

Marcin Praczyk¹, *Aleksandra Wawro²

Charakterystyka profilu kwasów tłuszczowych wybranych gatunków roślin włóknistych i zielarskich oraz możliwości ich modyfikacji poprzez ukierunkowane prace hodowlane

Characteristics of the fatty acid profile of selected fibrous and herbal
plant species and the possibilities of their modification through
designated breeding work

¹Zakład Hodowli i Botaniki Roślin Użytkowych, Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich –
Państwowy Instytut Badawczy, Plewiska

²Zakład Inżynierii Bioproduktów, Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich –
Państwowy Instytut Badawczy, Poznań
Dyrektor Instytutu: dr n. med. inż. biotech. Rafał Spachacz

SUMMARY

Fatty acids are essential for the proper functioning of the human body – they build cell membranes and support the activity of the brain and nervous system. The human organism is unable to synthesize essential unsaturated fatty acids (EFAs) on its own, therefore their source must be the diet, rich mainly in omega-3 (ALA) and omega-6 (LA) fatty acids. A natural and effective way of supplementing EFAs is through plant oils, which also contain vitamin E and antioxidants that additionally help protect the body against oxidative stress. The fatty acid profile in new genotypes of oilseed fibrous and herbal plants species is one of the most important directions of breeding work, as it allows the combination of high nutritional value with technological functionality. A high content of EFAs in cultivars of flax, hemp, milk thistle, or coriander enables an increased share of bioactive compounds, which is of great importance for dietoprophyllaxis and the development of health-promoting food. At the same time, studies on genetic variability and the optimization of crop cultivation make it possible to develop new sources of natural plant oils with a desirable fatty acid composition, supporting human health. Particularly important is the determination of the relationship between environmental factors and the lipid profile of plants, which allows the selection of optimal agrotechnical conditions.

Keywords: flax, hemp, coriander, milk thistle, omega-3, omega-6, vegetable oils

STRESZCZENIE

Kwasy tłuszczowe są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka – budują błony komórkowe, wspierają pracę mózgu i układu nerwowego. Organizm nie potrafi samodzielnie syntetyzować niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), dlatego ich źródłem musi być dieta, bogata głównie w kwasy omega-3 (ALA) i omega-6 (LA). Naturalnym i skutecznym sposobem suplementacji NNKT są oleje roślinne zawierające także witaminę E i antyoksydanty, które dodatkowo wspomagają ochronę organizmu przed stresem oksydacyjnym. Profil kwasów tłuszczowych w nowych genotypach oleistych gatunków roślin włóknistych i zielarskich jest jednym z najważniejszych kierunków prac hodowlanych, gdyż pozwala łączyć wysoką wartość odżywczą z funkcjonalnością technologiczną. Wysoka zawartość NNKT w odmianach lnu, konopi siewnych, ostropestu czy kolendry umożliwia zwiększenie udziału bioaktywnych związków, co ma ogromne znaczenie dla dietoprofilaktyki i rozwoju żywności prozdrowotnej. Równocześnie badania nad zmiennością genetyczną i optymalizacją uprawy tych roślin pozwalają na opracowanie nowych źródeł naturalnych olejów roślinnych o pożądanym składzie kwasów tłuszczowych, wspierających zdrowie człowieka. Szczególnie istotne jest określenie relacji pomiędzy czynnikami środowiskowymi a profilem lipidowym roślin, co pozwala na dobór optymalnych warunków agrotechnicznych.

Słowa kluczowe: len, konopie, kolendra, ostropest, omega-3, omega-6, oleje roślinne

