzchu i ciemności.

Jest interesujące, że antocyjany przyspieszają regenerację rodopsyny.

Jaskra (łac. *glaucoma*) to choroba oka charakteryzująca się podwyższonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym. Najgroźniejszą konsekwencją nieleczonej jaskry jest postępujące uszkodzenie nerwu wzrokowego, prowadzące z czasem do ślepoty. Duża liczba zachorowań spowodowała, że jaskra została uznana za chorobę społeczną.

Nie ma badań klinicznych potwierdzających lecznicze działanie związków polifenolowych na nerw wzrokowy. Jednakże znaczna liczba czynników wywołujących jaskrę dotyczy zaburzeń funkcjonowania układu sercowo-naczyniowego i nerwowego. Pozwala to przypuszczać, że stosowanie preparatów np. zawierających antocyjany, może być korzystne w profilaktyce.

Rozpowszechnioną chorobą starszego wieku jest też **zaćma (katarakta)**, zmętnienie soczewki oka. Jej objawy to pogorszenie nocnego widzenia, wrażliwość na światło, żółknięcie obrazów.

Powstawanie katarakty jest często chorobą rodzinną, ale wiąże się ją raczej z podobnym stylem życia, tradycjami dietetycznymi oraz z paleniem papierosów.

W przekonujący sposób pokazano związek pomiędzy jej powstawaniem a działaniem wolnych rodników i innych utleniaczy. W normalnej cieczy wodnistej oka jest 20–30 μM nadtlenu wodoru, ale jego stężenie rośnie do 660 μM u pacjentów z kataraktą. Bardzo niski poziom

witaminy C w płynach ustrojowych to istotny wskaźnik zagrożenia nie tylko szkorbutem, chorobami układu krążenia, ale też kataraktą.

Wyniki badań epidemiologicznych sugerują, że stosując odpowiednią dietę można opóźnić rozwój katarakty. Dieta bogata w owoce i warzywa, a także podawanie witamin antyoksydacyjnych spowalnia zmiany i może zapobiec konieczności wykonania zabiegu operacyjnego.

Problem zauważono w USA, gdzie wykonanie zabiegu polegającego na usunięciu katarakty to koszt rzędu 2000 USD. Miliony dolarów mogą zostać zaoszczędzone, jeśli w diecie starszych osób zapewni się odpowiedni poziom antyoksydantów, rośnie więc zainteresowanie specjalnymi suplementami diety dla seniorów. W Europie badano⁹⁸ związek pomiędzy dostarczaniem odpowiednich dawek antyoksydantów (witamin C, E i A, β -karotenu, α -karotenu, β -kryptoksantynu, likopenu, zeaksantyny i luteiny), a ryzykiem katarakty u mieszkańców basenu Morza Śródziemnego. Wyniki pokazały przede wszystkim istotną rolę witaminy C, zaleca się zwiększyć jej dzienną dawkę do 110–250 mg, ale korzystnie mogą działać trzy witaminy antyoksydacyjne (A, C i E).

W profilaktyce chorób oczu duże znaczenie ma różnorodność diety, która powinna dostarczać zestawu karotenoidów. Nie tylko β -karotenu, ale także luteiny, zeaksantyny i likopenu.

Oprócz marchewki (β -karoten), pomidorów (likopen) i szpinaku (luteina) warto sięgnąć np. po owoce dzikiej róży; mają one dwukrotnie więcej likopenu niż β -karotenu i są najbogatszym znanym źródłem witaminy C.

Owoce aronii mają niewielkie ilości karotenoidów, jednak silne właściwości antyoksydacyjne preparatów z aronii pozwalają przypuszczać, że mogą one korzystnie działać zarówno w przypadku rozwijającej się zaćmy jak i degeneracji plamki żółtej oka. Racjonalnie jest zastosowanie ekstraktu antocyjanów razem z luteiną, np. jako suplementu diety.

Retinopatia cukrzycowa – to uboczny skutek cukrzycy, który może doprowadzić do ślepoty. Uszkodzenia naczyń krwionośnych oczu powodują mikrokrwawienia. W ich zahamowaniu doraźnie pomaga zabieg laserowy, ale na dłuższą metę pomocne mogą być środki zwiększające elastyczność naczyń kapilarnych. I znów – mogą pomóc polifenole aronii!

Wiele badań pokazało, że: flawonoidy wzmacniają ściany naczyń włosowatych, zmniejszają ich przepuszczalność, zapobiegają ich kruchości i łamliwości, przywracając elastyczność, bowiem korzystnie wpływają na tkankę kolagenową.

Po podawaniu preparatów antocyjanowych z czarnych jagód, porzeczek i winogron uzyskano 73–97% poprawę wzroku u pacjentów z uszkodzeniami naczyń krwionośnych oka. Medycyna ludowa od dawna polecała sok z czarnych jagód w walce z nadciśnieniem tętniczym i kruchością naczyń krwionośnych.

Zainteresowanie antocyjanami jako substancjami poprawiającymi ostrość wzroku datuje się z czasów II wojny światowej. Lotnicy RAF-u, którzy jedli dżem z czarnych jagód mieli lepszy wzrok, lepiej widzieli szczególnie o zmroku. Obserwacje te zostały potwierdzone w badaniach oftalmologicznych na zwierzętach i ludziach⁹⁹. Np. dożylnie podanie królikom antocyjanów polepszało adaptację oka do widzenia po zmroku. Również badania na zdrowych pacjentach pokazały polepszenie nocnego widzenia, próby prowadzono na kontrolerach lotu, pilotach i kierowcach ciężarówek.

Wiele badań wykonano stosując ekstrakt z czarnych jagód *Vaccinium myrtillus* (nazwany myrtocyan), który zawierał 36% antocyjanozydów, a główną antocyjaniną był cyjanidyno-3-O-glukozyd¹⁰⁰. Pokazały one, że ekstrakt wpływa na przepływ krwi w naczyniach włosowatych, poprawia odporność i elastyczność naczyń kapilarnych i poprawia widzenie.



W 2004 roku opublikowano pracę przeglądową¹⁰¹ podsumowującą wyniki badań związanych z poprawą jakości nocnego widzenia po podaniu antocyjanów. W piśmiennictwie naukowym znaleziono 30 prac, z tego 12 wykonano z użyciem placebo; 4 dały wynik negatywny, 8 miało pozytywne wnioski. Te negatywne cechowała bardziej rygorystyczna metodologia, ale jednocześnie stosowanie niskich dawek oraz ekstraktów z jagód, które pochodziły z geograficznie różnych źródeł i mogły mieć inny skład antocyjanin.

Obecnie, nie ma wyników badań klinicznych, które jednoznacznie potwierdzają, że antocyjaniny czarnych jagód poprawiają nocne widzenie. Jednak dowody z kilku badań mniej rygorystycznych metodologicznie, wyniki prób na zwierzętach, badania z syntetycznymi antocyjanozydami oraz randomizowane badania z użyciem antocyjanin czarnej porzeczki są zachęcające oraz inspirują do dalszych badań nad poprawianiem wzroku przez ekstrakty z antocyjaninami.

Jedno z ocenianych badań¹⁰² było przeprowadzone z zastosowaniem podwójnie ślepej próby. Sprawdzano ostrość wzroku i kontrast widzenia w nocy u młodych mężczyzn z normalnym, dobrym wzrokiem; osiem osób dostawało placebo a siedem kapsułkę z 160 mg ekstraktu z czarnych jagód 3 razy dziennie przez 3 tygodnie. Przez cały czas trwania eksperymentu testowano nocne widzenie – jednak nie było różnicy w jego parametrach pomiędzy grupami dostającymi placebo i aktywne substancje. Aż w 11 z 12 badań uczestnikami eksperymentu byli młodzi, zdrowi ludzie o dobrym wzroku – trudno oczekiwać u nich dalszej poprawy widzenia ponad możliwości wynikające z ludzkiej anatomii. Nie ma podobnych badań, których uczestnikami byłyby osoby mające problemy ze wzrokiem skutkiem jakiejś patologii. Podawanie ekstraktu bogatego w antocyjany mogłoby właśnie w takiej grupie przynieść mierzalne efekty.

Wydaje się, że antocyjany aroniowe powinni profilaktycznie spożywać ludzie pracujący w ostrym świetle, przy komputerze, zajmujący się długotrwałym kreśleniem czy rysowaniem, ale przede wszystkim kierowcy jeżdżący w nocy lub na długich trasach. Podobnie jak wiele

preparatów roślinnych, najlepsze efekty uzyskuje się przy dłuższym okresie ich stosowania, rzędu kilku tygodni.

Antocyjany mogą być pomocne w przypadku problemów ze wzrokiem, wynikających z przecapowania oczu i narażenia ich na silne bodźce. Podziałają korzystnie u osób, których charakter pracy wymaga wielogodzinnego wpatrywania się w monitor (pracownicy ochrony obiektów), śledzenia szybkich zmian obrazu, czy też przebywających w miejscach gdzie jest za jasne lub za ciemne światło.



Dzieciom, które wiele czasu spędzają przy komputerze, czy TV warto podać np. szklankę soku z aronii.

7.6. Cukrzyca

Cukrzyca jest jedną z głównych chorób społecznych, jest to narastający zdrowotny problem Europy, dotyczy ludzi w każdym wieku i we wszystkich krajach. Choroba ta ze względu na częstość występowania i powikłania, wymaga szeroko zakrojonych działań profilaktycznych, a jednocześnie popularyzowania wiedzy jak poprawić jakość życia chorych. **Chorobę charakteryzuje zwiększenie stężenia glukozy w organizmie, a towarzyszy jej stres oksydacyjny.**

Przy niedostatecznej kontroli poziomu cukru we krwi, gdy jego ilość wzrasta, następuje obniżenie stężenia witaminy C w osoczu i witaminy E w płytkach krwi, a generalnie – spadek pojemności antyoksydacyjnej płynów ustrojowych.

Aby zapobiec osłabieniu bariery antyoksydacyjnej organizmu, oprócz normalnej diety, bogatej w owoce i warzywa wskazane byłoby podawanie suplementów zawierających antyoksydanty. Jednak dyskusja o celowości stosowania terapii antyoksydacyjnej nie dopro-

wadziła do konkretnych wniosków. Badania kliniczne prowadzone na dużą skalę w zasadzie nie potwierdziły poprawy w zaburzeniach metabolicznych u pacjentów z cukrzycą po podaniu witamin. Nie było znaczących korelacji pomiędzy poziomem głównych antyoksydantów w surowicy krwi a nasileniem objawów retinopatii¹⁰³. Jednak w badaniach stosowano tylko pojedyncze witaminy C lub E, tymczasem mechanizm powstawania stresu oksydacyjnego jest dość złożony i należałoby raczej zastosować kaskadę odpowiednich antyoksydantów.

Glukoza (w obecności jonów miedzi) stymuluje utlenianie lipidów i degradację białek, ale zarówno sama glukoza jak i produkty glikozylacji (ang. Advanced Glycation End products, AGE) ulegają utlenieniu. Glikozylowane białka generują rodniki w komórkach, ale rodniki i RFT mogą powstawać w wielu reakcjach, zarówno związanych z przebiegiem choroby jak i będących wynikiem komplikacji cukrzycowych. Poziom produktów AGE w surowicy krwi cukrzyków jest podwyższony i może być markerem rozwoju patologicznego procesu (np. miażdżycy w naczyniach).

Zarówno generowanie rodników (stres oksydacyjny) jak i akumulacja produktów glikacji (AGE) rozpoczynają apoptozę komórek naczyń włosowatych powodując retinopatię.

U dużej grupy chorych na cukrzycę obserwuje się zmiany w siatkówce oka, rozszerzenia naczyń żylnych, mikrotętniaki naczyń włosowatych, wybroczyny krwi powstające wokół naczyń.

Mikroangiopatia cukrzycowa – dotyczy drobnych naczyń, np. oka (retinopatia cukrzycowa), stóp (stopa cukrzycowa), naczyń wieńcowych serca (choroba niedokrwienności serca);

Makroangiopatia – to zajęcie dużych naczyń, np. aorty (tętniak aorty), tętnic nerkowych (nadciśnienie, niewydolność nerek). Jest logiczne, że próbuje się przeciwdziałać tym zjawiskom stosując antyoksydanty.

Antocyjany zmniejszają przepuszczalność ścian kapilar i zwiększają ich elastyczność, mogą więc przeciwdziałać uszkodzeniom naczyń krwionośnych, charakterystycznym dla cukrzycy.

Antocyjany aronii, dzięki wspomaganiu regeneracji naczyń włosowatych, hamują rozwój tych objawów lub łagodzą ich skutki.

Okuliści polecają włączenie preparatów aroniowych do diety osób z objawami retinopatii cukrzycowej.

Ważnym problemem medycznym jest **cukrzyca ciężarnych**. W latach 40-tych XX wieku umieralność matek z cukrzycą dochodziła do 40%. Dzięki intensywnej insulinoterapii, edukacji i wprowadzeniu nowych metod monitorowania stanu płodu wskaźniki śmiertelności znacznie się obniżyły. Jednak cukrzyca nadal stanowi poważne zagrożenie dla rozwoju ciąży. W Polsce częstość występowania cukrzycy ciążyowej określana jest na 0,3% do 6%. W USA, w stanie Teksas, gdzie stwierdzana jest w znacznym odsetku otyłość ciężarnych, cukrzyca występuje u 11% kobiet.



Antocyjany aronii mogą mieć wpływ na poprawę stanu zdrowia kobiet z ciążą powikłaną cukrzycą!

Badaniami objęto 105 ciężarnych z cukrzycą, u 50 zastosowano leczenie za pomocą antocyjanów aronii, pozostałe kobiety dostały placebo.¹⁰⁴ Miernikiem utleniania lipidów LDL był pomiar poziomu przeciwciałał anty-O-LDL (oLAB) w surowicy krwi ciężarnych, jest to zarazem miernik stresu oksydacyjnego. W ciąży powikłanej cukrzycą podnosi się produkcja utlenionych lipidów przez łożysko a utlenione lipoproteiny osocza wpływają w sposób cytotoksyczny na komórki płodu, upośledzając ich morfologię i funkcje. Stwierdzono, że pod wpływem podawania antocyjanów aronii następuje spadek poziomu oLAB, co świadczy o mniejszym zagrożeniu stresem oksydacyjnym.

Wydaje się, że antocyjany aronii czarnoowocowej mogą znaleźć zastosowanie w leczeniu cukrzycy insulinozależnej (typu I).

Podając zwierzętom antocyjany aroniowe zauważono złagodzenie przebiegu cukrzycy wywołanej doświadczalnie. Nastąpiła normalizacja masy ciała zwierząt, zmniejszenie pragnienia i ilości wydalanego moczu oraz korzystne zmiany badanych wskaźników laboratoryjnych cukrzycy: normalizowanie się stężenia cukru we krwi i w moczu, hamowanie generacji wolnych rodników ponadtlenkowych oraz produktów peroksydacji lipidów komórkowych.

Antocyjaniny mają zdolność stymulowania komórek trzustki do produkcji insuliny¹⁰⁵.

Testowano *in vitro* 9 różnych antocyjanin w obecności 4 i 10 mM glukozy. Najsilniejszy efekt stymulacji wydzielania insuliny uzyskano dla cyjanidyno-3-glukozydu (Cy-3-glu) i delfinidyno-3-glukozydu (Del-3-glu). Wzrost wydzielania powoduje też pelargonidyna, ale pozostałe związki dawały bardzo słabe efekty.

Kwas chlorogenowy to związek, który powinien być obecny w diecie osób chorych na cukrzycę, co sugerują badania na zwierzętach a również wyniki badań populacyjnych. Badania na otyłych szczurach z genetyczną odpornością na insulinę pokazały¹⁰⁶, że po podawaniu im kwasu chlorogenowego znacząco spadło stężenie cholesterolu (o 44%) i triacylogliceroli (o 58%) w surowicy krwi oraz w wątrobie, a szczury mniej przybrały na wadze niż grupa kontrolna. Po 3 tygodniach kuracji zmniejszyło się stężenie glukozy we krwi mierzone po posiłku, ale nie zmienił się jej poziom na czczo, co sugeruje, że podawanie kwasu nie ma wpływu na uwalnianie insuliny. Niewątpliwie szczury użyte do eksperymentu miały nie tylko cukrzycę typu II, ale i miażdżycę.

Wydaje się, że podawanie kwasu chlorogenowego może być korzystne w obu przypadkach, zwiększa tolerancję glukozy i zmniejsza poziom lipidów we krwi.

Kwas chlorogenowy jest głównym związkiem antyoksydacyjnym w kawie, zwolennicy kawy konsumują go w ilości nawet 1 g dziennie. Interesujące były wyniki badań¹⁰⁷ osób regularnie pijących kawę: analiza danych ponad 88 tysięcy kobiet pokazała, że umiarkowana ilość kawy (1-4 filiżanki) zmniejsza ryzyko cukrzycy typu II.

Ze względu na dużą zawartość kwasu chlorogenowego w aronii, powinna być ona szczególnie polecana jako uzupełnienie diety diabetyków.

Obecność kwasu chlorogenowego w diecie może sprzyjać utrzymaniu wagi przez mniejszą absorpcję cukrów w przewodzie pokarmowym, bo opóźnia ich przyswajanie. Hamuje też aktywność enzymu glukozo-6-fosfatazy w wątrobie, dzięki czemu obniża stężenie glukozy, a wtórnie również insuliny we krwi. Skłania to organizm do czerpania energii z zapasów zgromadzonych w tkance tłuszczowej.

Wg. testów klinicznych, dzienna dawka kwasu, która działa w kierunku redukcji masy ciała wynosi ok. 400 mg.

7.7. Dbamy o skórę

Skóra to organ naszego ciała o największej powierzchni, który chroni tkanki wewnętrzne przed wpływem środowiska; jest filtrem kontrolującym wymianę energii z otoczeniem - chłodzi ciało lub zachowuje jego ciepło. Skóra broni nas przed nadmiarem światła słonecznego, ale jednocześnie wykorzystuje jego energię np. w syntezie witaminy D. Jej stan jest świadectwem zdrowia człowieka i ważnym elementem urody.

To, co popularnie nazywamy „skórą” składa się z naskórka i skóry właściwej. Komórki naskórka wypełnione są keratyną, która chroni głębsze warstwy skóry. Naskórek stale się złuszcza, bowiem skóra leżąca pod nim ciągle produkuje nowe komórki. W skórze właściwej zlokalizowane są nerwy i naczynia krwionośne, komórki tłuszczowe, gruczoły łojowe i potowe. Biopolimery: kolagen i elastyna nadają jej elastyczność. Gdy zaczynamy się starzeć wszystkie wypełniane przez skórę funkcje ulegają spowolnieniu, włókien kolagenowych ubywa i tracą swój charakterystyczny, regularny wzór siatki.

Poziom wolnych rodników i reaktywnych form tlenu jest wyższy w komórkach skóry starzejących się osób, co prowadzi do powstania stresu oksydacyjnego.

Powinny sobie z tym poradzić enzymy, takie jak dysmutazy nadtlenkowe, katalaza i peroksydaza glutationowa, ale ich aktywność na ogół też maleje z wiekiem. Liczba uszkodzeń mt-DNA oraz poziom utlenionych lipidów silnie rosną w komórkach fibroblastów pobranych od seniorów w wieku pomiędzy 60 a 80 lat.¹⁰⁸

Znane są co najmniej trzy czynniki przyspieszające starzenie się skóry, to:

- nadmiar światła słonecznego,
- palenie papierosów
- złe odżywianie.

Światło słoneczne to głównie podczerwień i zakres widzialny, tylko 1% to ultrafiolet. Widmo w zakresie ultrafioletu (200 do 400 nm) podzielono na 3 pasma: A, B i C. UVA stanowi 90% promieniowania docierającego do powierzchni Ziemi, ale UVB jest 1000-krotnie silniejsze w wywoływaniu oparzeń słonecznych niż UVA i głównie ono odpowiada za raka skóry. Większość promieniowania jest odbijana od powierzchni skóry lub rozprasza się w naskórku. Tylko niewielka część przenika w głąb skóry, powodując uszkodzenia białek i innych biomolekuł. Stwierdzono, że po napromieniowaniu UV degradacja włókien kolagenowych rośnie o 58%, przez parę dni utrzymuje się większa aktywność kolagenazy.

Organizm poddany działaniu słońca uruchamia produkcję melaniny, skóra brązowieje i jest znacznie lepiej chroniona. Jednak po zbyt dużej dawce słońca pojawia się zaczerwienienie, a po kilku dniach spalona skóra złuszcza się. Po dłuższych okresach regularnego przebywania na słońcu obserwujemy efekty „fotostarzenia”: skóra jest mniej elastyczna, staje się szorstka i pomarszczona. Niestety, czasem szkody są groźniejsze niż złuszczenie naskórka czy zmarszczki.

Dermatolodzy prorokują, że czeka nas wzrost zachorowań na raka skóry.

Obecnie najwyższy wskaźnik zachorowań ma Australia: 2,5% kobiet i 1,7% mężczyzn, podobna sytuacja jest w USA. Jest to wynik emigracji mieszkańców Północy do ciepłych krajów, ale również efekt ulegania modzie na „sportową opaleniznę”. Lekarze ostrzegają, że długie leżenie na plaży czy w solarium na pewno zdrowe nie jest.

Krem z filtrem ma podany tzw. czynnik ochronny (ang. sun protection factor, SPF) – informację jak długo oferuje ochronę skóry. Kosmetyki mogą zawierać środki rozpraszające promieniowanie (np. tlenek cynku), ale mają też związki aromatyczne absorbujące UV w zakresie 250–365 nm.

Warto wiedzieć, że związki polifenolowe, mają maksimum absorpcji w zakresie UV przy ok. 280 nm; flawonoidy obecne w kosmetykach po ich rozsmarowaniu na skórze działają jak filtr słoneczny.

Prognozowany wzrost zachorowań na raka skóry wynika ze zmniejszenia warstwy ozonu w stratosferze. Niestety czeka nas okres, w którym UV będzie więcej – można oczekiwać wzrostu chorób skóry i oczu. Lekarze szacują, że każde 1% zmniejszenie warstwy ozonu spowoduje 2% wzrost zachorowań na raka skóry i 0,5% wzrost przypadków katarakty.

Lubimy się opalać, lubimy słońce i trudno przekonać Europejczyków, szczególnie tych o jasnej karnacji, że z dawką słońca nie należy przesadzać. Zarówno bezpośrednie działanie promieniowania UV na skórę, jak i późniejszy odczyn zapalny powodują powstanie kaskady wolnych rodników – do ich likwidacji przydają się antyoksydanty w kremach i w diecie.

Osobom, które „przedawkowały” słońce już pierwszego dnia urlopu potrzebne jest wzmocnienie bariery antyoksydacyjnej organizmu. Potrzebuje on teraz większej dawki witamin C, E, karotenoidów, flawonoidów, najlepiej w postaci świeżych owoców i jarzyn. Nie jest to problemem w lecie, kiedy owoców jest dostatek. Wybierając się na plażę czy słoneczną wycieczkę trzeba pamiętać, że lepiej wziąć ze sobą sok z aronii czy czarnej porzeczki o silnych właściwościach antyoksydacyjnych, niż kolorowy napój o „smaku zbliżonym do naturalnego”.

Oprócz nadmiernego opalania się, również palenie papierosów i nieodpowiednia dieta, powodują fatalny wygląd skóry, co postarza. W kuracji odmładzającej najlepiej połączyć: podawanie antyoksydantów na skórę (kremy odżywcze) oraz podawanie antyoksydantów



drogą pokarmową (zróżnicowana żywność, produkty funkcjonalne, nutrikosmetyki). Naturalne związki obecne w zielonej herbacie czy w owocach przyczyniają się do regeneracji kolagenu i elastyny. Proces odnowy polega na tym, że likwidowane są kaskady wolnych rodników, które powodują utlenianie białek skóry. Skóra dostaje czas na procesy regeneracji. Wyniki prac naukowych, prowadzonych w różnych laboratoriach na świecie pokazują, że to, co dostarczamy skórze „od wewnątrz” w postaci żywności czy suplementów jest ważniejsze od kremu nałożonego „od zewnątrz”, bezpośrednio na skórę. Stosując krem zakładamy, że jego wszystkie aktywne składniki wnikać w najgłębsze warstwy skóry, co nie zawsze ma miejsce.



Do wyjazdu na słoneczny urlop warto się przygotować wcześniej konsumując dużo owoców i warzyw, sięgając po aronię lub antocyjany aroniowe w kapsułkach, zieloną herbatę, sok z marchewki.

Przekonuje do tego eksperyment wykonany z innym zestawem antyoksydantów – ekstraktem z kory sosny śródziemnomorskiej (preparat Pycnogenol)¹⁰⁹. Zdrowym młodym ochotnikom o jasnej skórze podawano ekstrakt przez 4 tygodnie, a potem naświetlano niewielkie obszary skóry na plecach rosnącymi dawkami promieniowania UV (200–400 nm), obserwując kiedy pojawia się odczyn zapalny. **Przy przyjmowaniu suplementu, dawkę UV powodującą zaczerwienienie trzeba było zwiększyć dwukrotnie! Uczestnicy eksperymentu mogliby więcej czasu spędzić na plaży nie obawiając się poparzenia.** Głównymi składnikami tego ekstraktu są: katechina, epikatechina, dimery i większe oligomery katechinowe oraz fenolokwasy (kawowy, ferulowy). Większość tych związków jest również w ekstrakcie z owoców aronii. Wydaje się, że powtórzenie badań, podając ochotnikom tym razem po 2 kapsułki antocyjanów aroniowych, dałoby podobne wyniki.

Do listy takich preparatów można dołączyć ekstrakt z zielonej i czarnej herbaty. Wykonano badania¹¹⁰ na bezwłosych myszach, które poddawano codziennie przez 5–15 minut działaniu promieniowania UV podając im dodatkowo pochodną antracenu, o której wiadomo, że powoduje raka skóry. Myszy, które dostawały do picia 1–2% roztwór polifenoli z herbaty nie tylko rzadziej chorowały na raka skóry niż te pijące wodę, ale też miały znacznie mniejszy rumień po naświetlaniu.

Wolne rodniki powstające pod wpływem UV zostały usuwane w reakcji z katechinami, zanim spowodowały uszkodzenia wewnątrz komórki.

Warto też dodać, że katechiny obecne w ekstrakcie zielonej herbaty i w ekstrakcie aroniowym działają przeciwzapalnie i bakteriostatycznie. W rezultacie, po zastosowaniu takich kosmetyków powinien się poprawić stan skóry trądzikowej, bowiem ulegnie zahamowaniu wzrost kolonii bakteryjnych, odgrywających istotną rolę w powstawaniu trądziku.

Ekstrakt z aronii działa też łagodząco w wysypce czy egzemie o podłożu alergicznym. Aronia zawiera również kwasy organiczne, które w kosmetyce stosuje się do oczyszczania skóry. Lekko kwaśny odczyn kosmetyków z aronii jest korzystny, bo zbliżony do pH naszej skóry.

Podsumowując: ekstrakty z owoców jagodowych, takich jak aronia są prawdziwym skarbem w kosmetyce:

- działają jak filtr słoneczny pochłaniając UV
- likwidują wolne rodniki zmniejszając stres oksydacyjny skóry
- działają przeciwzapalnie i bakteriostatycznie.

Zmniejszenie objawów zapalnych i uszkodzeń skóry po wystawieniu na ultrafiolet po doustnym podawaniu ekstraktów bogatych w antyoksydanty – to nowa strategia, która może być zastosowana w fotoprotekcji.

Strategia taka jest rozwijana przez firmy farmaceutyczne nie tylko dlatego, że więcej osób spędza teraz urlopy na południu Europy. Powodem jest też to, że niepokojąco rosną rozmiary dziur ozonowych w naszej części świata. Wiedzę tą może wykorzystać każdy z nas w planowaniu codziennej diety.

Interesująca jest zasada, że należy jeść to, co pochodzi z naszego klimatu lub w naszym rejonie dobrze się zaaklimatyzowało. Modne obecnie kuracje oczyszczające i odmładzające często korzystają z ekstraktów roślin, które u nas nie rosną. Czasem warto spróbować, ale do codziennego dbania o zdrowie i urodę należy raczej polecić rodzime owoce, zwłaszcza jagodowe.

7.8. Inne choroby, w których może pomóc aronia

Efekt działania farmakologicznego preparatów uzyskanych z owoców aronii jest złożony i wynika z ich bogatego składu chemicznego, a w szczególności zależy od zawartości antocyjanin i innych polifenoli, witamin i mikroelementów.

W wielu badaniach doświadczalnych stwierdzono, że antocyjany i inne składniki owoców aronii, zapobiegają uszkodzeniom wywoływanym przez wolne rodniki. Do szkodliwych efektów działania rodników należą między innymi: degradacja kolagenu, zmniejszona aktywność niektórych enzymów, uszkodzenie nici DNA i powstanie mutacji oraz utlenianie lipidów błon komórkowych.

