

VEGETABLE OILS WITH HIGH CONTENT OF LINOLENIC ACID FOR NON-FOOD APPLICATIONS

ROSTLINNÉ OLEJE S VYSOKÝM OBSAHEM KYSELINY LINOLENOVÉ PRO NEPOTRAVINÁŘSKÉ APLIKACE

Středa T.

Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: streda@mendelu.cz

ABSTRACT

The goal of this study is finding of domestic vegetable species with high content of linolenic acid which produce a raw material of good quality and low price. This raw material is using for the industry of paint substance as compensation of synthesis material. The next step is a suggestion or modification of the planting technology to reach a maximal yields and the best characteristic of product for chosen species. The most perspective sources of vegetable oils with high content of linolenic acid for technical using are: flax (*Linum usitatissimum* L.), false flax (*Camelina sativa* L.) a lallemantia (*Lallemantia iberica* Fisch. at Mey) accordance with agroecological condition of the Czech Republic. Other species with economically significant amount of linolenic acid, for instance rapeseed (*Brassica napus* L., var. *napus*), hemp (*Cannabis sativa* L.), mustard (*Sinapis alba* L. and *Brassica juncea* L.), soya (*Glycine max.* /L./ Merr.), borage (*Borago officinalis* L.), moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.), basil (*Ocimum basilicum* L.) are conditionaly suitable for this purpose.

Keywords: green chemistry, non-food applications, vegetable oils, linolenic acid

ABSTRAKT

Cílem studie je vyhledání domácích rostlinných druhů s vysokým obsahem kyseliny linolenové poskytujících kvalitní a cenově přijatelnou surovinu s uplatněním zejména v průmyslu nátěrových hmot. U vybraných vhodných druhů navrhnout, případně modifikovat technologii pěstování s ohledem na maximalizaci výnosů, výtěžnost a čistotu produktu. Jako nejperspektivnější zdroje rostlinných olejů s vysokým obsahem kyseliny linolenové pro technické využití se pro agroekologické podmínky ČR jeví: len setý (*Linum usitatissimum* L.), lnička setá (*Camelina sativa* L.) a olejníčka iberská (*Lallemantia iberica* Fisch. at Mey). Ostatní druhy obsahující hospodářsky významné množství kyseliny linolenové, např. řepka olejná (*Brassica napus* L., var. *napus*), konopí seté (*Cannabis sativa* L.), hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) a hořčice sareptská (*Brassica juncea* L.), sója luštinatá (*Glycine max.* /L./ Merr.), brutnák lékařský (*Borago officinalis* L.), včelník moldavský (*Dracocephalum moldavica* L.), bazalka pravá (*Ocimum basilicum* L.) jsou pro dané účely podmíněčně vhodné.

Klíčová slova: zelená chemie, nepotravinářské aplikace, rostlinné oleje, kyselina linolenová

LITERÁRNÍ PŘEHLED

Rostlinné druhy obsahující v oleji kyselinu linolenovou v množství alespoň nad 10 % byly s přihlédnutím k hospodářskému významu a ekonomickým ukazatelům produkce rozděleny na:

- druhy hospodářsky významné, v ČR nebo v zahraničí v intenzivním zemědělství pěstované, s předpokladem přijatelných ekonomických výsledků při pěstování také pro technické účely (řepka olejná, konopí seté, len setý, lnička setá, hořčice, sója, a v mnohem menší míře potom olejníčka iberská a perila),
- druhy v ČR nebo v zahraničí pěstované zpravidla k jiným účelům než je získávání olejů k technickým účelům (např. ve farmacii), u kterých je nepravděpodobná ekonomicky akceptovatelná produkce (brutnák lékařský, včelník moldavský, bazalka pravá a další),
- druhy obsahující zajímavé množství kyseliny linolenové, které nejsou v ČR nebo v zahraničí intenzivně pěstované (zejména okrasné druhy) a také druhy volně rostoucí (např. *Matthiola incana* - fiala šedivá, dále více rodů a druhů z čeledi brutnákovité např. *Echium spp.* – hadinec, *Myosotis spp.* – pomněnka, *Anchusa spp.* – pilát a další) .

ad a)

Řepka olejná (*Brassica napus* L., var. *napus*)

Řepka olejná je nejvýznamnější olejninou pěstovanou v ČR. Pěstitelské plochy řepky oproti minulým letům poklesly a v současnosti se podle ČSÚ pohybují přibližně okolo 290 tis. ha (oproti 350 tis. ha v roce 2000). Průměrný hektarový výnos semene činí přibližně 2,8 t.ha⁻¹. Obsah oleje v semenech se při 8 % vlhkosti pohybuje okolo 42 – 48 %. Složení oleje získaného z klasického (erukového) typu řepky a bezerukového typu řepky (tj. tzv. dvounulový typ – v současnosti v podstatě všechny odrůdy a hybridy řepky pěstované v ČR) uvádí tabulky 1, 2 a 3.

Tab. 1 Obsah mastných kyselin v oleji řepky olejné – klasický (erukový) typ (DLOUHÝ, MARHOL, 1999)

Mastná kyselina		1	2	3	4	5
		%	%	%	%	%
k.kaprinová	C 10:0		(C<14)			
k.laurová	C 12:0		<0,1		0,1	
k.myristová	C 14:0		<0,2	0,1	0,2	
k.palmitová	C 16:0		1,5-6,4	2,0-3,0	1,5-6,0	
k.stearová	C 18:0		0,5-3,1	0,7-1,1	0,5-3,1	
k.arachová	C 20:0		<3,0	0,6-0,8	0-0,3	
k.behenová	C 22:0		<2,0		0-0,2	
k.lignocerová	C 24:0		<2,0		0-0,2	
k.palmitoolejová	C 16:1		<3,0	0,1-0,7	0-0,3	
k.olejová	C 18:1		8-60	9,2-13,2	8-30	

k.eikosenová	C 20:1		3-15	5,9-8,7	3-15	
k.dokosenová(k.eruková)	C 22:1		5-60	45,1-51,1	35-60	
k.tetrakosenová	C 24:1		<3		0-3,0	
k.linolová	C 18:2		11-23	11,6-14,0	11-23	
k.eikosadienová	C 20:2		<1,0		0-1,0	
k.dokosadienová	C 22:2		<2,0		0-0,2	
k.linolenová	C 18:3		5-13	7,3-9,9	5-13	
1	Požadavky, stanovené vyhl.328/1997					
2	Standardy Codex alimentarius,1993					
3	Pokorný et al., 1986					
4	Velíšek et al., 1999					
5	Souci, Fachmann, Kraut, 1994					

