

# Współczesne uwarunkowania uprawy i wykorzystania lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.)<sup>1</sup>

Tadeusz Zając

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin  
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie  
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

**Słowa kluczowe:** len oleisty, cechy morfologiczne, odmiany, uprawa, plonowanie, kwasy tłuszczowe

## Znaczenie gospodarcze lnu

Spośród 300 gatunków lnu należących do rodziny lnowate *Linaceae* (Heywood 1978, cyt. za [24]), gatunek (*Linum usitatissimum* L.) jest jedynym, mającym znaczenie rolnicze. Rumińska [43], podaje że w Polsce rośnie dziko także jednoroczny len przeczyszczający (*Linum catharticum* L.), zwany też lnem łąkowym. Len uprawny występuje w Polsce w formie dwóch odmian botanicznych: lnu pękającego (*Linum usitatissimum* var. *crepitans*), która jest formą pośrednią pomiędzy lnem dzikim i uprawnym oraz lnem siewnego zwykłego (*Linum usitatissimum* var. *vulgare*), mającą zamknięte torebki [50]. Len siewny zwykły występuje jako roślina uprawna w formie jarej i ozimej, przy czym w Polsce uprawiana jest wyłącznie forma jara, natomiast w Wielkiej Brytanii prowadzona jest uprawa obu form [2, 52]. W obrębie formy jarej lnu siewnego zwykłego z uwagi na wielkość nasion wyróżnia się len grubonasienny o masie 1000 nasion (MTN) od 6,5 do 16,0 g; len drobnonasienny o MTN poniżej 5,5 g oraz len przejściowy o MTN pomiędzy 5,5 do 6,5 g. Wymienione lny uprawiane są w odmiennych warunkach siedliskowych. W warunkach klimatu umiarkowanego chłodnego prowadzona jest uprawa lnu drobnonasiennego, głównie na włókno, natomiast w warunkach klimatu ciepłego i suchego uprawia się formę grubonasienną lnu, której nasiona stanowią źródło oleju lnianego. Współcześnie len oleisty jest przykładem

<sup>1</sup> Praca finansowana ze środków KBN; granty – 6 P06Z 013 21 i 6 P06T 048 21.

rośliny uprawnej o wielostronnym zastosowaniu, ponieważ dostarcza surowca dla przemysłu: chemicznego, spożywczego, farmaceutycznego, papierniczego, tekstylnego, a ponadto całe nasiona i śruta lniana są stosowane jako pokarm i pasza. W Wielkiej Brytanii i Irlandii prowadzona jest także uprawa lnu przejściowego, użytkowanego dwustronnie, zarówno dla celów włókienniczych – produkcja włókna przeznaczonego do produkcji tkanin i papieru [2, 15, 17], jak i nasion służących do otrzymania oleju lnianego. Tak prowadzona uprawa jest bardziej stabilna ekonomicznie w porównaniu z typową produkcją lnu włóknistego, wrażliwą na zmiany koniunktury rynkowej. Ten sposób uprawy lnu współcześnie postulowany jest także w Finlandii [45] i na Litwie [36].

Pawelec [40] w pracy poświęconej uprawie lnu na ziemiach polskich podkreśla, że od początku lat osiemdziesiątych rozpoczęło się systematyczne zmniejszanie powierzchni zasiewów lnu włóknistego, a w roku 1997 obszar zajmowany przez tę roślinę skurczył się do 2,5 tys. ha. Przyczyny tej sytuacji według opinii autorki są wielowątkowe. Zaważył tu między innymi zmienny i zarazem zmniejszający się w czasie popyt na tkaniny lniane, zależny od trendów mody w przemyśle odzieżowym. Wprowadzenie wolnego rynku w gospodarce i wysokie koszty produkcji włókna lnianego doprowadziły do upadku większości zakładów roszarniczych. Ponadto przedzenie włókien lnianych Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową zaliczył do branż obarczonych największym ryzykiem finansowym [40]. Drastyczne zmniejszenie się powierzchni uprawy lnu włóknistego w Polsce wywołały równocześnie silny spadek produkcji włókna lnianego i nasion. Zapotrzebowanie na te surowce rolnicze krajowej gospodarki pokrywano w oparciu o zwiększający się import. Podobnie jak Polska, również kraje europejskie importują różnorodne produkty, w tym nasiona lnu oleistego, olej lniany i śrutę, od największego eksportera w skali świata, czyli Kanady [21]. Kraje zrzeszone w Unii Europejskiej należą do największych odbiorców lnianych produktów z Kanady, a import przeliczony na nasiona wynosi 745 tys. ton [16]. Saeidi i Rowland [44] podkreślają, że len oleisty jest szóstą rośliną rolniczą Kanady. Produkcję lnu w Kanadzie stymuluje zarówno duży eksport na rynki światowe, jak i hodowla odmian o odmiennym składzie kwasów tłuszczowych oleju. Kanadyjskie odmiany lnu oleistego o obniżonej zawartości kwasu  $\alpha$ -linolenowego, (do poniżej 5% udziału w sumie kwasów tłuszczowych) i żółtej barwie nasion, ze względów handlowych noszą starą nazwę „solin”. Olej lniany pochodzący z nasion odmian ‘Linola’, należących do typu „solin”, ma skład kwasów tłuszczowych podobny do oleju słonecznikowego, który można traktować jako olej jadalny oraz używać do produkcji margaryny. Z uwagi na duże znaczenie roślin oleistych dla regionów rolniczych USA i Kanady, położonych w północnej części wielkich równin (ang. northern Great Plains) Johnston i in. [31] wykazali, że w obu krajach następuje systematyczny wzrost powierzchni uprawy wszystkich gatunków roślin oleistych. Powierzchnia zasiewów lnu oleistego w okresie 1988–1998 wzrosła z 501 do 874 tys. ha w Kanadzie, a w USA z 92 do 133 tys. ha. Także w krajach UE od początku lat dziewięćdziesiątych nastąpił

wzrost powierzchni uprawy lnu oleistego, traktowanego jako roślina nieżywnościowa. Największy obszar uprawy lnu oleistego w państwach UE posiadają Niemcy oraz Wielka Brytania i Francja [8]. W krajach środkowej Europy tradycyjnie dużą powierzchnię uprawy lnu oleisty zajmuje na Węgrzech. W tym kraju corocznie ulega ona zwiększeniu, a w uprawie są wyłącznie węgierskie odmiany, uznawane za plenniejsze w porównaniu z zagranicznymi [1].