Na podstawie poznanych już mechanizmów działania, można przypuszczać, że antocyjany aroniowe mogą działać korzystnie w przypadku chorób, którym towarzyszy stres oksydacyjny:

- reumatoidalnego zapalenia stawów
- różnorodnych schorzeń alergicznych
- infekcji bakteryjnych i wirusowych, włączając grypę i chorobę przeziębieniową.

W leczeniu reumatoidalnego zapalenia stawów stosuje się leki przeciwzapalne (indometacyna, ibuprofen, naproxen), które działają jako inhibitory cyklooksygenaz (COX-1 i COX-2). Enzymy te uczestniczą w syntezie związków odpowiedzialnych za powstawanie stanów zapalnych i bólu. Pokazano¹¹¹, że cyjanidyna oraz ekstrakt antocyjanin z malin i czereśni hamują (45–47%) aktywność tych enzymów w stopniu porównywalnym do działania takich leków jak ibuprofen i naproxen.

Leki przeciwzapalne często nie są skuteczne i mają wiele efektów ubocznych. Dlatego obserwuje się rosnące zainteresowanie fitofarmaceutykami, które hamują proces zapalny.

Konsumpcja owoców bogatych w antocyjaniny jest korzystna dla zdrowia i powinna być zalecana osobom cierpiącym na **reumatyzm i ból stawów**.

W rozpoznaniu możliwości terapeutycznych ekstraktu z aronii i mechanizmów jego działania w organizmie, duże zasługi miał zespół pra-

owników Wojskowej Akademii Medycznej w Łodzi kierowany przez prof. J. Niedworoka (obecnie Instytut Medycyny Wojskowej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi). Ekstrakt aroniowy stosowano przy owrzodzeniu żołądka, zapaleniu trzustki, cukrzycy, zatruciach kadmem, oparami benzyny, gazami bojowymi (pochodną iperytu) i w chorobie popromiennej.

Stwierdzono korzystny efekt stosowania antocyjanin uzyskanych z aronii czarnoowocowej na owrzodzenie żołądka.

Jednoczesne podanie zakwaszonego etanolu i odpowiedniej dawki antocyjanin hamowało w sposób istotny powstawanie owrzodzenia w błonie śluzowej żołądka u zwierząt doświadczalnych. Hamowało też procesy utleniania lipidów błon komórkowych w jelicie, wątrobie i płucach. Obserwowane efekty sugerują pozytywne, ochronne działanie antocyjanin, zarówno bezpośrednio na błonę śluzową żołądka, jak i wspomagające w likwidowaniu szkód powstałych w innych narządach. Może to być ważne zwłaszcza dla wątroby obciążonej spożywaniem dużych dawek alkoholu.

Stwierdzono korzystny wpływ antocyjanin aronii na przebieg **zapalenia trzustki** u zwierząt doświadczalnych. Następowoło znaczne złagodzenie przebiegu choroby, zmniejszył się obrzęk trzustki. Obserwowano poprawę wskaźników, takich jak zmniejszenie aktywności enzymów: alfa-amylazy, deaminazy adenozyiny w surowicy badanych zwierząt oraz zmniejszone stężenia produktów utlenienia nienasyconych kwasów tłuszczowych w niektórych narządach wewnętrznych, np. w płucach, wątrobie, nerkach i trzustce¹¹².

Silne działanie antyoksydacyjne antocyjanin aronii wspomaga leczenie zatruc środkami toksycznymi, np. oparami benzyny, metalami ciężkimi (ołów, kadm).

Antocyjany podawano profilaktycznie, przez dwa miesiące, **osobom zawodowo narażonym na kontakt z oparami produktów naftowych**. Skutecznie zmniejszyły się u nich wskaźniki stresu oksydacyjnego (np. zmniejszenie ilości wydalanej 8-hydroksy-2'-deoksyguanozyny (8OHdG), produktu z uszkodzonego DNA).

Wydaje się celowe, aby ekstrakt aroniowy stosowali np. pracownicy stacji benzynowych czy zawodowi kierowcy, często wdychający opary benzyny.

Podsumowując:

- Aronia w każdej postaci jest korzystna dla zdrowia. Herbatki owocowe z dodatkiem aronii, sok czy dżem z aronii można kupić w sklepach spożywczych.
- Nie ma przeciwwskazań do jej jedzenia, także przy jednoczesnym stosowaniu leków pochodzenia naturalnego czy syntetycznego. Dotychczas nie opisano interakcji aronii, nie stwierdzono też uczulenia na aronię.
- Ekstrakt antocyjanów aroniowych w kapsułkach (suplement diety) jest dostępny w aptekach bez recepty; stosowany wg. zaleceń producenta nie jest szkodliwy, nie zanotowano działań niepożądanych.
- Taniej i lepiej jest zapobiegać niż leczyć; warto więc produkty aroniowe włączyć do codziennego menu.

Rola aronii w profilaktyce wydaje się być obecnie ważniejsza od możliwości wspomagania leczenia istniejących już chorób (co wymaga dalszych badań klinicznych).

8. Armia i katastrofy

Podejrzenia, że istnieje „tajna broń aroniowa” nie są uzasadnione. Całkiem serio natomiast, aronia jest to „jawny środek obronny”, który może być bardzo przydatny w zestawach pierwszej pomocy, w niektórych kryzysowych sytuacjach.

Instytuty Wojskowe Rosji i Polski miały rację zajmując się aronią i jej cennymi właściwościami. W 1959 roku Komitet Farmakologiczny Ministerstwa Zdrowia byłego ZSRR polecił owoce i sok z aronii czarnoowocowej do szerokiego klinicznego stosowania przy leczeniu nadciśnienia, arteriosklerozy i kataru żołądka. Od 1966 r. rozpoczęto przemysłową produkcję witaminy C+P, do której surowcem jest kwas askrobinowy i „witamina P”, czyli polifenole otrzymywane z suchych wytlóczyn aronii. Stosowanie tego leku polecane było przy: hemoroidach, chorobach naczyń włosowatych, różnego rodzaju krwotokach i przede wszystkim przy leczeniu nadciśnienia.

Owoce aronii i preparaty aroniowe mogą być skuteczne w leczeniu choroby popromiennej i zatruc chemikaliami, zwłaszcza tzw. środkami alkilującymi (siarczki alkilowe (iperyty), pochodne nitrozomocznika).

8.1. Broń chemiczna

Pierwsze użycie gazów bojowych na dużą skalę miało miejsce na polach bitewnych I-szej Wojny Światowej i wywołało taki horror, że państwa uczestniczące w II wojnie wcale ich nie zastosowały. Użyto

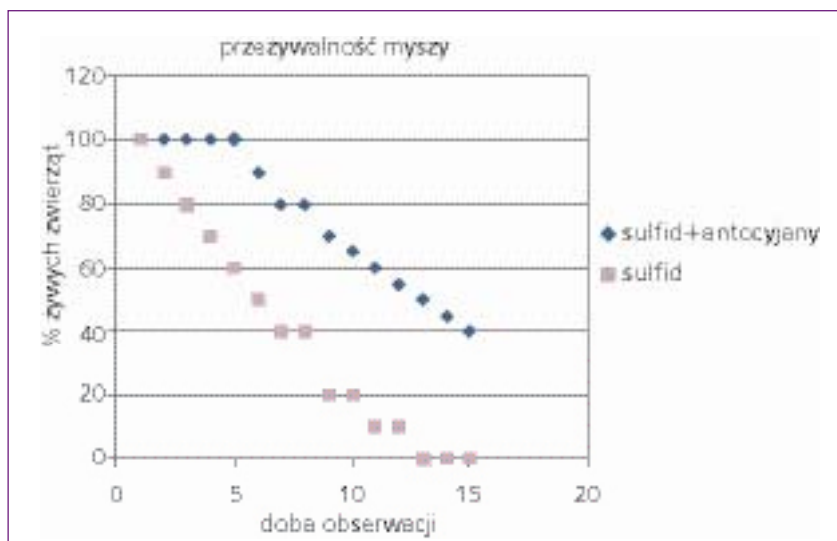
natomiast broni jądrowej i cała energia agend rządowych i międzynarodowych skupiła się na jej nierozprzestrzenianiu. W 1993 r w Paryżu ponad 190 państw zadeklarowało chęć podpisania, a 162 państwa ratyfikowały konwencję o zakazie stosowania broni chemicznej. Nie grozi nam następna wojna światowa z użyciem gazów bojowych. Nie znaczy to jednak, że możemy przestać się bać tych substancji.

- Wiele krajów ciągle ma zapasy takich związków,
- Mogą one być użyte przez organizacje terrorystyczne (jak to pokazała akcja japońskiej grupy Aum Shinrikyo w tokijskim metrze).
- Co najgroźniejsze – poważna w skutkach katastrofa ekologiczna może się wydarzyć blisko naszych granic. Raporty Komisji Helsińskiej ds. Ochrony Środowiska Morza Bałtyckiego z 1994 r. alarmowały, że gazy bojowe mogą zostać uwolnione ze skrodownych pocisków, które zostały zatopione w morzu w latach 1945–46 (a jest ich ok. 300 tysięcy ton). Wielokrotnie zdarzało się, że pociski takie wyciągali rybacy w sieciach, powodowały one zatrucia członków załogi.

Związki alkilujące są bardzo reaktywne, reagują z wieloma grupami funkcyjnymi biomolekuł, działają na wszystkie fazy cyklu komórkowego. Działanie toksyczne jest najsilniejsze w tych komórkach, które ulegają szybkiej odnowie, a więc: szpiku kostnego, węzłów chłonnych, śledziony, w komórkach rozrodczych, nabłonku przewodu pokarmowego oraz komórkach układu krwiotwórczego. Nasunęło to oczywisty wniosek, że można je wykorzystać w charakterze leków przeciwnowotworowych, do zniszczenia szybko dzielących się komórek rakowych.

W toksycznym działaniu związków alkilujących na struktury komórki istotne są procesy wolnorodnikowe. Inicjowane jest utlenianie lipidów, a w reakcjach powstaje seria rodników nadtlenkowych, nadtlenków lipidów oraz najbardziej reaktywne – rodniki hydroksylowe. Rodniki uszkadzają błony komórkowe, reagują też z DNA powodując pęknięcia jego nici. Mechanizm działania związków alkilujących jest podobny do oddziaływania na komórki promieniowania jonizującego (promieni X) – w obu uczestniczą wolne rodniki, co tłumaczy dlaczego skutecznym remedium są antyoksydanty (w tym owoce aronii i preparaty aroniowe).

Jeśli w toksycznym działaniu iperytu rzeczywiście decydujący jest udział wolnych rodników to warto przetestować niektóre łatwo dostępne środki pochodzenia naturalnego, na przykład owoce czy zioła, jako rodzaj pierwszej pomocy oraz wspomaganie leczenia farmakologicznego. Aby ocenić ochronne działanie preparatu aroniowego zbadano przeżywalność zwierząt laboratoryjnych – do testu użyto 2 grupy po 60 myszy, jedna grupa dostała tylko sulfid (pochodną iperytu), a druga sulfid z antocyjanami aronii.



Rysunek 19. Ochronne działanie antocyjanów aronii przy zatruciu pochodną iperytu¹¹³

Podanie sulfidu spowodowało śmierć wszystkich myszy w ciągu 13 dni natomiast równoczesne zastosowanie antocyjanów aroniowych znacznie zmniejszyło śmiertelność (o 40%). Widać więc, że ekstrakt z owoców aronii jest bardzo skuteczny. Potwierdzono, że mechanizm ochronnego działania antyoksydantów z aronii polega na zmniejszeniu skutków utleniającego działania wolnych rodników na błony komórkowe.

8.2. Antocyjany a choroba popromienna

W kwietniu 1986 r. nastąpiła awaria reaktora elektrowni jądrowej w Czernobylu na Ukrainie. Spośród 600 osób personelu i strażaków, którzy znaleźli się w pobliżu płonącego reaktora, 134 osoby dostały dawki od 0,7 do 13 Sv (Sieverta). Pomimo intensywnego leczenia 31 osób zmarło w czasie pierwszych miesięcy, ale znacznie więcej miało objawy choroby popromiennej. Choroba popromienna, czyli zespół objawów po przyjęciu dużej dawki, musi być leczona w szpitalu i najczęściej kończy się przeszczepieniem szpiku. Wśród strażaków i żołnierzy zaangażowanych w usuwanie skutków awarii wzrosła liczba zachorowań na raka płuc, białaczkę, choroby układu krążenia.

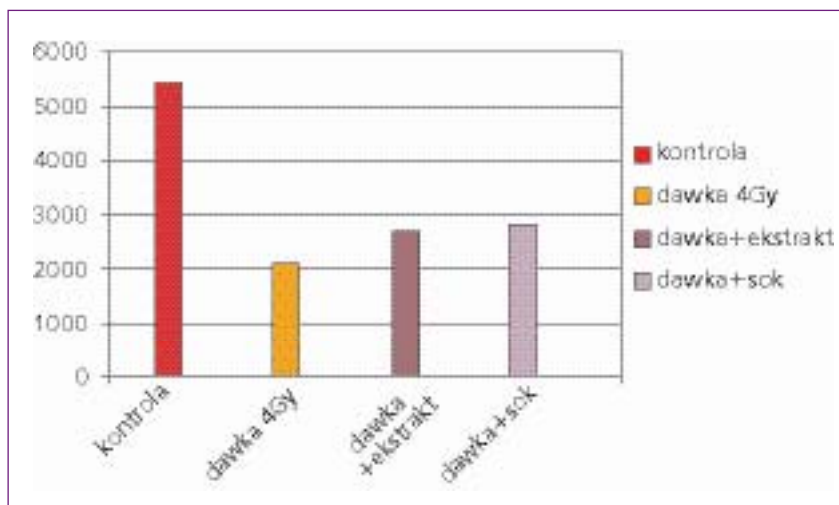
Jaki wpływ na organizm człowieka ma promieniowanie jądrowe? Podczas rozszczepienia jąder uranu ^{235}U powstaje szereg izotopów promieniotwórczych, najbardziej szkodliwe są: jod-131, cez-137, stront-90 i pluton-239. Cząstki pyłów, na których osiadły te izotopy mogą być wdychane bezpośrednio lub opaść na ziemię i dostać się do organizmu z pokarmem roślinnym. Wiadomo, że uszkodzeniom popromiennym oraz początkowej fazie choroby popromiennej towarzyszy powstawanie kaskady wolnych rodników i to one właśnie działają niszcząco na funkcje życiowe i struktury komórki. W tej sytuacji ważne jest dostarczanie antyoksydantów z dietą.

Mamy nadzieję, że katastrofa podobna do czarnobylskiej już się nie zdarzy, ale w Europie pracuje jeszcze wiele elektrowni atomowych, które mogą ulec awarii lub stać się np. obiektem ataku terrorystycznego.

Wiedza o mechanizmach działania promieniowania jonizującego i sposobach leczenia choroby popromiennej jest bardzo cenna, niezależnie od okoliczności, czy może być kiedyś zastosowana w praktyce.

Ze względu na swoje właściwości – antocyjany aronii w odpowiedniej dawce mogą korzystnie oddziaływać na przebieg choroby popromiennej.

W badaniach nad wpływem antocyjanin aroniowych na przebieg doświadczalnej choroby popromiennej, wywołanej znacznymi dawkami promieniowania jonizującego (4 Gy i 8 Gy) stwierdzono, że podanie antocyjanin zwiększało odsetek przeżycia napromieniowanych zwierząt. Obserwowano zahamowanie nadmiernej generacji wolnych rodników. Gwałtowny spadek liczby krwinek białych uległ zahamowaniu, zanotowano też ich przyspieszoną regenerację, co w znacznym stopniu zmniejszało inne objawy choroby popromiennej. **Wyniki badań świadczą o ochronnym działaniu antocyjanin w przypadku choroby popromiennej i łagodzeniu jej przebiegu.**



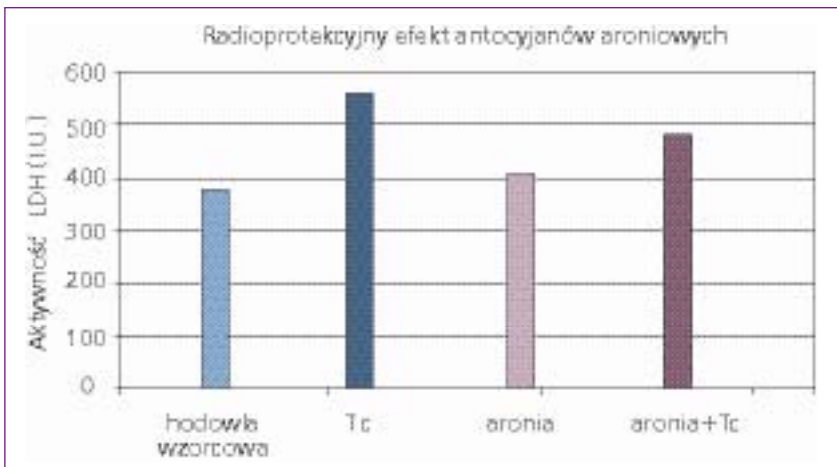
Rysunek 20. Efekt radioprotekcyjny ekstraktu antocyjanów aroniowych i soku z aroni; pomiary średniej liczby leukocytów we krwi królika na czwarty dzień po pochłonięciu dawki 4Gy promieniowania gamma [Andraskowski, (1998)]

Antocyjany mają właściwości ochronne przed promieniowaniem gamma; świadczą o tym wyniki badań przeprowadzonych na komórkach nerki zielonej małpy (GMK). Komórki nerki są doskonałym obiektem badawczym, bowiem wychwytyją kompleks promieniotwórczego technetu z kwasem 2,3-dimerkaptobursztynowym, $^{99m}\text{TcDMSA}$ (jest to radiofarmaceutyk przeznaczony głównie do wykonywania scyntygrafii nerek; umożliwia diagnostykę stanów zapalnych, guzów, wad wrodzonych oraz urazów nerek).

Na hodowli komórek GMK obserwowano wyraźny efekt ochronny jaki dawała cyjanidyna i jej glikozydy, a także ekstrakt antocyjanin aroniowych. Oszacowano go:

1. poprzez zliczenie komórek, które przeżyły mimo napromienienia promieniowaniem γ , emitowanego przez ^{99m}Tc ;
2. oznaczając poziom aktywności enzymu dehydrogenazy mleczanowej (która obrazuje stopień metabolicznego uszkodzenia komórek).

Spadek liczby komórek i pewien wzrost aktywności dehydrogenazy obserwuje się po dodaniu do hodowli roztworu antocyjanów aroniowych (bez napromieniowania). Związki polifenolowe w pożywce – to nie jest naturalne środowisko komórek nerki. Jednak związki te tworzą barierę ochronną przed skutkami promieniowania, a napromieniowanie komórek bez obecności antocyjanów daje dużo silniejszy wzrost LDH (patrz rysunek 17).



Rysunek 21. Radioprotekcyjny efekt antocyjanów aroniowych na hodowli komórek GMK, poddanych promieniowaniu γ (^{99m}Tc), pomiar aktywności LDH

Ciekawe, że te komórki, które przeżywają dodatek antocyjanów aroniowych do hodowli jednocześnie stają się bardziej witalne, bo silniej wychwytyją $^{99m}\text{TcDMSA}$. Poddanie komórek promieniowaniu γ z technetu bez żadnych substancji ochronnych powoduje trzykrotny spadek aktywności wychwyconego kompleksu, w porównaniu z ho-

dowlą wzorcową. Ale niska żywotność hodowli po napromieniowaniu staje się dwukrotnie wyższa, jeśli dodano do niej antocyjanów.

Związki zawarte w ekstrakcie aroniowym potrafią likwidować skutki stresu oksydacyjnego po napromieniowaniu hodowli komórek.

Do wyjaśnienia mechanizmu działania ekstraktu aroniowego potrzebne będą na pewno dalsze badania, nie jest jasne czy silniejsze działanie mają antocyjaniny, polimery katechinowe czy może kwasy hydroksycynamonowe (kwas chlorogenowy). Mechanizm ochronny prawdopodobnie nie polega tylko na bezpośredniej reakcji z wolnymi rodnikami, zaangażowane są też odpowiednie enzymy o działaniu antyoksydacyjnym i naprawczym.

Działanie ochronne przed promieniowaniem jonizującym mają też inne preparaty i związki izolowane z roślin, np. **ekstrakt z zielonej herbaty** o dużej zawartości galusanu epigalokatechiny¹¹⁴ czy **kurkumina** z *Curcuma longa*, główny składnik żółtej przyprawy curry¹¹⁵. Działania ochronne tych preparatów wykazano na zwierzętach (myszach i szczurach). Długotrwałe podawanie galusanu epigalokatechiny, głównego składnika ekstraktu z zielonej herbaty znacznie przedłużyło czas życia myszy poddanych śmiertelnej dawce promieniowania. Poziom 8-OHdG (biomarker uszkodzeń DNA) w moczu szczurów wzrósł po poddaniu ich naświetlaniom promieniami γ przy mniejszych dawkach niż śmiertelna. Natomiast podawanie im kurkuminy przez 3 dni przed napromienieniem lub 3 dni po tym redukowało liczbę uszkodzeń. Korzystne efekty długoterminowe to zmniejszenie przypadków raka, np. raka sutka. *Curcuma longa* może być dobrym radioprotektorem, jest dobrze znana, powszechnie stosowana jako przyprawa oraz nie jest toksyczna.

Badania kliniczne pacjentów, którzy otrzymali dawkę promieniowania i byli z tego powodu hospitalizowani, dostarczają wiadomości na temat wczesnych skutków choroby popromiennej oraz możliwości łagodzenia jej objawów przy pomocy odpowiedniej diety. Bardzo mało wiadomo na temat skutków długoterminowych.

Czy dieta może mieć działanie ochronne, zmniejszając karcynogenezę jeśli uszkodzenia miały miejsce wiele lat temu?

Badano populację osób, które różne dawki promieniowania otrzymały w końcowej fazie II-giej wojny światowej. Interesujące wyniki badań opublikowano¹¹⁶ dla 36 tysięcy osób, mieszkańców Hiroszimy i Nagasaki, którzy przeżyli wybuch bomby atomowej. Systematyczne badania ich diety i stanu zdrowia, w związku z możliwością zachorowania na raka, trwały przez 20 lat.

Okazało się, że codziennie jedzenie owoców i warzyw o 13% zmniejszyło ryzyko zachorowania w stosunku do tych osób, które jadały owoce raz w tygodniu lub rzadziej.



Narażenie na promieniowanie o dawce 1 Sv (Sieverta) powodowało aż 48–49% wzrost ryzyka choroby nowotworowej. Jednak nawet po otrzymaniu dużej dawki promieniowania, dieta bogata w owoce i jarzyny miała ogromny wpływ, powodując zmniejszenie tego ryzyka nawet o 34–52%.

Japonia ponownie w swej historii ma problem ze skażeniami promieniotwórczymi. W dniu 11 marca 2011 r. doszło do trzęsienia ziemi o sile 9 stopni w skali Richtera. Epicentrum wstrząsów znajdowało się około 130 km od wschodniego wybrzeża wyspy Honsiu i około 370 km od Tokio. Wysoka na 10 metrów fala tsunami spustoszyła wybrzeże, zginęło tysiące ludzi, ale nie są to wszystkie skutki kataklizmu. Spowodował on też awarię systemu chłodzenia w elektrowni atomowej. Położone na wybrzeżu elektrownie jądrowe w Fukushima przetrwały to najsilniejsze od 140 lat trzęsienie ziemi, a uszkodzenia to wynik braku prądu. Bez zasilania nie działały pompy w układzie chłodzącym, pręty paliwowe przestały być chłodzone. Reakcja jądrowa została wprawdzie zatrzymana, ale jej produkty dalej wytwarzały ciepło. Woda chłodząca odparowała, a cyrkonowe osłony prętów działały jak katalizator rozkładając parę wodną na wodór i tlen. Już 4% wodoru wystarczy, aby powstała mieszanina wybuchowa. Wraz z wybuchami wodoru wydostały się do środowiska produkty rozpadu uranu: izotopy jodu, cezu czy strontu. Ich obecność świadczy o tym, że stopiły się osłony prętów. Wskutek nie-

szczelnego układu chłodzenia nastąpił też wyciek wody skażonej izotopami promieniotwórczymi. Usunięcie skutków katastrofy utrudniał fakt, że zniszczona została okoliczna infrastruktura. Wiadomo, że skażony jest teren wokół elektrowni, jego mieszkańców ewakuowano. Potwierdzono doniesienia o lokalnych skażeniach wody i żywności.

Katastrofa w Fukushima i wzrost skażenia izotopami promieniotwórczymi w jej okolicy spowodowały na całym świecie wzmożone zainteresowanie ochroną przed skutkami promieniowania.

Wiele ośrodków naukowych poszukuje substancji chroniących przed promieniowaniem. W badaniach stosowano związki zawierające siarkę, takie jak cysteina i glutation. Radioprotekcyjne działanie mają też związki selenu. Selenocysteina jest w czosnku i brokułach, selenometionina w produktach sojowych, zbożach i drożdżach.

Badania przeprowadzone w różnych krajach potwierdziły, że do ochrony przed małymi dawkami promieniowania potrzebne są antyoksydanty.

Większe narażenie na promieniowanie powinno być kompensowane zwiększonym spożyciem takich produktów jak: aronia i jej przetwory, zielona herbata i kurkuma (patrz wyżej), buraki, rokitnik (*Hippophae rhamnoides*), żeń-szeń (*Panax ginseng*), spirulina (*Spirulina platensis*), ekstrakt z miłorzębu (*Ginkgo biloba*), ekstrakt z ostropestu (*Silibum marianum*) z sylimaryną, ale również popularnych ziół, jak mięta i rozmaryn. Działania ochronne tych preparatów wykazano na zwierzętach (myszach i szczurach).

Aronia jest jednym z najlepiej przebadanych i najefektywniejszych surowców promieniochronnych.

Ze względu na to, że Polska jest światowym liderem w jej produkcji, powinniśmy ją wysyłać do Japonii oraz wszędzie tam, gdzie ludzie są w większym stopniu narażeni na promieniowanie jonizujące. Przetwory aroniowe, koncentrat soku z aronii, liofilizowane owoce, a zwłaszcza suchy ekstrakt antocyjanów aroniowych mogłyby pomóc Japończykom w zachowaniu zdrowia w tej trudnej sytuacji. Polskie firmy przetwarzające aronię powinny w ten właśnie sposób im pomóc.

8.3. Promieniowanie kosmiczne

Wnętrze pasażerskiego samolotu jest przyjazne, ale na wysokości 10–11 km jest środowisko niebezpieczne dla człowieka: rozrzedzone powietrze, bardzo niska temperatura i silne promieniowanie kosmiczne. Jego głównym źródłem jest Słońce, ale dociera ono też do Ziemi z przestrzeni międzygwiazdnych, z centrum Galaktyki. Składa się głównie z protonów (90%), ale ma też cząstki alfa i jądra cięższych pierwiastków, elektrony, neutrony oraz kwanty promieniowania gamma. W wyniku oddziaływania z jądrami atomów w powietrzu powstaje kaskada cząstek, nazywanych wtórnym promieniowaniem kosmicznym oraz wiele izotopów promieniotwórczych, które opadają na powierzchnię Ziemi. Natężenie promieniowania kosmicznego zależy od aktywności Słońca, jak również od szerokości geograficznej, wpływ ma pole magnetyczne Ziemi. Dawka promieniowania rośnie wraz z wysokością nad poziomem morza.

Ludzie żyjący w górach na wysokości 1000 metrów otrzymują dwa razy wyższą dawkę promieniowania kosmicznego niż ci z terenów nadmorskich.

Największe dawki otrzymują kosmonauci, ale ich misje trwają krótko.

Pracownicy linii lotniczych spędzający rocznie 600 godzin w powietrzu otrzymują dawki promieniowania ok. 3 milisiwertów (mSv), to więcej niż pracownicy elektrowni jądrowych. Większe dawki dostają też często latający pasażerowie. Przelot samolotem pasażerskim przez Atlantyk trwa ponad 7 godzin, w czasie lotu na wysokości 11 km otrzymuje się dawkę 0,016 mSv.

Biologiczne skutki promieniowania

Skutkiem działania promieniowania jonizującego jest tworzenie się wolnych rodników, które mogą uszkadzać lipidy, białka, DNA. Promieniowanie powoduje przerwania nici DNA. Uszkodzenie nukleotydów w miejscu przerwania może prowadzić do usunięcia części genomu oraz translokacji. Proces naprawy DNA w komórce musi być cały czas

aktywny, by niwelować skutki uszkodzeń. Badania pokazały¹¹⁷, że ochronę przed uszkodzeniami radiacyjnymi zapewniają mikroskładniki odżywcze o właściwościach antyoksydacyjnych. Polifenole o silnych właściwościach antyoksydacyjnych mogą być skuteczne w profilaktyce, gdyż zmniejszają częstotliwość pojawiania się mutacji w hodowlach komórkowych.