Tab. 2 Obsah mastných kyselin v oleji řepky olejné – bezerukový (dvounulový 00) typ (zdroj SETUZA)

k. palmitová	C 16 : 0	4 – 6 %
k. stearová	C 18 : 0	1 – 3 %
k. olejová	C 18 : 1	55 – 65 %
k. linolová	C 18 : 2	18 – 25 %
k. linolenová	C 18 : 3	7 – 12 %

Tab. 3 Obsah mastných kyselin v oleji řepky olejné – bezerukový (dvounulový 00) typ (DLOUHÝ, MARHOL, 1999)

Mastná kyselina		1	2	3	4	5
		%	%	%	%	%
k.kaprinová	C 10:0		(C<14) <0,2			
k.laurová	C 12:0					
k.myristová	C 14:0				0-0,2	
k.palmitová	C 16:0	2,5-6	2,5-6,0	4,1-5,5	3,3-6,0	4,05
k.stearová	C 18:0	0,9-2,5	0,8-2,5	0,9-2,1	1,1-2,5	1,45
k.arachová	C 20:0	0,1-1,2	0,1-1,2	0,2-1,0	0,2-0,8	0,49
k.behenová	C 22:0	max. 0,5	<0,6		0,1-0,5	
k.lignocerová	C 24:0		<0,2		0-0,2	0,6
k.palmitoolejová	C 16:0		<0,6	0,2-0,8	0,1-0,6	0,6
k.olejová	C 18:0	50-67	50-66	45,4-61,0	52,0-66,9	58,55
k.eikosenová	C 20:0	0,1-4,3	0,1-4,3	0,4-1,6	0-0,1	4,45
k.dokosenová(k.eruková)	C 22:0	max. 2,0	<5,0	0,1-0,5	0-4,7	0,54
k.tetrakosenová	C 24:0		<0,2		0,1-0,4	
k.linolová	C 18:0	18-30	18-28	16,2-28,2	16,1-24,8	19,7
k.eikosadienová	C 20:0				0-0,1	
k.dokosadienová	C 22:0				0-0,1	
k.linolenová	C 18:0	6-14	6-14	9,0-13,0	6,4-14,1	9,15
1	Požadavky, stanovené vyhl.328/1997					
2	Standardy Codex alimentarius,1993					
3	Pokorný et al., 1986					
4	Velíšek et al., 1999					
5	Souci, Fachmann, Kraut, 1994					

Obsah kyseliny linolenové v řepkovém oleji je tedy poměrně nízký, ale z pohledu možného využití řepky k technickým účelům se jeví jako zajímavé využití genetických modifikací (transgenní řepky) k získání vlastností řepkového oleje „podle modelu“. Řepkový olej patří do skupiny olejů, u kterých nemá jedna mastná kyselina dominantní zastoupení. V podmínkách mírného pásma má řepka bezkonkurenční výnosový potenciál mezi olejninami. Jsou proto snahy šlechtěním a genovými manipulacemi složení oleje řepky dále upravovat. Je tak možné vytvořit celou škálu modifikací produkujících oleje velmi různorodého složení určené pro různý typ využití. LIU, et. al. (2004) uvádí obsah kyseliny γ – linolenové v oleji ze semene geneticky modifikované řepky 36 %. Tentýž autor (LIU, et. al., 2001) uvádí následující obsah mastných kyselin v oleji geneticky modifikované řepky: kyselina γ – linolenová 43 %, kyselina linolová 22 %, kyselina olejová 16 %. U řepky a řepice byli také získáni transformanti, obsahující více než 30 % kyseliny stearové pro výrobu rostlinných margarínů nebo transformované rostliny řepky se 40 % kyseliny laurové, která se využívá při výrobě detergentů a jiných průmyslových výrobků (VAŠÁK a kol., 1999).

V Německu vytvořili podle obsahu mastných kyselin v oleji odlišné typy řepky:

- známý dvounulový typ s velmi nízkým obsahem glukosinolátů, bez kyseliny erukové a s asi 60 % kyseliny olejové, typ pro potravinářské využití ,
- typ „hola“ s vysokým obsahem kyseliny olejové (80 %) pro využití v potravinářství i pro technické účely,
- typ trierucin s velmi vysokým obsahem kyseliny erukové (až 80 %) pro speciální technické účely,
- typ stearin se 40 % kyseliny stearové,
- typ laurin se 40 % kyseliny laurové.

Další směry úpravy řepky „podle modelu“ potom podle dostupných zdrojů jsou:

- zvýšený obsah kyseliny γ -linolenové pro farmaceutické účely (rostliny ve stádiu polních pokusů),
- zvýšený obsah kyseliny petroselinové pro výrobu polymerů a detergentů (transgenní rostliny jsou laboratorně připraveny),
- a další.

Konopí seté (*Canabis sativa* L.)