W tabeli 1 przedstawiono kształtowanie się na świecie powierzchni zasiewów lnu oleistego i włóknistego wraz z poziomem plonowania. Forma oleista lnu uprawnego na świecie miała stabilną powierzchnię zasiewów w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. Jednak w ostatnich latach areał uprawy lnu oleistego zmniejszył się o około 500 tys. ha w porównaniu do poprzedniej dekady. Plony nasion lnu oleistego w skali świata należy uznać za bardzo stabilne, aczkolwiek pozostające na niskim poziomie. Produkcja nasion lnu oleistego w skali świata w roku 1990 wyniosła 2 921 617 ton, by obniżyć się do 2 064 658 w 2000 r. Areał zasiewów formy włóknistej lnu uprawnego był znacznie mniejszy w porównaniu do formy oleistej. Powierzchnia lnu uprawianego na włókno w latach dziewięćdziesiątych zmniejszyła się prawie dwukrotnie. Jednak zmniejszającej się w widoczny sposób powierzchni zasiewów lnu włóknistego towarzyszył znaczny wzrost plonu włókna z jednostki powierzchni.

W większości krajów Europy len oleisty traktowany jest jako roślina alternatywna, przyciągająca stosunkowo wysokie subwencje na jej uprawę, co przy relatywnie niskim koszcie uprawy 1 hektara lnu jest czynnikiem sprzyjającym zwiększaniu

**Tabela 1.** Kształtowanie się powierzchni zasiewów lnu oleistego i włóknistego w świecie wg FAOSTAT Database

Lata	Len oleisty		Len włóknisty	
	powierzchnia [mln ha]	plon nasion [Hg/ha]	powierzchnia [mln ha]	plon włókna [Hg/ha]
1990	3,941	7,41	1,039	6,62
1991	3,636	7,40	0,863	8,47
1992	2,971	7,49	0,819	7,22
1993	3,369	6,50	0,662	8,01
1994	3,356	7,32	0,532	11,13
1995	3,570	7,07	0,639	11,58
1996	3,220	7,71	0,547	10,72
1997	3,141	7,26	0,452	9,32
1998	3,294	8,35	0,459	9,07
1999	3,276	8,78	0,481	10,34
2000	2,706	7,63	0,449	11,62
2001	2,588	7,61	0,594	11,98
2002	2,605	7,86	0,607	11,87

powierzchni zasiewów [35]. Na Słowacji uprawę lnu oleistego odm. 'Flanders' rozpoczęto w roku 1996, kiedy to zasiano 120 ha, uzyskując plon nasion  $1,20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Trzy lata później (1999 r.) obszar uprawy wzrósł do 2 700 ha, a przeciętne plony nasion wyniosły  $1,32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , przy czym na niektórych polach uzyskano plony wyższe, sięgające  $2,50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  [7]. Również na Litwie wprowadza się uprawę lnu oleistego opartą na krajowej odmianie 'LU 5', poprzez doskonalenie technologii jej uprawy, czyli ustalenie normy wysiewu, doboru herbicydów oraz optymalnych metod zbioru [36]. Sankari [45] podaje, że w Finlandii obszar uprawy lnu oleistego wynosi 2200 ha, a uprawę tej rośliny prowadzi się w systemie dwustronnego wykorzystania, czyli na nasiona i włókno. W Polsce także prowadzone są badania nad możliwością uprawy lnu oleistego, obejmujące ocenę potencjału produkcyjnego odmian. W Wielkopolsce gospodarstwo „Lenkraj”, jest przykładem przedsiębiorstwa rolniczego, w którym produkuje się nasiona różnych odmian lnu oleistego z przeznaczeniem głównie na cele lecznicze. Muśnicki i in. [37] podkreślają, że wymarzenie rzepaku ozimego w Polsce, w niektórych latach znaczne, skłania do poszukiwania innych roślin oleistych, które mogłyby zastąpić ten gatunek w uprawie. Autorzy ci postulują, aby były to len oleisty i lnianka ozima, ze względu na ich dobre i wyrównane w latach plonowanie.

## Rozwój i produktywność lnu oleistego

Wzrost roślin i gromadzenie nadziemnej biomasy przez łan roślin lnu oleistego odm. 'Opal', przebiega zgodnie z krzywą S, opisaną w pracy Zająca i in. [53]. Największy przyrost nadziemnej biomasy lnu oleistego ma miejsce w fazach: pąkowanie i kwitnienie, natomiast wolniejsze tempo narastania plonu suchej masy stwierdza się w początkowym i końcowym okresie wegetacji [25].

Kanadyjskie odmiany lnu oleistego, zwłaszcza brązowonasienne, uznawane są za szczególnie dobrze przystosowane do warunków klimatu, panujących w części pre-riowej, ponieważ cechuje je wyższy wigor w porównaniu z odmianami żółtonasiennymi [44]. Marshall i in. [34] wykazali, że odmiana 'Dufferin' nie jest stabilna w plonowaniu. Plony nasion w latach 1985–1987, wyniosły odpowiednio: 87,2, 132,7 i 121,8  $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ , a indeks powierzchni liści ( $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ ), oznaczony metodą niedestrukcyjną 2,0, 6,0 i 1,2. Wskazuje to, że w latach o niesprzyjających warunkach pogodowych, przy niewielkiej powierzchni liści, len oleisty zdołał wydać zadawalający plon nasion. W warunkach środkowych Włoch, w latach 1997 i 1998 len oleisty odm. 'Mikael' wykształcał mały indeks powierzchni liści ( $1,3\text{--}1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ ), szczególnie przy mniejszej ilości wysiewu ( $400 \text{ nasion na m}^2$ ) [8]. Podwyższenie ilości wysiewu w tym doświadczeniu do  $800 \text{ nasion na m}^2$  spowodowało wzrost powierzchni liści, która wynosiła w roku 1997 2,1, a w 1998 r.  $1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ . Zwiększenie ilości wysiewu z 400 do  $800 \text{ nasion na m}^2$  sprzyjało wzrostowi plonu nasion z 1,99 do  $2,10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , natomiast w roku 1998, suchszym, spowodowało spadek z 0,98 do 0,78. Dane te wskazują na