Wstęp

Organizm człowieka nie posiada zdolności do syntezy niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), dlatego dieta bogata w kwas α -linolenowy (ang. *alpha linolenic acid* – ALA) – rodzina omega-3, kwas linolowy (ang. *linoleic acid* – LA) – rodzina omega-6 i kwas oleinowy – rodzina omega-9, stanowi fundamentalne znaczenie dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu ludzkiego na różnych etapach życia. Suplementacja NNKT poprzez oleje roślinne to naturalny, bezpieczny i skuteczny sposób na dostarczenie organizmowi kwasów omega-3, omega-6 i omega-9. Wiele olejów zawiera również korzystne antyoksydanty, witaminę E oraz fitoskładniki, co wzmacnia ich działanie prozdrowotne. Z tego względu niezwykle istotnym kierunkiem hodowli nowych odmian ziół jest zwiększanie zawartości związków biologicznie czynnych w nasionach. Do tej grupy zaliczane są związki podstawowe (występujące we wszystkich roślinach) oraz wtórne (charakterystyczne dla konkretnych gatunków). Prace hodowlane ukierunkowane na zwiększenie zawartości związków podstawowych, głównie poprzez modyfikację profilu jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, prowadzone są m.in. dla lnu uprawnego, konopi włókniстых, kolendry siewnej oraz ostropestu plamistego. Zwiększenie zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w wyżej wymienionych roślinach wiąże się ze zwiększeniem ich wartości odżywczej oraz wzrostem potencjalnego znaczenia olejów w profilaktyce chorób przewlekłych, a to z kolei przemawia za upowszechnieniem ich stosowania w codziennej diecie.

Charakterystyka jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i ich wpływ na zdrowie człowieka

Pod względem budowy chemicznej nienasycone kwasy tłuszczowe charakteryzują się obecnością co najmniej jednego wiązania podwójnego pomiędzy atomami węgla w łańcuchu węglowym. W zależności od liczby tych wiązań dzieli się je na jednonienasycone (ang. *monounsaturated fatty acids* – MUFA), zawierające jedno wiązanie podwójne, oraz wielonienasycone (ang. *polyunsaturated fatty acids* – PUFA), które posiadają dwa lub więcej takich wiązań. Zarówno jedno-, jak i wielonienasycone kwasy tłuszczowe pochodzenia roślinnego są wykorzystywane przez większość komórek ludzkiego organizmu jako źródło energii oraz materiał budulcowy błon komórkowych. Regularne spożycie tych kwasów tłuszczowych wiąże się z redukcją ryzyka rozwoju chorób przewlekłych, takich

jak: miażdżyca, choroby serca, cukrzyca typu 2 oraz niektóre typy nowotworów. Co więcej, nienasycone kwasy tłuszczowe mają również pozytywny wpływ na funkcjonowanie układu nerwowego – poprawiają kondycję mózgu, wspomagają procesy poznawcze, mogą łagodzić objawy depresji oraz innych zaburzeń nastroju (1, 2).

MUFA posiadają tylko jedno wiązanie podwójne – do tej grupy kwasów zalicza się m.in. kwas oleinowy (C18:1, omega-9), oleopalmitynowy (C16:1) czy erukowy (C22:1). Badania wskazują, że jednonienasycone kwasy tłuszczowe obniżają poziom cholesterolu LDL i cholesterolu całkowitego, ale nie obniżają poziomu HDL, czyli tzw. dobrego cholesterolu, wpływają korzystnie na ciśnienie tętnicze i wrażliwość insulinową, a także mają działanie kardioprotekcyjne i przeciwzapalne (3-5).

PUFA posiadają w swojej strukturze więcej niż jedno podwójne wiązanie. Do najważniejszych zaliczamy kwasy omega-3, czyli α -linolenowe (ALA), oraz omega-6, czyli linolowe (LA), które różnią się położeniem pierwszego podwójnego wiązania w łańcuchu węglowym. Kwas ALA (α -linolenowy) jest prekursorem dla długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3, tj. EPA (eikozapentaenowego) i DHA (dokozaheksaenowego), choć proces ten jest ograniczony. Kwasy omega-3 wpływają na utrzymanie prawidłowego poziomu lipidów, trójglicerydów we krwi, normalizują ciśnienie krwi i hamują rozwój choroby niedokrwiennej serca. Liczne doniesienia wskazują na możliwość zastosowania kwasów omega-3 w leczeniu zakrzepicy, chorób alergicznych oraz wszelkich chorób o podłożu zapalnym. Działanie to może wynikać z wpływu kwasów omega-3 na regulację stężenia cytokin, których podwyższony poziom warunkuje przewlekłe stany zapalne, choroby autoimmunologiczne, miażdżycę oraz powstawanie nowotworów. Ponadto zapewniają prawidłową pracę mózgu, zapobiegają powstawaniu zmian w jelicie grubym, wpływają na odpowiednie kształtowanie układu nerwowego u płodu, a także wzmacniają wzrok. Źródłem kwasów omega-3 są przede wszystkim: tłuste ryby morskie, skorupiaki, orzechy włoskie, olej lniany czy olej arachidowy (6-8). Do grupy kwasów tłuszczowych omega-6 należą m.in.: kwas linolowy (LA), arachidonowy (ang. *arachidonic acid* – AA) oraz gammalinolenowy (ang. *gamma linolenic acid* – GLA). Związki te pełnią istotne funkcje w organizmie – biorą udział w syntezie hormonów, wspierają przemianę materii, przyspieszają regenerację tkanek, wspomagają wzrost włosów i odnowę komórek skóry. Ponadto przyczyniają się do utrzymania mocnych kości, regulują ciśnienie tętnicze, a także wspierają prawidłowe działanie