Jeśli jednak zmiany nowotworowe już się pojawiają to stosowanie ekstraktów polifenoli hamuje ich rozwój.

Uszkodzenia DNA u pilotów

Groźnym skutkiem promieniowania są aberracje chromosomowe: pęknięcia nici DNA, translokacje, mutacje. Wykonane w 2009 r badania DNA amerykańskich pilotów pokazały¹¹⁸, że częstość translokacji rośnie wraz ze wzrostem ekspozycji na promieniowanie, czyli wylatanymi godzinami. Czy ma na to wpływ dieta? Tak, i jest to jedyne możliwe przeciwdziałanie – zapewnić odpowiednią dietę, bo genotoksyczne efekty można zmniejszyć podając antymutageny. Najlepsze są te obecne w żywności, ponieważ można je stosować przez całe życie. Trzeba regularnie jeść dużo owoców i warzyw.

W 2002 roku wykonano badania¹¹⁹ z udziałem 83 amerykańskich pilotów w wieku 35–56 lat (zdrowych, niepalących), oznaczono liczbę translokacji DNA jako biomarkera ekspozycji na promieniowanie kosmiczne, jednocześnie pytając o spożycie warzyw, owoców, witamin C i E.

Liczba uszkodzeń DNA była tym mniejsza, im większe było spożycie produktów spożywczych z witaminą C i karotenoidami.

Zmniejszenie liczby translokacji u pilotów spożywających dużo witaminy C i E wyniosło 58%, ale jeszcze większe (63–67%) było u osób z większym spożyciem karotenoidów. Najlepszy efekt (73%) dała dieta bogata w pięć różnych antyoksydantów, co sugeruje ich działanie synergistyczne w ochronie DNA.

Piloci spędzają w powietrzu po kilkaset godzin rocznie. Rolą pilota jest selekcja ogromnej ilości informacji, stres psychiczny wynika z konieczności podejmowania decyzji i odpowiedzialności za losy samolotu.



Ale dochodzi też monotonia długiego lotu i specyficzne warunki w kabynie. Niższa zawartość tlenu powoduje szybsze zmęczenie, senność, gorsze samopoczucie. Powietrze w samolocie jest suche, a wysuszenie błon śluzowych ułatwia inwazję bakterii. Ale pilot musi być w formie, mieć dobry wzrok, sprawnie działający mózg i być odporny na choroby.

Szkodliwe efekty środowiska pracy latającego personelu można zmniejszyć podając antyoksydanty, w tym najsilniejsze ze znanych, obecne w aronii.

Dla pilotów, stewardess, ale także dla pasażerów „zbierających mile” – polecamy sok z aronii, aronię kandyzowaną i liofilizowaną.

Aronia dla kosmonautów

Wylądowanie załogowej misji na Marsa zaplanowano na 2030 rok. Lot w jedną stronę potrwa 120-180 dni, wcześniej polecą tam różne urządzenia by dokładniej zbadać marsjańskie warunki. Jednak wiemy już teraz co zagraża zdrowiu uczestników wyprawy: niskie temperatury (-30 do -100°C), niskie ciśnienie atmosferyczne, toksyczna atmosfera

z 95% dwutlenku węgla, niska grawitacja (30% ziemskiej), brak pola magnetycznego – a więc silne promieniowanie kosmiczne, przed którym trudno się ochronić. Groźne mogą stać się też zmutowane bakterie przywleczone z Ziemi.

Mars Society Polska i lekarze z Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego przygotowują projekt wyposażenia medycznego dla misji na Marsa. Przydadzą się leki na krążenie, osteoporozę, być może antydepresanty. W składzie misji powinien być lekarz, a telemedycyna pomoże w diagnostyce. Ale przede wszystkim trzeba zabrać odpowiednią żywność. Nie tylko odżywki białkowe i witaminy, ale też warzywa i owoce bogate w antyoksydanty. Misja marsjańska powinna mieć zapasy liofilizowanej aronii oraz ekstrakt z jej owoców w kapsułkach. Aronia pomoże kosmonautom utrzymać w zdrowiu serce i układ krążenia, dobry wzrok i kondycję psychiczną. A więc: aronia w kosmos!

9. Aronia w przemyśle

W Polsce produkuje się ponad 50 tys. ton owoców aronii i zainteresowanie ich przetworami rośnie. Z owoców aronii wytwarza się soki, dzemy, mrożonki na kompot, herbatki owocowe i wspaniałe wina aroniowe!

Chętne do przerobu owoców są firmy w Niemczech, Skandynawii czy Austrii. Odbiorcami koncentratu z aronii są również Stany Zjednoczone, Korea Płd. i Japonia. Dostęp do rynku krajów Unii Europejskiej stwarza możliwość promowania aronii na zachodzie Europy, jest to szansą dla polskiego rolnictwa i firm przetwórstwa rolno-spożywczego.

Aronia jest odporna na niedogodności transportu i dobrze się przechowuje. Owoce można przechowywać do 2 tygodni w temperaturze pokojowej i 2–3 miesiące w warunkach chłodniczych zachowując pełne bogactwo jej bioaktywnych składników.

Otrzymywanie produktów bogatych w antocyjany nie jest proste technologicznie.

- Choć owoce aronii i tak można przechowywać dłużej niż inne jagody, to jednak trzeba zwracać uwagę, aby surowiec użyty do przerobu nie był spleśniały. Nigdy nie należy przetwarzać owoców z pleśnią i mieszać ich z owocami zdrowymi, bo zamiast czerwonej barwy produktu można uzyskać brązową. Ponadto pleśń często wytwarza rakotwórcze mikotoksyny. Na szczęście, dzięki swoim unikalnym składnikom (polimery katechiny, sorbitol) aronia jest bardziej odporna na pleśnienie niż inne owoce.

-
- Rozkład antocyjanów w owocach może też następować pod działaniem enzymów, a szczególnie oksydaz, np. katecholazy orto-difenolowej i lakkazy oksydazy p-difenolowej. W procesie przetwarzania owoców na sok, trzeba miążgę szybko ogrzać, aby zniszczyć enzymy.
 - Owoce trzeba rozparzyć, aby lepiej wydobyć antocyjany ze stosunkowo twardej skórki. Jednak pulpy owocowej nie można długo ogrzewać, trzeba unikać kontaktu z tlenem zwłaszcza w wysokiej temperaturze i starannie kontrolować kwasowość przetworu. Zdecydowana większość pektyn jest w formie nierozpuszczalnej i nie przechodzi do soku. Dlatego owoce aronii łatwo poddają się tłoczeniu, a wydajność moszczu sięga 85–87%.

Aronia jest cennym owocem w produkcji **soków i koncentratów soków**. W porównaniu do innych surowców jagodowych, mają one bardziej intensywną ciemno-czerwoną, stabilną barwę. Duże zastosowanie w przetwórstwie ma sok tłoczony ze świeżych owoców aronii, który zawiera 7–9% cukrów, ok. 1% kwasów, polifenole i witaminy. Wydajność tłoczenia soku ze świeżych owoców wynosi 75%, a przy tłoczeniu owoców mrożonych wzrasta do 80%. Dosłodzony sok z aronii ma dobry smak i nadaje się do bezpośredniego spożycia, jak też barwienia i wzbogacania innych napojów. Naturalny sok z aronii ma intensywny rubinowo-czerwony kolor o bardzo trwałej barwie, dzięki czemu nadaje się do kupażowania z sokami jasnymi np. jabłkowym.

Badano możliwości przerobu owoców na wina czy spirytus aroniowy¹²⁰, prace były prowadzone na Wydziale Chemii Spożywczej i Biotechnologii Politechniki Łódzkiej i zakończyły się pozytywnymi wnioskami.

Obecnie kilka firm w Polsce produkuje doskonałe wina aroniowe, wytrawne, słodkie i półsłodkie o pięknym kolorze i silnych właściwościach antyoksydacyjnych.

Owoce i koncentrat soku z aronii mają bardzo szerokie zastosowanie w przetwórstwie, jako dodatek barwiący do innych popularnych i mniej cennych owoców. Stosowanie naturalnych barwników ma coraz większe zastosowanie w przemyśle spożywczym ze względu na niechęć do barwników syntetycznych.

Konfitury, galaretki, żele, powidła, marmolady, nadzienia cukiernicze i inne przetwory z dodatkiem aronii odznaczają się przyjemnym smakiem i piękną barwą. Szczególnie cenne są produkty z dodatkiem pektyny z jabłek, przy ich produkcji udaje się zachować prawie w całości bioaktywne związki – antocyjany aroniowe.

Jedna łyżka stołowa dżemu lub konfitur zaspokaja dobowe zapotrzebowanie organizmu na antocyjany i inne flawonoidy.

Znakomitym produktem, wartym szerokiego wykorzystywania są **kandyzowane i półkandyzowane owoce aronii**. Jest to produkt przeznaczony głównie dla przemysłu cukierniczego jako dodatek do wszelkiego rodzaju ciast oraz dla przemysłu lodziarskiego. Owoce półkandyzowane charakteryzują się dużym odciekiem, mniejszym udziałem ekstraktu oraz tym, że są sprzedawane w formie zamrożonej. Owoce kandyzowane są bardziej suche, ale mogą być w różnych zalewach, np. w alkoholowej. W zależności od zawartości ekstraktu ogólnego, odcieku oraz rodzaju opakowania (wiadra z tworzywa, puszki metalowe) produkty te posiadają różne terminy do zużycia.

Kandyzowane owoce aronii (być może z niewielkim dodatkiem kandyzowanej żurawiny) są świetnym materiałem, zastępującym bakalie w pieczywie cukierniczym. Spełniają rolę smakową, jednocześnie poprawiając bilans antyoksydantów w diecie.

Suszone owoce aronii (rozdrobnione, sproszkowane) są dobrym surowcem do produkcji **herbatek owocowo-zielonych**. Herbatki z dodatkiem aronii charakteryzują się pięknym czerwonym kolorem i silnymi właściwościami antyoksydacyjnymi. Smaczne są zarówno herbatki z samej suszonej aronii, jak i w kompozycji z innymi suszami, np. różą, głogiem lub pigwą. Warto zwrócić uwagę na możliwość użycia herbat aroniowych z taniego surowca bogatego w antocyjany, jakim są **wytloki owoców pozostałe po wyciśnięciu soku**. Wytłoki mogą być wysuszone sposobem owiewowym, bez użycia kosztownych urządzeń. W wyciągach wodnych z takich wytłoków użytych zamiast suszonych owoców dwukrotnie maleje zawartość cukrów: glukozy,

fruktozy i sorbitolu, ale ponad 11-krotnie rośnie zawartość monomerów antocyjanów¹²¹.

Wytłoki są również cennym źródłem błonnika pokarmowego. Wysuszone i rozdrobnione, zmielone do pożądanych rozmiarów cząstek, mogą być wykorzystywane do suplementacji diety, a także w produkcji chleba czy pieczywa cukierniczego. Przeciętny Polak zjada rocznie ponad 100 kg chleba, ale popularny biały chleb powinien być zastępowany przez ciemniejszy, z dodatkiem pełnego ziarna, błonnika czy witamin. W diecie mieszkańców krajów wysoko rozwiniętych brakuje błonników pokarmowych. Zapotrzebowanie na błonnik pokarmowy określono na 25–38 g dziennie, a typowa europejska dieta pokrywa

zaledwie 50% tej ilości. Żywność funkcjonalna, wzbogacona w błonnik to konieczność, chleba z dodatkiem błonnika będą poszukiwać w sklepach coraz liczniejsi konsumenci. Wskazaniami do stosowania produktów z błonnikiem są: zaparcia, cukrzyca, podwyższony poziom cholesterolu i trójglicerydów w surowicy krwi, a także otyłość, która staje się problemem społecznym. W związku z tym wzrasta zapotrzebowanie na produkty spożywcze o obniżonej kaloryczności oraz wspomagające odchudzanie.



Unikalny skład błonnika aroniowego przekonuje, że materiał ten nie powinien być traktowany jak surowiec odpadowy, tylko powinien być dalej wykorzystywany w produkcji żywności funkcjonalnej, np. pieczywa.

Jego unikalność polega na jednoczesnej obecności włókien roślinnych, czyli błonnika oraz silnych antyoksydantów.

Nawet niewielki jego dodatek do potraw może dawać korzystne właściwości zdrowotne, wpływając zarówno na perystaltykę (celuloza) jak i na równowagę procesów redukująco-oksydacyjnych, przeciwdziałając skutkom stresu oksydacyjnego.

Warto zainteresować się **chlebem aroniowym**. Chleb z dodatkiem błonnika aroniowego na naturalnym zakwasie wypieka kilka piekarni

(m.in. piekarnia Arnio, w Warszawie), a w 2007 roku uzyskał nagrodę jako najlepszy wypiek V Warszawskiego Święta Chleba.

Lata 90-te XX wieku były okresem intensywnych badań naukowych nad rolą związków o charakterze antyoksydantów w organizmie. Badania te pokazały, że flawonoidy z owoców są niezbędnym elementem diety, mogą też zmniejszać ryzyko wielu chorób i wspomagać ich leczenie. Spowodowało to zmianę zainteresowań producentów – **od soków i koncentratów w kierunku preparatów farmaceutycznych.**

W latach 90-tych w firmie Agropharm S.A. w Tuszynie k. Łodzi opracowano technologię otrzymywania suchego ekstraktu antocyjanów aroniowych. Badania jego właściwości prowadzone przez kilka lat w Wojskowej Akademii Medycznej w Łodzi potwierdziły, że ma on korzystne działanie w wielu chorobach o etiologii wolnorodnikowej. W 2002 r Agropharm wprowadził na rynek preparat na bazie antocyjanów aroniowych, o handlowej nazwie **Aronox**. Preparat ten przeszedł badania kliniczne w II Klinice Kardiologicznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego oraz w Klinice Chorób Wewnętrznych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Badania dowiodły hipotensyjnego działania antocyjanów aroniowych – taki ekstrakt może być bardzo przydatny dla osób z nadciśnieniem i miażdżycą.

Obecnie suchy ekstrakt antocyjanów aroniowych (Aronvit) produkuje firma Greenvit z Zambrowa.

Ekstrakt z aronii wchodzi w skład syropów: Bioaron (syrop aloesowo-aroniowy), Bioaron C (z witaminą C) i Geriasol, produkowany jest też miód aloesowo-aroniowy.



Unikalny skład polifenoli aronii czyni ją bardzo cennym surowcem do produkcji preparatów farmaceutycznych i żywności funkcjonalnej, o szczególnie korzystnym wpływie na zdrowie człowieka.

W ekstrakcie związków polifenolowych aronii, oprócz antocyjanów, procyanidyn i tanin są również flawonole i fenolokwasy, w tym dużo kwasu chlorogenowego, ten niepowtarzalny zestaw związków podnosi jej wartość jako surowca polecanego diabetykom.

W składzie chemicznym związków polifenolowych aronii, oprócz antocyjanów, procyjanidyn i tanin są również flawonole i fenolokwasy, w tym dużo kwasu chlorogenowego, ten niepowtarzalny zestaw związków podnosi jej wartość biologiczną – jako surowca polecanego diabetikom.

Wykorzystajmy owoce liofilizowane! Liofilizacja to proces odwadniania polegający na zamrożeniu owoców, a następnie sublimacji kryształków lodu. Zazwyczaj lód najpierw się topi, a potem woda odparowuje. Sublimacja to proces przechodzenia z fazy stałej w fazę gazową (w parę) z pominięciem cieczy. W bardzo niskiej temperaturze (ciekłego azotu) kontrolowane usuwanie wody jest bardzo szybkie. Ostatecznie produkt zawiera tylko 1–2% wody i jest bardzo lekki.

Liofilizowana żywność została po raz pierwszy przygotowana dla kosmonautów. Z takich produktów kiedyś korzystali tylko uczestnicy wypraw wysokogórskich, żeglarze czy wojsko. Obecnie, może z nich skorzystać każdy. Polecane dania z liofilizowanych owoców – są takie same jak z owoców świeżych. Tak samo smakują, zachowują cały zestaw witamin i składników bioaktywnych.



Ekstrakty antocyjanów aronii czarnoowocowej znalazły także zastosowanie w kosmetyce. Stwierdzono, że żele zawierające od 0,01 do 0,1 % antocyjanin chronią skórę przed szkodliwym działaniem promieni UV, nawet przy wzmożonej ekspozycji, znacznie przekraczającej dawkę rumieniową. Polifenole aronii absorbują światło ultrafioletowe (280 nm to maksimum absorpcji epikatechiny i jej polimerów), a także promieniowanie widzialne (maksimum przy 520 nm). Ekstrakt aroniowy w kosmetyku działa więc jak filtr przeciwsłoneczny.

Efekty ochronne uzyskane po stosowaniu żelów antocyjanowych były porównywalne z działaniem ochronnym znanych kremów, nawet o współczynniku 18.

10. Aronia w kuchni

Nie namawiamy do produkcji soku z aronii w domu, wyręcza nas w tym przemysł. Sok z aronii sprzedawany w szklanych czy kartonowych (plastikowy worek z kranikiem) opakowaniach jest smaczny, ale wielu osobom lepiej smakują jego mieszanki. Bardzo lubiany i orzeźwiający jest np. sok aroniowy z jabłkowym (½ szklanki soku aroniowego, ½ jabłkowego i kostka lodu).

Jeśli jednak mamy aronię z własnej działki możemy ją przerobić na sok, który może być dosłodzony wg. smaku domowników. Warto przygotować w domu niskosłodzone przetwory z aronii np. aronię z jabłkami (do mięsa) czy ze śliwkami (powidła), dodając przypraw, takich jak cynamon i goździki.

Owoce aronii można zamrozić w szufladach domowej zamrażarki nasypując je do małych woreczków z folii. Porcję jagód po rozmrożeniu zmiksować lub rozgnieść i dodać do kubeczków naturalnego jogurtu (ew. trochę słodząc). Zyskujemy świetny, bogaty w antyoksydanty deser, ceniony w zimie.

10.1. Dżemy i konfitury

Dżem z aronii i jabłek

1 kg aronii, 1 kg jabłek, 1 kg cukru, goździki, cynamon.

Jabłka obrać, pokroić i rozgotować z niewielką ilością wody, cynamonem i goździkami. Połowę owoców aronii zmiksować albo zmiążdżyć, dodać cukier i gotować 5 minut. Potem dodać resztę owoców i ponownie gotować na małym ogniu 5 minut. Dodać jabłka i zagotować

przez chwilę mieszając. Gorący dżem przełożyć do słoików, zakręcić, ustawić do góry dnem i poczekać aż ostygną.

Świetny do naleśników, ciast i deserów.

Konfitura wyborna

1 kg owoców aronii, 1 kg cukru, 1 szklanka wody

Z wody i cukru ugotować syrop. Po 10 min wrzucić owoce i nadal gotować na małym ogniu. Odstawić na 1 dobę. Następnie ponownie gotować 20 min. Znowu odstawić na dobę. Trzeciego dnia jeszcze raz zagotować. Wrzącą konfiturę włożyć do słoików, zakręcić i obrócić do góry dnem. Używać jako dodatek do pieczywa i ciast. Ma specyficzny, zdecydowany smak – przez wielu uważany za wyjątkowy. Bardzo dobrze komponuje się białym serem.

Rubinowy dżem

1 kg aronii, 0,5 kg jabłek, 0,5 twardych gruszek, 1 kg cukru, sok z ½ cytryny, 1 szklanka wody

Ugotować syrop z wody i cukru. Wsypać owoce aronii i gotować 5 min, dodać jabłka i gruszki obrane ze skórki i podzielone na ósemki, wlać sok z cytryny, gotować 30 min. Przełożyć do wyparzonych słoików. Pasteryzować 5 min.

Jak pozbyć się goryczy z owoców aronii? Aronia zyskuje na smaku, jeśli przed obróbką jest zmrożona. Warto też dodać sok z cytryny, który znacząco poprawia smak.

Aronia z jabłkami (do mięsa)

2 kg aronii i 1 kg jabłek, 1 szklanka cukru i 2 łyżki oliwy.

Jagody aronii zagotować w wodzie z cukrem i oliwą. Po ½ godziny dodać pokrojone jabłka i gotować powoli następne ½ godziny. Gorącą masę przełożyć do słoików (wygrzanych w piekarniku) i zakręcić. Dodając więcej cukru otrzymujemy świetny dżem.

Aronia ze śliwkami

2 kg śliwek i 1 kg aronii, ale mogą być różne proporcje

Śliwki węgierki (bez pestek) i aronię gotować na bardzo małym ogniu często mieszając (ok. 1 godz.) odstawić, a następnego dnia znowu

pogotować, aby powstała gęsta jednolita masa. Drugiego dnia można dodać trochę cukru. Nakładać do gorących słoików i zakręcić. Powidła mają piękny intensywny kolor i są bardzo smaczne.



10.2. Soki i syropy z aronii

Sok aroniowy

2 kg owoców aronii, 5 dkg liści wiśni, 1/2 kg cukru, 3 l wody, sok z 1 cytryny

Aronię i liście wiśni zalać wodą i gotować około godziny na małym ogniu. Przecedzić, odcisnąć, dodać cukier i sok z cytryny, starannie wymieszać, rozlać do butelek i pasteryzować przez 20 min.

Sok wytrawny

2 kg owoców aronii, 3 l wody, sok z 1 cytryny

Owoce zalać wodą i gotować przez 30 minut, po wystygnięciu odcisnąć, dodać sok z cytryny, wlać do butelek i pasteryzować 20 min.

Sok „pana Piotra”

Piotr Eggert, współautor tej książki, od ponad 30 lat zajmuje się aronią. Jak sam mówi, długo eksperymentował z recepturą soku. W efekcie od kilku lat robi soki, które zachwycają swoim smakiem.

4 kg owoców aronii, 6 l wody, 5 dag świeżego imbiru, 10 dag liści wiśni, 0,9 l miodu, 1/4 laski wanilii, 1 płaska łyżka kardamonu, 1 laska cynamonu, 5–10 goździków

Owoce zalać wodą, dodać imbir pokrojony w cienkie plasterki, liście wiśni, wanilię, cynamon. Gotować 30 min. Odstawić na 1 dzień. Starannie odcisnąć sok, wlać do garnka, zagotować, dodać miód i kardamon. W trakcie gotowania sok odszumować. Gorący wlać do butelek, zakręcić i ostudzić. Z podanej porcji otrzymuje się około 8 l soku.

Ważna uwaga. Ile i jakich przypraw używać? To one nadają sokowi i nalewce z niego przygotowanej niepowtarzalny smak. Imbir powinien być świeży, natomiast cynamon w lasce, a nie mielony. Wszystkie przyprawy można dodawać „na oko”. Jedynie kardamon odmierzamy dokładnie. To jego aromat i smak sprawia, że sok traci specyficzną ostrość.

Syrop z aronii dla dzieci

Świeże owoce umyć, zmielić lub zmiksować, dolać szklankę wody lub soku z jabłek i pogotować kilka minut. Następnie odcedzić i posłodzić miodem. Syrop można dodawać po łyżeczce, dwie dziennie do wody lub herbatki.

10.3. Nalewki aroniowe

Nalewka aroniowa „klasyczna mocna”

2 kg aronii (może być zamrożona), 3 l wody, 5 dkg liści wiśni, 1/2 kg cytryn, 1/2 kg cukru, 1 l spirytusu.

Owoce aronii gotować razem z wiśniowymi liśćmi i cukrem przez 20 minut i odstawić. Na następny dzień precedzić, dodać wyciśnięty sok z cytryny i spirytus. Rozlać do butelek (i schować przed domownikami, aż przyjdą zimowe zamiecie).

Nalewka inaczej

1 kg aronii (najlepiej mrożonej), 1 l spirytusu, 40–50 dkg cukru, 1 laska wanilii, 10 goździków, skórka z 1,5 cytryny, szczypta cynamonu, 2 szklanki wody.

Owoce razem z przyprawami zalać alkoholem i odstawić na 4 tygodnie. Potem płyn odcedzić, a owoce zasypać cukrem i odstawić jesz-

cze na kilka dni. Gdy cukier całkowicie się rozpuści, odcedzić owoce. Uzyskany sok połączyć z nalewką. Owce zalać 2 szklankami wody i po jednym dniu odcedzić, wyciskając maksymalnie dużo soku. Także ten sok połączyć z nalewką. Rozlać nalewkę do butelek i odstawić na 2 miesiące.

Nalewka „pana Piotra”

4 kg aronii (najlepiej mrożonej), 6 l wody, 2 l spirytusu, 5 dkg świeżego imbiru w plasterkach, 5 goździków, kawałek kory cynamonu, płaska łyżeczka kardamonu, 5 dkg liści wiśniowych, 0,9 l miodu, sok z 4 cytryn.

Aronię zalać wodą, dołożyć imbir, goździki, cynamon zagotować i gotować na małym ogniu 30–40 min. Odstawić na 1–2 dni. Całość przecedzić, owoce wycisnąć. Postawić ponownie na ogień, dodać miód, kardamon, liście wiśni i sok cytrynowy. Zagotować, odszumować i zostawić do wystygnięcia. Dodać spirytus i rozlać do butelek.

Aronia w rumie

2 kg aronii, 1 cytryna, 1–1,4 kg cukru, 100–200 ml rumu, 1 cukier waniliowy, 2–3 utłuczone goździki, mielony cynamon.

Aronię posypać cukrem wymieszany z cynamonem, goździkami, cukrem waniliowym. Dołożyć cytrynę pokrojoną ze skórką w cienkie plasterki. Wstawić do piekarnika (180 stopni) na 30 min, nie mieszać. Wyjąć, gdy cukier się rozpuści, napełnić słoiki i zalać je rumem. Nie pasteryzować, tylko zakręcić wieczko.

Nalewki z wielu różnych owoców (wiśnie, porzeczki czy maliny), do których we wrześniu dorzuca się rozgniecione jagody aronii zyskują piękną intensywną barwę, zyskują też na smaku.

10.4. Aronia na słodko i wytrawnie

Aronię można wykorzystać podobnie jak winogrona. Kandyzowana i w czekoladzie z powodzeniem zastępuje rodzynki. Jest smaczna i bardzo zdrowa. Aronia z orzechami – to jedna z najzdrowszych przekąsek do jedzenia przed telewizorem.

Aronia kandyzowana

1 kg owoców aronii, 1 szklanka cukru, 1/3 szklanki wody, sok z cytryny, 3 łyżki cukru trzcinowego

Owoce włożyć na 24 godz. do zamrażarki. Cukier zalać wodą, gotować w płaskim rondelku 10 min. Wlać sok z cytryny i wsypać mrożone owoce. Gotować na małym ogniu 10 min delikatnie mieszając drewnianą łyżką. Owoce odcedzić, wysypać na blachę wyłożoną papierem do pieczenia i wstawić do piekarnika nagrzanego do 150°C. Po 10 min posypać cukrem i piec dalsze 15 min.

Aronia w czekoladzie

1 tabliczka czekolady, 1 łyżka masła, 2 szklanki owoców aronii, 1/2 szklanku cukru, sok z 1/2 cytryny



Owoce wymieszać z cukrem, zagotować, dodać sok i skórkę otartą z połowy cytryny. Odstawić z gazu, a po 10 min odcedzić owoce na sitku. Przesypać do płaskiego naczynia i wstawić do zamrażarki na 30 min. W tym czasie przygotować polewę czekoladową. Tabliczkę połamać na mniejsze kawałki, wsypać do szkalnej

miski i ustawić ją na garnku z gotującą się wodą. Do czekolady dodożyć masło. Podgrzewać w wodnej kąpeli aż powstanie jednolita płynna masa. Podmrożone owoce zanurzać (pojedynczo) w płynnej czekoladzie i układać na kuchennym papierze do wysuszenia.

Tort ryżowy z aronią

Neutralny w smaku ryż to bardzo dobry kompan dla cierpkawej aronii. Taka prosta potrawa jest idealną propozycją na lekką i zdrową kolację. Dzieci przepadają za aroniowo-ryżowym tortem, jeśli na każdej porcji umieścimy bitą śmietanę. Z kolei mężczyźni cenią sobie dodatek pomarańczy, która potrawie dodaje świeżości. Luksusowa wersja tortu wymaga dodatku mleka kokosowego, które jest kaloryczne. Można je zastąpić chudym mlekiem.

1 szklanka ryżu, 1 szklanka mleka kokosowego, szczypta soli, mały słoik konfitury z aronii, kilka plasterków pomarańczy, 2 łyżki cukru pudru

Ryż dokładnie wypłukać, zalać kokosowym mlekiem i szklanką wody, posolić, gotować na małym gazie 15 min. Odstawić na 10 min pod przykrywką. W okrągłej formie wysypać połowę ryżu, starannie go uklepać, by powstała równa, zbita warstwa. Odcedzić na sitku owoce z konfitury, ułożyć je na ryżu. Sokiem delikatnie nasączyć warstwę ryżu. Przykryć resztą ryżu i wyrównać z wierzchu. Gotowy tort udekorować plasterkami pomarańczy i posypać cukrem pudrem. Podawać na ciepło lub zimno.