brak wyraźnej zależności pomiędzy indeksem powierzchni asymilacyjnej a plonem nasion lnu oleistego, w warunkach suchego klimatu. Wyniki badań Aufhammera i in. [3], które należy uznać za najbardziej reprezentatywne dla środkowej części Europy, dowodzą, że w warunkach klimatu z większą ilością opadów w okresie wegetacji len oleisty wytwarza większą powierzchnię liści na jednostce powierzchni. Len oleisty uprawiany na polu doświadczalnym Uniwersytetu Hohenheim, wykształcił indeks powierzchni liści wynoszący w latach 1994 i 1995 odpowiednio  $2,5$  i  $2,6 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ . Ponadto Aufhammer i in. [3] wykazali, że gatunek ten, spośród roślin oleistych najbardziej efektywnie wykorzystuje fotosyntetycznie czynną radiację, co należy uznać za czynnik kompensujący krótki okres wegetacji. Plony nasion ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) lnu oleistego odmian 'McGregor' i 'Mikael' wyniosły w tych latach  $2,29$  i  $1,96$ . Analiza wielkości powierzchni liści lnu oleistego, krajowej odm. 'Opal', zarówno w odniesieniu do pojedynczego pędu ( $\text{cm}^2$ ), jak i całego łanu ( $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ ) w okresie kwitnienia, wskazują na duży wpływ warunków pogodowych [54]. Indeks powierzchni liści ( $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ ) łanu lnu oleistego w latach 1998, 1999 i 2000 wynosił odpowiednio:  $4,09$ ,  $4,35$  i  $3,47$ , a cecha ta w nikłym stopniu determinowała wysokość plonu nasion ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), który dla wymienionych lat wyniósł:  $1,97$ ,  $2,30$  i  $1,75$  [54]. Szczegółowa analiza cech morfologicznych rzutujących na ulistnienie pędu i łanu lnu, węgierskiej odmiany 'Hungarian Gold' i polskiej – 'Opal' lnu oleistego, wskazuje że ta pierwsza, przy niższych i słabiej ulistnionych pędach, wykształciła nasiona o nieco większej masie. Wskazuje to że w pracy hodowlanej należy uwzględniać całą gamę cech i właściwości, wpływających na produktywność kreacji hodowlanych i ich właściwości rolnicze [41, 55]. Przeprowadzona przez Hassana i Leitcha [26] analiza gromadzenia plonu nadziemnej masy roślinnej w warunkach Walii przez len oleisty odm. 'Antares', wykazała lepsze gromadzenie suchej masy ( $1200 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) w roku 1993, w którym suma opadów w okresie wegetacji wynosiła  $391 \text{ mm}$ , niż w roku 1994 ( $700 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) o sumie opadów  $229 \text{ mm}$ . Natomiast nikły wpływ na tę cechę miały zarówno gęstość siewu, jak i przyjęty rozstaw rzędów. Wskazuje to że rozmieszczenie i liczba roślin na jednostce powierzchni nie decydują o tempie gromadzenia plonu suchej masy, co świadczy o primacie czynników siedliskowych nad agrotechnicznymi.

Zasięg systemu korzeniowego lnu oleistego jest mniejszy w porównaniu z wiodącymi gatunkami roślin oleistych. Roślina ta korzeni się znacznie płycej – zasięg korzeni odm. 'NorLin' dochodził zaledwie do  $76 \text{ cm}$  [31].

Prawidłowy wzrost i rozwój roślin i łanu może mieć miejsce wówczas, gdy podczas 100-dniowego okresu wegetacji lnu oleistego, roślina ta zużyje  $240 \text{ mm}$  wody, pochodzącej z opadów atmosferycznych lub nawodnień [50]. Szczególnie ważne dla lnu oleistego są opady atmosferyczne w maju i czerwcu. W tym okresie powinno spaść około  $100 \text{ mm}$  wody, niezbędnej do intensywnego gromadzenia biomasy. Deficyt wody w tym okresie przyspiesza starzenie liści i zmniejszenie się ich liczby i powierzchni na pędzie [8].

## Odmiany hodowlane lnu

W skali świata najwięcej odmian lnu oleistego zarejestrowanych jest w Kanadzie [16, 32, 42]. W ciągu 30 lat zarejestrowano 15 odmian. W roku 1998 zarejestrowano w Kanadzie odmianę lnu oleistego 'AC Watson', odznaczającą się krótkim, bo zaledwie 100-dniowym okresem wegetacji. Odmiana ta była o 5 dni wcześniejsza niż odm. 'Flanders' [32]. W 1991 r. wyhodowano odmianę Linola<sup>TM</sup> '1084'; w oleju wyprodukowanym z nasion tej odmiany udział kwasu  $\alpha$ -linolenowego jest niższy niż 1,8% [14]. Ponadto odmiana ta, w warunkach strefy czarnych ziem w Kanadzie, daje plon nasion  $2060 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , wyższy niż odmiany Linola<sup>TM</sup> '989' i Linola<sup>TM</sup> '947', odpowiednio o 30 i  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Na Węgrzech pracę hodowlaną z lnem oleistym rozpoczęto w roku 1929. W okresie ostatnich 20 lat zarejestrowano 13 odmian [1]. Przełomem w węgierskiej hodowli lnu oleistego było wytworzenie w roku 1981 odmiany 'Szegedi 62', która dawała plony nasion na najwyższym światowym poziomie. Odmiana 'Sandra' odznaczająca się krótkim okresem wegetacji i niską słomą, została zarejestrowana na Węgrzech w roku 1987. Jest to pierwsza opatentowana odmiana węgierska. Jej udział w strukturze zasiewów wynosił 80%. Odmiana 'Barbara' (1989), podobnie jak 'Sandra' odznacza się krótkim okresem wegetacji i niską słomą, co zapewne legło u podstaw szerokiego jej rozpowszechnienia w różnych krajach. Odmiana ta dominuje w Wielkiej Brytanii, zarówno pod względem zajmowanej powierzchni, jak i w wysokości plonu nasion ( $4,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). W badaniach porównawczych odm. 'Barbara' stała się w Wielkiej Brytanii jedyną odmianą spoza Kanady, służącą jako wzorzec do porównania plonowania [44], a wespół z odmianami kanadyjskimi 'McGregor' i 'NorLin' jest odniesieniem do produktywności odmian brytyjskich [18]. Jednakże najczęstszym wzorcem jest kanadyjska odmiana 'Flanders' [45, 57], której plony nasion, uzyskane w doświadczeniach przez Candrakovą i Bakulę [7], w wysokości 4,50–5,0 tony z 1 ha, należą do najwyższych z zapisanych w literaturze dla lnu oleistego. Diepenbrock i in. [11], stwierdzili w wielopunktowych doświadczeniach w Niemczech, że istotna interakcja zachodząca pomiędzy genotypem, normą wysiewu, miejscowością i rokiem uprawy decydowała o wielkości plonu nasion i że najlepsze efekty produkcyjne daje wysiew 400–600 nasion na  $1 \text{ m}^2$ . Porównanie produktywności odmian lnu oleistego, różniących się pochodzeniem, w różnych warunkach Polski wykazało, że ich plonowanie było zbliżone i uzależnione głównie od wpływu czynników losowych, czyli lat i miejscowości i ich interakcji [55]. Analiza uzyskanych w badaniach komponentów struktury plonu nasion łąnu lnu oleistego wykazała, że pochodzenie odmian rzutowało na obsadę pędów generatywnych. Odmiany kanadyjskie wykształcały większą obsadę pędów w porównaniu do odmian węgierskich.