serca, przewodu pokarmowego i nerek. Ich obecność w diecie jest istotna również w terapii chorób skórnych, cukrzycy typu 2, zaburzeń hormonalnych oraz dla właściwego funkcjonowania układu rozrodczego. Źródłem kwasów omega-6 są: olej słonecznikowy, pestki słonecznika, pestki dyni, orzechy ziemne, awokado oraz migdały (9-12).

Optymalny stosunek jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych

Zbilansowana dieta pod względem spożycia nienasyconych kwasów tłuszczowych polega na dostarczeniu odpowiednich ilości dwóch kluczowych grup tych kwasów: MUFA i PUFA. Oba typy kwasów tłuszczowych mają korzystny wpływ na zdrowie, ale pełnią różne funkcje i nadmiar jednych względem drugich może prowadzić do zaburzeń metabolicznych. Zatem optymalna proporcja oznacza, że zawartość kwasów tłuszczowych nienasyconych (zarówno MUFA, jak i PUFA) powinna być co najmniej dwa razy większa niż nasyconych (ang. *saturated fatty acids* – SFA). Z kolei optymalny stosunek kwasów jednonienasyconych do wielonienasyconych w diecie powinien wynosić około 1:1 do 2:1, czyli nieco więcej MUFA niż PUFA. Wielu badaczy podkreśla, że optymalny stosunek kwasów omega-6 do omega-3 powinien wynosić ok. 2:1, ponieważ taka proporcja sprzyja utrzymaniu równowagi metabolicznej i ogranicza ryzyko rozwoju stanów zapalnych. Jednakże, stosunek 4:1 do 5:1 również uznaje się za akceptowalny i korzystny dla zdrowia, szczególnie w kontekście realnych możliwości dietetycznych – kwasy omega-3 są obecne w żywności w znacznie mniejszych ilościach niż omega-6, co sprawia, że osiągnięcie niższych proporcji jest trudne w codziennej diecie (3, 7, 11, 13) (tab. 1).

Oleje roślinne w zrównoważonej diecie

W oparciu o dane z tabeli 1 można wnioskować, że głównymi źródłami kwasów tłuszczowych omega-3

i omega-6 są oleje pochodzenia roślinnego. Ciepłe tłuszcze roślinne pozyskuje się zazwyczaj z nasion, owoców, pestek, orzechów lub kiełków. Są one wysoko cenione w zdrowej diecie, ponieważ dostarczają NNKT oraz szeroką gamę związków biologicznie aktywnych – w tym witaminy A, D, E, prowitaminę A, fosfolipidy, hormony, fitosterole i naturalne barwniki. Obecnie coraz większą popularnością cieszą się oleje dziewicze, czyli tłoczone na zimno, które zachowują naturalny skład surowca roślinnego. Dzięki temu oleje roślinne stanowią niezwykle istotny element racjonalnego żywienia, co zwraca uwagę konsumentów, którzy coraz częściej decydują się na wybór produktów spożywczych, jakimi są m.in. oleje roślinne uważane za lepszą alternatywę dla tłuszczów zwierzęcych. Zgodnie z międzynarodową normą Standard for Named Vegetable Oils opublikowaną przez Codex Alimentarius (14) jadalne oleje roślinne są definiowane jako produkty spożywcze składające się głównie z gliceroli kwasów tłuszczowych oraz niewielkich ilości innych lipidów. Do tych dodatkowych składników zaliczają się: fosfolipidy, tokoferole, karotenoidy, sterole roślinne i ich estry, woski, związki polifenolowe oraz naturalnie występujące wolne kwasy tłuszczowe. Normy zawarte w dokumencie określają nie tylko parametry jakościowe i zasady etykietowania, ale również dopuszczalny skład poszczególnych kwasów tłuszczowych w olejach pochodzących z różnych roślin. Oznacza to, że niezależnie od metody produkcji – tłoczenia na zimno, na gorąco czy rafinacji – deklarowany rodzaj oleju musi odpowiadać ustalonym standardom dotyczącym profilu kwasów tłuszczowych.