V souvislosti s možnostmi technického využití konopí setého se v ČR počítá s rozvojem jeho pěstování. Řeší se však způsoby sklizně stonků. V současnosti se v ČR technické konopí pěstuje na ploše cca 150 ha (v roce 2004 bylo oseto 307 ha). Registrována je v ČR v současnosti jedna odrůda konopí setého a k pěstování jsou povoleny i další odrůdy

podle společného katalogu odrůd EU. Před nedávnem byla do provozu uvedena linka na zpracování konopného stonku, která by měla perspektivně zpracovat produkci až z 2 500 ha. Semeno s olejnatostí kolem 25-35 % vysychavého oleje by bylo v tomto případě získáváno jako vedlejší produkt pěstování. Výnos semene se pohybuje okolo 0,8 t.ha⁻¹.

Zastoupení mastných kyselin v konopném oleji uvádí tabulka 4.

Tab. 4 Obsah mastných kyselin v oleji ze semen konopí setého (DLOUHÝ, MARHOL, 1999)

Mastná kyselina		1	2	3	4	5
		%	%	%	%	%
k.palmitová	C 16:0			5,8-9,9		
k.stearová	C 18:0			1,7-5,6		
k.olejová	C 18:1			6,0-17,0		
k.linolová	C 18:2			46,0-70,0		
k.linolenová	C 18:3			14,0-28,0		
1	Požadavky, stanovené vyhl.328/1997					
2	Standardy Codex alimentarius,1993					
3	Pokorný et al., 1986					
4	Velíšek et al., 1999					
5	Souci, Fachmann, Kraut, 1994					

Len setý (*Linum usitatissimum* L.)

Len setý se vyskytuje ve třech základních typech: len přadný, olejnopřadný a olejný.

Přadný len je v ČR tradiční plodinou. Plochy přadného lnu v ČR se před rokem 1990 pohybovaly nad úrovní 20 tis. ha. V současnosti činí výměra přadného lnu přibližně 5,3 tis. ha. Semeno je při pěstování tohoto typu lnu vedlejším produktem. Produkce semene s obsahem oleje 38 – 40 % činí z jednoho hektaru přibližně 500 kg.

Olejný len se u nás začal pěstovat v posledním desetiletí. Pěstitelské plochy olejného lnu se v ČR pohybují okolo 2,1 tis ha (v roce 2003 až 5,3 tis ha), při průměrném hektarovém výnosu semene cca 1,5 t a olejnatosti semen 42 – 45 %. Vedlejším produktem při pěstování olejného typu lnu je stonek (možnosti vylepšení ekonomické bilance pěstování). Průměrné roční ceny zemědělských výrobců lněného semene činily v roce 2003 u technického a krmivářského směru užití 5000,- Kč.t⁻¹, v roce 2004 přibližně 7800,- Kč.t⁻¹ (ČSÚ, 2004).

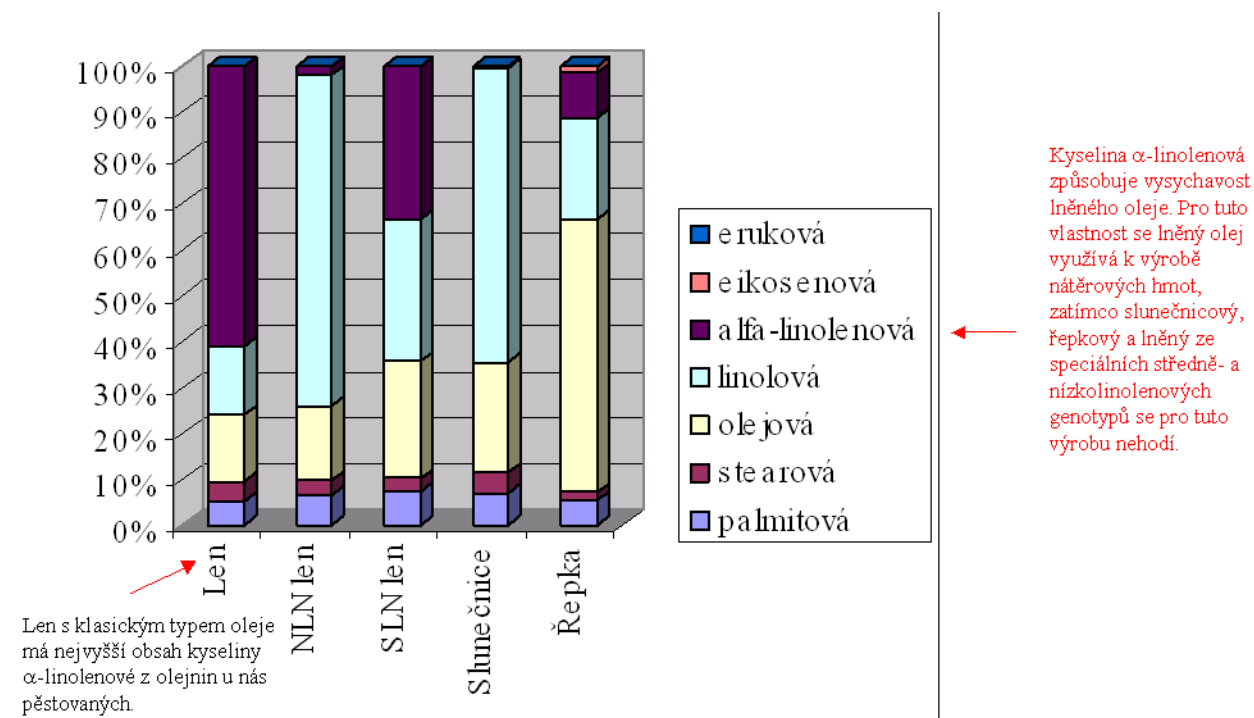
Olejnopřadný typ lnu se u nás nyní nepěstuje.

Z pohledu obsahu mastných kyselin v oleji lze rozdělit genové zdroje lnu, kterých je přibližně 500, na tři skupiny (Graf 1). První skupinu tvoří tzv. klasické typy lnu, které obsahují 13-15 % kyseliny linolové a 52-75 % kyseliny linolenové. Druhou skupinu tvoří genové typy, které obsahují 25-30 % kyseliny linolové a 25-35 % kyseliny linolenové (střednělinolenové typy). Třetí skupinu genových zdrojů tvoří typy lnu, které obsahují 50-55

% kyseliny linolové a méně než 3 % kyseliny linolenové (nízkolinolenové, potravinářské typy).