Porównanie plonu nasion odmian i rodów w hodowli i ocenie wartości gospodarczej w kraju, odbywa się w odniesieniu do wzorców, którymi są polskie odmiany [27,

41]. Przy małej liczbie zarejestrowanych krajowych odmian lnu oleistego: 'Opal' i 'Szafir' niedostatecznie wykazuje to wartość gospodarczą nowych kreacji hodowlanych (rodów), zwłaszcza że kraje Europy Środkowej wprowadzają do uprawy wysokopienne odmiany zagraniczne, o czym wspomniano wcześniej. W ostatnim czasie do doboru odmian w Polsce została wpisana zagraniczna odmiana 'Jolanta', nie wyróżniająca się pod względem produktywności. Hodowla nowych odmian lnu oleistego jest najlepszą drogą zwiększania jego potencjału plonotwórczego [47].

Poszukiwanie technik i metod użytecznych do hodowli lnu oleistego było przedmiotem badań prowadzonych przez Gürbüza [24], Fostera i in. [17]. Dribnenki i in. [14], przedstawiają skomplikowane pod względem hodowlanym, pochodzenie odmiany Linola TM '1084', która jest krzyżówką odm. 'Flanders' i rodu 'FP 946', odznaczającego się niską zawartością kwasu  $\alpha$ -linolenowego i uzyskanego z krzyżówki 'McGregor'/Zero//CPI84495/3/ 'McGregor'. Green i Marshall (cyt. za [14]) podają że ród Zero o niskiej zawartości kwasu  $\alpha$ -linolenowego został wyosobniony z australijskiej odm. 'Glenelg', po potraktowaniu jej nasion czynnikami mutagennymi. W podsumowaniu należy stwierdzić, że współcześnie uprawiane odmiany lnu oleistego różnią się głównie barwą nasion, składem kwasów tłuszczowych oleju [6, 18] oraz zróżnicowaną produktywnością [18, 22, 45, 51].

## Doskonalenie technologii uprawy lnu

Głównym celem uprawy jest wykorzystanie potencjalnej produktywności współcześnie zrejonizowanych odmian lnu oleistego, które w okresie wegetacji, wynoszącym od 110 do 150 dni gromadzą od 5 do 12 t · ha<sup>-1</sup> suchej masy. Rozpiętość ta jest zależna od rejonu uprawy, warunków agroklimatycznych i przyjętego sposobu uprawy – określanych jako technologia uprawy. Zastosowane w technologii uprawy rozwiązania agrotechniczne mają na celu optymalizację produktywności lnu oleistego w danych warunkach, konfrontowanych z wymaganiami i potrzebami rośliny. W opisie produktywności lnu oleistego można posłużyć się sformułowaniami „plon biologiczny” i „plon ekonomiczny”. Ten ostatni jak podaje Diepenbrock [10], jest częścią pierwszego. Z rolniczego punktu widzenia, wyrażenie plonu nasion w plonie nadziemnej biomasy („plon biologiczny”) lnu oleistego jako wskaźnik plonowania (ang. harvest index), jest pod względem informacyjnym bardziej użyteczne, aczkolwiek praktykowane jest wyłącznie przy opisie wyników badań naukowych. W optymalnych dla lnu oleistego warunkach fizyczno-chemicznych siedliska wskaźnik plonowania wynosi około 30% i jest zbliżony do innych gatunków roślin oleistych [3]. Len oleisty zalicza się do roślin uprawnych o szerokiej tolerancji w stosunku do właściwości fizyczno-chemicznych i rolniczych gleb. Za najlepsze dla tego gatunku uznaje się gleby o przepuszczalnym podłożu, średnie lub mocne, o odczynie około 6,0 oraz dobrze magazynujące wodę z opadów [29]. Stevenson i in. [46], wykazali, że len

oleisty odm. 'NorLin' jest szczególnie wrażliwy na sposób uprawy roli (konwencjonalna i uproszczona). Jego reakcja jest odmienna od wykazanej przez jęczmień jary i rzepak canola.. W tych badaniach istotnie gorsze wschody lnu uzyskano przy uprawie zerowej w porównaniu z uprawą konwencjonalną, a ilość siewek po wschodach wynosiła odpowiednio 182 i 200 sztuk na  $1 \text{ m}^2$ . Ważnym składnikiem dawki nawozowej dla lnu oleistego jest azot. Najczęściej dla praktyki rolniczej polecana dawka N mieści się w granicach  $25\text{--}60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  [26, 28, 57]. Grant i in. [22] badali dawki azotu: 10, 40 i  $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , z których najkorzystniejszą okazała się średnia. Przy wyższej dawce azotu obserwowano zwiększone wyleganie, które jeżeli wystąpiło w okresie kwitnienia, to ograniczało wielkość plonu nasion trzech badanych odmian lnu. Drugim czynnikiem tego doświadczenia, było nawożenie fosforem: 0 i  $20 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz preparat mikrobiologiczny Provide, zawierający zarodniki grzyba (*Penicillium bilaji*). Grzyb ten zakwasza środowisko glebowe, przez co zwiększa się dostępność fosforu dla roślin, a w konsekwencji pobieranie tego pierwiastka. Czynniki te nie wpłynęły istotnie na plon nasion. Dużą niedoskonałością wykonanych badań nawozowych w uprawie lnu oleistego jest podawanie wysokości plonu nasion i słomy. Często jest pomijane cech morfologicznych roślin i komponentów struktury plonu nasion. Do ewidentnych braków opracowań zaliczyć należy także brak przedstawienia rozmieszczenia mikro- i makroelementów, zwłaszcza azotu, w różnych częściach roślin w czasie wegetacji. Lepsze poznanie gospodarki mineralnej roślin lnu oleistego jest ważne, z uwagi na wykorzystanie tego gatunku jako fitoekstraktora dla metali ciężkich z gleb zanieczyszczonych [23].