Na polskim rynku dostępna jest szeroka gama olejów roślinnych, spośród których najczęściej wykorzystywane to: olej rzepakowy, sojowy, słonecznikowy, kukurydziany, lniany oraz oliwa z oliwek. Coraz większym zainteresowaniem w doniesieniach naukowych oraz wśród konsumentów cieszą się mniej popularne dotychczas oleje, takie jak: olej z pestek

Tab. 1. Przykładowe produkty spożywcze i zawarte w nich kwasy tłuszczowe omega-6 i omega-3 (3)

Produkt	Omega-6 (g)	Omega-3 (g)	Stosunek ω -6: ω -3	Uwagi
Olej lniany	15-20	50-60	~ 0,3:1	Jeden z najlepszych źródeł ALA
Olej rzepakowy	20	9-11	~ 2:1	Zrównoważony, stabilny termicznie
Olej słonecznikowy	65	< 1	~ 200:1	Bardzo wysoki udział ω -6
Łosoś (gotowany, 100 g)	1-1,5	1,5-2,0	~ 1:1	Doskonałe źródło EPA i DHA
Orzechy włoskie (30 g)	9	2,5	~ 3,5:1	Bogate źródło ALA, ale też dużo ω -6
Chia (30 g)	607	5-6	~ 1,1:1	Bardzo dobre źródło ALA
Jajka z chowu standardowego	0,7-1,0	0,05-0,1	~ 10-15:1	Zależne od paszy; jaja ω -3 mają lepszy profil

dyni i winogron, z miąższu owoców awokado oraz orzechów włoskich, a także nasion konopi, wiesiołka, czarnuszki, kolendry czy ostropestu. Produkty te wyróżniają się korzystnym profilem kwasów tłuszczowych, obecnością bioaktywnych związków oraz potencjalnym wpływem na poprawę stanu zdrowia, co czyni je wartościowym elementem diety zrównoważonej i funkcjonalnej (15-17).

Olej z pestek dyni to źródło kwasu linolowego (omega-6) i oleinowego (omega-9). Jest bogaty w fitosterole, witaminę E i karotenoidy. Wspiera zdrowie prostaty i układu moczowego, działa przeciwzapalnie oraz korzystnie wpływa na poziom cholesterolu (18).

Olej z pestek winogron zawiera głównie kwas linolowy (omega-6) oraz antyoksydanty, takie jak witamina E i proantocyjanidyny. Wspomaga zdrowie serca, działa przeciwzapalnie i może chronić komórki przed stresem oksydacyjnym (19).

Z kolei olej z awokado jest bogaty w kwas oleinowy (omega-9), witaminy A, D, E oraz fitosterole. Wspiera układ sercowo-naczyniowy, poprawia wchłanianie składników odżywczych i korzystnie wpływa na stan skóry (17).

Olej z czarnuszki zawiera kwas linolowy (omega-6), oleinowy oraz tymochinon o silnym działaniu antyoksydacyjnym i przeciwzapalnym. Wspiera odporność, układ oddechowy i może łagodzić objawy alergii (20).

Olej z orzechów włoskich jest bogaty w kwas α -linolenowy (ALA, omega-3), kwas linolowy (omega-6) i liczne przeciwutleniacze. Wspiera funkcjonowanie mózgu, zmniejsza ryzyko chorób sercowo-naczyniowych i działa przeciwzapalnie (21, 22).

Olej konopny natomiast charakteryzuje się optymalnym stosunkiem kwasów tłuszczowych omega-6 do omega-3, wynoszącym ok. 3:1, co jest zbliżone do wartości zalecanych w diecie człowieka. Zawiera wysoką zawartość kwasu linolowego (LA) oraz kwasu α -linolenowego (ALA), a także niewielkie ilości kwasu γ -linolenowego (GLA), który wykazuje działanie przeciwzapalne i immunomodulujące (23, 24).