Podrobné zastoupení mastných kyselin ve lněném uvádí tabulka 5.

Graf 1 Obsah mastných kyselin v oleji různých genových typů lnu setého (AGRITEC Šumperk, 2004)



Tab. 5 Obsah mastných kyselin v oleji ze semen lnu setého - klasický typ (DLOUHÝ, MARHOL, 1999)

Mastná kyselina		1	2	3	4	5
		%	%	%	%	%
k.myristová	C 14:0					
k.palmitová	C 16:0			5,5-7,5	7	5,95
k.stearová	C 18:0			4,1-7,1	4	3,60
k.arachová	C 20:0			0,1-0,5		
k.palmitolejová	C 16:1			0-0,3		
k.olejová	C 18:1			17,3-22,3	20	18,20
k.eikosenová	C 20:1			0,1-0,6		
k.linolová	C 18:2			13,8-18,2	17	13,90
k.linolenová	C 18:3			48,4-58,3	52	54,20
1	Požadavky, stanovené vyhl.328/1997					
2	Standards Codex alimentarius,1993					
3	Pokorný et al., 1986					
4	Velíšek et al., 1999					
5	Souci, Fachmann, Kraut, 1994					

Pro srovnání: podle výsledků pokusů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) z let 1998 – 2002 činil obsah kyseliny linolenové u odrůd olejného lnu Flanders 57,0 % a u odrůdy Atalante 58,6 % (průměr z pokusných stanic ÚKZÚZ rozmístěných na území celé ČR).

Z dostupných údajů ze zahraničí vyplývá, že v USA jsou produkovány hybridy s vysokým obsahem kyseliny linolenové (např. High Linolenic Flax „M 5791“), které v oleji obsahují okolo 73 % kyseliny linolenové (United States Patent, 2005).

Len setý se (nejen) v našich podmínkách jeví jako nejperspektivnější zdroj kyseliny linolenové.

Lnička setá (*Camelina sativa* L.)

Synonyma: *Myagrum sativum*, *Alyssum sativum*.

Cizojazyčné názvy: CZ: lnice, E: false flax, German sesame, gold of pleasure, FR: cameline, lin bâtard, sesame d'Allemagne, G: Leindotter, Saat-Leindotter, It: camellina, dorella, drodetta, Pol: lnianka.

Lnička setá je velmi stará, skromná olejnína z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) s velmi krátkou vegetační dobou, značně adaptabilní k extrémním podmínkám prostředí. Mohla by tak být využívána pro pěstování na pozemcích pro jiné plodiny nevhodných. V padesátých letech byla na území ČR pěstována na ploše 2 – 3 tis ha (v roce 1954 až 7 tis ha). Později byla vytlačena výnosnější řepkou. V současné době se v ČR na produkčních plochách nepěstuje. Do roku 2004 byly v ČR registrovány tři odrůdy lničky seté, momentálně není ve Státní odrůdové knize registrována žádná odrůda. V Evropě lze větší plochy lničky najít zejména v SRN. Průměrný hektarový výnos se v našich podmínkách pohybuje okolo 2 t.ha⁻¹ semene s olejnatostí 35 – 44 % a obsahem kyseliny linolenové 35 – 46 % (výsledky dlouhodobých pokusů Výzkumného ústavu rostlinné výroby VÚRV v Praze – Ruzyni).

Podrobný přehled o obsahu mastných kyselin ve lničkovém oleji z pokusů VÚRV je uveden v tabulce 6. Pro srovnání je v tabulce 7 a 8 uvedeno složení olejů udávané literaturou.

**Tab. 6 Obsah mastných kyselin v oleji
lničky seté v % (VÚRV - STRAŠIL, 2001)**

Kyselina	Průměr (%)
Palmitová	5,4
Stearová	2,4
Olejová	14,2
Eikosenová	13,9
Linolová	16,7
Linolenová	39,1
Eruková	3,0

*Tab. 7 Obsah mastných kyselin v oleji
Iničky seté v % (VOLLMANN, 1991)*

Kyselina	Průměr	Minimum	Maximum
Palmitová	6,4	5,6	7,3
Stearová	2,2	1,5	2,9
Olejová	18,5	16,0	22,5
Linolová	18,8	14,3	24,3
Linolenová	44,3	41,2	48,3
Arachová	5,0	2,4	7,6
Eruková	2,5	1,2	3,4

*Tab. 8 Obsah mastných kyselin v oleji
Iničky seté v % (SCHUSTER, 1992)*

Kyselina	Obsah v rozmezí (%)
Palmitová	3 – 8
Stearová	0 – 1
Olejová	16 – 18
Eikosenová	15 – 20
Linolová	18 – 22
Linolenová	35 – 45
Eruková	1 – 2

S ohledem na agroekologické nároky Iničky seté, její produkční potenciál a obsah mastných kyselin v oleji lze Iničku považovat za jeden z nejperspektivnějších rostlinných zdrojů kyseliny linolenové.