Najczęściej badanym czynnikiem agrotechnicznym jest ilość wysiewu [8, 26, 30], zawierająca się w przedziale 200–1200 sztuk kiełkujących nasion na  $1 \text{ m}^2$ . Wyniki doświadczeń wykazały, że ilość wysiewu, rozpatrywana jako samodzielny czynnik z reguły zmieniała w małym stopniu plonowanie lnu oleistego. Stąd propozycje wysiewu 500–700 nasion na  $1 \text{ m}^2$ , które w opinii niektórych autorów dają podstawę do uformowania optymalnego zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni. Według Turnera [49] optymalna obsada lnu oleistego wynosi około 400 roślin na  $1 \text{ m}^2$ . Przy takim zagęszczeniu dochodzi do dobrego rozgałęziania się pędów – głównego i bocznych, co stymuluje wykształcanie się dużej ilości torebek i nasion na pędach. Także przy tej obsadzie skłonność łanu do wylegania jest niewielka. Problemy związane z dobozem herbicydów do odchwaszczania roślin lnu oleistego są obecne w badaniach uprawowych z tym gatunkiem [36, 50].

Leitch i Kurt [39] wykazali, że stosowanie w uprawie lnu oleistego odm. 'Antares' regulatorów wzrostu w okresie uzyskania przez pędy główne 22–23 cm wysokości spowodowało istotne zahamowanie wzrostu i skrócenie ich długości przez chlor-mequat o 16,6%, a etefon o 6,1%. Obydwa retardanty nie wpłynęły na skład kwasów tłuszczowych oleju. Autorzy ci podkreślają, że użycie retardantów podniosło obsadę pędów generatywnych na jednostce powierzchni, w wyniku zwiększenia stopnia rozgałęziania się roślin lnu.



Wielkość i struktura plonu nasion lnu oleistego zależy od wymiarów poszczególnych komponentów struktury. Według Candrakovej i Bakuli [7] dla produktywności nasion lnu oleistego na poziomie  $4,5-5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , poziom wykształcających się kolejno w trakcie ontogenezy komponentów struktury powinien wynosić:

- liczba pędów na  $1 \text{ m}^2$  600–700;
- liczba torebek na pędzie 15–22;
- liczba nasion w torebce 8–9;
- masa 1000 nasion (g) 5,5–6,0;
- plon biologiczny ( $\text{t s.m.} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 9,0–10,0;
- wskaźnik plonowania 0,46–0,50.

## Farmakologiczne, kosmetyczne i żywieniowe wykorzystanie lnu

---

Nasiona lnu są szczególnie zasobne we włókno dietetyczne, lignany, związki fenolowe oraz nienasycone kwasy tłuszczowe [9, 43]. Nasiona lnu wykazują działanie dietetyczne, przeczyszczające i osłaniające, dlatego stały się szczególnie przydatne w leczeniu chorób przewodu pokarmowego, takich jak: zaparcia, nieżyty żołądka i jelit, chorobie wrzodowej żołądka, stanach zapalnych pęcherza i dróg moczowych.

Badania wykonane w ostatnich latach pozwoliły na lepsze zrozumienie roli tłuszczów w żywieniu zwierząt i ludzi, a także ich rolę terapeutyczną. Niektórzy autorzy [43, 56] podkreślają, że olej lniany ze względu na duży udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT) z rodzin omega 3 i omega 6 można nazywać „bioolejem”. Artykuły spożywcze, w których jednym ze składników są nasiona lnu w postaci surowej lub przetworzonej, uważane są za żywność dietetyczną [20, 33], z tego względu coraz więcej produktów spożywczych je zawiera. Wykazano, że spożywanie mielonego siemienia lnianego ma działanie hipocholesteremiczne [9] oraz obniża poziom triglicerydów w surowicy krwi. Dlatego Aryee i in. (1992 cyt. za [9]) uważają, że jest to jedna z przyczyn zmniejszenia występowania chorób serca i raka u ludzi. Siemię lniane mielone lub preparowane, przyjmowane w ilości 2–3 łyżeczek dziennie daje uczucie sytości, co jak podkreśla Tokarz [48] ma duże znaczenie dla osób otyłych. Ostatnio zaznaczył się renesans spożywania nasion lnu, szczególnie widoczny w Szwecji, gdzie zapotrzebowanie na len jako środek ziołowy zwiększyło się wg Roslinga (1993) trzykrotnie (cyt. za [9]).

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe w organizmach zwierząt i ludzi występują w czterech rodzinach: n-3, n-6, n-7 i n-9, przy czym każda z nich ma własny szlak metaboliczny [48]. Rodzina n-3 wywodzi się z kwasu  $\alpha$ -linolenowego ( $C_{18:3}$ ), n-6 z kwasu linolowego ( $C_{18:2}$ ), n-7 z kwasu palmitooleinowego ( $C_{16:1}$ ), a n-9 z kwasu oleinowego ( $C_{18:1}$ ). Spośród kwasów tłuszczowych, właściwości niezbędnych nienasyconych

kwasów tłuszczowych (NNKT) mają tylko dwa kwasy –  $\alpha$ -linolenowy ( $\alpha$ -LNA) i linolowy (LA), obecne w oleju lnianym. Kwasy te nie są syntetyzowane w organizmach ssaków i dlatego muszą być zawarte w pożywieniu, a ich brak w diecie wywołuje objawy niedoboru. W organizmach ludzi i zwierząt NNKT z rodziny n-3 występują w mniejszej ilości w porównaniu do kwasów n-6. Zrozumienie i docenienie bardzo korzystnego oddziaływania NNKT z rodziny n-3 na zdrowie ludzi, legło u podstaw zaliczenia produktów żywnościowych zawierających kwasy z tej rodziny do żywności funkcjonalnej, pomocnej w profilaktyce leczenia różnorodnych schorzeń [33, 56]. Poznanie korzystnego wpływu NNKT n-3 na organizm ludzi po raz pierwszy zauważyli Bang i Dyerberg (cyt. za [33]), prowadzący badania Eskimosów, odżywiających się głównie rybami i ssakami morskimi. Dalsze badania wykazały, że wszystkie społeczności, u których w pożywieniu występowały znaczne ilości ryb morskich, zawierających znaczne ilości NNKT n-3, odznaczają się również niską zapadalnością na wymienione w przypadku Eskimosów schorzenia.