Olej z nasion kolendry zawiera znaczne ilości kwasu petroselinowego (nienasyconego kwasu omega-12) oraz kwasu linolowego, a także składniki fenolowe i antyoksydanty. Działa przeciwbakteryjnie, przeciwgrzybiczo i przeciwzapalnie, wspomagając układ trawienny i funkcje metaboliczne (25).

Owoce ostropestu plamistego znane są przede wszystkim z zawartości sylimaryny – kompleksu flawonolignanów o właściwościach hepatoprotekcyjnych. Olej z nasion ostropestu zawiera fosfolipidy i jest źródłem kwasu linolowego i oleinowego, które wspierają zdrowie układu sercowo-naczyniowego

oraz działają przeciwutleniająco (26, 27). Dzięki obecności nienasyconych kwasów tłuszczowych, fitosteroli, tokoferoli oraz substancji bioaktywnych wyżej wymieniony olej jest cennym uzupełnieniem zrównoważonej diety i wspierają profilaktykę chorób cywilizacyjnych.

Olej lniany, popularny od wielu lat w diecie człowieka, jest najbogatszym roślinnym źródłem kwasu α -linolenowego (ALA), należącego do grupy roślinnych kwasów tłuszczowych omega-3. Średnia zawartość tego związku w tradycyjnych odmianach wynosi ok. 50%. Kwas ALA jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu, stanowiąc prekursor dla długołańcuchowych kwasów EPA i DHA. Regularne spożycie ALA może wspierać zdrowie sercowo-naczyniowe, przyczyniać się do obniżenia ciśnienia tętniczego oraz wykazywać działanie przeciwzapalne. Co istotne, już jedna łyżka (ok. 10-15 ml) oleju lnianego dostarcza około 7,3 g ALA, co znacznie przewyższa minimalne dzienne zapotrzebowanie na ten kwas (zalecane dzienne spożycie wynosi ok. 1,1 g dla kobiet i 1,6 g dla mężczyzn wg EFSA) (17, 28).

Oleje roślinne to nie tylko tłuszcze, ale przede wszystkim skoncentrowane źródło wielu bioaktywnych związków, które korzystnie wpływają na zdrowie człowieka. Ich największą zaletą jest naturalna postać oraz łatwość włączenia do codziennej diety – można je stosować na zimno do sałatek, koktajli, jogurtów, a także (niektóre z nich) do delikatnego smażenia. Regularne spożywanie olejów roślinnych tłoczonych na zimno dostarcza organizmowi NNKT, w tym omega-3 i omega-6, które odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu zdrowia serca, mózgu i skóry. Dodatkowo, oleje roślinne są bogatym źródłem fitosteroli, które wspomagają obniżenie poziomu „złego” cholesterolu LDL, oraz antyoksydantów, takich jak witamina E i związki fenolowe, które chronią komórki organizmu przed stresem oksydacyjnym. Nie bez znaczenia jest również fakt, że oleje roślinne są pozbawione zagrożenia zanieczyszczeniem metalami ciężkimi (takimi jak: rtęć, kadm czy ołów), które mogą występować w niektórych olejach rybnych, szczególnie tych niskiej jakości lub niewłaściwie pozyskiwanych. W dobie rosnącej świadomości zdrowotnej i ekologicznej coraz większą popularnością cieszą się tzw. alternatywne oleje roślinne, m.in.: olej lniany, konopny, z czarnuszki, ostropestu czy kolendry. Produkty te wyróżniają się wysoką zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, obecnością związków biologicznie czynnych oraz korzystnym wpływem na wiele funkcji organizmu, co czyni je wartościowym elementem zrównoważonej i funkcjonalnej diety (29).

Tab. 2. Przykładowe zastosowanie kulinarne omawianych olejów roślinnych

Olej	Zastosowania kulinarne
Lniany	Dodatek do sałatek, twarogu, smoothie; najlepiej na zimno
Konopny	Do sałatek, pesto, kasz, pieczywa; dodatek do hummusu
Kolendrowy	Dodatek do zup, sosów, marynat; w kuchni ajurwedyjskiej
Ostropestowy	Do koktajli, kasz, surówek; dodatek do zup i pieczywa

Prace hodowlane w kierunku poprawy jakości olejów roślinnych gatunków włóknistych i zielarskich oraz wydajności odmian