Ryż polany aroniowym sokiem uzyskuje piękny, rubinowy kolor, ale może on zdominować smak potrawy, Dlatego skrapiamy nim spodnią warstwę ryżu z dużym umiarem.

Naleśniki z serem

Ciasto naleśnikowe: 2 szklanki mąki, 3 szklanki mleka, 2 jajka, 4 łyżeczki oliwy, szczypta soli

Farsz: 0,5 białego sera półtłustego, 2–3 łyżki śmietany 22% tłuszczu, 3 łyżki cukru pudru, cukier waniliowy, kilka łyżek konfitury aroniowej i śmietana do polania po wierzchu (można użyć bitej śmietany)

Przygotować ciasto: Roztrzepać jajka z mlekiem, wsypać mąkę i sól, dokładnie ubijać, dodać oliwę. Ciasto odstawić na 20 min. Usmażyć cienkie naleśniki. Farsz: ser utrzeć ze śmietaną, cukrem i cukrem waniliowym (można dodać 1 żółtko). Usmażone naleśniki składać „na cztery”, napełniać farszem. Polać śmietaną i udekorować konfiturą aroniową. Podawać na ciepło lub na zimno.

Tartaletki

Mimo że zawierają sporo kalorii, można jej jeść bez większych wyrzutów sumienia, bo zawierają dużą dawkę owoców aronii. I są bardzo smaczne. Mają też jeszcze jedną zaletę: szybko wyciszają głód i na długo zapewniają poczucie sytości. Są więc doskonałą propozycją na drugie śniadanie lub podwieczorek.



25 dag mąki, pół kostki masła, 1 żółtko, szczypta soli, 1 białko, 4 łyżki wiórków kokosowych, 2 szklanki owoców aronii odsączonych z konfitury

Usypać z mąki kopczyk, dodać sól i masło. Końcami palców rozcierać tłuszcz z mąką tak długo, aż powstanie ciasto konsystencją przypominające tartą bułkę. Dodać żółtko i 2–3 łyżek bardzo zimnej wody. Zagnieść ciasto i odłożyć je do lodówki na 30 min. Następnie ciasto rozwałkować i wyłożyć nimi foremki. Wiórki kokosowe wymieszać z białkiem i ułożyć cienką warstwą w każdej foremce, Na wierzchu ułożyć owoce aronii. Piec w temperaturze 200 °C przez 20 min.

Szkarłatne ptysie

Jeśli Twoi domownicy odmawiają jedzenia owoców aronii, apetyczne ptysie mogą zdziałać cuda. Kochają je dzieci. Kruche, delikatne ciasto i puszysta, słodka śmietana idealnie pasuje do wyrazistych w smaku owoców aronii. Dodają ciastkom „wigor” i elegancji. Opinia o wysokim stopniu trudności wypieku ciasta ptysiowego to mit. Robi się je w kilka minut i udają się zawsze!

1 szklanka wody, 100 g masła, szczypta soli, 20 dag mąki, 5 jajek, 1 szklanka kremówki, 6 łyżek cukru pudru, cukier waniliowy lub 1 łyżeczka esencji waniliowej, sok z ¼ cytryny, 8 łyżek konfitury lub dżemu z aronii.

Do garnka wlać wodę, dodać sól i masło, zagotować. Przesiać mąkę i w całości wsypać do garnka z gotującą się wodą i masłem. Natychmiast energicznie zamieszać drewnianą łyżką. Gotować na małym ogniu, stale mieszając tak długo, aż ciasto będzie odstawać od dna i boków garnka. Ciasto zdjąć z ognia i wbić jajko. Mieszać tak długo aż uzyskamy jednorodną masę. Wbić kolejne jajka, za każdym razem



dokładnie ubijając, aż połączą się one w jednorodną masę. Blachę do pieczenia wyłożyć papierem, na niej ułożyć łyżką (lub rękawem piekarniczym) porcje ciasta. Piec w piekarniku nagrzanym do 210°C przez około 15 – 20 min. W tym czasie ubić śmietanę z cukrem i zapachem wanilii. Dodać sok z cytryny. Ostudzone pty-

się przekrawać, na dno każdego ciastka ułożyć parę owoców aronii z konfitury, napełnić śmietaną, dodać jeszcze kilka owoców i przykryć drugą częścią ptysia

Sekrety udanego ciasta ptysiewego: podczas pieczenia nie wolno otwierać drzwiczek piekarnika, bo ciasto opadnie. Ptysie można przecinać i napełniać dopiero po ich ostygnięciu. W przeciwnym przypadku będą gumowate i niesmaczne.

Ciasto czekoladowe

Czekolada z aronią to wyjątkowo udane połączenie. Cierpki smak owoców jest łagodzony aksamitną delikatnością czekolady. Smakosze twierdzą, że dodatek ciemnych jagód sprawia, że z banalnego ciasta powstaje lekko wytrawne dzieło sztuki. A do tego zawiera całkiem dużą porcję antyoksydantów.

1 kostka masła, 1 szklanka cukru, 5 jajek, 2 łyżeczki proszku do pieczenia, 2 tabliczki gorzkiej czekolady, szklanka owoców aronii (z konfitury), szczypta soli.

Masło ucierać z cukrem, dodawać po jednym z 5 jajek. Wlać rozpuszczoną w kąpieli wodnej czekoladę i wsypać mąkę, sól, proszek do pieczenia. Delikatnie wymieszać. Owoce z konfitury osączyć i wsypać do ciasta, wymieszać, wlać do tortownicy (posmarowanej masłem i wysypanej bułką tartą), piec 40 min w 200°C. Wierzch można pokryć polewą czekoladową lub lukrem.



Świeże lub mrożone owoce aronii można do ciasta przygotować w kilka minut. Owoce mieszamy z cukrem w proporcji 1: 0,5 i gotujemy kilka minut. Układamy na sitku, aby sok odpłynął, a owoce lekko przeschły. Ciasto z owocami tak przygotowanymi jest smaczniejsze.

Drożdźówki z aronią

300 g aronii zasypujemy 100 g cukru i zalewamy 150 ml wody, gotujemy na wolnym ogniu, aż owoce zmiękną i puszczą sok. Ocedzamy owoce na sitku, sok można wypić lub dodać do herbaty.

Ciasto: 500 g mąki pszennej, 75 g masła, 250 ml mleka, 25 g świeżych drożdży, 30 g cukru, szczypta soli.

Roztopić masło, dodać mleko z drożdżami i cukrem. Wyrobić ciasto i odłożyć w ciepłe miejsce, aby wyrosło. Po wyrośnięciu jeszcze raz wyrobić, rozwałkować i pociąć na prostokąty. Na każdy nałożyć około 2 łyżki aronii, zwinąć i odstawić na 10 min do wyrośnięcia. Posmarować roztrzepanym jajkiem i piec w temp. 200°C przez 15 minut. Po wyjęciu można posypać waniliowym cukrem pudrem lub polukrować.

Ciasto z aronią (półkruche)

Ciasto: 2 szklanki mąki, szklanka cukru, ½ kostki masła, proszek do pieczenia (łyżeczka), 3 jajka, 2 łyżki śmietany. Owoce: 1 kg kabłek, ½ kg aronii, cynamon.

Przygotowujemy spód: wymieszać mąkę, cukier, proszek do pieczenia dodając 3 jajka, 1–2 łyżki gęstej śmietany. Ciastem wylepić tortownicę, na ciasto wysypać pokrojone jabłka wymieszane z owocami aronii, posypać cynamonem. Piec 40 min.

Ciasto z aronią (biszkoptowe)

Ciasto: 4 łyżki mąki, 4 łyżki cukru pudru, 4 jajka. Owoce: 1 kg jabłek, ½ kg aronii

Półówki obranych, wydrążonych jabłek (1 kg antonówek) ułożyć na posmarowanej olejem tortownicy. Pomiedzy jabłka nasypać aronii i całość owoców posypać szklanką cukru. Zapiec w gorącym piekarniku. Jak ostygnie zalać ciastem biszkoptowym, przygotowanym mikserem: 4 żółtka utrzeć z 4 łyżkami cukru, 4 białka ubić na pianę, wymieszać razem dodając 4 łyżki mąki. Jeszcze raz wsadzić do piekarnika na ok. 20–25 minut w temp. 190–200°C.

Przetwory z aronii są doskonałe nie tylko na słodko. Cierpkie owoce i ich sok doskonale komponują się z potrawami mięsnymi.

Paszteciki z czerwonym żaglem

Paszteciki nadziewane piersią z drobiu wyjątkowo zyskują na smaku w towarzystwie gruszki gotowanej w soku z aronii i chrzanu.

Gotowe ciasto francuskie, 2 piersi z kurczaka, 30 dag pieczarek, 1 cebulka, 2 ząbki czosnku, sól i pieprz do smaku, 2 łyżki oliwy, szklanka soku z aronii, 2 gruszki, łyżka chrzanu

Ciasto rozwałkować, pokroić w kwadraty o boku 8 cm. Ułożyć je na blaszce do pieczenia. W środku każdego kwadratu lekko naciąć mniejszy (o boku 6 cm) kwadrat, wstawić do piekarnika na 20 min. Przestudzić, wyciąć środek każdego kwadratu tak, by otrzymać „miseczkę” o centymetrowych ściankach. Piersi z kurczaka natarte solą i pieprzem upiec (lub usmażyć na oliwie). Cebulę i czosnek drobno posiekać. Mięso zemleć w maszynce lub w malakserze. Na oliwie zeszklić cebulę z czosnkiem, dodać bardzo drobno posiekane pieczarki i mięso z drobiu, smażyć, stale mieszając 5 min. Farszem nadziać kwadratowe miseczki z francuskiego ciasta. Sok wlać do małego rondelka, zagotować, dodać gruszki obrane i podzielone na cząstki, gotować 2 min, włożyć chrzan i zdjąć rondelk z gazu. Paszteciki przybrać płatkami chrzanowych gruszek.

Ważna uwaga. Intensywność koloru. Gruszki zagotowane w soku nabiorą rubinowego koloru i intensywnego smaku. Jeśli pozostawimy je na dłużej w tym soku, staną się ciemno wiśniowe i nie będą już tak apetyczne.

Indyk „Na niedzielny obiad”

Indyk z ryżem i konfiturą aroniową to doskonała propozycja na zwykły rodzinny obiad. Z tych samych składników można, przy odrobinię pomysłowości, wyczarować eleganckie danie. Tak podana potrawa smakuje nawet tym, którzy nie lubią owocowych dodatków do mięsa.

Piersz z indyka, sól i pieprz do smaku, sok z ½ cytryny, szklanka ryżu, 2 łyżki owoców aronii, 1 łyżka rodzynek, 1 łyżka suszonej żurawiny, 2 łyżki migdałów, łyżka oliwy

Mięso pokroić na cienkie długie plastry. Oprószyć je solą, pieprzem i skropić sokiem z cytryny. Metalowe pierścienie posmarować odrobiną oliwy i owinąć wokół nich plastry mięsa, tworząc obręcze. Wstawić do gorącego piekarnika na 20 min. W tym czasie ugotować na sytko ryż. Wymieszać go z owocami i posiekanymi migdałami. Ostrożnie wyjąć metalowe pierścienie, a mięso ułożyć na talerzach i wypełnić je ryżem.



Ważna uwaga. Czym zastąpić metalowe pierścienie? W supermarketach, w dziale z gospodarstwem domowym, można kupić metalowe pierścienie o różnej średnicy. Kosztują naprawdę niewiele, a przydają się w kuchni przy wielu okazjach (np. do wykrawania ciast czy formowania ryżu lub sałatek w zgrabne kopczyki). Jeśli jednak nie znajdziesz ich w sklepie, możesz zrobić je ze zwykłych okrągłych puszek. Wystarczy usunąć obydwie dna.

Chleb z aronią

Dietetycy biją na alarm, obwiniając biały chleb o wywoływanie wielu chorób i nadwagę współczesnego Polaka. W wielu piekarniach używa się chemicznych środków do poprawy smaku i przedłużenie świeżości wypieków. I rzeczywiście, na naszych półkach pełno jest smakowitych bułeczek i chlebów, które nawet po tygodniu zachowują świeżość i niezmienny smak. Tyle, że ilość szkodliwych substancji zjadanych codziennie wraz z kanapkami daje o sobie znać. Wzrasta ilość nowotworów przewodu pokarmowego. Tymczasem upieczenie chleba nie wymaga dużo zachodu. Warto poświęcić 20 min, by w całym domu pachniało chlebem. A jeśli do ciasta dodamy aronię, zapewnimy domownikom zdrowy posiłek.

2 szklanki mąki z pełnego ziarna, 5 dag drożdży, płaska łyżeczka soli, 1 łyżka mleka w proszku, szczypta cukru, ½ szklanki owoców aronii, 3 pomidory suszone na słońcu



Mąkę przesiać do miski. W $\frac{3}{4}$ szklanki ciepłej wody rozpuścić cukier i drożdże, wlać je do mąki, dodać mleko w proszku i sól. Wyrobić zwarte ciasto. Jeśli jest zbyt suche, dodać kilka łyżek wody. Ciasto odstawić do wyrośnięcia na 30 min. Przełożyć je na stolnicę, dodać owoce i pokrojone w paseczki pomidory, wyrobić aż

do ich równomiernego rozmieszczenia w całym cieście, przełożyć do foremki, ponownie odstawić do wyrośnięcia na 10 min. Wstawić do piekarnika nagrzanego do 200° C na 45 – 50 min.

Bułeczki maślankowe

2 szklanki mąki z pełnego ziarna, 1 płaska łyżeczka sody oczyszczonej, szklanka maślanki, łyżeczka soli, ½ szklanki owoców aronii, 8 oliwek pokrojonych w plasterki.

Wszystkie składniki połączyć, ciasto podzielić na 4 do 6 części, uformować bułeczki i wstawić do piekarnika na 25 min.

Aby skórka była chrupiąca – bochenek lub bułeczki wyjęte z piekarnika zwilżyć odrobiną wody, przykryć ściereczką i odstawić na 10 min.

10.5. Koktajl owocowy

To schłodzony napój na bazie zmiksowanych owoców i lodu. Jest bardzo orzeźwiający i zdrowy. Ma gęstą konsystencję. Zamiast wody mineralnej, można do niego dodać mleko i miód do smaku. Doskonale smakuje, jeśli mleko zastąpimy naturalnym jogurtem.

Koktajl aroniowy I

Zmiksować: 1 szklankę naturalnego jogurtu, 2 łyżki koncentratu aroniowego (lub szklanka soku), ½ szklanki kostek lodu. Można dosłodzić cukrem trzcinowym.

Koktail mleczno-aroniowy II

Zmiksować: 1 szklanka mrożonej aronii, 2 szklanki mleka, 2 szklanki kostek lodu, 2–3 łyżki cukru, łyżeczka cukru waniliowego

Koktajl aroniowo-jabłkowy III

Zmiksować: ½ szklanki zamrożonej aronii, 2 obrane i pokrojone jabłka, 2 łyżki cukru, 1 szklanka mleka, szczypta kardamonu.

Koktail aroniowo-brzoskwiniowy IV

Zmiksować: 1 szklankę mrożonej aronii, puszkę brzoskwiń w lekkim syropie, 2 łyżki miodu.

Brzoskwinie można zastąpić innymi owocami, np. gruszkami z kompotu, lub dodać świeże banany.

10.6. Kulinarne rady

Owoce aronii zawierają wyjątkowo dużo związków chemicznych, które są bardzo cenne dla naszego zdrowia. Ale każdy kij ma, jak wiadomo, dwa końce. To bogactwo składników w owocach aronii sprawia, że mają one na tyle zdecydowany, intensywny smak, że może on zdominować smak potraw. Wytrawni kucharze uważają jednak, że dodatek nawet niewielkiej ilości owoców aronii smażonych w cukrze, nadaje potrawom niepowtarzalny smak. Klasyczne naleśniki z serem mogą stać się wykwintnym posiłkiem, gdy dodamy rubinowy, słodki sok z owoców aronii.

Przemysł spożywczy sięga chętnie po owoce aronii ze względu na ich wyjątkowo intensywny kolor. Sokiemi aroniowym barwione są inne soki owocowe, wina, galaretki i słodycze. Zwykło się je wówczas uważać za produkty luksusowe – takie, do produkcji których nie używa się chemicznych barwników. We własnych domach możemy także wykorzystywać naturalny, zdrowy barwnik z owoców aronii przy przyrządzaniu wielu domowych przetworów.

Oto wybrane przykłady wykorzystania soku z aronii:

Mdłą w smaku pierś z indyka można zmienić w smakowitą szynkę o ciemnej barwie i intrygującym smaku, jeśli upieczone mięso pokroimy w cienkie plastry i zamarynujemy w soku z aronii z dodatkiem czosnku i imbiru. Po kilku godzinach przetrzymywania w tej aromatycznej zalewie, mięso zmienia swój wygląd i smak.

Cukier puder wymieszany z kilkoma kroplami soku z aronii staje się wyjątkowo smacznym i efektownym lukrem, którym można ozdobić babeczki, szarlotkę, sernik i inne słodkie wypieki.

Owoce aronii z dodatkiem jabłek, gruszek lub brzoskwiń, po doprawieniu pikantnymi przyprawami (np. chrzanem lub imbirem) i uduszeniu są wspianiatym dodatkiem do mięs, pasztetów i ryb.

Soki owocowe i warzywne z niewielką domieszką soku z aronii nie tylko zmieniają kolor, ale i zyskują na smaku.

Dodatek kilku kropli soku z aronii do majonezu zabarwi go na lekko różowy kolor. Taki kolorowy majonez wspianiale uatrakcyjni sosy i sałatki. Ugotowany kalafior, polany różowym majonezem, będzie miał wykwintny smak i ciekawy wygląd.

Sok owocowy jest niezastąpiony na zimowe, mroźne dni. Na rosyjskiej prowincji wierzono, że jest to najskuteczniejsze lekarstwo

chroniące przed gripą. Tamtejsze kobiety nie znały składu soku aroniowego, wiedziały jednak z doświadczenia, że jeśli po przemarznięciu wypije się szklankę herbaty z dodatkiem soku, następnego ranka człowiek obudzi się zdrowy. W Rosji do dziś sok z aronii jest chętnie pijany zimą. Ale nie tylko. Jego rubinowy piękny kolor wykorzystywany jest do barwienia wielu potraw. Słodkiego soku z aronii używa się do kolorowania budyniów i bitej śmietany. Zarówno budyń, jak i śmietana uzyskują wtedy piękną barwę i mają przyjemny smak. Można czerwonym sokiem aroniowym podbarwić także sok jabłkowy, truskawkowy i winogronowy.

Koncentrat soku z aronii – można go teraz kupić w sklepach zielarskich. To wspaniały dodatek do napojów, herbaty, kompotu z innych owoców.

Liofilizowana aronia, maliny czy truskawki to świetny dodatek do musli, czy porannego talerza płatków.



11. Uprawa aronii

11.1. Botanika rośliny

Aronia czarnoowocowa (*Aronia melanocarpa*, Elliot) występuje w literaturze pod wieloma nazwami, najbardziej popularne to jarzębina czarnoowocowa (*Sorbus melanocarpa*, Heynhold), aronia czarna (*Aronia nigra*, Koehne), grusza czarnoowocowa (*Pirus melanocarpa*, Willd). Niemcy używają często nazwy „Schwarze Apfelbeere”, ponieważ kształtem przypomina małe czarne jabłuszko.

Aronia jest krzewem osiągającym wysokość 2–2,5 m. W młodym wieku krzew jest zwarty, z biegiem lat staje się rozłożysty. Krzewy rosnące na bardzo żyznych siedliskach i nie pielęgnowane mogą po kilkunastu latach osiągać wysokość nawet do 3 m. Zwłaszcza krzewy powstałe z nasion mają tendencję do intensywnego wzrostu, dlatego do zakładania plantacji towarowych nie należy stosować siewek, lecz używać wyłącznie sadzonek rozmnażanych wegetatywnie z selekcyjnych matczników. Gwarantują one



to, że krzewy nie będą rosły zbyt bujnie, co umożliwi mechaniczny zbiór owoców.

System korzeniowy aronii jest bardzo dobrze rozwinięty i dobrze przystosowuje się do warunków glebowych.

- Na glebach wilgotnych, zasobnych w wodę, korzenie są płytko, nie wychodzą daleko poza obrys krzewu.
- Na glebach słabych, ubogich w wodę aronia rozbudowuje bardzo silnie swój system korzeniowy.
- Od dorosłego kilkuletniego krzewu odchodzą horyzontalne korzenie szkieletowe, których średnica u podstawy krzaka jest od 1,5 do 3 cm, od nich odchodzą korzenie pierwszego i drugiego rzędu mające średnicę do 0,5 cm
- Przeważająca część korzeni zlokalizowana jest na głębokości od 0 do 25 cm, które na słabszych glebach sięgają głębiej, do 35–40 cm. Około 10% stanowią korzenie pionowe, które sięgają na głębokość 1 m, ale na glebach słabych mogą sięgać nawet do 2 m, pojedyncze zaś jeszcze głębiej.



Taki silny system korzeniowy pozwala na zakładanie plantacji aronii nawet na glebach słabszych, mniej zasobnych w wodę, gdzie uprawa innych roślin sadowniczych byłaby niemożliwa.

Najaktywniejszy wzrost korzeni aronii jest na wiosnę (maj–czerwiec) potem aktywność wzrostu spada, żeby jesienią zazwyczaj we wrześniu znowu się uaktywnić. Zaobserwowano, że nawet późną jesienią i wczesną zimą, w stanie bezlistnym, gdy ziemia nie jest zamrznięta następuje rozwój systemu korzeniowego.

Dlatego zalecane jest jesienne zakładanie plantacji, ponieważ system korzeniowy aronii będąc aktywny jeszcze jesienią po posadzeniu zapewni szybki i silny wiosenny „start” nowo założonej plantacji.

Pędy jednoroczne są zazwyczaj nierozgałęzione, koloru ciemno szarego z małymi pączkami przylegającymi do pędu. Liście są szerokoowalne lub eliptyczne z drobnymi ząbkami po bokach, zakończone szpiczastym końcem. Blaszka liściowa długości 6–9 cm, szerokości 5–6 cm ma krótki ogonek (ok. 1 cm), przy końcu którego znajdują się dwa przylistki. Ogonek liściowy i dolna część centralnej żyłki od dolnej strony ma odcień purpurowy. Wierzchnia strona liścia jest lśniąca o grubej skórcie, a dolna strona z lekkim białym opuszeniem. Rozłożenie liści na pędzie jest regularne, odchodzą od niego pod ostrym kątem. Jesienią liście pięknie się przebarwiają na purpurowy kolor. W czerwcu w kąciakach liści zaczynają się tworzyć pąki liściowe i kwiatowe, ściśle przylegające do pędu. Jesienią można już bez trudu rozpoznać, które są liściowe – węższe i bardziej przylegające, a które kwiatowe – grubsze i lekko odchylone.



Aronia kwitnie w drugiej połowie maja, zazwyczaj już po wiosennych przymrozkach. Kwitnienie jest dość rozciągnięte w czasie, trwa od 10 do 15 dni. Kwiaty na krzewie rozwijają się nierównomiernie, również pojedyncze kwiaty w poszczególnych kwiatostanach nie rozwijają się równocześnie. Jest to bardzo cenna cecha, ponieważ w dużym stopniu eliminuje wpływ wiosennych



przymrozków na zawiązywanie owoców. W każdym kwiatostanie znajduje się średnio 20–30 kwiatków a w kwiatostanach rozwijających się z pączków szczytowych może być ponad 30 kwiatków. W sprzyjających warunkach, gdy oblot pszczoł i innych owadów jest niezakłócony, zapylanych jest 80–90% kwiatów, a zawiązane owoce zazwyczaj nie opadają. W pogodzie niesprzyjającej, desz-

czowe następuje samozapylenie, a ilość zawiązaných owoców spada do 40 – 60 %.

Małe białe kwiatki z lekkim różowym odcieniem, średnicy około 12 mm zebrane są w gęste kwiatostany – baldachogrona średnicy 5–6 cm. Pojedynczy kwiatek posiada pięć płatków korony i taką samą ilość działek kielicha. Około 20 pręcików z purpurowymi pylnikami otacza pojedynczy słupek. Wewnątrz kwiatka między zalążnią a pręcikami wytwarzany jest nektar, do którego bardzo chętnie przylatują pszczoły i inne owady zapylające kwiaty.

Tak więc aronia jest też bardzo dobrym pożytkiem pszczelim.



Przy jej rozciągniętym kwitnieniu pszczoły mają pod dostatkiem nektaru przez prawie dwa tygodnie w okresie, kiedy już większość gatunków roślin sadowniczych zakończyła kwitnienie. W każdym gnieździe nasiennym zawiązują się dwa nasiona, ale zazwyczaj dojrzewa tylko jedno. Nasiona są na tyle drobne (1g zawiera około 90 szt. nasion), że są mało wyczuwalne w gotowych przetworach.

Czas formowania owoców to około 90 dni. W początkowym okresie owoce w gronie przylegają do siebie, są zielone omszone pokryte białawymi włoskami. W miarę wzrostu tracą omszenie i coraz bardziej oddzielają się od siebie. W drugiej połowie lipca rozpoczyna się szybki przyrost masy owoców i ich przebarwienie, w sierpniu owoce stają się koloru czarnego z błękitnym woskowym nalotem. Dojrzałość do zbioru owoce uzyskują w końcu sierpnia, przeciętna średnica jednego owocu wynosi wtedy 10 mm, a waga 1g.

11.2 Wymagania klimatyczne i glebowe

Aronia posiada dużą zdolność przystosowania się do różnych warunków środowiskowych, dlatego można ją uprawiać na terenie całej Polski nie wyłączając terenów podgórskich, gdzie najlepiej się czuje na skłonach nasłonecznionych.

Aronia jest rośliną światłolubną i do obfitego plonowania potrzebuje dobrego oświetlenia.

Krzewy posadzone w zbyt bliskiej odległości od wysokich drzew lub wzdłuż ocieniających je murów albo budowli będą słabo i nieregularnie plonować.

Częstym błędem, zwłaszcza w amatorskiej uprawie na małych działkach, jest sadzenie aronii razem z wyższymi od niej drzewami owocowymi, lub wręcz pod tymi drzewami, albo sadzenie krzewów wzdłuż altanek zwłaszcza od ich północnej strony.

Błędem popełnianym w latach ubiegłych w plantacyjnej uprawie towarowej była zbyt mała odległość między rzędami roślin. Rzędy krzewów posadzonych zbyt blisko siebie po kilku latach wzrostu roślin zaczynają się ocieniać wzajemnie, co powoduje spadek plonów. Co gorsze, rośliny w poszukiwaniu lepszego oświetlenia zaczynają intensywny wzrost do góry bardzo utrudniając mechaniczny zbiór owoców.

Należy pamiętać, żeby odległość między rzędami przy uprawie plantacyjnej nigdy nie była mniejsza niż 4 m. Właściwe oświetlenie jest czynnikiem podstawowym przy uprawie aronii.



Aronia nie ma szczególnych wymagań co do temperatur w okresie wegetacji. W całej strefie umiarkowanej plonuje obficie i dojrzewa równomiernie, również w latach o niskiej sumie dodatnich temperatur okresu wegetacyjnego (około 1500 stopni). Optymalna suma temperatur dodatnich powyżej 10°C w okresie wegetacji to 1900–2100 stopni, ale w miarę prawidłowo rozwija się również przy wyższej temperaturze, gdy suma temperatur dodatnich przekracza 2300 stopni.

Krótkotrwałe wysokie temperatury nie pozostawiają śladów na liściach i owocach aronii, podczas gdy w takich samych warunkach następowały poparzenia liści i owoców porzeczki i agrestu.

W wyjątkowo niesprzyjających warunkach, gdy wysoka temperatura zbiega się z długotrwałym brakiem opadów, zwłaszcza na przełomie lipca i sierpnia, może następować gorzknienie owoców.

Zaznaczyć również należy wyjątkową odporność aronii na niskie temperatury.

Wegetację wiosną rozpoczyna dość szybko i już przy pierwszych małych podwyższeniach temperatury w początkowej fazie wegetacji jest niewrażliwa na nawet znaczne wahania temperatur i spadki temperatury poniżej 0°C. Dzięki późnemu okresowi kwitnienia (kwitnienie zazwyczaj rozpoczyna się około 15 maja) bardzo rzadko się zdarza, że wiosenne przymrozki niszczą kwiaty. Kwitnienie jest rozciągnięte w czasie (trwa zazwyczaj do 25 maja), kwiatostany rozwijają się nierównocześnie, jak i poszczególne kwiaty w kwiatostanie rozwijają się niejednocześnie. W końcowej fazie kwitnienia widać już zawiązane owoce



oraz kwiaty rozpoczynające kwitnienie. Jak wykazały obserwacje, nawet w pełni kwitnienia nigdy nie jest więcej gotowych do zapylenia słupków kwiatowych niż 40%, a co za tym idzie potencjalne straty wywołane wiosennymi przymrozkami nie przekraczają tego poziomu.