Doświadczalne wykazanie skutków niedoboru NNKT n-3 i towarzyszących mu objawów miało miejsce w roku 1982, bowiem u 6-letniej dziewczynki odżywianej, za pomocą sondy dożołądkowej, dietą zawierającą wyłącznie olej słonecznikowy (pozbawiony n-3), zauważono występowanie objawów skórnych (*dermatitis* i *folicultis*) i zmian neurologicznych, które szybko ustąpiły po zamianie oleju na sojowy zawierający 8%  $\alpha$ -LNA [33]. Dalsze badania epidemiologiczne, kliniczne i na zwierzętach doświadczalnych potwierdziły zauważone wcześniej efekty, związane z  $\alpha$ -LNA. Niektóre funkcje oraz działania kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 pochodzących z diety człowieka zostały opisane w pracy przeglądowej [56], jako funkcja/efekt. Dokonana analiza składników pokarmowych diety współczesnych ludzi wykazała jej deficyt w NNKT n-3 oraz niewłaściwy stosunek kwasów tłuszczowych z rodzin n-6 i n-3 [33, 48, 56]. Próba przewyciężenia małej podaży NNKT n-3 w diecie ludzi jest postulowanie większego spożycia ryb morskich, zawierających olej bogaty w kwasy: eikozapentaenowy (EPA) i dokozaheksaenowy (DHA), przy czym należy podkreślić fakt, że olej rybi nie zawiera ( $\alpha$ -LNA). Uzupełnieniem tych działań są zalecenia do przyjmowania oleju rybiego w formie kapsułkowanej, czy spożywanie suplementowanej nim żywności. Analiza produkcji olejów rybich i płynąca z niej prognoza przestrzega przed zmniejszającą się ich podażą z uwagi na nierównomierność połowów i różną zawartość tłuszczu w rybach [38]. Obecnie produkowane są dwa rodzaje oleju rybiego: pełne oleje z całych ryb (w Europie z gromadnika) oraz trany z rybich wątrób. Te ostatnie oleje zawierają jednak znaczne ilości cholesterolu, zanieczyszczeń chemicznych oraz metali ciężkich, głównie bromu i arsenu [33]. W zaleceniach żywieniowych, płynących z obszaru nauk medycznych, zdumiewa brak postulatów odnośnie zastosowań w żywieniu ludzi oleju lnianego, pochodzącego od tradycyjnych odmian, które w oleju zawierają od 50 do 60% kwasu  $\alpha$ -LNA. Len oleisty wydaje się efektywnym i tanim źródłem kwasu  $\alpha$ -LNA, który może być użyty do suplementacji żywności dla ludzi. Od niedawna olej lniany wespół z selenem i witaminą E (antyutleniacze) został wykorzystany w kosmetologii pod handlową nazwą Alphol jako kosmetyk naj-

nowszej generacji, przyjmowany doustnie w formie kapsułek Obecnie podjęto badania nad wykorzystaniem nasion lnu, wyłoków lnianych i śruty poekstrakcyjnej w żywieniu zwierząt [4, 5, 6, 12]. Związane to jest z wynikami badań medycznych, które jednoznacznie informują o pozytywnym wpływie NNKT z rodziny n-3 na organizmy człowieka i ssaków. Współcześnie zmierza się do zwiększenia w produktach zwierzęcych zawartości NNKT, w miejsce nasyconych kwasów tłuszczowych. Zamierzenia te realizowane są poprzez wprowadzenie do dawek pokarmowych oleju lnianego lub całych nasion jako źródła NNKT z rodziny n-3. Podane przez Barowicza [4] fakty wskazują, że skład kwasów tłuszczowych w tkankach zwierząt (zwłaszcza jednożołądkowych), może być modyfikowany przez rodzaj i ilość tłuszczów podanych w dawce pokarmowej. Na obecnym stanie wiedzy problematyczne wydaje się wykorzystanie oleju lnianego w żywieniu przeżuwaczy, ze względu na proces biouwodorowania w żwaczu występujących w nim NNKT. Doreau i Ferlay [12] wykazali, że poziom biouwodorowania kwasu linolowego mieści się w granicach od 60 do 95%, a dla kwasu  $\alpha$ -linolenowego jest on wyższy i zawiera się w przedziale 80–100%. Następuje przez to ich zmniejszone odkładanie w mleku i mięsie. Konieczność ochrony NNKT zawartych w oleju lnianym przed biouwodorowaniem ich w żwaczu wymaga stosowania w żywieniu zwierząt, a zwłaszcza przeżuwaczy, soli wapniowych lub magnezowych kwasów tłuszczowych oleju lnianego [5].

## Podsumowanie

We współczesnej produkcji rolniczej len oleisty jest przykładem rośliny uprawnej o wielostronnym zastosowaniu, ponieważ dostarcza surowca dla przemysłu: chemicznego, spożywczego, farmaceutycznego, papierniczego i tekstylnego. Ponadto całe nasiona i śruta lniana wykorzystywane są jako pokarm i pasza. Głównym celem uprawy jest wykorzystanie potencjalnej produktywności współcześnie wytworzonych i zarejestrowanych odmian lnu oleistego, których hodowla prowadzona jest głównie w Kanadzie i na Węgrzech. Wykazano, że nasiona lnu są szczególnie zasobne we włókno dietetyczne, śluzy, lignany, związki fenolowe oraz niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Nasiona lnu wykazują działanie dietetyczne, przeczyszczające i osłaniające, dlatego stały się szczególnie przydatne w leczeniu chorób przewodu pokarmowego. Len oleisty wydaje się efektywnym i tanim źródłem kwasu  $\alpha$ -linolenowego, który może być użyty do suplementacji żywności dla ludzi. Obecnie podjęto badania nad wykorzystaniem nasion lnu, wyłoków lnianych i śruty poekstrakcyjnej w żywieniu zwierząt. W większości krajów Europy len oleisty traktowany jest jako roślina alternatywna, lecz w niektórych krajach podjęto próby rozszerzenia areału tego gatunku ze względu na rosnące zapotrzebowanie na różnorodne produkty lniarskie. Pokrycie tych potrzeb może obecnie nastąpić wyłącznie poprzez rozwój uprawy lnu oleistego, ponieważ uprawa lnu na włókno, w kraju i na świecie, uległa w ostatnich latach drastycznemu ograniczeniu.