Jednym z istotnych kierunków hodowli nowych odmian roślin zielarskich jest zwiększanie zawartości związków biologicznie czynnych w surowcach użytkowych. Przykładem może być modyfikacja profilu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju tłoczonym z nasion. W Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowym Instytucie Badawczym prace te są obecnie prowadzone m.in. dla lnu uprawnego, konopi włóknistych, kolendry siewnej oraz ostropestu plamistego. W przypadku kolendry udało się wyprowadzić nowe linie hodowlane, przewyższające uprawiane obecnie odmiany pod względem zawartości kwasu oleinowego i linolowego. W wyniku kontrolowanego krzyżowania wybranych form rodzicielskich otrzymano linie o zawartości kwasu oleinowego przekraczającej 80%. W celu skrócenia okresu stabilizacji genetycznej nowych genotypów prowadzona jest reprodukcja *in vitro* najlepszych roślin. Warte podkreślenia jest również to, że zwiększenie zawartości kwasu oleinowego udało się skorelować z utrzymaniem zadowalającego udziału kwasu linolowego. Modelowym przykładem skutecznych modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych, uzyskanych w wyniku prac hodowlanych, jest len. Jak wspomniano, gatunek ten jest najbogatszym roślinnym źródłem kwasu α -linolenowego, należącego do grupy omega-3. W naturalnym profilu kwasowym nasiona lnu zawierają ok. 50% kwasu α -linolenowego. W wyniku prac hodowlanych udało się zwiększyć udział tego związku w profilu ogólnym do poziomu ponad 60%. Kwas α -linolenowy posiada jednak pewien biologiczny defekt, polegający na szybkim utlenianiu. Właściwość ta powoduje, że olej lniany ma krótki termin przydatności do spożycia. Aby termin ten wydłużyć, przeprowadzono skuteczną zmianę profilu kwasów tłuszczowych, uzyskując odmiany tzw. typu

SOLIN, charakteryzujące się wysoką zawartością kwasu linolowego (60-70%) i bardzo niską zawartością kwasu należącego do grupy omega-3 (ok. 5%). Wykorzystano tu silną, ujemną korelację pomiędzy genami warunkującymi udział obu wspomnianych związków. Olej tłoczony z odmian niskolinolenowych jest jednak mniej wartościowy pod względem właściwości zdrowotnych, zwłaszcza dla konsumentów z krajów rozwiniętych, których dieta jest z reguły aż nazbyt bogata w kwas linolowy. Dobrym rozwiązaniem jest zatem zbilansowanie profilu kwasów tłuszczowych w odmianach lnu. W wyniku zabiegów hodowlanych wyprowadzono zatem również genotypy o proporcjonalnym udziale kwasów linolowego, oleinowego i α -linolenowego (30).

W ostatnich latach dużym zainteresowaniem cieszy się uprawa konopi włóknistych. Konopie, uprawiane dotychczas głównie na włókno, znajdują obecnie zastosowanie w wielu kierunkach alternatywnych. Jednym z nich jest wykorzystanie oleiste tego gatunku poprzez tłoczenie oleju spożywczego z nasion. Olej konopny, bogaty w NNKT, charakteryzuje się dodatkowo optymalnym stosunkiem kwasów omega-3 do omega-6. W związku z tym prace hodowlane podążają głównie w kierunku zwiększenia zawartości tłuszczu w nasionach oraz podniesienia plonu nasion, co dodatkowo powiązane jest z obniżeniem wysokości roślin (nierazko przekraczającej 5 metrów) i hodowli odmian niskopiennych. Uprawa takich genotypów w istotny sposób ułatwia bowiem mechaniczny zbiór wiech i podnosi wydajność sprzętu. Wymiernym efektem takich prac są odmiany, zarówno jedno-, jak i dwupienne, które pojawiły się w ostatnich latach w krajowym i europejskim rejestrze odmian roślin uprawnych.