Odporność aronii na niskie temperatury w okresie zimy jest bardzo duża.

Sporadycznie – podczas bardzo ostrych zim obserwuje się przemarzanie jednorocznych pędów. Może tak się zdarzyć przy splocie niesprzyjających warunków przy przygotowaniu rośliny do zimowego spoczynku. Gdy w okresie intensywnego wzrostu pędów (wiosna – lato) występują niesprzyjające warunki, np. długotrwałe susze i wysokie temperatury, a wczesną jesienią jest ciepło i duża wilgotność gleby, następuje wtedy intensywny jesienny przyrost pędów, które nie zdążą dostatecznie zdrewnieć przed nastaniem zimy. Może się wtedy zdarzyć, że wczesno-zimowe znaczne spadki temperatury poniżej 0°C spowodują przemarznięcie wierzchołkowych części tegorocznych pędów. Zdarza to się niezmiernie rzadko i nie stanowi wielkiego zagrożenia dla plantacji, ponieważ w następnym roku po usunięciu przemrzonych pędów krzewy szybko się regenerują.

Odporność systemu korzeniowego aronii na przemarzanie jest praktycznie całkowita.

Podczas ponad 30 letnich obserwacji plantacji aronii na terenie Polski ani razu nie stwierdzono przypadku przemarznięcia korzeni. Mrozy nawet poniżej -35°C i przy niewielkiej pokrywie śniegowej nie wyrządzały jakichkolwiek szkód w systemie korzeniowym aronii. O wytrzymałości krzewów aronii na przemarzanie najlepiej świadczy fakt, że uprawiana jest ona również w Rosji na terenach zachodniej Syberii w strefie lasostepów o ostrym kontynentalnym klimacie. Również i w takim klimacie całkiem nieźle daje sobie radę, chociaż nie można w tamtych warunkach liczyć na wysokie plony.

Pąki liściowe w okresie zimowego spoczynku są odporne na mróz; trochę mniej odporne są pąki kwiatowe, które sporadycznie mogą przemarzać podczas zdarzających się anomalii pogodowych, kiedy

w miesiącach zimowych (styczeń, luty) następują długotrwałe znaczne ocieplenia powyżej 0°C, a następnie powraca zima z bardzo niskimi temperaturami.

Zapotrzebowanie aronii na wodę nie odbiega od zapotrzebowania innych popularnych roślin sadowniczych, opady w przedziale 500–600 mm w pełni zabezpieczają jej normalny rozwój.

Najlepiej czuje się na terenach o dużej wilgotności powietrza i wodą gruntową znajdującą się stosunkowo płytko pod powierzchnią ziemi. Największe zapotrzebowanie na wodę jest od rozpoczęcia wegetacji do zawiązania owoców. Drugim okresem wzmożonego zapotrzebowania na wodę jest okres intensywnego przyrostu i dojrzewania owoców który przypada od trzeciej dekady lipca do połowy sierpnia. Zazwyczaj nie ma problemu z zaopatrzeniem aronii w wodę w pierwszym, wiosennym okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę, bo gleba posiada zapasy wody po zimowym śniegu. Jednak w drugim okresie, na przełomie lipca i sierpnia często zdarzają się okresowe niedobory wilgoci związane z brakiem opadów i wysoką temperaturą, co może prowadzić do zmniejszenia plonów i gorzknięcia owoców.

Wrażliwość na znaczne braki wody aronia rekompensuje bardzo dużą odpornością na jej nadmiar. Może rosnąć na niskich terenach o bardzo płytko położonej wodzie gruntowej, które często w okresie wiosennym przy intensywnych opadach mają nadmiar wody. Zdarza się to zwłaszcza na terenach niezmeliorowanych, gdzie plantacje są okresowo podtapiane. Jak zaobserwowano w rejonie grójeckim, rosnące obok siebie w takich samych warunkach plantacje wiśniowe, aroniowe i jabłoniowe podczas bardzo niesprzyjających warunków związanych z intensywnymi opadami wiosennymi zostały czasowo podtopione. Plantacje wiśni i jabłoni zostały całkowicie zniszczone, ale rosnąca między nimi plantacja aronii po ustąpieniu wody podjęła normalny wzrost. Kwitła i owocowała, zmniejszając jedynie wysokość plonu w porównaniu do tej części plantacji, która nie uległa podtopieniu.

Aronię można uprawiać na prawie wszystkich rodzajach gleb.



Jedynie mało przydatne do jej uprawy są gleby kamieniste i żwirzaste oraz silnie podbagnione i zasolone. Aronia dobrze rośnie, gdy dolne warstwy gleby składają się z glin spiaszczonych, które dobrze zatrzymują wodę a zarazem przewietrzają się. Gorzej rośnie, gdy dolne warstwy gleby to gliny ciężkie, które doprowadzają do zastojów wody, co z kolei jest niekorzystne dla prawidłowego rozwoju korzeni. Aronia, tak jak większość innych roślin sadowniczych, najlepiej rośnie na próchnicznych żyznych glebach o bardzo dobrych stosunkach powietrzno – wodnych, zatrzymujących odpowiednią ilość wody, a zarazem dobrze się przewietrzających o poziomie wód gruntowych około 1,5 m. Należy jednak pamiętać, że aronia może dobrze rosnąć również i na gorszych glebach, nawet na takich, na których bardziej wymagające gatunki sadownicze jak grusze, jabłonie czy nawet wiśnie rosnąć dobrze nie będą. Kierując się rachunkiem ekonomicznym celowe jest przeznaczenie najlepszych kompleksów glebowych na uprawy gatunków bardziej wymagających a aronie uprawiać na glebach o średniej bonitacji, a nawet słabszej z wyłączeniem oczywiście gleb skrajnie słabych. Jeśli już posadzimy aronię na najbardziej żyznych glebach I i II klasie bonitacji należy pamiętać o tym, że w tak sprzyjających warunkach ma ona tendencję do bujnego wzrostu, co w połączeniu ze zbyt

wysokim nawożeniem azotowym może doprowadzić do wyrośnięcia zbyt wysokich gałęzi, co z kolei utrudni lub wręcz uniemożliwi mechaniczny zbiór owoców. Dlatego zaleca się sadzić aronię na III, IV a nawet na V klasie (utrzymanej w dobrej kulturze rolnej). Wykorzystujemy gleby słabsze, a zarazem odpowiednio sterując nawożeniem nie dopuścimy do zbyt wysokiego wzrostu krzewów. Do uprawy aronii można przeznaczyć gleby niższe (ale nie podbagnione) i tereny połąkowe. Na takich glebach aronia da sobie radę nawet z okresowym krótkotrwałym nadmiarem wody, a jedyną różnicą między uprawą na takich glebach a uprawą na glebach wyżej położonych jest opóźnienie w osiągnięciu dojrzałości owoców do zbioru o około tydzień. Uprawiając aronię na glebach najstabszych, lekkich i mało zasobnych w wodę V klasy należy liczyć się, w latach ubogich w opady, z koniecznością nawadniania takich plantacji zwłaszcza w okresie intensywnego wzrostu owoców.

11.3 Projektowanie plantacji

Zakładając towarową plantację aronii należy wziąć pod uwagę wiele czynników, zarówno przyrodniczych jak i ekonomicznych.

- **Przed przystąpieniem do zakładania plantacji należy najpierw przeprowadzić kalkulację ekonomiczną** biorąc pod uwagę takie elementy jak możliwości zbytu owoców, odległość od zakładów przetwórczych, dostępność maszyn potrzebnych do uprawy i zbioru owoców jak i dostępność siły roboczej. Wszystkie te czynniki należy skorelować z wielkością planowanej plantacji. Inaczej będzie przedstawiała się kalkulacja dla założenia małej plantacji dla potrzeb np. gospodarstwa agroturystycznego, gdzie owoce w większości będą przeznaczone na potrzeby małej przydomowej przetwórni. Przy małej powierzchni uprawy nieoptycalny byłby zakup kombajnu do zbioru owoców, a zakładając brak w najbliższej okolicy kombajnu, który mógłby wykonać usługę, musimy wkalkulować dość kosztowny zbiór ręczny. **Im plantacja większa, tym koszty produkcji mniejsze.** Plantacje duże, kilkunasto lub kilkudziesięciohektarowe, mogą dostarczać zebrane owoce do znacznie bardziej oddalonych przetwórni, ponieważ odbywa się to dużymi samochodami, gdzie koszt jednostkowy przewozu 1 kg owoców jest stosunkowo niedu-

ży. Również koszty prac pielęgnacyjnych, jak koszenie międzyrzędzi i zbiór owoców jest relatywnie mały, ponieważ używa się wydajnych maszyn i nie ma problemu z przemieszczaniem się ich między małymi odległymi od siebie plantacjami.

- Jeśli już podjęliśmy decyzję o założeniu plantacji aronii, trzeba należyście ją zaplanować w terenie. Nie ma większego problemu przy zakładaniu plantacji na terenach nizinnych, bez większych wzniesień. Na terenach podgórskich, gdy zakładamy plantację przeznaczoną do zbioru mechanicznego, trzeba zwrócić uwagę, żeby pochyłości terenu nie były większe od dopuszczalnych dla maszyn, którymi będziemy się posługiwać. Jest to szczególnie ważne przy zbiorze owoców kombajnami, zwłaszcza kombajnem samobieżnym, którego środek ciężkości jest dość wysoko i przy zbyt dużych bocznych wychyleniach, może nastąpić jego wywrócenie.
- Wytarczając rzędy należy starać się, aby wytarczone one były w poprzek dominujących kierunków wiatrów. Złagodzi to wysuszające działanie wiatru w lecie, bo pierwsze od strony wiatru rzędy ostonią następne, a w zimie takie położenie rzędów pozwoli zgromadzić w międzyrzędziach większe ilości śniegu, co zmniejszy przemarzanie gleby i zgromadzi większy zapas wody na okres wiosenny.
- Przy dużych plantacjach i bardzo długich rzędach należy nie zapomnieć o pozostawieniu co 300 – 500 m poprzecznych dróg manewrowych, pozwalających wywieźć skrzynie z owocami bez



konieczności jazdy z każdym transportem owoców aż do końca plantacji. Drogi takie są również niezbędne do szybkiego dojazdu i sprowadzenia sprzętu podczas jego awarii, jak również dostarczenia pustych opakowań na owoce. Również na początku i na końcu rzędów należy zostawić pas nieobsadzony, szerokości od 6 do 8 m, do nawrotów kombajnu zbierającego owoce, w zależności od wielkości sprzętu używanego na plantacji.

- Odległość między rzędami nie może być mniejsza niż 4 m. a na glebach żyznych o najlepszych bonitacjach odległość między rzędami można powiększyć nawet do 4,5 m. Bardziej intensywny wzrost gałęzi i duże obłożenie ich owocami przed zbiorem znacznie odegnie je, zawężając korytarz na przejazd maszyn. W rzędach krzewy sadzić należy co 0,6 – 0,7 m. Gęste sadzenie w rzędach jest konieczne do przeprowadzenia zbioru mechanicznego owoców. Krzewy muszą w krótkim czasie stworzyć szpaler, dzięki któremu kombajn będzie się posuwał równomiernie. Krzewy posadzone w rzędach zbyt rzadko rozrastają się we wszystkich kierunkach powodując to, że kombajn zbierając owoce „szarpie”, niszczy gałęzie i zostawia na krzakach zbyt dużo owoców. Przy zakładaniu małych plantacji z założenia przeznaczonych do zbioru ręcznego lub plantacji, które ze względu na konfigurację terenu, np. zbyt dużego nachylenia, nie pozwalającego na pracę kombajnu, można sadzonki rozmieszczać w rzędach co 1–1,5 m.
- Przy zakładaniu dużych plantacji w odkrytych terenach, gdzie występują silne wiatry, należy zaplanować wykonanie zapór przeciwwietrznych. Zapory takie tworzy się z jednego lub dwóch rzędów drzew posadzonych w poprzek kierunku najczęściej wiejących wiatrów. Do budowy takich pasów najczęściej używa się drzew silnie rosnących, jak np. topole. Można również posadzić naprzemiennie drzewa silnie rosnące z drzewami wolniej rosnącymi, jak np. topolę ze świerkami. Pas przeciwwietrzny powinien być posadzony w odpowiedniej odległości od plantacji, aby nie zaciemniał jej i nie pozbawiał składników pokarmowych i wody. Odległość drzew chroniących plantacje od wiatrów od pierwszego rzędu krzewów powinna wynosić 12–15 m.
- Jeśli planowane jest nawadnianie plantacji, należy przed jej założeniem zaprojektować przebieg ciągów wodnych zaopatrujących

deszczownie w wodę. Zwłaszcza ciągi główne prowadzące od zbiornika wodnego lub studni głębinowej. Powinny one być zakopane poniżej strefy przemarzania. Jeśli rury prowadzone są na powierzchni, należy tak je umieścić, aby była możliwość spuszczenia z nich wody na okres zimy, co zabezpieczy je przed popękaniem w skutek zamarzania wody.

11.4 Przygotowanie gleby przed posadzeniem plantacji

Dobre przygotowanie gleby przed założeniem plantacji ma zasadnicze znaczenie i rzutuje na okres wejścia jej w owocowanie.

- **W pierwszej kolejności** należy oczyścić glebę z chwastów, co bardzo ułatwi pielęgnację posadzonych sadzonek w pierwszych latach, gdyż młode krzewy są szczególnie wrażliwe na zachwaszczenie. W 4–5 roku życia aronia dostatecznie silnie sama zagłusza chwasty.
- **Na rok przed posadzeniem plantacji** należy zbadać kwasowość gleby i w razie potrzeby przeprowadzić wapnowanie, doprowadzając ją do odczynu lekko kwaśnego (pH około 6,5). Najlepiej do wapnowania użyć wapna magnezowego, które oprócz zmiany kwasowości, zaopatrzenia gleby w wapń i polepszenia jej struktury wzbogaci ją również w magnez, który jest bardzo potrzebnym pierwiastkiem do prawidłowego rozwoju roślin.



Na glebach lekkich najlepiej stosować wapno magnezowe węglanowe (40% CaO + 10–20% MgO), a na glebach cięższych – wapno magnezowe tlenkowe (45–60% CaO + 10–20% MgO).

-
- W okresie wegetacyjnym, poprzedzającym zakładanie plantacji, dobrze jest zastosować mieszankę okrywową do wczesnego przyorania. Najlepiej, jeśli w składzie mieszanki znajdują się rośliny motylkowe jak łubin, wyka, saradela czy peluszką; można stosować również gorczycę lub facelię. Przyorywane rośliny okrywowe spełniają kilka zadań:
 1. zagłuszają chwasty
 2. wzbogacają glebę w próchnicę, poprawiając jej strukturę
 3. wzbogacają glebę w azot (rośliny motylkowe)
 - **Jeśli mieszanka okrywowa nie zlikwiduje nam wszystkich chwastów**, zwłaszcza chwastów trwałych, np. perz, należy pole opryskać herbicydem systemicznym np. **Rundupem**. Gdy oprócz perzu występują uciążliwe chwasty dwuliścienne, np. powój czy mniszek, można wykonać oprysk Rundupem z dodatkiem **Chwastxu Extra**.
 - **Na kilka tygodni przed planowanym sadzeniem plantacji** należy wykonać analizę gleby, żeby zbilansować ostatecznie poziom składników pokarmowych. W tym celu pobieramy próbki gleby. Jeśli pola wyrównane są bonitacyjnie, wystarczy jedna próbka na 2–4 ha pola, jeśli jednak grunty są wyraźnie zróżnicowane należy pobrać tyle próbek, gatunków gruntu. Próbki należy pobierać zarówno z warstwy ornej (0–20 cm), jak i pod ornej (20–40 cm) – z około 20 miejsc dla każdej próbki. Próbki pobieramy łaską Egnera lub – jeśli jej nie mamy, możemy zeszkrobać ziemię łyżeczką z profilu glebowego. Glebę pobraną ze wszystkich dołków, stanowiących jedną próbę należy starannie wymieszać, przesypać do foliowej torebki około 0,5 litra wymieszanej gleby i wysłać do analizy laboratoryjnej do stacji chemiczno-rolniczej. Po otrzymaniu wyników możemy – jeszcze przed posadzeniem plantacji skorygować zawartości składników pokarmowych do pożądanego poziomu. Chodzi głównie o skorygowanie poziomu tych składników, które trudno przemieszczają się w kompleksie glebowym, jak fosfor i potas.

Bardzo dobrze wpływa na wzrost młodej plantacji nawożenie obornikiem, zwłaszcza na glebach słabszych, mało zasobnych w próchnicę. Obornik można stosować w dużych dawkach 40 – 60 ton/ha, bez względu na to jakie były stosowane uprzednio przedplony. Takie organiczne nawożenie zapewni dostatek wszystkich niezbędnych mikroelementów i wprowadzi do gleby sporą dawkę próchnicy, polepszając jej strukturę.
-

Te podstawowe zabiegi agrotechniczne wykonujemy na około 2 tygodnie przed założeniem plantacji. Rozrzucamy na pole obornik – który jeśli potrzeba – wzbogacamy rozsypaniem do 200 kg/ha P_2O_5 i do 200 kg/ha K_2O ; wszystko przyorujemy, stosując orkę głęboką. Następnie należy pole zabronować, aby wyrównać powierzchnię i uniknąć zbytniego przesuszenia gleby.

11.5 Zakładanie plantacji

Przystępując do zakładania dużej towarowej plantacji trzeba najpierw sporządzić plan na podkładzie geodezyjnym. Zazwyczaj robi się to na mapie w skali 1: 5000. Plan taki musi uwzględniać wszystkie czynniki mające wpływ na prawidłowe prowadzenie uprawy.

- Projektujemy poszczególne kwatery plantacji, wytyczając drogi przejazdowe, nie zapominając o pozostawieniu odpowiedniej ilości miejsca na nawroty maszyn.
- Planując nawodnienie plantacji uwzględniamy położenie zbiorników wodnych lub studni głębinowej.
- Należy pamiętać o odpowiednim usytuowaniu kwater względem kierunku, z którego wieją przeważające wiatry i zaprojektowaniu pasów przeciwwietrznych.
- Trzeba uwzględnić położenie zabudowań gospodarczych, takich jak magazyny na opakowania, garaże na sprzęt i maszyny, place manewrowe do załadunku owoców itp.
- Projekt techniczny musi stanowić spójną całość, co zagwarantuje w przyszłości niskie koszty obsługi dobrze zaprojektowanej plantacji.

Przystępując w terenie do realizacji wcześniej przygotowanego projektu najlepiej jest posługiwać się sprzętem geodezyjnym, takim jak teodolit. Pozwoli to na szybkie i precyzyjne wyznaczenie dróg i kwater z zachowaniem, tam gdzie trzeba, kątów prostych. Zakładając mniejsze plantacje przy wytyczaniu dróg, kwater i rzędów możemy posłużyć się taśmą, tyczkami, sznurem i węgielnicą do wytyczenia kątów prostych.

Technika sadzenia jest analogiczna, jak u większości krzewów i drzew owocowych.



Sadzarka Daria firmy Jagoda

Sadzonki sadi się 3 – 5 cm głębiej niż rośliny w szkółce, co sprzyja lepszemu krzewieniu się aronii.

Na dużych plantacjach warto stosować sadzarki ciągnikowe, które wielokrotnie przyspieszają pracę. Zakładając małe plantacje, po wytyczeniu rzędów, zaznacza się miejsca na sadzonki i kopie dołki – im gleba słabsza tym większe.

Na glebach słabszych dobrze jest zaprawiać dołki obornikiem, kompostem lub odkwaszonym substratem torfowym. Należy uważać, aby korzenie były dobrze rozłożone i nie stykały się bezpośrednio z obornikiem. Po sadzeniu powinno pozostać wokół sadzonki lekkie wklęsnięcie ziemi powodujące łatwiejsze gromadzenie się wody przy korzeniach.

Materiał szkółkarski stosowany do zakładania plantacji ma podstawowe znaczenie i rzutuje na wyniki ekonomiczne prowadzonej plantacji od jej założenia aż do likwidacji.

Wszelkie pozorne oszczędności na materiale sadzeniowym zakupionym po okazjnie niskich cenach, z niepewnego źródła, odbijają się zawsze bez porównania większymi stratami w plonowaniu i pokroju plantacji. Są to straty nie do poprawienia, bo „z byka krowy się nie zrobi”, choćby nie wiadomo jak dobrze go karmić i pielęgnować – mleka i tak nie będzie.

Plantacje należy zakładać wyłącznie z selekcyjnych sadzonek wegetatywnych, które wiernie powtarzają cechy roślin matecznych.

Taki materiał powinno się nabyć jedynie w szkółce specjalistycznej, która posiada mateczniki powstałe z krzewów o sprawdzonych, utrwalonych, pozytywnych cechach, gwarantujących wysokie plony i odpowiedni pokrój krzewów. Wiele dużych plantacji zakładanych jest z odmiany Aronia „Nero”, która daje wysokie plony i nadaje się do zbioru mechanicznego. Jeszcze lepsze efekty daje odmiana Aronia „Nero-Eggert”, która w ostatnich latach została wyselekcjonowana z odmiany „Nero”.

Niedopuszczalne jest zakładanie plantacji towarowych sadzonkami powstałymi z siewu. Plantacja powstała z siewek zaczyna owocować 3 lata później niż plantacja z sadzonek wegetatywnych, co wiąże się ze stratą 3-letnich plonów.

Wielkość plonu jest również dużo niższa, ponieważ plonowanie pojedynczych krzewów jest bardzo różne, jest to naturalnym zjawiskiem zmienności osobniczej przy rozmnażaniu generatywnym. Jednak największą wadą plantacji powstałej z siewek jest to, że intensywnie rosną one w górę oraz nadmiernie krzewią się, co bardzo utrudnia zbiór mechaniczny, a często po kilku latach wręcz go uniemożliwia.

Dobrej jakości 2-letnie sadzonki wegetatywne posiadają już zawiązane pąki kwiatowe, a co za tym idzie mogą owocować w pierwszym roku po posadzeniu. Zazwyczaj jednak po posadzeniu przycinamy pędy, aby właśnie w pierwszym roku nie dopuścić do zawiązania owoców, co pomoże w prawidłowym rozwoju krzewu zaraz po posadzeniu i spowoduje obfite plonowanie już w drugim roku po posadzeniu.

Sadzonki przeznaczone na miejsce stałe powinny być jednorodne, najlepiej dwulatki lub bardzo dobrze





rozwinęte jednolatki. Po wykopaniu sadzonek ze szkółki, co najczęściej odbywa się w październiku, należy materiał zadołować, najlepiej w pobliżu miejsca sadzenia. Unikać należy przesuszenia i przemrożenia korzeni, co ma bardzo duży wpływ na przyjęcie się sadzonek. Sadzonki zdrowe, silne i odpowiednio zabezpieczone dają gwarancję 100% przyjęcia.

11.6 Pielęgnacja nasadzeń

Podstawowym zabiegiem pielęgnacyjnym w pierwszych latach wzrostu plantacji jest niedopuszczenie do zachwaszczenia plantacji. W plantacjach konwencjonalnych (nieekologicznych) zazwyczaj w rzędach stosuje się pasy herbicydowe, a w międzyrzędziach czarny ugór lub zadarnienie, rzadziej ugór herbicydowy na całej powierzchni. Optymalnym rozwiązaniem w pierwszym roku lub w pierwszych dwóch latach zapewnia stosowanie pasów herbicydowych w rzędach i czarny ugór w międzyrzędziach, a w drugim lub trzecim roku wysiać w międzyrzędzia mieszanki traw.

Wybór metody utrzymywania gleby na plantacji zależy od wielu czynników, z których najważniejsze to bonitacja gleby, konfiguracja terenu i ilość opadów atmosferycznych.

-
- **Na glebach niższych bonitacji**, piaszczystych, zwłaszcza w okolicach o mniejszej ilości opadów, można przez dłuższy okres utrzymywać plantację w czarnym ugorze dzięki stosowaniu agregatu uprawowego, aktywnej brony wahadłowej lub naprzemiennie kultywatora, bron i glebogryzarki. Niszczymy w ten sposób chwasty, które konkurują z aronią o wodę, składniki pokarmowe i światło. Przy tej metodzie uprawy gleby należy zwracać uwagę na to, żeby nie uprawiać jej głębiej niż na 5–7 cm. Taka płytka uprawa z powodzeniem zlikwiduje młode chwasty, nie niszcząc korzeni aronii i nie doprowadzi do zbytowego przesuszenia gleby. Wąskie pasy wzdłuż rzędów można odchwaszczać ręcznie lub za pomocą herbicydów. Zamiast uprawy mechanicznej międzyrzędzi można stosować ugór herbicydowy na całej powierzchni. Do tego celu służą herbicydy doglebowe, które bardzo wolno przemieszczają się w głąb gleby nie uszkadzając korzeni krzewów. Herbicydy pobierane są przez korzenie młodych chwastów i skutecznie je niszczą. Należy bardzo ostrożnie podchodzić do stosowania herbicydów doglebowych na glebach piaszczystych, łatwo przepuszczalnych, ponieważ przy intensywnych opadach deszczu istnieje zagrożenie zbyt szybkiego przemieszczenia się herbicydu do strefy korzeni aronii, co może spowodować osłabienie wzrostu plantacji.
 - **Jeśli konfiguracja terenu charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem** i występują znaczne skłony to utrzymywanie czarnego ugoru lub ugoru herbicydowego w międzyrzędziach jest niewskazane lub ograniczone tylko do pierwszego roku po założeniu plantacji. W lata deszczowe na plantacjach, na których jest wielokrotnie wruszana ziemia, może dojść do zmywania jej na skłonach. Są również kłopoty z przejazdami ciągnikiem, który wycina głębokie koleiny, a na glebach ciężkich, gliniastych może całkowicie uniemożliwić pracę sprzętu mechanicznego.



Urządzenie do pielenia ZUZA firmy Jagoda

-
- **Na glebach lepszej bonitacji**, zwłaszcza gliniastych, w terenie o płytko zalegających pod powierzchnią wodach gruntowych oraz na terenach pofałdowanych najlepiej stosować zadarnienie międzyrzędzi. Jest to najbardziej rozpowszechniony i mający najwięcej zalet sposób uprawy. Zadarnienie międzyrzędzi zapobiega erozji wodnej na terenach o zróżnicowanej konfiguracji oraz zatrzymuje wody opadowe, ochrania glebę przed głębokim przemarzaniem, umożliwia przejazd ciągnikami w mokre lata, nie powoduje tworzenia głębokich kolein, zmniejsza ugniatanie podłoża. Ponadto, koszona i niezbierana wielokrotnie trawa rozkłada się na polu, zwiększając próchniczność gleby, co pozwala na bezobornikową uprawę. Jak wykazały wieloletnie obserwacje, plantacje z pasami murawy szybciej kończą wegetację, co z kolei powoduje szybsze dojrzewanie i lepsze wybarwienie owoców. Na plantacjach zadarnionych rzadziej występują niedobory mikroelementów, takich jak bor, cynk czy żelazo. Trawę najlepiej wysiewać wiosną, stosując normę 40 kg nasion na 1 ha.



Bardzo ważny jest skład gatunkowy mieszanki traw do obsiania międzyrzędzi. Absolutnie nie można stosować mieszanek służących do obsiewania łąk i pastwisk, ponieważ składają się one z gatunków traw silnie rosnących i głęboko korzeniących się. Szczególnie niewskazana jest kupkówka, która po wysianiu staje się trawą dominującą, wypierającą inne gatunki niskie, płytko korzeniące się.

Polecane gatunki traw to:

- **kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*),**
- **kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*),**

-
- wiechlina łąkowa (*Poa Anna*),
 - wiechlina jednoroczna (*Poa pratensis*),
 - mietlica biała (*Agrostis alba*),
 - mietlica pospolita (*Agrostis vulgaris*),
 - grzebienica pospolita (*Cynosurus cristatus*),
 - życica trwała (*Lulium perenne*),
 - tymotka (*Phleum*).

Często stosowany jest skład mieszanki: 15 kg **życicy trwałej (lub tymotki)**, 10 kg **kostrzewy łąkowej**, 10 kg **wiechliny jednorocznej**, 5 kg **wiechliny łąkowej**. Dobre efekty daje też wysianie mieszanki kostrzewy czerwonej z tymotką. Jeśli nie możemy dostać takiej mieszanki, można wysiać którąkolwiek z tych traw samodzielnie. Oba te gatunki znoszą wielokrotne koszenie, płytko się korzenia, są niskie i zwarte. Do mieszanek traw zalecane jest, zwłaszcza w uprawach ekologicznych, dodanie **koniczyny białej**, która często koszona kwitnie przez całe lato i wzbogaca glebę dawką azotu około 40 kg/ha. Należy pamiętać, żeby po założeniu pasów murawy zwiększyć dawki nawożenia mineralnego, zwłaszcza podstawowymi nawozami azotem, potasem i fosforem, ponieważ w pierwszym roku zadarniania trawy absorbują duże ilości nawozów. W latach następnych, kiedy pasy trawy regularnie kosimy, zapotrzebowanie na składniki pokarmowe znacząco spada.