Obr. 1 a, b, c - Inička setá



Hořčice

Z hořčic se v ČR pěstuje hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) a hořčice sareptská (*Brassica juncea* L.). Pěstitelské plochy hořčice v posledních letech značně stouply a v současnosti se pohybují na úrovni okolo 67 tis ha (ČSÚ, 2004). ČR je jedním z nejvýznamnějších pěstitelů a vývozců hořčice v Evropě. Průměrný hektarový výnos činí cca 1,0 – 1,2 t.ha⁻¹ při průměrné olejnatosti 31 – 33 % (max. 40 %). Průměrná roční cena zemědělských výrobců semene hořčice činila v roce 2002 přibližně 11 300,- Kč.t⁻¹, v roce 2003 10 200,- Kč.t⁻¹. Obsah kyseliny linolenové a ostatních mastných kyselin uvádí tabulka 9. Hořčičné semeno se využívá téměř výhradně v potravinářství (výroba hořčic, konzervárenství). Olej ze semen hořčice se v současné době nelisuje

Tab. 9 Obsah mastných kyselin v hořčičném oleji (DLOUHÝ, MARHOL, 1999)

Mastná kyselina		1	2	3	4	5
		%	%	%	%	%
k.kaprinová	C 10:0		(C<14)			
k.laurová	C 12:0		<0,5	stopy	stopy	
k.myristová	C 14:0		<1,0	stopy	0-1,0	
k.palmitová	C 16:0		0,5-4,5	2,5-4,1	0,5-4,5	
k.stearová	C 18:0		0,5-2,0	0,5-1,4	0,5-2,0	
k.arachová	C 20:0		<1,5	0,1-0,5	0-1,5	
k.behenová	C 22:0		<0,2-2,5	0-0,4	0,2-2,5	
k.lignocerová	C 24:0		<0,5	0,3-1,5	0-0,5	
k.palmitoolejová	C 16:1		<0,5	0-0,4	0-0,5	
k.olejová	C 18:1		8-23	19,4-21,9	8-23	
k.eikosenová	C 20:1		<5-13	8,9-10,0	5-13	
k.dokosenová(k.eruková)	C 22:1		22-50	33,4-51,5	22-50	
k.tetrakosenová	C 24:1		0,5-2,5		0,5-2,5	
k.linolová	C 18:2		10-24	9,7-17,6	10-24	
k.eikosadienová	C 20:2		<1,0		0-1,0	
k.dokosadienová	C 22:2		<1,0		0-1,0	
k.linolenová	C 18:3		<6-18	10,0-17,0	6-18	
1	Požadavky, stanovené vyhl.328/1997					
2	Standardy Codex alimentarius,1993					
3	Pokorný et al., 1986					
4	Velíšek et al., 1999					
5	Souci, Fachmann, Kraut, 1994					

Sója luštěinatá (*Glycine max.* /L./ Merr.)

Sója se v ČR pěstuje až v posledních osmi letech. Pěstitelské plochy sóji vzrostly z průměrných 2,5 tis ha v letech 2001 – 2003 na 7,7 tis ha v roce 2004 (ČSÚ, 2004). Průměrný hektarový výnos semen se pohybuje na úrovni cca 1,5 t.ha⁻¹. Semena obsahují 18 – 22 % oleje. Skladbu mastných kyselin uvádí tabulka 10.

Tab. 10 Obsah mastných kyselin v sójovém oleji (DLOUHÝ, MARHOL, 1999)

Mastná kyselina		1	2	3	4	5
		%	%	%	%	%
k.kaprinová	C 10:0		(C<14)			
k.laurová	C 12:0		<0,1	0-0,2	0-0,1	
k.myristová	C 14:0	max.0,5	<0,5	0-0,1	0-0,2	
k.palmitová	C 16:0	7-14	7-14	9,6-11,6	9,7-13,3	9,6
k.stearová	C 18:0	1,4-5,5	3,0-5,5	3,4-4,6	3-5,4	3,5
k.arachová	C 20:0	max.1,0	<0,6	0,5-0,7	0,1-0,6	0,5
k.behenová	C 22:0		<0,5	0,3-0,6	0,3-0,7	
k.lignocerová	C 24:0		<0,5		0,1-0,4	
k.palmitoolejová	C 16:1		<0,5	0,1-0,3	0-0,2	0,5
k.olejová	C 18:1	19-30	18-26	20,4-27,0	17,7-25,1	20,4
k.eikosenová	C 20:1		<0,5	0,2-1,0	0-0,3	
k.dokosenová(k.eruková)	C 22:1			0,1-1,2	0-0,3	
k.linolová	C 18:2	44-62	50-57	48,4-54,9	49,3-57,1	54,2
k.linolenová	C 18:3	4-11	5,5-10	0,2-1,4	5,5-9,5	7,7
1	Požadavky, stanovené vyhl.328/1997					
2	Standardy Codex alimentarius,1993					
3	Pokorný et al., 1986					
4	Velíšek et al., 1999					
5	Souci, Fachmann, Kraut, 1994					

Standardní sójový olej obsahuje maximálně 10 % kyseliny linolenové. Genetickou modifikací (expresí genu FAD₃, který kóduje enzymatickou přeměnu kyseliny linolové na kyselinu linolenovou) se však podle literárních zdrojů podařilo získat semena sóji obsahující olej s 50 % kyseliny linolenové (CAHOON, 2001). Tím se kvalitativně sójový olej přibližuje oleji lněnému. TAKAGI (1990) uvádí po ozáření osiva sóji rentgenovými paprsky (radiomutace) zvýšení obsahu kyseliny linolenové v oleji následné generace na 18,4 %, oproti původním 9,4 %.

Olejnička iberská (*Lallemantia iberica* Fisch. at M.)

Synonyma: *Dracocephalum ibericum*, *Dracocephalum aristatum*, *Lallemantia sulphurea*.

Cizojazyčné názvy: E: lallemantia, G: iberischer drachenkopf, Rus: ляллеманция иберийская.

Olejnička iberská je jednoletá bylina, vysoká až 60 cm. Botanicky je řazena do čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*). Uváděna jsou následující místa původu: Malá Asie, Palestina, Irán, Mezopotámie, Zakavkazsko, jižní oblasti Ukrajiny (kde se vyskytuje jako plevel). Dříve se pěstovala na velkých plochách v Arménii a jižních oblastech Ruska. Ve střední Evropě nebyla nikdy na větších plochách pěstována. V současnosti se pokusně pěstuje zejména v SRN.