- [1] Anonim 1999. Linseed breeding. Gabonatermesztesi Kutato Kft.: 15–22.
- [2] Appel R.S.W. 1991. The linseed market in the United Kingdom. *Asp. Appl. Biol.* 28: 1–6.
- [3] Aufhammer W., Wagner W., Kaul H.-P., Kubler E. 2000. Strahlungs-  
nutzung durch Bestande olreicher Kornerfruchtarten – Winterraps, ollein und Sonnenblume im Vergleich. *J. Agron. & Crop Sci.* 184: 277–286.
- [4] Barowicz T. 1998. Wpływ tuszczu dawki pokarmowej na jakość lipidów w tkankach i produktach pochodzenia zwierzęcego. *Biul. Inf. IZ.* XXXVI(3): 39–48.
- [5] Barowicz T., Pietras M., Kędzior W. 1999. Cechy tuczne, rzeźne i dietetyczne mięsa świń żywionych solami wapniowymi kwasów tłuszczowych oleju lnianego i rzepakowego. *Ann. Warsaw Agricult. Univ., Anim Sci.* 36: 171–179.
- [6] Borowiec F., Zajac T., Kowalski Z.M., Micek P., Marciński M. 2001. Comparison of nutritive value of new commercial linseed oily cultivars for ruminants. *J. Anim. Feed Sci.* 10: 301–308.
- [7] Candrakova E., Bakula J. 2001. Vplyv hnojenia dusikom na morfologicke znaky, urodo-  
tvorne prvky a urody semena lanu siatego. *Acta fytotech. et zootech.* 1: 9–12.
- [8] Casa R., Russell G., Lo Cascio B., Rossini F. 1999. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. *Eur. J. Agron.* 11: 267–278.
- [9] Chadha R.K., Lawrence J.F., Ratnayake W.M.N. 1995. Ion chromatographic determination of cyanide released from flaxseed under autohydrolysis conditions. *Food Addit. and Contamin.* 12(4): 527–533.
- [10] Diepenbrock W. 2001. Crop physiology of oilseeds: a comparative analysis between rapeseed (*Brassica napus* L.), sunflower (*Helianthus annuus* L.), and linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Scientia Agric. Bohemica* 32(4): 323–339.
- [11] Diepenbrock W., Leon J., Clasen K. 1995. Yielding ability and yield stability of linseed in Central Europe. *Agron. J.* 87: 84–88.
- [12] Doreau M., Ferlay A. 1994. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed Sci Technol.* 45: 379–396.
- [13] Dribnenki J.C.P., Green A.G. 1995. Linola TM '947' low linolenic acid flax. *Can. J. Plant Sci.* 75: 201–202.
- [14] Dribnenki J.C.P., McEachern S.F., Green A.G., Kenaschuk E.O., Rashid K.Y. 1999. Linola TM '1084' low linolenic acid flax. *Can. J. Plant Sci.* 79: 607–609.
- [15] Easson D.L., Cooper K. 2002. A study of the use of the trimesium salt of glyphosate to desiccate and ret flax and linseed (*Linum usitatissimum* L.) and of its effects on the yield of straw, seed and fibre. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 138: 29–37.
- [16] Flax Council of Canada. 1998. Growing flax: Production, management and diagnostic guide. Flax Couc. of Can. Winnipeg, MB: 8–15.
- [17] Foster R., Pooni H.S., Mackay I.J. 1998. Quantitative analysis of *Linum usitatissimum* crosses for dual- purpose traits. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 131: 285–292.
- [18] Froment M.A., Turley D., Collins L.V. 2000. Effect of nutrition on growth and oil quality in linseed. *Tests of Agrochem. and Cult.* 21: 29–30.

- [19] Froment M.A., Cook S.K., Booth E.J. 2000. Evaluation of linseed cultivars in England and Scotland. *Tests of Agrochem. and Cult.* 21: 27–28.
- [20] Gambuś H., Mikulec A., Pisulewski P., Borowiec F., Zając T., Kopeć A. 2001. Hipocholesterolemiczne właściwości chleba z nasionami lnu oleistego. *Żywność* 3(28) Supl.: 54–65.
- [21] Gilbertson O.H.G. 1990. Linseed (seed flax). *Outlook on Agriculture* 19: 243–249.
- [22] Grant C.A., Dribnenki J.C.P., Bailey L.D. 1999. A comparison of the yield response of so-lin (cv. Linola 947) and flax (cvs. McGregor and Vimy) to applications of nitrogen, phosphorus, and Provide (*Penicillium bilaji*). *Can. J. Plant Sci.* 79: 527–533.
- [23] Grzebisz W., Potarzycki J., Cieśla L. 1998. Ekstrakcja metali ciężkich przez rośliny włókniste z gleb zanieczyszczonych emisjami huty miedzi. Cz. II. *Len. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 460: 697–708.
- [24] Gürbüz B. 1999. Determination of cross-pollination in flax (*Linum usitatissimum*) using different experimental designs. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 133: 31–35.
- [25] Hassan F.U., Leitch M.H., Ahmad S. 1999. Dry matter partitioning in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Agron. & Crop Sci.* 183: 213–216.
- [26] Hassan F.U., Leitch M.H. 2000. Influence of seeding on contents and uptake of N, P and K in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Agron. & Crop Sci.* 185: 193–199.
- [27] Heimann S. 1996. Len włóknisty, len oleisty. Synteza wyników doświadczeń odmianowych 1995, z. 1080. Słupia Wielka, COBORU: 11 ss.
- [28] Hocking P.J. 1995. Effects of nitrogen supply on the growth, yields components and distribution of nitrogen in Linola. *J. Plant Nutr.* 18: 257–275.
- [29] Hocking P.J., Randall P.J., Pinkerton A. 1987. Mineral nutrition of linseed and fiber flax. *Adv. Agron.* 41: 221–296.
- [30] Horodyski A., Sokołowski J. 1964. Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na plon nasion lnu oleistego. *Pam. Puł.* 15: 123–131.
- [31] Johnston A.M., Tanaka D.L., Miller P.R., Brandt S.A., Nielsen D.C., Lafond G.P., Riveland N.R. 2002. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the northern Great Plains *Agron. J.* 94: 231–240.
- [32] Kenaschuk E.O., Rashid K.Y. 1998. AC Watson flax.. *Can. J. Plant Sci.* 78: 465–466.
- [33] Kolanowski W., Świdorski F. 1997. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n-3 PUFA). Korzystne działanie zdrowotne, zalecenia spożycia, wzbogacanie żywności. *Żywność człowieka i metabolizm* XXIV(2): 49–62.
- [34] Marshall G., Morrison I.N., Nawolsky K. 1989. Studies on the physiology of flax (*Linum usitatissimum* L.): The application of mathematical growth analysis. W: Flax: Breeding and utilisation, Kluwer Academic Publishers: 39–47.
- [35] Mercer P.C., Hardwick N.V., Fitt B.D.L., Sweet J.B. 1994. Diseases of linseed in the United Kingdom. *Plant Varieties and Seeds* 7: 135–150.
- [36] Mikelionis S., Endriukaitis A. 2000. Linseed growing technology. *Zemdirbyste, Mokslo Darbai.* 69: 96–107.
- [37] Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. *Rośliny Oleiste* XVIII: 269–278.
- [38] Niewiadomski H. 1984. Surowce tłuszczowe. WNT, Warszawa: 343 ss.