Bardzo ważnym zabiegiem pielęgnacyjnym jest odchwaszczanie rzędów plantacji, zwłaszcza przez pierwsze trzy lata po posadzeniu; potem aronia sama dość skutecznie zagłusza chwasty. Najprostszy sposób to stosowanie w rzędach pasów herbicydowych. Przy tej metodzie należy zwracać baczną uwagę na zastosowanie odpowiednich herbicydów. Nie przekraczać dawek zalecanych przez producenta, a zabiegi przeprowadzać tak, żeby nie doprowadzić do uszkodzenia krzewów aronii.

Używanie herbicydów jest bardzo wygodne dla plantatora, ale zawsze ma mniejszy lub większy ujemny wpływ na rozwój plantacji.

Dlatego, jeśli jest taka możliwość, to w pierwszym roku dobrze jest odchwaszczać rzędy mechanicznie przez ręczne pielenie wokół każdego krzaczka.

Skutecznym, ale drogim sposobem utrzymywania czystości w rzędach jest ściółkowanie całego rzędu rozdrobnioną korą lub trocinami. Można też wyłożyć cały pas specjalną, grubą, czarną, przepuszczalną dla powietrza i wody agrowłókniną, która nie pozwala kiełkować chwastom. Taka ochrona rzędów stosowana jest głównie w plantacjach prowadzonych metodami ekologicznymi.

Nawożenie powinno odbywać się po laboratoryjnej analizie gleby. Zewnętrzną oznaką dostatecznej ilości substancji pokarmowych jest ciemna barwa dużych liści, gęste ich ułożenie na pędzie i duże przyrosty krzewów. Liście drobne i jasne świadczą o braku składników pokarmowych w glebie lub zbytnim zagęszczeniu krzewów, przemarznięciu korzeni, suszy lub nadmiarze wody w podłożu. Najczęściej stosowane nawożenie organiczne to obornik lub rozcieńczona gnojowica. Przy nawożeniu mineralnym należy pamiętać, aby nawozy trudno przemieszczające się w glebie, jak fosforowe czy potasowe, dawać jesienią lub bardzo wczesną wiosną, a azotowe – w okresie wegetacji, najlepiej w 2 – 3 dawkach – począwszy od kwietnia do połowy czerwca. W pierwszym i drugim roku po posadzeniu dajemy nawozy punktowo pod każdy krzaczek lub pasowo wzdłuż rzędu w odległości kilkunastu centymetrów od krzewów, nie przekraczając dawki 50 gramów na jeden krzak. Od trzeciego roku można już dawać nawozy mineralne, nanosząc je pasowo szerokością około 1 m wzdłuż rzędów. Orientacyjne dawki nawozu (w czystym składniku) dla owocującej plantacji to N – 80 – 100 kg, P 80 – 100 kg, K 100 – 150 kg. Należy bardzo uważnie podchodzić do nawożenia azotowego, zwłaszcza w starszych plantacjach, których zapotrzebowanie na azot jest znacznie mniejsze niż innych roślin sadowniczych. Zbyt duże dawki nawozów azotowych, zwłaszcza na glebach żyznych wyższych bonitacji mogą doprowadzić do zbyt dużych przyrostów pędów, co może w konsekwencji utrudnić zbiór mechaniczny. W takich przypadkach należy zaprzestać nawożenia wiosennego azotem lub ograniczyć go do minimum, a niewielkie dawki nawozów azotowych podać dopiero w czerwcu po zawiązaniu owoców.

Cięcie jest jednym z podstawowych zabiegów mających na celu prześwietlenie krzewów i usunięcie pędów słabych i uszkodzonych. Pierwsze cięcie dokonujemy po posadzeniu plantacji. Przycina się wszystkie pędy do wysokości 5 – 10 cm nad ziemią. To cięcie ma dwa

podstawowe zadania – pierwsze to zbilansowanie wielkości korzeni do części nadziemnej. Sadzonka wykopana ze szkółki ma znacznie zredukowany system korzeniowy, dlatego w przypadku gdyby pierwsza wiosna po posadzeniu okazała się sucha, wówczas zredukowany podczas kopania sadzonek system korzeniowy nie podobałby z dostarczaniem wody do niezredukowanej części nadziemnej, co mogłoby skutkować usychaniem młodych roślin.

Drugim zadaniem cięcia sadzonek jest niedopuszczenie do kwitnięcia w pierwszym roku uprawy. Dobre dwuletnie sadzonki sprzedawane są z już zawiązanymi pąkami kwiatostanowymi, które, gdybyśmy je zostawili, w pierwszym roku uprawy zawiązałyby owoce, co znacznie osłabiłoby wzrost krzewów. Przycinając pędy zaraz po posadzeniu mamy pewność, że aronia ładnie się rozkrzewi, będzie miała duże przyrosty i w następnym roku wyda całkiem przyzwoity plon. Przez następne 3 – 4 lata cięcie ogranicza się tylko do usuwania gałęzi uszkodzonych (głównie podczas zbioru kombajnowego), krzyżujących się – co utrudnia zbiór owoców i płożących się po ziemi, z których niemożliwy jest zbiór kombajnem.

W następnych latach rozpocząć należy usuwanie najstarszych gałęzi tak, żeby mogły je zastąpić młode pędy. Najwięcej najładniejszych i największych owoców pozyskuje się z gałęzi między drugim a czwartym rokiem ich owocowania, czyli najlepiej jeśli krzew składałby się z gałęzi nie starszych niż sześćoletnie. W miarę możliwości powinniśmy co roku likwidować część najstarszych gałęzi, na miejsce których pozwalamy wyrosnąć młodym pędom. Należy również nie dopuszczać do zbytniego zagęszczenia krzewów, usuwając nie tylko najstarsze gałęzie, ale i nadmierną ilość młodych odbić. Krzak zbyt gęsty intensywnie rośnie do góry w poszukiwaniu światła, owocowanie przenosi się coraz wyżej, co po kilku latach skutkuje kłopotami przy zbiorze, ponieważ część owoców może się znaleźć poza zasięgiem kombajnu. Ponadto owoce drobnieją, a część owoców zawiązanych wewnątrz zagęszczonego krzewu jest słabiej wybarwiona.

Po kilkunastu latach uprawy i braku prawidłowego cięcia krzewów plantacja wymaga radykalnego zabiegu odmładzającego. Zabieg taki polega na usunięciu wszystkich starych gałęzi i pozostawieniu tylko kilkunastu młodych pędów w jednym krzewie. Takie odmłodzenie plantacji jest bardzo pracochłonne, a co za tym



idzie, kosztowne. Znacznie tańszym jest radykalny zabieg odmłodzenia plantacji polegający na jednorazowym mechanicznym wycięciu wszystkich pędów. Wiąże się to z jednorocznym pozbawieniem się jakiegokolwiek owocowania, ale koszty mechanicznego cięcia w porównaniu z cięciem ręcznym są nieporównywalnie niższe, co na pewno zrekompensuje straty spowodowane brakiem owocowania. Po takim zabiegu krzewy zaczną odbijać bardzo dużą ilością młodych pędów. Podstawowym i wręcz koniecznym zabiegiem jest usunięcie większości z tych odbić i pozostawienie tylko maksymalnie kilkunastu pędów w jednym krzewie. Gdybyśmy tego nie zrobili, gęsto odbijające pędy, konkurując między sobą o światło rosłyby intensywnie do góry i po 2–3 latach dostalibyśmy bardzo zagęszczony wysoki krzew, marnie owocujący w wierzchołkowej części, a cały zabieg odmładzania nie miałby sensu. Dlatego planując odmładzanie plantacji musimy się przygotować do systematycznego regulowania ilości młodych pędów, zwłaszcza w pierwszych dwóch latach po wycięciu starych gałęzi. W pierwszym roku możemy ułatwić sobie sprawę usuwania nadmiernej ilości młodych pędów wykaszając je mechanicznie po obu stronach rzędu, zostawiając tylko wąski pas w środku. Praca ręczna w takim wypadku ograniczy się do usunięcia sekatorami pędów uszkodzonych i niedociętych przez kosiarkę oraz niektórych pędów ze środka rzędu, jeśli jest ich zbyt wiele.

11.7 Ochrona przed chorobami i szkodnikami

Aronia nie naraża na wiele kłopotów, ponieważ jak do tej pory w Polsce nie występowały na niej szkodniki ani choroby w takiej ilości, żeby zagrażały plantacjom. Jednak ze zwykłej przeczności warto dokonywać lustracji plantacji. Dotychczas **nie zaobserwowano chorób grzybowych na plantacjach aronii**, inaczej jest ze szkodnikami. Sporadycznie zdarza



się, że pojawiają się one nawet w ilościach, które można już zakwalifikować do zwalczania chemicznego. Jeśli szkodniki pojawiają się w niewielkiej ilości, lepiej nie ingerować z pestycydami. Jak wykazały wieloletnie obserwacje, przyroda sama daje sobie radę.

Najczęściej na plantacjach aronii można spotkać **mszyce** (*Aphidoidea*), które atakują młode liście i pędy. Wysysają

one soki, powodując skręcanie liści i czubków pędów. Zazwyczaj mszyce nie występują na całej powierzchni plantacji, a jedynie gniazdowo uszkadzając krzewy na powierzchni kilku lub kilkunastu metrów kwadratowych. W takim przypadku nie opłaca się zwalczanie chemiczne, ponieważ koszty zabiegu chemicznego są większe niż straty spowodowane niewielkim spadkiem plonu.

Zdarza się również, że z pobliskich upraw sadowniczych przeniesie się na plantację aronii **przędziorek chmielowiec** (*Panonychus ulmi*), jest to bardzo mały, prawie niezauważalny pajęczak usadawiający się głównie na dolnej stronie liścia. Wysysając soki z liści powoduje znaczne osłabienie rośliny.

Śluzownica ciemna (*Caliroa limacina*) to owad z rzędu błonkówek, którego larwy możemy spotkać głównie na górnej części liścia. Zjadają one górną warstwę miękkiszu, pozostawiając po sobie brązowe

zasychające plamy. Larwy śluzownicy wyglądają jak małe bezskorupowe ślimaki, są koloru zielonożółtego pokryte śluzem, mają długość 0,5–1 cm. Zazwyczaj występują dwa pokolenia tego szkodnika, w czerwcu i w sierpniu.

W ostatnich latach pojawił się na plantacjach aronii nowy szkodnik, wcześniej niespotykany w większych



ilościach. Jest to mały motyl, wyglądem podobny do zwójki *Trachycera advenella*. Gąsienice tego motyla zasiedlają kwiatostany aronii, oplatając je oprzędem. Wewnątrz takiego zbitego kwiatostanu żeruje jedna, a niekiedy dwie gąsienice, wygrzając pączki kwiatowe. Na szkodnika tego, który nie ma jeszcze nawet polskiej nazwy, trzeba zwrócić baczną uwagę, ponieważ w niedalekiej przyszłości może spowodować znaczne uszkodzenia kwiatostanów, co bezpośrednio przełoży się na wysokość plonu. Pozostałe szkodniki, które można spotkać na plantacjach aronii to: **piędzik przedzimek** (*Operophtera brumata*), **licinek jarzębiaczek** (*Agryrestia conjugella*) i **zwójki** (*Tortricidae*).

Choroby grzybowe nie sprawiają, jak do tej pory, kłopotów przy uprawie aronii. W literaturze opisane są przypadki wystąpienia w Rosji na plantacjach aronii **drobnej plamistości liści** wywoływanej przez grzyb *Phyllacticta* sp. Objawia się ona drobnymi brunatnymi plamkami na blaszce liściowej. Jest to niezbyt groźna choroba, powodująca wcześniejsze opadanie porażonych liści. Drugą chorobą grzybową, która niekiedy występowała na rosyjskich plantacjach, jest **monilioza**, powodowana przez grzyb *Stromatinia aucuparia*. Choroba ta rozwija się bardzo wczesną wiosną na pierwszych najmłodszych listkach, a następnie przenosi się do zawiązków kwiatowych, co w następstwie może prowadzić do gnicia i opadania dopiero co zawiązanych owoców. Na tą chorobę należy zwrócić baczną uwagę, ponieważ w przypadku jeśliby pojawiła się w naszych uprawach mogłaby znacznie obniżyć plony.

11.8 Zbiór owoców

Aronia dojrzewa w drugiej połowie sierpnia. Termin dojrzewania może wahać się w przedziale dwóch tygodni, w zależności od warunków środowiskowych jak i warunków pogodowych. Zbiór owoców jest jednorazowy, a przystąpić do niego należy, gdy wszystkie owoce są należycie wykształcone i wybarwione.

Wskaźnikiem dojrzałości owoców jest to, że szypułki przy owocach zmieniają barwę z zielonej na jasnoczerwoną.

Owoce mają już wtedy odpowiedni skład, właściwą ilość cukrów i barwników oraz straciły znaczną część goryczki, która jest charakterystyczna dla owoców niedojrzałych. Uchwycenie właściwego terminu zbioru ma podstawowe znaczenie przy zbiorze mechanicznym, ponieważ w pełni dojrzałe owoce łatwo odrywają się od szypulek, a co za tym idzie kombajn nie uszkadza owoców i nie pozostawia ich na krzewie. Przy dobrze prowadzonej plantacji i dobrze dobranym terminie zbioru wydajność kombajnu do zbioru owoców przekracza 95%, nierzadko jest to 98–99% zebranych owoców, co całkowicie eliminuje konieczność dorywania ręcznego.

Bardzo ważną cechą owoców aronii jest ich trwałość. Mimo że aronia należy do owoców jagodowych miękkich, są one bez porównania bardziej trwałe niż np. owoce porzeczki. Nawet kilkudniowe przetrzymywanie po zbiorze w skrzynkach nie powoduje ich zepsucia, odporne są również na długotrwały transport. Jest to cenną cechą pozwalającą na zebranie owoców z dużej powierzchni i jednorazowe dostarczenie dużej partii owoców do zakładu przetwórczego.

Świeże owoce, właściwie zebrane, wstawione bezpośrednio po zbiorze do chłodni, można przechowywać przez wiele tygodni bez obawy o ich jakość.

Ręczny zbiór aronii jest pracochłonny, przeciętnie jedna osoba zbiera około 100 kg owoców w ciągu jednego dnia pracy. Zazwyczaj ręcznie zbiera się tylko z plantacji w pierwszym roku owocowania, kie-

dy krzewy są jeszcze zbyt małe do zbioru kombajnowego. **Plantacje duże, wielohektarowe zbiera się kombajnami całorzędowymi lub półrzędowymi.** Dawniej do zbioru aronii z dość dobrym skutkiem używano kombajnów od poręczki czarnej. Ze względu jednak na to, że aronia jest krzewem większym od poręczki i plonuje znacznie obficie, od niej producenci kombajnów wzmocnili konstrukcję kombajnów poręczkowych i obecnie są już na rynku kombajny typowo aroniowe.



11.9 Uprawa ekologiczna

Aronia czarnoowocowa jest jakby stworzona do uprawy ekologicznej. Owoce zawierają związki o silnych właściwościach antyoksydacyjnych i są wykorzystywane do produkcji leków i wielu preparatów wspomagających leczenie różnych chorób. Lecznicze zastosowania aronii powodują, że owoce, jeśli to tylko możliwe, powinny być wyhodowane na plantacjach prowadzonych metodami ekologicznymi. Otrzymujemy wtedy wspaniały produkt, skutecznie wzmacniający nasz organizm i wolny od chemicznych zanieczyszczeń.

Aronia jest krzewem mało wymagającym w uprawie i w porównaniu z innymi roślinami sadowniczymi, bardzo odporna na choroby i szkodniki. Dlatego uprawa ekologiczna jest znacznie łatwiejsza niż inne ekologiczne uprawy. Swoją odporność aronia zawdzięcza dużej zawartości polifenoli w całej roślinie, które skutecznie zabezpieczają ją przed grzybami i bakteriami. Również owady niechętnie żerują na roślinach bogatych we flawonoidy i taniny. Dlatego lista chorób i szkodników mogących potencjalnie zagrażać uprawom aronii jest jak do tej pory bardzo krótka.

Najwięcej trudności przy uprawie ekologicznej sprawia walka z chwastami, zwłaszcza w pierwszych dwóch latach prowadzenia plantacji. Dlatego bardzo ważne jest, aby przed przystąpieniem do sadzenia sadzonek pole pod plantacje należycie przygotować. Nie mogąc uży-



wać herbicydów, powinno się odchwaszczać ziemię przez stosowanie gęsto wysiewanych mieszanek okrywowych. Jeśli jest taka możliwość, dobrze jest w jednym sezonie dwukrotnie pole obsiać i przyorać. Taki zabieg zlikwiduje większość chwastów i wzbogaci glebę w próchnicę oraz niezbędne składniki pokarmowe. Należy pamiętać, aby przyorywać mieszankę okrywową w chwili jej kwitnienia, kiedy młode pędy są zielone i niezdrewniałe, co gwarantuje szybkie rozłożenie się masy organicznej w glebie.

Podstawą dobrej plantacji ekologicznej jest materiał sadzeniowy. Oprócz tego, że musi to być sadzonka wegetatywna z mateczników selekcyjnych o utrwalonych cechach gwarantujących wysokie plonowanie i odpowiedni pokrój krzewu, dodatkowo musi pochodzić ze szkółki ekologicznej, kontrolowanej przez jednostki certyfikujące rolnictwo ekologiczne. Każda zakupiona partia sadzonek powinna posiadać certyfikat ekologiczny.

W pierwszym roku możemy stosować czarny ugór na całej powierzchni, wykorzystując do uprawy ziemi agregat uprawowy, kulty-

wator lub glebogryzarkę. Należy pamiętać, aby glebogryzarki nie używać częściej niż dwa razy w sezonie, ponieważ częstsze jej używanie psuje strukturę ziemi. Można również już w pierwszym roku zadarnić międzyrzędzia, przy czym w uprawach ekologicznych wskazane jest dodanie do mieszanek traw nasion białej koniczyny, której obecność spowoduje wzbogacenie uprawy w azot. Wąskie rzędy sadzonek zazwyczaj przez pierwsze dwa lata opielają się ręcznie, po tym okresie aronia powinna być na tyle wysoka i rozkrzewiona, że sama zagłusza większość chwastów, a nasza ingerencja ogranicza się do usuwania pojedynczych chwastów wrastających wewnątrz krzewów. Dobrą metodą, ale kosztowną, jest wysypywanie rzędów z sadzonkami trocinami lub rozdrobnioną korą albo wykładanie pasów specjalną czarną agrowłókniną, co zapobiega wyrastaniu chwastów i chroni glebę przed nadmierną utratą wody.

W uprawie ekologicznej powinniśmy stosować nawozy organiczne i komposty, a nawozy mineralne jedynie takie, które posiadają certyfikat ekologiczny i znajdują się na liście środków dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Obecnie w sprzedaży jest coraz więcej bardzo dobrych organicznych środków poprawiających właściwości podłoża, głównie wytwarzanych na bazie biohumusu produkowanego przez dżdżownice. Dżdżownice, przyspieszając proces tworzenia próchnicy, eliminują chemiczne związki, które normalnie muszą przejść skomplikowane procesy przemian, by roślina mogła je pobrać i użyć do swojego rozwoju. Dlatego w produktach na bazie biohumusu elementy mineralne występują w naturalnej postaci, a cała zawartość jest w 70% pobierana przez rośliny zaraz po podaniu. Jednocześnie dostarczane są mikroorganizmy przyjazne roślinom i człowiekowi, stymulujące aktywność mikrobiologiczną gleby. W Polsce tymi zagadnieniami zajmuje się dr Stanisław Wilk, który w firmie Host International w Cedrach Wielkich k. Gdańska produkuje Humowity-Eko i Eko-Użyźniacze posiadające certyfikaty kwalifikujące je do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

W gospodarstwach ekologicznych można samodzielnie wytworzyć nawozy organiczne i różnego rodzaju biopreparaty. Najpopularniejszym nawozem organicznym produkowanym w większości gospodarstw ekologicznych jest kompost. Wytwarzany jest z różnego rodzaju odpadów organicznych pochodzenia roślinnego, często z dodatkiem

gnojowicy lub obornika. Podczas właściwego procesu kompostowania dostajemy bardzo wartościowy nawóz poprawiający strukturę gleby i dostarczający uprawianym roślinom wszystkich potrzebnych makro i mikro elementów.

W walce ze szkodnikami i chorobami można stosować samodzielnie wytworzone ekologiczne biopreparaty, których produkcja jest stosunkowo prosta, a skuteczność zadowalająca. Biopreparaty ze względu na sposób ich wytwarzania podzielić można na:

1. wyciągi – rozdrobnione części roślin zalewamy zimną lub ciepłą wodą
2. napary – nalewamy gorącą wodą, ale nie gotujemy
3. wywary – nalewamy zimną wodą i gotujemy
4. maceraty, czyli gnojówki – zalewamy zimną wodą i pozostawiamy do czasu przegnicia materiału roślinnego spowodowanego działalnością bakterii gnilnych.

Lista roślin, z których sporządzamy biopreparaty jest bardzo długa, a najczęściej stosowane to: aksamitka, bez czarny, bieluń dziedzierza-wa, czosnek, cebula, krwawnik pospolity, chrzan, jodła, lulek czarny, łopian, mniszek, piołun, pokrzywa, rumianek, skrzyp polny, wilczomlecz, wrotycz.

Aronia nie wymaga nadmiernej ochrony, a pojawiające się sporadycznie na niej mszyce można z powodzeniem zwalczać stosując wyciągi z aksamitek, bielunia lub łusek cebuli, wyciąg lub wywar z czosnku, wyciąg lub gnojowicę z pokrzyw.

Duża łatwość uprawy i stosunkowo niższe niż przy innych uprawach sadowniczych koszty produkcji ekologicznej pozwala przypuszczać, że uprawy ekologiczne aronii będą coraz bardziej powszechne, a stosunek ich areалу do areálu upraw konwencjonalnych aronii będzie coraz bardziej korzystny na rzecz upraw ekologicznych. Dzięki temu na rynek trafiać będzie coraz większa ilość owoców cennych dla naszego zdrowia, a zarazem będą one wolne od chemicznych zanieczyszczeń, tak zwanej „nowoczesnej” uprawy roślin. Należy mieć nadzieję, że w niedalekiej przyszłości naprawdę „nowoczesna” uprawa roślin będzie się kojarzyła bardziej z rolnictwem ekologicznym niż z rolnictwem posługującym się tonami chemicznych środków, trujących środowisko i ludzi żyjących w tym środowisku.



PL-EKO-04
Poland Agriculture

YAGODY[®]
SUPERFOOD



bez dodatku cukru • bez dodatku wody • bez konserwantów • 100% aronia

EKOLOGICZNE PRODUKTY Z ARONII

100% POLSKIE POCHODZENIE

Zapraszamy do sklepu

 www.aronia.pl



BIOJUICE

PRODUCENT: P.P.H.U. Bio Juice Piotr Michalak

Właściciel marki Yagody Superfood

Dąbie 108a, 21-400 Łuków | ☎ +48 538 426 937 | ✉ biuro@biojuice.pl



12. Plantacje aronii

12.1. Wzorcowe polskie plantacje

Aronia jest takim owocem, który łatwo można przetworzyć i otrzymać bardzo wartościowe dla zdrowia produkty. Są w Polsce gospodarstwa, które realizują idee powrotu do mało przetworzonej żywności, produkowanej w harmonii z naturą i co najważniejsze – potrafią się z takiej produkcji utrzymać. Podajemy kilka przykładów.

Szkółka Specjalistyczna Aronii w Szczęsnej k. Grójca

Niecałe 50 km od Warszawy w kierunku na Kraków, we wsi Szczęsna k. Grójca znajduje się gospodarstwo zajmujące się wyłącznie produkcją sadzonek aronii. 40 lat pracy nad selekcją i uprawą aronii daje pewność, że produkowane wegetatywne sadzonki zagwarantują dużą wydajność dorodnych owoców na zakładanych z nich plantacjach. Cała produkcja prowadzona jest metodami ekologicznymi i posiada certyfikat ekologiczny.

Szkółka poleca wysokiej jakości ekologiczne sadzonki krzewu aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa* Elliot., odmiana Nero-Eggert) do zakładania plantacji towarowych i do ogródków działkowych. Materiał mnożony jest na bazie własnego matecznika, który powstał w drodze 40-letniej selekcji. Dzięki selekcji prowadzonej pod kątem wydajności i pokroju krzewu sadzonki gwarantują bardzo wysokie plony i możliwość zbioru mechanicznego owoców. Szkółka objęta jest planem kontroli w rolnictwie ekologicznym przez Jednostkę Certyfikującą „BIOEKSPERT”.

Podstawowym sprzedawanym materiałem jest wegetatywna 2-latka o silnie rozwiniętym systemie korzeniowym lub bardzo dobrze rozwinięte 1-latki (wysokość powyżej 40 cm). Gwarantujemy 100%



Autorzy: prof. Iwona Wawer i Piotr Eggert na plantacji w Szczęsnej k. Grójca

przyjęcie się sadzonek pochodzących z naszej szkółki. Naszym klientom oferujemy bezpłatne fachowe porady, instrukcje uprawy oraz pomoc w założeniu i prowadzeniu plantacji towarowej, zarówno plantacji konwencjonalnych jak i ekologicznych.

Kontakt: Piotr Eggert, (+48 605 361 101) i Paweł Eggert (+48 793 003 259).
Ekologiczna Specjalistyczna Szkółka Aronii Czarnoowocowej ul. Aronia-
wa 17, Szczęsna, 05-600 Grójec; www.aronia.org.pl; e-mail: aronia@aronia.org.pl; eggert@aronia.org.pl.

Plantacja Lasota i sarny

Gospodarstwo ekologiczne leży w pradolinie warszawsko-berlińskiej między Łowiczem a Kutnem w gminie Bedlno. Kilkanaście hektarów plantacji aronii wzorowo prowadzonej metodami ekologicznymi jest jak zielona, wolna od chemii wyspa wśród intensywnej uprawy buraków cukrowych, pszenicy i kukurydzy. Gospodarze Edyta i Sylwester Tarkowski dbają o zadrzewienia, remizy ptasie i dostęp do wody podczas suszy. Gospodarstwo to jak magnes przyciąga małe zwierzęta i ptaki, a od wielu lat pośród rzędów aronii zadomowiło się całkiem spore stado saren. Podchodzą niemal pod sam dom wiedzione instynktem podpowiadającym, że tu nie stanie im się żadna krzywda, a trawa nie jest zatruta chemikaliami

z oprysków czy sztucznymi nawozami. Produkowane w tym gospodarstwie owoce aronii są najwyższej jakości, kupowane chętnie przez polskie przetwórcze, jak i odbiorców z Niemiec.

www.tarkowscy.prv.pl

Plantacja aronii i żubry

Przy trasie Wałcz - Szczecin, w miejscowości Piecnik, gmina Mirosławiec jest kilkuletnia 23 ha plantacja aronii prowadzona przez rodzinę Berezzińskich na gruntach dzierżawionych od Agencji Nieruchomości Rolnej. Jest to gospodarstwo ekologiczne, posiada wymagane certyfikaty. Generalnym odbiorcą ekologicznych owoców jest niemiecka firma. Wielką atrakcją turystyczną tej plantacji jest fakt, iż stado żubrów liczące 32-35 sztuk zrobiło sobie legowisko w aronii, od wielu lat zajmując 0,5 ha. W okresie wegetacji żubry przemieszczają się po całej plantacji aronii i sąsiadującej z nią plantacji porzeczki czarnej. Uszkadzają natomiast tylko aronię, zjadając zielone, jeszcze niedojrzałe owoce, które wydają się być ich przysmakiem. Takie duże, żyjące w stanie naturalnym stado żubrów jest obiektem zainteresowania licznych wycieczek.

Kontakt: W. Berezziński berez@agro-plant.com.pl

Plantacja Ługi

Miejscowość Ługi w gminie Dobiegniew leży przy trasie nr 22 Elbląg - Gorzów Wlkp. Około 3 km w bok od trasy jest przepięknie położone 200 ha gospodarstwo rolne. Lekko pofalowana ziemia, z trzech stron otoczona wodami jeziora Osiek, z czwartej ścianą lasu. Na tym terenie jest 80 ha plantacja aronii. Plantacja od lat prowadzona ekologicznie, posiada wymagane certyfikaty. Najwyższą jakość owoców zapewnia ogromne doświadczenie pięciu współwłaścicieli gospodarstwa – przed laty założycieli Krajowej Sekcji Producentów Aronii i od 30 lat propagatorów aronii. W połączeniu z dobrą glebą, systemem nawadniania plantacji, doskonałym systemem zbioru i transportu wewnętrznego jest to gwarancja dobrej produkcji. Głównymi odbiorcami ekologicznych owoców są firmy niemieckie i holenderskie.