Olejníčka se vyznačuje krátkou vegetační dobou, která podle klimatických podmínek kolísá od 65 do 92 dnů. U nás dozrává asi po třech měsících (STRAŠIL, 2000). Na teplo a kvalitu půdy není náročná. Olejníčka je dosti odolná proti nízkým teplotám. Může růst na půdách, které se nehodí pro jiné kulturní rostliny. Výnosy semen jsou udávány kolem 0,5 - 1,5 t.ha⁻¹. V polních pokusech Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze – Ruzyni v letech 1996 – 1999 byl v závislosti na agrotechnických opatřeních a půdněklimatických podmínkách dosažen průměrný výnos semene 0,99 t.ha⁻¹ s průměrnou olejnatostí semen 27,5 %. Průměrný obsah mastných kyselin v oleji ze starších (zahraničních) literárních údajů uvádí tabulka 11. Kvalitativní parametry oleje, zjištěné v polních pokusech VÚRV v Praze – Ruzyni (tj. v agroekologických podmínkách ČR) uvádí tabulka 12. Některé zdroje (WURL, et. al., 1997) uvádějí olejnatost semen olejníčky iberské až 38 % a obsah kyseliny linolenové v oleji okolo 70 %. Olej olejníčky patří, podobně jako lněný, k dobře vysychavým. Proto se používá hlavně v oleochemickém průmyslu na výrobu vysokojakostních fermeží, laků, barev, linolea.

Výzkumu olejníčky a jejímu testování v polních pokusech se v současné době věnují zejména v SRN.

Tab. 11 Obsah mastných kyselin v oleji olejníčky iberské v % (In STRAŠIL, 2000)

Obsah oleje v semeni [% hmot.]	Obsah mastných kyselin [% hmot.]				
	Palmitová	Stearová	Olejová	Linolová	Linolenová
23,3 – 37,3	10,2	4,0	18,4	21,3	41,7

Tab. 12 Obsah mastných kyselin v oleji olejníčky iberské v % (STRAŠIL, 2000 b)

Kyselina	Průměr (%)
Palmitová	7,6
Stearová	1,9
Olejová	10,6
Linolová	16,4
Linolenová	62,4

Olejníčka iberská se zejména vzhledem ke své nenáročnosti, krátké vegetační době a chemickému složení oleje jeví jako perspektivní druh k produkci kyseliny linolenové.

Obr. 2 a, b, – olejníčka iberská



Perila (*Perilla frutescens* L.)

Synonyma: *Ocimum frutescens*, *Melissa maxima*, *Perilla ocymoides*, *Mentha perilloides*, *Ocimum acutum*, *Ocimum crispum*, *Dentidia nankinensis*, *Perilla urticaefolia*, *Plectranthus nankinensis*, *Perilla macrostachya*, *Perilla arguta*, *Perilla nankinensis*, *Mentha reticulosa*, *Perilla cavaleriei*, *Perilla avium*, *Perilla citriodora*, *Perilla hirtella*, *Perilla crispa*, *Perilla acuta*, *Perilla shimadai*, *Perilla albiflora*.

Cizojazyčné názvy: E: beefsteak plant, perilla, Fr: pérille, G: Öl-Perilla, Schwarznessel.

Perila je botanicky řazena do čeledi *Lamiaceae* (hluchavkovité). Pochází z východní Asie a nyní se omezeně pěstuje v subtropech Číny, Koreje, Japonska, bývalého SSSR, USA a Indie. Je to jednoletá bylina s lodyhou vysokou 40 - 100 cm. Semena obsahují 42 až 50 % vysychavého oleje, který se blíží kvalitou tungovému. V oleji převažuje kyselina linolenová (podle literatury 50 – 66 %). SHIN, KIM (1994) uvádí obsah linolenové kyseliny 61,1 – 64,0 % a kyseliny linolové (14 – 17 %). Jasně žlutý perilový olej je silně vysychavý a používá se k výrobě vysoce kvalitních nátěrových hmot. Výnosy od nás z provozu nejsou známy. Výnosy semene v Koreji z předváděcích pokusů byly 1,55 t.ha⁻¹, z oblastních polních pokusů 1,35 t.ha⁻¹ a 1,03 t.ha⁻¹ (PARK, et al., 1998). Obsah oleje z téže oblasti je uváděn 33,7 až 46,2 %. Jinými autory je obsah oleje v semenech perily uváděn okolo 44,8 % s převažující kyselinou linoleovou a výnosy semene přibližně 1,2 t.ha⁻¹. Obsah oleje v semenech perily z polních pokusů prováděných v Číně kolísal na úrovni 18,4 - 42,1 % (bylo sledováno 31 odrůd perilly). Obsah kyseliny linoleové pro podmínky Indie je uváděn na úrovni 56,8 % a kyseliny linolové 17,6 % (LONGVAH, DEOSTHALE, 1991). ABD-ELREHEEM et. al. (2001) uvádí obsah oleje v semeni 35 % a obsah kyseliny linolenové v perilovém oleji 59 %.

V roce 2004 bylo pokusně vyseto několik desítek rostlin na pozemku VÚRV v Praze – Ruzyni. Rostliny vzešly nepravidelně, což mohlo být způsobeno nekvalitním osivem. Rostliny vykvetly a vytvořily semena, která dozrála. Problémem by u perily, vzhledem k tomu, že se v okolních státech na produkčních plochách nepěstuje, bylo získání většího množství osiva a také vypadávání semen při sklizni (možno vyřešit desikací porostu?).

Obr. 3 a, b - perila



ad b)

Brutnák lékařský (*Borago officinalis* L.)