Wśród gatunków zielarskich od wielu lat dużą popularnością cieszy się ostropest plamisty (*Silybum marianum* L.), który jako roślina lecznicza był znany i uprawiany już w starożytności. Ostropest jest bogaty w witaminy B₂, D, E, cynk, selen i miedź, ale swoje zdrowotne działanie zawdzięcza głównie silymarynie, pochodnej flawonoidów o właściwościach hepatoprotekcyjnych, przeciwzapalnych, rozkurczowych, odtruwających i żółciopędnych. Właściwości te powodują, że jest to związek wykorzystywany powszechnie w leczeniu chorób wątroby. Z żywieniowego punktu widzenia cenny jest również olej z nasion ostropestu, bogaty szczególnie w kwasy linolowy i oleinowy. Prace hodowlane prowadzone nad tym gatunkiem doprowadziły do otrzymania linii charakteryzujących się zawartością kwasu linolowego dochodzącą do 55%, natomiast kwasu oleinowego do 31%. Najbardziej wartościowe genotypy posiadają ok. 50% kwasu linolowego i ok.

30% kwasu oleinowego. Coraz częściej w hodowli ostropestu próbuje się wykorzystywać kontrolowane krzyżowanie wybranych form rodzicielskich. Jako gatunek fakultatywnie obcopolny musi być on jednak poddawany odpowiedniemu, mechanicznemu przygotowaniu kwiatów matecznych, co z uwagi na ich skomplikowaną budowę botaniczną jest procesem niełatwym (31-33).

Podsumowanie

NNKT odgrywają ważną rolę na każdym etapie życia: wpływają na rozwój układu nerwowego u dzieci, wspierają pracę serca i naczyń, regulują odpowiedź zapalną i odpornościową. Zastosowanie olejów roślinnych jako źródła NNKT to skuteczny i bezpieczny sposób profilaktyki chorób cywilizacyjnych, a jednocześnie kierunek nowoczesnego rolnictwa roślin zielarskich. Współczesna fitochemia zmierza do zwiększania zawartości związków biologicznie czynnych w surowcach roślinnych. Dotyczy to zarówno związków podstawowych, jak i wtórnych. Hodowla

odmian lnu, konopi, kolendry czy ostropestu koncentruje się na poprawie profilu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz wysokim plonie nasion i zawartości tłuszczu w nasionach, co zwiększa wartość zdrowotną i użytkową olejów, które mogą zostać pozyskane z tych roślin. Należy jednak pamiętać, że skala badań genetyczno-hodowlanych jest w grupie roślin włókniстых i zielarskich niepomnie mniejsza od większości gatunków rolniczych. Metody hodowli nowych odmian ziół opierają się w dużej mierze na technikach tradycyjnych, tj. selekcji pozytywnej pojedynków i krzyżowaniu odpowiednio dobranych komponentów rodzicielskich. Pewne znaczenie ma hodowla mutacyjna, zwłaszcza generowanie form tetraploidalnych. Hodowla form tetraploidalnych prowadzona jest m.in. dla ostropestu plamistego. W badaniach genetycznych roślin zielarskich wykorzystuje się też nowoczesne techniki hodowlane. Zalicza się do nich reprodukcję *in vitro* i analizy molekularne. Są one stosowane do badania zmienności genotypów oraz utrwalania korzystnych cech użytkowych.