Kontakt: Marek Serafiński seraf@agro-plant.com.pl, Włodzimierz Berezziński berez1@agro-plant.com.pl

Plantacja w Brokęcinie

Na ponad 70-cio hektarowym gospodarstwie znajdującym się na granicy województwa wielkopolskiego i zachodniopomorskiego od 2005 roku z powodzeniem uprawia się aronię oraz porzeczkę czarną i czerwoną. Bliskość lasów, czyste powietrze, powodują korzystny klimat w tym regionie, co przekłada się na wyjątkowe walory produkowanych tam owoców. Sposób prowadzenia plantacji (rolnictwo zrównoważone wraz z mechanicznym zbiorem owoców) uczyniły z niej schronienie dla zwierzyny drobnej (zające) i płowej (sarny), która pomiędzy krzewami znalazła dla siebie ostoję z odpowiednią ilością pożywienia. Od 2018 roku gospodarstwo prowadzi produkcję dżemów oraz syropów z owoców pozyskanych z własnych plantacji aronii czarnoowocowej w ramach Rolniczego Handlu Detalicznego.

Kontakt: Konrad Niezgódka, arofarm@gmail.com

Gospodarstwo sadownicze „Świat Aronii”

Ekologiczne Gospodarstwo Sadownicze „Świat Aronii” /www.swiataronii.pl/ od wielu lat zajmuje się uprawą aronii czarnoowocowej oraz produkcją sadzonek. Ekologiczny charakter produkowanych owoców i sadzonek potwierdza jednostka certyfikacji ekologicznej -



„EKOGWARANCJA PTRE”. Plantacje owocowe osiągnęły powierzchnię ponad 50 ha, specjalizacja to produkcja sadzonek aronii oraz ekologicznego owocu aronii czarnoowocowej. Gospodarstwo posiada specjalistyczny sprzęt do zakładania plantacji aronii, ich pielęgnowania oraz zbioru owoców. Obecnie są to 3 kombajny do zbioru aronii – całorzędowy Victor oraz dwa kombajny półrzędowe Joanna. Owoce i sadzonki znajdują odbiorców nie tylko na terenie kraju, ale też poza jego granicami.

Kontakt: Ekologiczne Gospodarstwo Sadownicze, Barbara i Tomasz Michalak, Dąbie 108a 21-400 Łuków, woj. Lubelskie. Tomasz Michalak, e-mail: tomek@swiataronii.pl.

Grupa producencka KORAB GARDEN

Korab Garden Sp. z o.o. w Samoklęskach, woj. lubelskie /www.korabgarden.pl/ jest grupą producentów zawiązaną w 2011 r., na bazie działającej od 1990 r. rodzinnej grupy producentów owoców miękkich. Głównym profilem grupy jest ekologiczna uprawa (na ponad 230 ha) owoców jagodowych, takich jak aronia, czarna porzeczka i malina. Dodatkowo, grupa posiada dział szkółkarski.

Dzięki wieloletniemu doświadczeniu, rozbudowanej infrastrukturze oraz zastosowaniu nowoczesnej technologii upraw uzyskiwane owoce są zdrowe oraz spełniają wysokie standardy jakościowe. Jakość produktów zapewniają certyfikaty BIO, GLOBAL GAP, HACCP. Korab Garden dysponuje chłodnią, rozlewnią, linią produkcji ekologicznych soków NFC (nie z koncentratu).

Kontakt: Samoklęski Kolonia Druga 21 A, 21-132 Kamionka, e-mail: office@korabgarden.pl

Plantacja w Konarach

To ok. 50 ha upraw aronii we wsi Konary, gmina Gałanicz, powiat Wągrowiec, w okolicach Piły. Plantacja jest położona malowniczo, na skraju lasu. W razie potrzeby, aronia jest nawadniana ze studni głębinowej, plantacja ma też własną stację uzdatniania wody. Aronia uprawiana w spokoju, z dala od cywilizacji, odpląca się bardzo wysokimi plonami, standardowo powyżej 12 ton z ha, miejscami zbiera się do

15 ton. Rekord plantacji to dwa razy więcej: 30 ton z ha. Jak to robi pan Andrzej Karolak i jego bracia? Tak wysokie plony to wynik specjalistycznej wiedzy i doświadczenia oraz indywidualnie dla poszczególnych miejsc dobieranego nawożenia i nawodnienia.

Kontakt: Andrzej Karolak,
andrzej_k49@op.pl



Plantacja Wola Szydłowiecka

Kilkunastohektarowe gospodarstwo Ewy i Roberta Laskowskich jest położone na skraju województwa łódzkiego, w gminie Bolimów, powiecie skierniewickim. Właściciele uprawą aronii zajmują się już od kilkunastu lat. Gospodarstwo prowadzone jest zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Bliskość Bolimowskiego Parku Krajobrazowego przyciąga w rzędy aronii stada saren i dzików, dla których plantacja aronii stała się obowiązkowym miejscem odwiedzin. Panujący tu mikroklimat powoduje, że owoce mają wysoką zawartość antocyjanów i innych składników, co potwierdzają analizy. Produkowane w tym miejscu dorodne owoce aronii są chętnie kupowane przez polskie przetwórcze.

Kontakt: R. Laskowski, biuro@ankieta.waw.pl

Plantacja nad Biebrzą

Gospodarstwo położone jest w województwie podlaskim (powiat augustowski, gmina Sztabin) i od 10 lat prowadzone jest metodą ekologiczną. Powierzchnia gospodarstwa to 37,5 ha, w tym ponad 9 ha lasu, a część gospodarstwa o powierzchni 17 ha jest na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego. Plantacja aronii czarnoowocowej o powierzchni 14 ha położona jest nad rzeką Biebrzą. Z ekologicznych owoców w profesjonalnej tradycyjnej tłoczni wyprodukowany jest sok aroniowy i nektar aroniowy. /www.eko-aronia-rolnik.pl/.

Kontakt: Andrzej Chilicki, Agnieszka Chilicka, 16-310 Sztabin, ul. Augustowska 13, tel: +48 399 250 622, +48 607 887 934.

Plantacja aronii i pszczoły murarki ogrodowe



Pierwszą kwaterę plantacji aronii Andrzej Orłow założył ponad 30 lat temu. Od początku był entuzjastą aronii i współzałożycielem Krajowej Sekcji Producentów Aronii przy Polskim Związku Ogrodniczym. Po przekazaniu gospodarstwa córce – Łucji Orłow-Gozdowskiej, plantacja zwiększyła się o kolejne hektary. Dziś położona w centrum Polski, w powiecie kutnowskim, na gruntach gmin Krzyżanów i Bedlno, plantacja liczy 12,5 hektara i wraca do ekologicznego sposobu uprawy. Od trzech lat w zapyleńiu wspomaga aronię pracowita pszczoła - murarka ogrodowa. Pola położone na południowych skłonach mają doskonałe nasłonecznienie. Owoce aronii mogą więc w pełni dojrzeć i osiągnąć najlepszą jakość. Zawierają bogactwo wartościowych dla zdrowia składników.

Adres gospodarstwa: Psurze 8, 99-300 Kutno, Kontakt: Łucja Orłow-Gozdowska, Andrzej Orłow, tel. +48 604 155 863.

Plantacja w Górach Orlickich

Gospodarstwo ekologiczne EKO-AR jest w miejscowości Jarków, za Lewinem Kłodzkim (jadąc w stronę Kudowy Zdrój). Z tarasu domu położonego na wzgórzu jest piękny widok na Sudety, a po kilku minutach spa-

ceru w górę docieramy do pierwszych krzewów aronii. Ta 18 ha plantacja aronii to jedna z najstarszych ekologicznych plantacji w Polsce. Pierwsze nasadzenia mają już ponad 25 lat i sukcesywnie odmładzane owocują do dzisiaj. Na wysokości 600 m n.p.m na zboczach Gór Orlickich rośnie tu prawie 40 tysięcy krzewów aroniowych. Ręcznie zbierane, dojrzałe i dorodne owoce stały się podstawą rodzinnej firmy przetwórczej Eko-Ar produkującej soki, syropy, konfitury, dżemy, susze; firma oferuje także aronię kandyzowaną i w czekoladzie. Gospodarze Anna i Mirosław Lech od wielu lat propagują zdrowotne walory aronii wśród turystów i kuracjuszy. Produkty Eko-Ar-u można nabyć w sanatoryjnych sklepach w Dusznikach, Kudowie i Polanicy Zdrój, a także na miejscu w gospodarstwie, gdzie można zamówić wykład o zdrowotnych walorach aronii wraz z degustacją przetworów. Gospodarze są orędownikami produktów tradycyjnych i ekologicznych wytwarzanych w małych rodzinnych gospodarstwach. Służą swoim przykładem i praktyczną wiedzą w tym zakresie.

Informacje: www.ekoaronia.pl. Kontakt: Gospodarstwo Ekologiczne: Anna i Mirosław Lech, Jarków 9, 57-343 Lewin Kłodzki. biuro@eko-aronia.pl lub miroslaw.lech@ekoaronia.pl

Plantacja na Podkarpaciu

Plantacja leży w miejscowości Miejsce Piastowe, położonej u podnóża pasma Karpat tworzących Beskid Niski, pięknego krajobrazowo i uważanego za czyste płuca Podkarpacia i Małopolski. Wiek plantacji to 35 lat. Plantację założył Stanisław Nowak, który również dał początek lokalnej przetwórci owoców i warzyw, właśnie pod nazwą „Zakład przetwórstwa owocowo-warzywnego ARONIA”, produkującej zdrowe i smaczne przetwory. Na powierzchni 6 ha rośnie 8000 krzewów, które są prowadzone pod zbiór kombajnem. Jako ciekawostkę warto podać fakt, że na powierzchni kilku hektarów pomiędzy krzewami aronii rośnie czosnek niedźwiedzi. Z tego czosnku produkowane jest unikalne pesto o spektakularnych walorach smakowych.

Kontakt: Paweł Nowak tel. +48 512 344 657;
e-mail: pawel.nowak@thelandofplenty.pl

12.2 Aronia za granicą

Plantacja w Niemczech, k. Passau

W Niemczech aronię uprawia się na 460 hektarach, z czego 40 ha to plantacje ekologiczne. Najwięcej plantacji aronii jest Saksonii, w okolicach Coswig i Drezna. Aronia doskonale rośnie też na pagórkach Bawarii. Ekologiczna plantacja blisko Passau (zdjęcie obok) dostarcza owoców do produkcji soku (organic, certyfikat Demeter). Trawę w międzyrzędach wyjadają tu owce i kozy, a specjalnie przeszkolony pies pilnuje, aby nie zjadały liści aronii.



Plantacja w Korei

W prowincji Danyang plantacje aronii powstają na zboczach gór. Aronii sprzyja tutejszy klimat: ciepłe lato i ostra zima. W Korei można kupić sadzonki do posadzenia w ogródku, a także zamówić większą ilość sadzonek (siewek) ze szklarni. Aronia staje się tu coraz bardziej popularna. Owoce aronii na targu w Seulu są sprzedawane po 20 \$/kg. Niestety, górzysta Korea ma mało ziemi nadającej się pod uprawę. To szansa dla naszych plantatorów i rynek zbytu dla przetworów aroniowych.





POTĘGA TRADYCJI



Stworzyliśmy dla Państwa rodzinę win tradycyjnych, powstałych ze świeżych i ekologicznych owoców: aronii, czarnej porzeczki, jarzębiny, dzikiej róży oraz jabłka. Zapomniane przez lata owoce wiśni, truskawki, śliwki, gruszki, czarnego bzu powróciły na nasze stoły w postaci serii win owocowych, jak z domowej piwniczki, półwytrawne, półsłodkie i słodkie.

Staropolskie receptury, tradycyjne metody fermentacji pozwoliły, na zachowanie w winach charakterystycznego smaku, aromatu, bogactwa antocyjanów i witamin, z których słyną nasze owoce.



www.PotegaTradycji.pl



[/PotegaTradycji](https://www.facebook.com/PotegaTradycji)

Aronia w Japonii

Została sprowadzona do Japonii w 1976 r, z ówczesnego Związku Radzieckiego. Niewielkie plantacje powstały na wyspie Hokkaido. Skład i właściwości japońskich owoców aronii badali naukowcy z Hokkaido University School of Medicine oraz Food Processing Research Center [Tanaka, 2001]. Ekstrakt z owoców był bardzo bogaty w polifenole, zwłaszcza w antocyjaniny, miał właściwości antyoksydacyjne i przeciwzapalne.

Aronia w swojej ojczyźnie – USA

Rośnie dziko w okolicach Wielkich Jezior w USA i Kanadzie. Nie docenili jej europejscy osadnicy. Przez lata aronia czarnoowocowa i ta o czerwonych owocach były traktowane raczej jako rośliny ozdobne. Obecnie, aronię uprawiają niewielkie farmy w różnych stanach (Sawmill Hollow's w Missouri, DiMeo Farms w New Jersey, Carandale Farm w Oregonie, Bellbrook Berry Farm w Wisconsin). Popularną odmianą w USA jest raczej Viking niż Nero.

Duże zasługi w popularyzowaniu pro-zdrowotnych walorów aronii ma firma Superberries z Omaha, Nebraska.

13. Pożyteczne adresy dla entuzjastów aronii

13.1. Stowarzyszenia producentów

Zrzeszenie Plantatorów Aronii „ARONIA POLSKA”

Zrzeszenie Plantatorów Aronii „ARONIA POLSKA” (www.aroniapolska.pl) powstało w 2013 r. Ideą Zrzeszenia jest wzmocnienie pozycji plantatorów aronii na rynku, negocjowanie w ich imieniu korzystnych kontraktów z odbiorcami owoców, propagowanie i reklamowanie owoców i wszelkich produktów, które powstają z użyciem aronii (soki, przetwory owocowo-warzywne, syropy, kosmetyki, leki, itp.).

Polska jest wiodącym producentem aronii w świecie, jednak brak integracji środowiska plantatorów sprawia, iż cena skupu owoców dyktowana jest przez odbiorców (hurtowników, przemysł, chłodnie). Członkowie założyciele Zrzeszenia skupiają w sumie ponad 1100 ha plantacji aronii co stanowi ok 20% ogólnopolskiego areału tej uprawy, ale spora grupa gospodarstw jest zainteresowana przyłączeniem się do organizacji – serdecznie zapraszamy!

Siedziba Zrzeszenia mieści się na terenie Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach.

Kontakt: 96-100 Skierniewice, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3. Tel.: 606 429 997
e-mail: biuro@aroniapolska.pl

Stowarzyszenie i klaster „Zjednoczona Aronia”

Klaster to platforma współdziałania przedsiębiorstw, instytutów badawczo-rozwojowych, samorządów terytorialnych oraz organizacji

otoczenia biznesu. Podczas wieloletnich prac nad aronią Polacy zgromadzili ogromną wiedzę, wyhodowali najlepsze odmiany sadzonek, zaprojektowali maszyny do zbioru owoców oraz uszlachetnili receptury na wyroby aroniowe. Szkoda, że tak niewiele osób wie o tych osiągnięciach i trzeba to zmienić. Naszym celem jest rozwój branży producentów owoców i przetwórstwa. Zjednoczenie sił pozwoli na promocję prozdrowotnych właściwości aronii i wprowadzenie polskich produktów na światowe rynki na dużo większą skalę.

Stowarzyszenie Zjednoczona Aronia prowadzi obsługę organizacyjną i administracyjną działalności Klastra. www.zjednoczonaaronia.pl
Kontakt: Leon Kraszewski; Stowarzyszenie Zjednoczona Aronia, 05-307 Dobrze, Drop 33, tel. 730 531 234, e-mail: zjednoczona@gmail.com;

Krajowa Rada Suplementów i Odżywek

Krajowa Rada Suplementów i Odżywek (www.krsio.org.pl) powstała w 2004 roku. Zadaniem Rady jest reprezentować interesy producentów suplementów diety i żywności funkcjonalnej oraz stymulować rozwój branży. Podstawowe cele KRSiO to:

- rozpowszechnianie rzetelnych informacji o roli tych produktów w żywieniu człowieka,
- doradztwo, pomoc organizacyjno-prawna oraz szkolenia w zakresie ich wytwarzania i sprzedawania, zgodnie z wysokimi standardami jakości i bezpieczeństwa
- współpraca z organizacjami i stowarzyszeniami krajowymi oraz międzynarodowymi zajmującymi się żywnością i jej wpływem na ochronę zdrowia

Kontakt: Krajowa Rada Suplementów i Odżywek, ul. Chłodna 64, 00-872 Warszawa, tel. + 48 604 412 404, info@krsio.org.pl

Polska Izba Technologii i Wyrobów Naturalnych

Polska Izba Technologii i Wyrobów Naturalnych (www.pitiwn.pl) powstała w 2013 roku. Jej zadaniem jest działanie na rzecz poprawy jakości żywności, środowiska i zdrowia człowieka poprzez promocję technologii i wyrobów naturalnych – przyjaznych człowiekowi.

Kontakt: 00-322 Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 66 lok. 1A, tel. 22 828 11 22; biuro@pitiwn.pl

Pomoc producentom i eksporterom

Firma Aronia Poland /www.aroniapoland.pl/ pomaga w nawiązaniu kontaktów biznesowych z partnerami zagranicznymi, importarami aronii. Promuje sprzedaż sadzonek oraz wysokiej jakości owoców aronii: świeżych, mrożonych, suszonych tradycyjnie i liofilizowanych. Sprzedaje koncentrat soku z aronii, przetwory oraz aroniowe kosmetyki. Załatwia wysyłkę wyrobów aroniowych do wszystkich krajów świata, najczęściej do krajów UE, ale również do USA i Kanady, Korei Południowej, Japonii i Chin. Kontakt: office@aroniapoland.com lub: karmel.karmel@vp.pl

13.2. Aroniowe produkty

Firma Vin-Kon S.A. ul. Dąbrowskiego 35, 62-500 Konin, www.vin-kon.com.pl produkuje doskonałe wina aroniowe. Ich sprzedaż i wysyłkę prowadzi sklep <https://www.euro-wino.pl/wino-polskie-c-265.html>

Wina z aronii: wytrawne, półsłodkie i słodkie są produkowane tradycyjną metodą ze świeżych dorodnych owoców aronii. Opracowana i sprawdzona przez VIN-KON receptura wydobywa z owoców niepowtarzalny bukiet i oryginalny smak. Dzięki dużej zawartości antocyjanów Wino Aroniowe ma właściwości porównywalne z czerwonym winem gronowym. Wina Aroniowe zostały wielokrotnie nagrodzone medalami za najwyższą jakość na Ogólnopolskim Konkursie Win i Miodów Pitnych. GlühAroniaWein - wino aromatyzowane czerwone półsłodkie, powstało wg. tradycyjnych staropolskich receptur na bazie wina aroniowego z dodatkiem ekstraktu ziołowego, przypraw korzennych przełamanych nutą goździków, cynamonu i wanilii. Spożywać podgrzane, przy blasku świec, zdecydowanie z kimś bliskim.

PPHU Bio Juice, właściciel marki Yagoody Superfood, jest producentem ekologicznych owoców aronii, a także produktów aroniowych z certyfikatem BIO. W ofercie firmy: sok NFC, koncentrat, dżem, owoce liofilizowane, owoce suszone, błonnik, a także miód z aronią. Wszystkie produkty wytwarzane są wyłącznie z owoców aronii pochodzących z rodzinnej plantacji na Lubelszczyźnie. Wszystkie produkty są ekolo-

giczne, bez dodatku cukru i bez konserwantów. Produkty są w wygodnych opakowaniach, dostępne na stronie <https://biojuice.pl>., Kontakt: 21-400 Łuków, Dąbie 108a, Piotr Michalak <piotr@biojuice.pl>

Firma „Produkty Naturalne s.c.” (Aleksandra Berezińska - Wilińska) /www.produktynaturalne.pl/ produkuje wysokiej jakości kosmetyki z ekstraktem aroniowym: toniki, mlecza do ciała, kremy odżywcze na noc i nawilżające na dzień oraz pomadki ochronne. Adres: 95-080 Tuszyń, ul. Starościańska 29, Kontakt: handel@produktynaturalne.pl

WPPH „ELENA” (www.elena.pl) produkuje liofilizowaną aronię i inne owoce (maliny, truskawki, wiśnie, borówka amerykańska). Liofilizowane owoce są lekkie, szczelnie zapakowane w strunowe torebki, co zabezpiecza je przed wilgocią. Wartym polecenia produktem jest liofilizowany kolagen rybi z mlekiem kozim, z dodatkiem aronii i żurawiny. Adres producenta: Kokanin 86, 62-817 Żelazków, tel. +62 760 22 22, e-mail: biuro@elena.pl

Microstructure Sp.z o.o., 04-402 Warszawa-Rembertów, ul. Cyrulików 37a, www.microstructure.pl, produkuje naturalne błonniki pokarmowe. Oryginalna technologia produkcji pozwala uzyskiwać błonniki o kontrolowanym rozdrobnieniu i bioaktywności. Koncentraty z wyższą zawartością błonnika rozpuszczalnego mogą być stosowane w produkcji napojów, galaretek, itp., natomiast koncentraty z dużą zawartością błonnika nierozpuszczalnego do wzbogacania produktów spożywczych, takich pieczywo i wyroby cukiernicze. Firma produkuje błonnik aroniowy i aroniowo-jabłkowy. www.blonniknaturalny.pl Interesującym produktem jest „SuperBerry powder”, czyli liofilizowane, zmikronizowane, ekologiczne owoce aronii. Kontakt: biuro@microstructure.pl, tel. 22 611 98 47.

DrAronia – dostawca ekologicznych soków i przetworów z najlepszych polskich upraw owoców aronii. Poleca sok z aronii, aronię z czarną porzeczką oraz unikalną mieszankę soku aronii z rokitnikiem. Jedyne w Polsce importer certyfikowanych soków z owoców dzikiego rokitnika z dalekiej Syberii. www.bio-one.pl oraz www.draronia.pl. Kontakt e-mail: biuro@draronia.pl

Greenvit sp. z o.o. z Zambrowa to firma założona w 2010 roku, jest producentem wysokiej jakości ekstraktów roślinnych - składników wykorzystywanych przez producentów żywności, suplementów diety, leków oraz pasz. Specjalizuje się w produkcji ekstraktów z suszonych ziół i surowców europejskiego (głównie polskiego) pochodzenia. Dzięki realizacji innowacyjnych projektów związanych z wytwarzaniem produktów naturalnych i prozdrowotnych rozpoczęto produkcję ekstraktu antocyjanów z owoców aronii (Aronvit), ale także z innych owoców jagodowych (czarny bez, czarna porzeczka, borówki). Kontakt: al. Wojska Polskiego 27A, 18-300 Zambrów, www.info@greenvit.pl

13.3. Kombajny i sprzęt sadowniczy

Kombajny do zbioru owoców aronii (Joanna-3) produkuje firma **Weremczuk** (www.firmaweremczuk.com.p) Niedzwica Duża 24-220 k/Lublina, ul. Bełżycka 27A.; Kontakt: e-mail poczta@firmaweremczuk.com.pl.

Firma została założona w 1981 i przez lata działalności opracowała wiele nowoczesnych maszyn do uprawy gleby, koszenia trawy i rozdrabniania gałęzi w sadach i plantacjach krzewów, do zbioru aronii, porzeczek, wiśni, agrestu. Firma Weremczuk współpracuje z jednostkami naukowo-badawczymi, m.in.: Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach, SGGW Warszawa, Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie.

Kombajny do zbioru owoców aronii (Jarek-3) produkuje firma **Jagoda JPS**, (www.jagoda.com.pl); 96-100 Skierniewice, ul. Pamiętna 1. Kontakt: e-mail: jagoda@jagoda.com.pl.

Firma jest na rynku od 1997 roku, zajmuje się wytwarzaniem różnych maszyn sadowniczych. Jej działalność obejmuje obszar całej Polski oraz sąsiednich krajów. Maszyny z logo JAGODA JPS pracują w Czechach, Niemczech, Austrii, na Litwie, w Danii, ale także w Kanadzie.



Jedna butelka koncentratu aroniowego 0.75L firmy **Meliseus** wystarcza średnio na 50 dni przyjmowania przez zdrową dorosłą osobę. Produkt pozbawiony jest jakichkolwiek konserwantów, czy sztucznych barwników. Zawartość antocyjanin analizowana przez Warszawski Uniwersytet Medyczny wynosi ok. 200mg w 100ml.

Kontakt: Tel. 22 203 6440, Faks: 22 203 6445, Kom: 693 159 156, 607 344 862

www.meliseus.com, office@meliseus.com



14. Skróty i definicje

Stres oksydacyjny – nadmierna produkcja reaktywnych form tlenu i azotu (w tym rodników) w komórkach

EPR, ang. electron paramagnetic resonance, elektronowy rezonans paramagnetyczny – metoda detekcji wolnych rodników i badań ich struktury

RFT – reaktywne formy tlenu

RFN – reaktywne formy azotu

Anionorodnik ponadtlenkowy: $O_2^{\cdot-}$,

Rodnik wodoronadtlenkowy: $HO_2^{\cdot-}$

Nadtlenek wodoru: H_2O_2

Rodnik hydroksylowy: OH^{\cdot}

Nadtlenoazotyn (anion): $ONOO^{\cdot-}$

Tlenek azotu: NO^{\cdot}

Testy pojemności antyoksydacyjnej (zdolności wmytania rodników):

ORAC – (ang. Oxygen Radical Absorbing Capacity) ocena zdolności wmytania anionorodnika nadtlenkowego $O_2^{\cdot-}$, pomiar zaniku fluorescencji białka (beta-fykoerytryny) dla wzorca (Trolox) i próbki badanej.

TEAC – (ang. Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) polega na pomiarze absorbancji rodnikowego kationu $ABTS^{\cdot+}$, która maleje, gdy antyoksydanty zmiatają rodnik. Wzorzec: Trolox.

FRAP – (ang. Ferric Reducing Ability of Plasma) oznaczenie zdolności redukowania jonów żelaza (Fe^{+3}/Fe^{+2}) przez antyoksydanty w osoczu; stosowana do różnych innych układów.

Wolnorodnikowa hipoteza starzenia się - zakłada, że nagromadzenie się uszkodzeń biomolekuł powstających skutkiem reakcji z rodnikami, jest przyczyną przyspieszonego starzenia się, powoduje powstawanie patologii i chorób degeneracyjnych

Nowy produkt firmy Greenvit
– polskiego producenta
ekstraktów roślinnych



Aronvit™

STANDARYZOWANY EKSTRAKT Z ARONII



Aronia (*Aronia melanocarpa*) jest jednym z najbogatszych źródeł związków polifenolowych spośród wszystkich owoców jagodowych, dlatego też ma wiele zalet zdrowotnych. Najważniejsze z nich to:

- zmniejszenie stresu oksydacyjnego (wspieranie eliminacji wolnych rodników),
- pozytywny wpływ na układ sercowo-naczyniowy (działanie przeciwmiażdżycowe, obniżenie ciśnienia krwi i poziomu cholesterolu),
- obniżenie poziomu cukru (stymulacja wydzielania insuliny).

Aronvit to bogaty w antocyjany i inne polifenole składnik suplementu diety w postaci proszku.

- >10%, >15%, >20% i >25% antocyjanów oraz >15%, >22,5%, >30% i >45% polifenoli
- surowiec: wysokiej jakości owoce z najlepszych polskich plantacji
- proces produkcyjny: ekstrakcja w łagodnych warunkach
- produkt końcowy: ciemnofioletowy proszek
- sugerowana dawka: 50-150 mg na dzień



Fitaminy: związki o właściwościach antyoksydacyjnych, likwidujące wolne rodniki, które są dostarczane z pokarmem roślinnym, nie są syntetyzowane przez organizm człowieka, ale są potrzebne dla jego zdrowia (stąd analogia do witamin)

Suplement diety – jest to skoncentrowane źródło substancji odżywczych w postaci kapsułek, tabletek, pastylek, ampułek, buteleczek z dozownikiem i innych form, które umożliwiają stosowanie go w małych mierzalnych ilościach. Jego celem jest uzupełnić normalną dietę, a nie ją zastąpić. Suplementy diety najczęściej zawierają witaminy, minerały wraz z pierwiastkami śladowymi, ekstrakty roślinne, nienasycone kwasy tłuszczowe i probiotyki.

15. Piśmiennictwo

¹ J. Kleparski, Z. Domino, *Aronia*, Polskie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1990.

² J. Oszmiański, J. C. Sapis, *Anthocyanins in the fruits of Aronia melanocarpa (black chokeberry)* J. Food Sci., 53 (1988) 1241-1242.

³ J. Oszmiański, A. Kucharska, *Taniny aronii*, Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, Technologia Żywności VIII, 273 (1995) 55-64.

⁴ J. Oszmiański, J. C. Sapis, *Pochodne kwasów hydroksycynamonowych w owocach aronii Melanocarpa Elliot*, Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, Technologia Żywności V, (1989) 75-87.