Brutnák lékařský je léčivá rostlina patřící do čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*). Dorůstá výšky až 80 cm. Listy jsou chlupaté, květy modré, zřídka růžové. Plod je tvrdka. Výzkumný ústav pícninářský v Troubsku, který se zabývá pěstováním a šlechtěním brutnáku uvádí výnos semen pouze 200 kg.ha⁻¹. Ze Španělska je uváděn výnos semen 540 kg.ha⁻¹ s obsahem oleje 27,3 – 33,3 % (GALVEZ, DE HARO, 2002). Sklizeň semene je problematická. Je nejlépe provádět ji dvoufázově. V semenech brutnáku lékařského je ceněn vysoký obsah kyseliny γ -linolenové, která se využívá ve farmacii. V oleji z mastných kyselin převládá kyselina linolová, obsah kyseliny γ -linolenové činí průměrně 20 - 24 % (DE HARO et. al., 1998 uvádí 12,6 – 28,6 %, ANONYM – Cyperlipid, 2005 uvádí rozpětí 10 – 25 %...).

Z hlediska produkce oleje k technickým účelům je problémem nízký hektarový výnos semene a tím i nepříznivá ekonomická bilance pěstování brutnáku a také problematická sklizeň semene.

Obr. 4 - brutnák lékařský



Včelník moldavský (*Dracocephalum moldavica* L.)

Synonyma: *Moldavica suaveolens*, *Moldavica punctata*.

Cizojazyčné názvy: E: Moldavian balm, Moldavian dragonhead, Fr: dracocéphale moldavique, G: Türkischer Drachenkopf, Rus: змееголовник молдавский.

Včelník moldavský je léčivá, medonosná rostlina původem z Balkánského poloostrova. Patří do čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*). Dorůstá výšky 40-60 cm, sbírá a suší

se nakvétající nať jako náhrada za meduňku lékařskou. V ČR je registrována jedna odrůda včelníku moldavského.

Literatura uvádí průměrný obsah oleje v semeni 15 – 20 %. Obsah kyseliny linolenové v oleji potom 60 – 68 %. STUHLÍK, ŽÁK (2002) uvádí obsah oleje 20 % a obsah kyseliny linolenové 61 %.

Obr. 5 – včelník moldavský



Bazalka pravá (*Ocimum basilicum* L.)

Cizojazyčné názvy: E: basil, sweet basil, Fr: basilic, G: Basilienkraut, Basilikum, It: basilico, Rus: базилик, Sp: albahaca.

Bazalka je jednoletá bylina z čeledi *Lamiaceae* (hluchavkovité), vysoká až 40 cm. Používá se jako léčivka a koření (sušená nať). V ČR jsou registrovány dvě odrůdy bazalky pravé. ANGERS, MORALES, SIMON (1996) uvádí výnos semene bazalky pravé, typ Linalool, 1,4 t.ha⁻¹ (Indiana – USA), obsah oleje v semeni 26 % a obsah mastných kyselin, uvedený v tabulce 13. EARLE et. al. (1960) uvádí obsah oleje 24 % a obsah mastných kyselin v oleji uvedený v tabulce 14.

Tab. 13 Obsah mastných kyselin v oleji bazalky pravé v % (ANGERS, MORALES, SIMON, 1996)

Kyselina	Obsah v %
Palmitová	7,4
Stearová	2,0
Olejová	8,7
Linolová	21,7
Linolenová	60,0

Tab. 14 Obsah mastných kyselin v oleji
bazalky pravé v % (EARLE, et. al., 1960)

Kyselina	Obsah v %
Palmitová	8,0
Olejová	15,0
Linolová	22,0
Linolenová	50,0

V případě, že by v podmínkách ČR bylo dosaženo výnosů semene bazalky pravé, uváděných literaturou, mohla by být bazalka zajímavou rostlinou z pohledu produkce oleje s vysokým obsahem kyseliny linolenové.

Obr. 6 – bazalka pravá



ad c)

Fiala šedivá (*Matthiola incana* L.)

Matthiola incana je okrasný druh z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), pěstovaný i v ČR. YANIV, et. al. (1996) na základě pokusů prováděných na třech lokalitách v Izraeli uvádí obsah oleje v semeni tohoto druhu v rozpětí 21 – 29 %. Obsah kyseliny linolenové v oleji potom 41 – 60 % (v závislosti na stanovišti a odrůdě). Výtěžnost čisté kyseliny linolenové zjistil 75 l.ha⁻¹. Tentýž autor uvádí z podmínek Izraele výnos semene *Matthiola incana* na úrovni 750 kg.ha⁻¹ a produkci oleje z jednoho hektaru 150 l. Podle literatury (ECKER, et. al., 1992) může obsah kyseliny linolenové v oleji *Matthiola incana* činit až 65 %.

Další vybrané druhy z čeledi brutnákovité (*Boraginaceae*)

Obsah mastných kyselin v oleji některých volně rostoucích druhů z čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*) uvádí tabulka 15 (De HARO, et. al, 1998).

Tab. 15 Obsah mastných kyselin v oleji některých volně rostoucích druhů z čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*)

Druh	Obsah mastné kyseliny v %					
	Olejová	Linolová	α -linolenová	γ - linolenová	Eikosenová	Eruková
<i>Anchusa officinalis</i> (pilát lékařský)	21.77	29.65	13.16	15.78	3.46	3.31
<i>Anchusa undulata</i>	23.24	28.36	12.82	13.13	3.92	3.52
<i>Echium albicans</i> (hadinec)	12.45	14.24	41.84	8.2	0.77	--
<i>Echium boissieri</i>	14.09	10.04	47.66	5.12	0.84	0.17
<i>Echium gaditanum</i>	21	27.16	20.54	12.11	1.98	1.33
<i>Echium plantagineum</i>	17.06	19.6	33.07	9.55	0.75	--
<i>Symphytum Officinale</i> (kostival lékařský)	15.79	43.7	1.33	26.59	2.38	1.38

U dalšího druhu *Myosotis nemorosa* (pomněnka hajní) z čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*) uvádí GUIL-GUERRERO, MAROTO, GIMENÉZ (2001) obsah oleje 19,9 % a obsah kyseliny α – linolenové 4,70 % a γ – linolenové 20,25 %.