Piśmiennictwo

- Górnaś P. Olej roślinny jako źródło nienasyconych kwasów tłuszczowych. Żywn Nauka Technol Jakość 2015; 4(101):5-18.
- Szostak WB, Szostak-Węgierek D. Znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3 w profilaktyce i terapii. Postępow Hig Med Dosw 2011; 65:579-92.
- Jarosz M (red.). Normy żywienia dla populacji Polski. IŻŻ, 2017.
- Dybowska E. Rola jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu i zdrowiu człowieka. [W:] Wolska-Adamczyk A (red.). Znaczenie racjonalnego żywienia w edukacji zdrowotnej. WSiP, Warszawa 2015:173-86.
- Schwingshackl L, Hoffmann G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. Lipids Health Dis 2014; 13:154.
- Calder PC. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man. Biochem Soc Trans 2017; 45(5):1105-15.
- Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. J Am Coll Nutr 2002; 21(6):495-505.
- Marciniak-Łukasiak K. Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. Żywn Nauka Technol Jakość 2011; 6(79):24-35.
- Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. Fish consumption, fish oil, Omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circ 2002; 106:2747-57.
- Schmitz G, Ecker J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. Prog Lipid Res 2008; 47(2):147-55.
- WHO/FAO. Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper 91. World Health Organization, Rome 2010.
- Karłowicz-Bodalska K, Bodalski T. Nienasycone kwasy tłuszczowe, ich właściwości biologiczne i znaczenie w lecznictwie. Post Fitoter 2007; 1:46-56.
- Łożna K, Kita A, Styczyńska M i wsp. Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Probl Hig Epidemiol 2012; 93(4):871-75.
- Codex Alimentarius Commission. Standard for named vegetable oils (CODEX-STAN 210-1999). Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization, Rome 2019.
- Ratusz K, Popis E, Ciemniewska-Żytewicz H i wsp. Oxidative stability of camelina (*Camelina sativa* L.) oil using pressure differential scanning calorimetry and Rancimat method. J Therm Anal Calorim 2016; 126(1):343-51.
- Ciborowska H, Ciborowski A. Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka. PZW, Warszawa 2022.
- Rutkowska J, Antoniewska A, Baranowski D i wsp. Analiza profilu kwasów tłuszczowych wybranych olejów „nietypowych”. Bromat Chem Toksykol 2016; XLIX(3):385-9.
- Antoniewska A, Adamska A, Rutkowska J i wsp. Olej z nasion dyni jako źródło cennych składników w diecie człowieka. Probl Hig Epidemiol 2017; 98(1):17-22.
- Kołodziejczyk J, Olas B. Pestki winogron jako cenne źródło związków chroniących układ krążenia. Post Fitoter 2011; 1:52-7.
- Ciesielska-Figlon K, Dąca A, Lisowska KA. Olej z nasion czarnuszki siewnej (*Nigella sativa*) jako produkt immunomodulujący. Post Fitoter 2019; 20(1): 35-40.
- Chauhan A, Chauhan V. Beneficial effects of walnuts on cognition and brain health. Nutrients 2020; 12(2): 550.
- Obiedzińska A, Waszkiewicz-Robak B. Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. Żywn Nauka Technol Jakość 2012; 1(80):27-44.
- Callaway JC. Hempseed as a nutritional resource: An overview. Euphytica 2004; 140(1):65-72.
- Leizer C, Ribnicki D, Poulev A i wsp. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. J Nutraceuticals Funct Med Foods 2000; 2(4):35-53.

25. Kozłowska M, Ziarno M. Kolendra – skład i zastosowanie. *Post Fitoter* 2012; 2:108-12.
26. Kroll DJ, Shaw HS, Oberlies NH. Milk thistle nomenclature: why it matters in cancer research and pharmacokinetic studies. *Integr Cancer Ther* 2007; 6(2):110-9.
27. Nurzyńska-Wierdak R, Dyduch J, Sawicka A i wsp. Ostropest plamisty (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) – fitochemia i efekty terapeutyczne. *Ann Horti* 2018; 28(4):15-32.
28. Ipatova OM, Prozorovskaia NN, Baranova VS i wsp. Biologicheskaya aktivnost' l'nianogo masla kak istochnika omega-3 alfa-linolenovo kisloty (Biological activity of linseed oil as the source of omega-3 alpha-linolenic acid). *Biomed Khim* 2004; 50(1):25-43.
29. Karmakar G, Ghosh P, Kohli K i wsp. Chemicals from vegetable oils, fatty derivatives, and plant biomass. [In:] Tunick MH, Liu LS (red.). *Innovative Uses of Agricultural Products and Byproducts*. American Chemical Society, Washington 2020: 1-31.
30. Singh S, Sahu PK. Omega-3 its significance and breeding approaches in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Int J Pure App Biosci* 2017; 5(2):1215-28.
31. Alemardan A, Karkanis A, Salehi R. Breeding objectives and selection criteria for Milk Thistle improvement. *Noe Bot Horti Agrobi* 2013; 41(2):340-7.
32. Giridhar K, Suryakumari S, Sarada C i wsp. Crop improvement of coriander (*Coriandrum sativum* L., *subsp. indicum* var. *indicum*) through crossing. *J Spices Aromat Crops* 2016; 25(1):1-6.
33. Martinelli T. Crossing method for further genetic improvement of *Silybum marianum* L. Gaerth. *Acta Sci Pol Hortum Cultus* 2018; 17(3):101-8.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

otrzymano/received: 09.10.2023

zaakceptowano/accepted: 30.10.2023

Adres/address:

*dr inż. Aleksandra Wawro

Zakład Inżynierii Bioproduktów

Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich-PIB

ul. Wojska Polskiego 71B, 60-630 Poznań

e-mail: aleksandra.wawro@iwnirz.pl