⁵ X. Wu, L. Gu, R. L. Prior, S. McKay, *Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of ribes, aronia, and sambucus and their antioxidant capacity*, J. Agric. Food Chem. 52 (2004) 7846-7856.

⁶ J. Oszmiański, A. Wojdyło, *Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity*, Eur. Food Res. Techno. 221 (2005) 809–813.

⁷ S. E. Kulling, H. M. Rawel, *Chokeberry (Aronia melanocarpa) – A Review on the characteristic components and potential health effects*, Planta Med. 74 (2008) 1625–1634.

⁸ L. Gu, M.A. Kelm, J.F.Hammerstone i inni, *Concentrations of pro-cyanidins in common foods and estimations of normal consumption*, J. Nutr.134 (2004) 613-617.

⁹ T. Fossen, S. Rayyan, O. M. Andersen, *Dimeric anthocyanins from strawberry (Fragaria ananassa) consisting of pelargonidin 3-glucoside covalently linked to four flavan-3-ols*, Phytochem., 65 (2004) 1421-1428.

¹⁰ K. Weinges, H. Schick, H. Irngartinger, T. Oeser, *Composition of an anthocyan concentrate from Aronia melanocarpa Elliot – x-ray analysis of tetraacetyl parasorboside*, Eur. J. Org. Chem., (1998), 189-192.

¹¹ J. Seidemann, *Chokeberries a fruit little-known till now*. Dtsch. Lebensmitt. Rundsch. 89 (1993) 148-51.

¹² A. Razungles, J. Oszmianski, J-C. Sapis, *Determination of carotenoids in fruits of rosa sp. (Rosa canina and Rosa rugosa) and of chokeberry (Aronia melanocarpa)*, J. Food. Sci. 54 (3), (1989) 774-775.

¹³ T. Tanaka, A. Tanaka, *Chemical components and characteristics of black chokeberry*. J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol. 48 (2001) 606–610.

¹⁴ E. Pogorzelski, A. Czyżycki, *Aminokwasy w krajowych surowcach winiarskich jako prekursorzy histaminy i tyraminy w winach*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 4 (1994) 14-16.

¹⁵ J. Anioła, D. Górecka, *Charakterystyka składu i zawartości włókna pokarmowego nowych preparatów wysokobłonnikowych*, Bromat. Chem. Toksykol. 37 (2004) supl.145-148.

¹⁶ I. Wawer, M. Wolniak, K. Paradowska, *Solid state NMR of dietary fiber powders from aronia, bilberry, black currant and apple*, Solid State NMR, 30 (2006) 106-113.

¹⁷ J. Wilska-Jeszka, J. Łoś, M. Pawlak, *Fruits as bioflavonoids sources*, Acta Aliment. Polonica XVII (XLI) (1991) 11 -19.

¹⁸ A. W. Strigl, E. Leitner, W. Pfannhauser, *Die Schwarze Apfelbeere (Aronia melanocarpa) als naturliche Farbstoffquelle*, Deutsche Lebensmittel- Rundschau, 91 (1995) 177-180.

¹⁹ B. Berente, D. De la Calle Garcia, M. Reichenbacher, K. Danzer, *Method development for the determination of anthocyanins in red wines by HPLC and classification of German red wines by means of multivariate statistical methods*, J. Chromatogr. A, 871 (2000) 95-103.

²⁰ M. Zielińska-Pisklak, Ł. Szeleszczuk, A. Młodzianka, *Bez czarny (Sambucus nigra) domowy sposób nie tylko na grypę i przeziębienie*, Lek w Polsce, 23 (6-7) 266-267 (2013) 1-4.

²¹ W. Zheng, S. Y. Wang, *Oxygen radical absorbing capacity of phenolic in blueberries, cranberries, chockeberries and lingonberries*, J. Agric. Food Chem. 51 (2003) 502-509.

²² A. G. Schauss, i inni, *Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry, Euterpe oleraceae Mart. (Acai)* J. Agric. Food Chem. 2006, 54, 8598-8603.

²³ Suryakumar G, Gupta A (2011) *Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.)*. J Ethnopharmacol. 138(2):268-78.

²⁴ Eccleston C, Baoru Y, Tahvonen R, Kallio H, Rimbach GH, Minihane AM (2002) *Effects of an antioxidant rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans*. J Nutr Biochem 13: 346–354.

²⁵ Armen N, Rafael M (2004) *Sea-buckthorn juice protects mice against genotoxic action of cisplatin*, Experim. Oncol. 26(2): 153–155.

²⁶ M. P. Kähkönen, A. I. Hopia, M. Heinonen, *Berry phenolics and their antioxidant activity*, J.Agric. Food Chem., 49 (2001) 4076-4082.

²⁷ R. L. Prior, G. Cao, A. Martin i inni, *Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of Vaccinium species*, J. Agric. Food Chem. 46 (1998) 2686-2693.

²⁸ T. Ichiyanagi, Y. Hatano, S. Matsuo, T. Konishi, *Simultaneous comparison of relative reactivities of twelve major anthocyanins in bilberry towards reactive nitrogen species*. Chem. Pharm. Bull. (Tokyo). 52(11) (2004) 1312-1315.

²⁹ I. Ochmian, M. Kubus, A. Dobrowolska, *Description of plants and assessment of chemical properties of three species from the Amelanchier genus*. Dendrobiology, 70 (2013) 59–64.

³⁰ A. Lavola, R. Karjalainen, R. Julkunen-Tiitto, *Bioactive polyphenols in leaves, stems, in berries of Saskatoon (Amelanchier alnifolia Nutt.) cultivars*. J. Agric. Food Chem. 60 (2012) 1020–1027.

³¹ M. Gralec, I. Wawer, K. Zawada, *Aronia melanocarpa berries: phenolics composition and antioxidant properties changes during fruit development and ripening*, Emirates J. Food Agric., (2019) w druku.

³² R. J. Williams, J. P. E. Spencer, C. Rice-Evans, *Flavonoids: antioxidants or signalling molecules?*, Free Rad. Biol. Med., 36 (2004) 838-849.

³³ K. Ishige, D. Schubert, Y. Saraga, *Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms*, Free Rad. Biol. Med. 30 (2001) 433-446

³⁴ B.J. Willcox, K. Yano, R. Chen, i inni. "How much should we eat? The association between energy intake and mortality in a 36-year follow-up study of Japanese-American men", *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 59(8) (2004) 789-95.

³⁵ M. N. Merzlyak, O. B. Chivkunova, *Light-stress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples.* *J. Photochem. Photobiol.* 55 (2000) 155-163.

³⁶ C. Rice-Evans, N. J. Miller, G. Paganga, *Structure-antioxidant activity of flavonoids and phenolic acids,* *Free Rad. Biol. Med.* 20 (1996) 933-956.

³⁷ I. M. Heinonen, P. J. Lehtonen, A. I. Hopia, *Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors,* *J. Agric. Food Chem.* 46 (1998) 25-31.

³⁸ J. A. Vinson, X. Su, L. Zubik, P. Bose, *Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits,* *J. Agric. Food Chem.*, 49 (2001) 5315-5321.

³⁹ N. Pellegrini, M. Serafini, B. Colombi, i inni, *Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays,* *J. Nutr.* 133 (2003) 2812-2819.

⁴⁰ A. Horubała, *Pojemność przeciwutleniająca i jej zmiany w procesach przetwarzania owoców i warzyw,* *Przem. Ferm. Owoc. Warzyw.* 3 (1999) 30-32.

⁴¹ M. P. Kähkönen, A. I. Hopia, M. Heinonen, *Berry phenolics and their antioxidant activity,* *J. Agric. Food Chem.*, 49 (2001) 4076-4082.

⁴² H. Wang, G. Cao, R. L. Prior, *Total antioxidant capacity of fruits,* *J. Agric. Food Chem.*, 44 (1996) 701-704.

⁴³ R. A. Moyer, K.E. Hummer, C.E. Finn, B. Frei, A. R. E. Wrolstad, *Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus and Ribes,* *J. Agric. Food Chem.*, 50 (2002) 519-525.

⁴⁴ R.L. Prior, G. Cao, A. Martin i inni, *Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of Vaccinium species,* *J. Agric. Food Chem.* 46 (1998) 2686-2693.

⁴⁵ W. Zheng, S. Y. Wang, *Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries,* *J. Agric. Food Chem.* 51 (2003) 501-509.

⁴⁶ L. Müller, S. Gnoyke, A. M. Popken, V. Böhm, *Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations*. LWT - Food Science and Technology, 43(6) (2010) 992-999.

⁴⁷ S. O. Keli, M. G. Hertog, E. J. Feskens, D. Kromhout, *Dietary flavonoids, antioxidant vitamins and incidence of stroke: the Zutphen study*. Arch. Intern. Med. 156 (1996) 637-642.

⁴⁸ K.T Khaw, S. Bingham, A. Welch, R. Luben, N. Wareham, N. Oakes, *Relation between plasma ascorbic acid and mortality in men and women in EPIC-Norfolk prospective study: a prospective population study*. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition, Lancet, 357 (2001), 657-663.

⁴⁹ N. G. Stephens, A. Parsons, P. M. Schofield i inni, *Randomised controlled trial of vitamin E in patient with coronary disease: Cambridge Heart Antioxidant Study (CHAOS)*, Lancet, 347 (1996) 781-786.

⁵⁰ I. D. Podmore, H. R. Griffiths, K. E. Herbert i inni, *"Vitamin C exhibits pro-oxidant properties"*, Nature, 392 (1998) 559.

⁵¹ G. S. Omenn, G. E. Godman, M. D. Thornquist i inni, *Effects of a combination of beta-carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease*, N. Engl. J. Med., 334 (1996) 1150-1155.

⁵² S. Renaud, M. deLorgeril, *Wine, alcohol, platelets and the French paradox for coronary heart disease*. Lancet, 339 (1992) 1523-1526; E.N. Frankel, J. Kanner, J. B. German, E. Parks, J. E. Kinsella, *Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine*, Lancet, 341 (1993) 454-457; E.N. Frankel, A.L. Waterhouse, J.E. Kinsella, *Inhibition of human low density lipoprotein oxidation by resveratrol*, Lancet, 341 (1993) 1103-1104.

⁵³ F. Natella, A. Ghiselli, A. Guidi i inni, *Red wine mitigates the post-prandial increase of LDL susceptibility to oxidation*, Free Rad. Biol. Med., 30 (2001) 1036-1044.

⁵⁴ Y.-P. Qian, Y.-J. Cai, G.-J. Fan i inni, *Antioxidant-based lead discovery for cancer chemoprevention: the case of resveratrol*. J. Med. Chem., 52 (7) (2009) 1963-1974.

⁵⁵ H. Fulkrand, P. J. Cameira dos Santos, P. Sarni-Manchado, V. Cheynier, J. Favre-Bonvin, *Structure of new anthocyanin-derived wine pigments*, J. Chem. Soc. Perkin Trans.1, (1996) 735-739.

⁵⁶ R. Brouillard, S. Chassaing, A. Fougèrouse, *Why are grape/fresh wine anthocyanins so simple and why is it that red wine color lasts so long?* Phytochem. 64 (2003) 1179-1186.

⁵⁷ M. Garcia-Alonso, G. Rimbach, J.C. Rivas-Gonzalo, *in* *Antioxidant and cellular activities of anthocyanins and their corresponding visitins A studies in platelets, monocytes and human endothelial cells*. J. Agric. Food Chem., 52 (2004) 3378-3384.

⁵⁸ K. Imai, K. Nakachi, *Cross sectional study of effects of drinking green tea on cardiovascular and liver diseases*, BMJ, 310 (1995) 693-696.

⁵⁹ T. Y. Cheng, Z. Zhu, S. Masuda, N. C. Morcos, *Effects of multinutrient supplementation on antioxidant defense systems in healthy human beings*, J. Nutr. Biol., 12 (2002) 388-395.

⁶⁰ T. Lapidot, S.H. Granit, J. Kanner., *Bioavailability of red wine anthocyanins as detected in human urine*, J. Agric. Food Chem., 46 (1998) 4297-4300.

⁶¹ M. Murkovic, H. Toplak, U. Adam, W. Pfannhauser, *Analysis of anthocyanins in plasma for determination of their bioavailability*, J. Food Composition and Analysis, 13 (2000) 291-296.

⁶² P. E. Milbury, G. Cao, R. L. Prior, J. Blumberg, *Bioavailability of elderberry anthocyanins*, Mech. Ageing Develop. 123 (2002) 997-1006.

⁶³ C. D. Kay, G. Mazza, B. J. Holub, J. Wang, *Anthocyanin metabolites in human urine and serum*, Br. J. Nutr. 91(6) (2004) 933-942.

⁶⁴ U. Mülleder, M. Murkovic, W. Pfannhauser, *Urinary excretion of cyanin glycosides*, J. Biochem. Biophys. Methods 53 (2002) 61-66.

⁶⁵ M. Netzel, G. Strass, C. Kaul *in* *in vivo* *antioxidative capacity of a composite berry juice*, Food Res. Internat., 35 (2002) 213-216.

⁶⁶ M. Harada, Y. Kan, H. Naoki *in* *in vivo* *Identification of the major antioxidative metabolites in biological fluids of the rat with ingested catechin and epicatechin*, Biosci. Biotechnol. Biochem. 63 (1999) 973-977.

⁶⁷ M. Natsume, N. Osakabe, M. Oyama, *in* *in vivo* *Structures of (-)-epicatechin glucuronide identified from plasma and urine after oral ingestion of (-)-epicatechin: differences between human and rat*. Free Radic. Biol. Med. 34 (2003) 840-849.

⁶⁸ S. Baba, N. Osakabe, M. Natsume, J. Terao, *Absorption and urinary excretion of procyanidin B2 [epicatechin-(4 β -8)-epicatechin] in rats*, *Free Radic. Biol. Med.* 33(1) (2002) 142-8.

⁶⁹ R. R. Holt, S. A. Lazarus, M. C. Sullards i inni., *Procyanidin dimer B2 [epicatechin-(4 β -8)-epicatechin] in human plasma after the consumption of a flavanol-rich cocoa*. *Am. J. Clin. Nutr.* 76 (2002) 798-804.

⁷⁰ M. Heinonen, A. S. Meyer, E. N. Frankel, *Antioxidant activity of berry phenolics on human low density lipoprotein and liposome oxidation*, *J. Agric. Food Chem.*, 46 (1998) 4107-4112.

⁷¹ T. Tsuda., F.Horio, K. Uchida i inni, *Dietary cyaniding 3-O-beta-D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice*. *J. Nutr.*, 133 (2003) 2125-2130; T. Tsuda, Y.Ueno, H. Aoki i inni, *Anthocyanin adipocytokine secretion and adipocyte-specific gene expression in isolated rat adipocytes*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 26 (2004) 149-157.

⁷² N. Ryszawa, A. Kawczyńska-Drózdź, J. Pryjma i inni. *Effects of novel plant antioxidants on platelet superoxide production and aggregation*, *Atheroscler. J. Physiol.Pharm.* 57 (2006) 611-626

⁷³ M. Broncel, M. Koziaróg-Kołacińska, G. Andrykowski i inni, *Wpływ antocyjanin z aronii czarnoowocowej na ciśnienie tętnicze oraz stężenie endoteliny-1 i lipidów u pacjentów z zespołem metabolicznym*, *Pol. Merk. Lek.*, 2007, XXIII, 134, 116-119.

⁷⁴ M. Naruszewicz, I. Łaniewska, B. Millo, M. Dłużniewski, *Combination therapy of statin with flavonoids rich extract from chokeberry fruits enhanced reduction in cardiovascular risk markers in patients after myocardial infraction (MI)*. *Atherosclerosis* 194 (2007) e179–e184.

⁷⁵ A. J. Burns, I. R. Rowland, *Antigenotoxicity of probiotics and prebiotics on faecal water-induced DNA damage in human colon adenocarcinoma cells*, *Mutat. Res.* 551 (2004) 233-243.

⁷⁶ A. N. Freedman, A. M. Michalek, J. R. Marshall, i inni, *Familial and nutritional risk factors for p53 over-expression in colorectal cancer*, *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 5 (1996) 285-291.

⁷⁷ B. Halliwell, *Effect of diet on cancer development: is oxidative DNA damage a biomarker?*, *Free Rad. Biol. Med.*, 32 (2002) 968-974.

⁷⁸ R. Acquaviva, A. Russo, F. Galvano, i inni, *Cyanidin and cyanidin 3-O-beta-D -glucoside as DNA cleavage protectors and antioxidants*, Cell Biol. Toxicol. 19(4), (2003) 243-52.

⁷⁹ K. Gąsiorowski, K. Szyba, B. Brokos, i inni, *Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from Aronia melanocarpa fruits*, Cancer Lett. 119 (1997) 37-46.

⁸⁰ C. Zhao, M. M. Giusti, M. Malik, i inni, *Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth*, J. Agric. Food Chem. 52(20), (2004) 6122-6128.

⁸¹ S. Y. Kang, N. P. Seeram, M. G. Nair, L. D. Bourquin, *Tart cherry anthocyanins inhibit tumor development in Apc(Min) mice and reduce proliferation of human colon cancer cells*, Cancer Lett. 194(1), (2003) 13-19.

⁸² D. X. Hou, T. Ose, S. Lin, i inni, *Anthocyanidins induce apoptosis in human promyelocytic leukemia cells: structure-activity relationship and mechanisms involved*, Int. J. Oncol. 23(3), (2003) 705-712.

⁸³ J. Sun, Y.-F. Chu, X. Wu, R. H. Liu, *Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits*, J. Agric. Food Chem., 50 (2002) 7449-7454.

⁸⁴ L. Favot, S. Martin, T. Keravis, i inni, *Involvement of cyclin-dependent pathway in the inhibitory effect of delphinidin on angiogenesis*, Cardiovasc. Res. 5 (2003) 479-487.

⁸⁵ D. X. Hou, M. Fujii, N. Terahara, M. Yoshimoto, *Molecular mechanisms behind the chemopreventive effects of anthocyanidins*, J. Biomed. Biotechnol. (2004) 2004 (5), 321-325.

⁸⁶ S. Roy, S. Khanna, H. M. Alessio, i inni. *Anti-angiogenic property of edible berries*, Free Radic. Res. 36 (2002) 1023-31.

⁸⁷ M. F. Beal, *Oxidatively modified proteins in ageing and disease*, Free Radic. Biol. Med. 32 (2002) 797-803.

⁸⁸ K. A. Youdim, J. A. Joseph, *A possible role of phytochemicals in improving age-related neurological dysfunctions: a multiplicity of effects*, Free Radic. Biol. Med. 30 (2001) 583-594.

⁸⁹ N. Nishiyama, T. Moriguchi, H. Saito, *Beneficial effects of aged garlic extract on learning and memory impairment in the senescence-accelerated mouse*, Exp. Gerontol. 32 (1997) 149-160.

⁹⁰ J.c.A. Joseph, B. Shukitt-Hale, N.c.A. Denisova i inni, *Long-term dietary strawberry, spinach or vitamin E supplementation retards the onset of age-related neuronal signal-transduction and cognitive behavioral deficits*, J. Neurosci., 18 (1998) 8047-8055; J.c.A. Joseph, B. Shukitt-Hale, N. A. Denisova i inni, *Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive and motor behavioral deficits with diets supplemented with blueberry, spinach or strawberry dietary supplementation*, J. Neurosci., 19 (1999) 8114-8121.

⁹¹ K. A. Youdim, B. Shukitt-Hale, A. Martin i inni, *Short term dietary supplementation of blueberry polyphenolics: beneficial effects on aging brain performance and peripheral tissue function*, Nutr. Neurosci. 3 (2000) 383-397.

⁹² J.A. Joseph, N.A. Denisova, G. Arendash i inni, *Blueberry supplementation enhances signalling and prevents behavioral deficits in an Alzheimer disease model*, Nat. Neurosci. 6 (2003) 153-162.

⁹³ KA. Youdim, MS. Dobbie, G. Kuhnle, i inni, *Interaction between flavonoids and the blood-brain barrier: in vitro studies*, J Neurochem. 85 (2003) 180-192.

⁹⁴ Y-T. Choi, C-H. Jung, S-R. Lee i inni, *The green tea polyphenol (-)-epigallocatechin gallate attenuates β -amyloid-induced neurotoxicity in cultured hippocampal neurons*, Life Sci. 70 (2001) 603-614.

⁹⁵ T. Tsuda, Y. Kato, T. Osawa, *Mechanism for the peroxynitrite scavenging activity by anthocyanins*, FEBS Lett. 484 (2000) 207-210.

⁹⁶ A. Y. Sun, A. Simonyl, G. Y. Sun, *The „French paradox“ and beyond: neuroprotective effects of polyphenols*, Free Radic. Biol. Med., 32 (2002) 314-318.

⁹⁷ M.P. Valero, A.E. Fletcher, B.L. De Stavola, J. Vioque, V.C. Alepuz, *Vitamin C is associated with reduced risk of cataract in a Mediterranean population*, J. Nutr. 132(6), (2002) 1299-1306.

⁹⁸ J. Lutomski, *„Klarin“ – na lepsze widzenie*, Postępy fitoterapii, 6 (2001) 25-27.

⁹⁹ P. Morazzoni, E. Bombardelli, *Vaccinium myrtillus*, Fitoterapia, 1996, LXVII, 3-29; M.T. Murray, *Bilberry (Vaccinium myrtillus)*. Am. J. Nat. Med., 4 (1997) 18-22.

¹⁰⁰ P.H. Canter, E. Ernst. *Anthocyanosides of Vaccinium myrtillus (bilberry) for night vision – a systematic review of placebo-controlled trials*, *Surv. Ophthalmol.* 49, (2004) 38-50.

¹⁰¹ E.R. Muth, J.M. Laurent, P. Jasper, *The effect of bilberry nutritional supplementation on night visual acuity and contrast sensitivity*, *Altern. Med. Rev.* 5 (2000) 164-173.

¹⁰² A.E. Millen, M. Gruber, R. Klein, *Relations of serum ascorbic acid and alpha-tocopherol to diabetic retinopathy in the Third National Health and Nutrition Examination Survey*, *Am. J. Epidemiol.* 158 (2003) 225-233.

¹⁰³ P. Pawłowicz, J. Wilczyński, G. Stachowiak, P. Hincz, *Administration of natural anthocyanins derived from chokeberry retardation of idiopathic and preeclamptic origin. Influence on metabolism of plasma oxidized lipoproteins: the role of autoantibodies to oxidize low density lipoproteins*, *Ginecol. Pol.* 71 (2000) 848-853.

¹⁰⁴ B. Jayaprakasam, S.K. Vareed, L.K. Olson, M.G. Nair, *Insulin secretion by bioactive anthocyanins and anthocyanidins present in fruits*, *J. Agric. Food Chem.* 53 (2005) 28-31.

¹⁰⁵ D. V. Rodriguez de Sotillo, M. Hadley, *Chlorogenic acid modifies plasma and liver concentrations of: cholesterol, triacylglycerol, and minerals in (fa/fa) Zucker rats*, *J. Nutr. Biochem.*, 13 (2002) 717-72.

¹⁰⁶ van Dam R.M., Willett W.C., Manson J.E., Hu F.B., *Coffee, caffeine, and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study in younger and middle-aged U.S. women*. *Diabetes Care.* 2006, 29(2), 398.

¹⁰⁷ C. Y. Lu, H-C. Lee, H-J. Fahn, Y-H. Wei, *Oxidative damage elicited by imbalance of free radical scavenging enzymes is associated with large-scale mt-DNA deletions in aging human skin*, *Mut. Res.* 423 (1999) 11-21.

¹⁰⁸ C. Saliou, G. Rimbach, H. Moini *Solar ultraviolet-induced erythema in human skin and nuclear factor kappa-B-dependent gene expression in keratinocytes are modulated by French maritime pine bark extract*, *Free Radic. Biol. Med.* 30 (2001) 154-160.

¹⁰⁹ I. R. Record, I.E. Dreosti, *Protection by black tea and green tea against UVB and UVA+B induced skin cancer in hairless mice*, *Mutation Res.* 422 (1998) 191.

¹¹⁰ N. P. Seeram, R. A. Momin, M. G. Nair, L. D. Bourquin, *Cyclo-oxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries*, *Phytomedicine*, 8(5) (2001) 362-369.

¹¹¹ A. Jankowski, B. Jankowska, J. Niedworok, *The influence of aronia melanocarpa in experimental pancreatitis*, *Polish Mercuriusz Lek.* 8 (48) (2000) 395-398.

¹¹² K. Charyk, *Ochronny wpływ barwników antocyjaninowych w zatruciu 2-chloro-3-chloropropylosulfidem*, *Rozprawa doktorska*, WAM Łódź, 1995.

¹¹³ S. Uchida, M. Ozaki, K. Suzuki i inni, *Radioprotective effects of (-)-epigallocatechin 3-O-gallate (green tea tannin) in mice*, *Life Sci.* 50 (1992), 147-152.

¹¹⁴ H. Inado, M. Onoda, *Radioprotective action of curcumin extracted from Curcuma longa L.: inhibitory effect on formation of urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine, tumorigenesis, but not mortality, induced by γ -irradiation*. *Int. J. Rad. Oncol. Biol. Phys.*, 53 (2002) 735-743.

¹¹⁵ C. Sauvaget, F. Kasagi, C.A. Waldren, *Dietary factors and cancer mortality among atomic bomb survivors*, *Mut. Res.* 551 (2004) 145-152.

¹¹⁶ Weiss JF, Landauer MR. *Radioprotection by antioxidants*. *Ann N Y Acad Sci* 2000;899:44–60; Weiss JF, Landauer MR. *Protection against ionizing radiation by antioxidant nutrients and phytochemicals*. *Toxicology* (2003)189:1–20.

¹¹⁷ Yong LC, Sigurdson AJ, Ward EM, i inni. *Increased frequency of chromosome translocations in airline pilots with long-term flying experience*. *Occup Environ Med* (2009).66:56–62.

¹¹⁸ Yong LC, Petersen MR, Sigurdson AJ, Sampson LA, Ward EM. *High dietary antioxidant intakes are associated with decreased chromosome translocation frequency in airline pilots*, *Am J Clin Nutr* 90 (2009)1402–10.

¹¹⁹ M. Balcerek, *Optymalizacja technologii otrzymywania spirytusu aroniowego*, *Praca Doktorska*, Politechnika Łódzka, 2001.

¹¹⁰ I. Bober, J. Oszmiański, *Zastosowanie wytlóków aronii do naparów herbat owocowych*, *Acta Sci. Pol. Techno. Aliment.* 3 (2004) 63-72.

Bibliografia do rozdziału „Uprawa aronii”

Maria Cichowicz, Piotr Eggert „Nowe gatunki krzewów owocodajnych” Sylwan nr.12 Warszawa 1978 r.

Piotr Eggert „Aronia Czarnoowocowa” Sad Nowoczesny nr 11 1986 r.

Piotr Eggert „Uprawa aronii czarnoowocowej” Wiadomości Zielarskie nr.5 1987 r.

Piotr Eggert „Właściwości lecznicze i zastosowanie aronii czarnoowocowej” Wiadomości Zielarskie nr 6 1987r.

Piotr Eggert „Aronia Czarnoowocowa” Sad Nowoczesny nr 7 1991 r.

Piotr Eggert „Aronia coraz bardziej popularna” Owoce Warzywa Kwiaty nr 22 2004 r.

Piotr Eggert „Aronia-roślina dla gospodarstw ekologicznych” Hasło ogrodnicze nr 6 2006 r.

Piotr Eggert „Aronia w uprawie ekologicznej” Ogrodnik Polski nr 4 2006 r.

Autorzy

Prof. dr hab. **IWONA WAWER** – jest emerytowanym kierownikiem Zakładu Chemii Fizycznej na Wydziale Farmaceutycznym Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. Pracuje w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej im. Stanisława Pigoń na Krośnie na kierunku Zielarstwo. Autorka książek o aronii: „Aronia – polski paradoks”, Warszawa 2005, 2016 i 2012; „The Power of nature. Aronia melanocarpa”. UK, London, 2006; II wyd., Omaha, Nebraska, USA, 2010 oraz „Suplementy diety dla ciebie”, Warszawa 2009, 2014”.



Mgr inż. **PIOTR EGGERT** – jeden z największych znawców uprawy aronii w Polsce. Od ponad 40 lat zajmuje się selekcją, rozmnażaniem i hodowlą tej rośliny na terenie Polski. Jako pierwszy założył w naszym kraju szkółkę sadzonek aronii i nadal korzystając z ogromnego doświadczenia, ją prowadzi. Jego klienci mogą liczyć na bezpłatne, fachowe poradnictwo na temat zakładania i prowadzenia plantacji. Jest absolwentem SGGW.

BARBARA HOŁUB – dziennikarka, autorka kilkunastu książek poradniczych na temat zdrowia i diety. Przez wiele lat pracowała w prasie kobiecej. Kierowała takimi pismami jak „Świat Kobiety”, „Kobieta i Życie” czy „Stylowy Dom”.