- [39] Leitch M.H., Kurt O. 1999. Effects of plant growth regulators on stem extension and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Agric. Sci. (Camb.)* 132: 189–199.
- [40] Pawelec T. 1998. Uprawa lnu na ziemiach polskich. *Post. Nauk Rol.* 6: 51–64.
- [41] Piotrowska A., Furowicz B. 1998. Postęp w hodowli jasnonasiennego lnu oleistego. *Rośliny Oleiste XIX*: 641–643.
- [42] Rowland G.G., Kenaschuck E.O., Bhatti R.S. 1990. Flanders flax. *Can. J. Plant Sci.* 70: 543–544.
- [43] Rumińska A. 1990. Len zwyczajny. W: *Leksykon roślin leczniczych.* (red. A. Rumińska i A. Ożarowski) PWRiL, Warszawa: 566 ss.
- [44] Saeidi G., Rowland G.G. 1999. Seed colour and linolenic acid effects on agronomic traits in flax. *Can. J. Plant Sci.* 79: 521–526.
- [45] Sankari H.S. 2000. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars and breeding lina as stem biomass producers. *J. Agron. & Crop Sci.* 184: 225–231.
- [46] Stevenson F.C., Johnston A.M., Beckie H.J., Brandt S.A., Townley-Smith L. 1998. Cattle manure as a nutrient source for barley and oilseed crops in zero and conventional tillage systems. *Can. J. Plant Sci.* 78: 409–416.
- [47] Tadesse N., Lay C., Dybing C. 1997. Comparative seed yield performance of high-by-high and low-by-high crosses in flax. *Plant Bred.* 116(6): 561–566.
- [48] Tokarz A. 1994. Współczesne poglądy na rolę żywieniową tłuszczów. *Farm. Pol.* 50(9): 382–391.
- [49] Turner J.A. 1991. Linseed plant populations relative to cultivar and fertility. *Asp. Appl. Biol. Production and Protection of Linseed* 28: 26–30.
- [50] Wałkowski T., Ladek A., Piotrowska A. 1998. Len oleisty. IHAR Poznań: 36 ss.
- [51] White N.D.G., Mills J.T., Kenaschuk E.O., Oomah B.D., Dribnenki P. 1999. Quality changes occurring in stored solin, high linolenic acid and standard flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Can. J. Plant Sci.* 79: 35–42.
- [52] Wiltshire J.J.J., Andersen M., Atherton J.G., Wright C.J. 2001. Canopy height and seed yield in winter linseed (*Linum usitatissimum* L.) can be influenced by proximity to pink canes. *Ann. Appl. Biol.* 139(10): 126–136.
- [53] Zając T., Antonkiewicz J., Witkowicz R. 2002. Kształtowanie się zawartości wybranych pierwiastków w roślinach lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.) w zależności od fazy rozwojowej i części rośliny. *Acta Agrobotanica* 54(2): 27–34.
- [54] Zając T., Borowiec F., Micek P. 2001. Porównanie produktywności, składu chemicznego i profilu kwasów tłuszczowych żółtych i brązowych nasion lnu oleistego. *Rośliny Oleiste XXII*: 441–453.
- [55] Zając T., Klima K., Borowiec F., Witkowicz R., Barteczko J. 2002. Plonowanie odmian lnu oleistego w różnych warunkach siedliska. *Rośliny Oleiste XXIII*: 275–286.
- [56] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J. 1994. Rola wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 w zapobieganiu i leczeniu miażdżycy. *Czynniki Ryzyka* 2: 55–63.
- [57] Zubal P. 2001. Vplyv terminu sejby, vysevku a vyživy na urodu lanu siateho olejneho (*Linum usitatissimum* L.). *Ved. Prace Vys. Ust. Rastl. Vyr. Piestany.* 30: 33–38.

## Recent determinants of cultivation and utilization of linseed (*Linum usitatissimum* L.)

---

**Key words:** linseed, morphological traits, cultivars, cultivation, yielding, fatty acids

### Summary

In modern agricultural production linseed is an example of crop with multipurpose applications as it provides the raw material for various industries, such as chemical, pharmaceutical, textile, food, and paper making industry. Moreover, the whole seeds and linseed meal are used as the food and animals' fodder. Linseed is cultivated mainly in order to utilize potential productivity of currently regionalized linseed cultivars grown mainly in Canada and in Hungary. It has been proved that the linseed is particularly abundant in dietetic fibres, mucilage, lignanes, phenolic compounds and essential unsaturated fatty acids. Linseed reveals also dietetic, purgative and protective effects, being particularly useful for treatment of alimentary tract diseases. Linseed as an effective and cheap source of  $\alpha$ -linolenic acid, may be used as a food supplement for humans. Currently the research works have been undertaken on linseed, linseed cake and solvent extracted linseed cake utilization in animal nutrition. In majority of European countries linseed is treated as an alternative crop, however in some countries attempts were made to extend the area under this crop to meet the growing requirement for linseed products.