ZÁVĚR

Z provedené literární rešerše s použitím Internetu, zemědělských a biologických vědeckých databází (Biological Abstracts, CAB Abstracts, Web of Science, Elsevier Science) a jiných literárních zdrojů vyplývá, že dominantní postavení v oblasti získávání olejů s vysokým obsahem kyseliny linolenové pro technické využití, zauímají v podstatě jen tři rostlinné druhy: len setý, lnička setá a olejníčka iberská. U dalších druhů, které kyselinu linolenovou ve větší míře v oleji obsahují, ale jsou pěstovány převážně k potravinářským účelům (řepka olejná, sója, hořčice) je z důvodu zvýšení stability oleje množství kyseliny linolenové šlechtěním a jinými postupy záměrně redukováno (např. čtyřnulový typ řepky olejné – typ s redukováným obsahem kyseliny linolenové). Ostatní, hospodářsky méně významné druhy (brutnák lékařský, včelník moldavský a další) nejsou v produkci oleje natolik výkonné, aby bylo získávání olejů pro technické účely rentabilní.

Řepka olejná je olejnína poskytující vysoké výnosy semene s vysokou olejnatostí. V ČR je pěstována na značné ploše (okolo 300 tis ha). Je to druh s podrobně propracovanou agrotechnikou. Jistým problémem by při současné koncentraci ploch řepky mohl být vznik rezistence plevelů a škůdců řepky proti účinným látkám v pesticidech a také možnost kalamitního rozšíření specifických škůdců (např. slimáček). Obsah kyseliny linolenové u klasických odrůd a hybridů řepky olejné je velmi nízký. Zajímavou otázkou do budoucna je možnost využití geneticky modifikované řepky s obsahem kyseliny linolenové okolo 40 %, která již byla pokusně vytvořena.

U **konopí setého** se předpokládá zvýšení pěstitelských ploch z důvodu jeho možného širokého využití v průmyslu a fytoenergetice. Semeno je při pěstování konopí vedlejším produktem. Průměrný obsah kyseliny linolenové v konopném oleji okolo 20 % jej však předurčuje spíše k využití ve farmacii než pro technické využití.

Z pohledu produkce olejů s vysokým obsahem kyseliny linolenové se (nejen) v podmínkách ČR jeví jako nejzajímavější druh **len setý**. Jedná se o druh v ČR tradičně pěstovaný, dostatečně výkonný, s propracovanou agrotechnikou, vysokým obsahem oleje a obsahem kyseliny linolenové až 75 %. Otázkou je ekonomika produkce líného oleje pro technické účely (což je ovšem společný jmenovatel pro všechny ostatní druhy).

Dalším perspektivním druhem pro produkci kyseliny linolenové je **lnička setá**. Lnička byla v minulosti v ČR pěstována, je nenáročná a vhodná i pro extenzivní hospodaření. Agrotechnika lničky je díky pokusnému pěstování ve VÚRV v Praze – Ruzyni dostatečně propracovaná.

U **hořčice** není zejména díky nízkému obsahu kyseliny linolenové předpoklad ekonomicky přijatelné produkce oleje pro dané účely.

Sója je objektem intenzivního zájmu molekulárních genetiků. Genetickými modifikacemi se tak podařilo získat rostliny se semeny obsahujícími v oleji až 50 % kyseliny linolenové. I v případě, že by se takto geneticky upravená sója v budoucnu používala v intenzivním zemědělství, není vzhledem k nárokům sóji na pěstování a nízkému obsahu oleje v semeni v našich podmínkách pravděpodobná ekonomicky rentabilní produkce oleje s vysokým obsahem kyseliny linolenové.

Z pokusného a poloprovozního pěstování **olejničky iberské** v podmínkách ČR vyplývá, že by tento druh mohl být s úspěchem využíván k produkci oleje s vysokým obsahem kyseliny linolenové pro technické účely. Jistým problémem by, vzhledem k místu původu olejničky, mohlo být získání dostatečného množství osiva při pěstování na větších plochách.

Perila nebyla v ČR nikdy pěstovaná na větší ploše. Z pěstování v polních pokusech vyplývá, že je schopná v našich podmínkách vegetovat a dozrát. Obsahem oleje a kyseliny linolenové se jedná o velmi zajímavý druh. Otázkou je vzhledem k místu původu druhu dostupnost kvalitního osiva, vyřešení sklizňových ztrát (výdrol semen) a ekonomika pěstování.

Výnosové a kvalitativní parametry semene a oleje **brutnáku lékařského** nevedou k předpokladu ekonomicky rentabilní produkce kyseliny linolenové k technickým účelům.

Obsah oleje a kyseliny linolenové v semenech **včelníku moldavského**, stejně jako u **bazalky pravé** se jeví jako poměrně zajímavé. Bylo by však nutné ověřit výnosovou schopnost těchto druhů a nároky na agrotechniku při pěstování na semeno.

U dalších uvedených druhů (okrasných a volně rostoucích) není předpoklad využití v intenzivním zemědělství a tím možnosti technického využití produktu, i když obsahují dostatečné množství oleje a kyseliny linolenové.

LITERATURA

ABD-ELREHEEM, M., et. al. Linolenic acid accumulation in several high linolenic acid containing seeds. American Society of Plant Biologists, 2001. [On line] Dostupné z: <http://abstracts.aspb.org/pb2001/public/P38/0725.html> .

ANGERS, P., MORALES, M. R., SIMON, J. E. Basil seed oils. In J. Janick (ed.), Progress in new crops, 1996. [On line] Dostupné z: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-598.html> .

ANONYM. Polyenoic fatty acids. Cyberlipid center, 2005. [On line] Dostupné z: <http://www.cyberlipid.org/fa/acid0003.htm> .

BARANYK, P., et. al. Olejnatost vybraných druhů alternativních olejnin. Rostlinná výroba, 1995, roč. 41, č. 9. s. 433 – 438.

BEČKA, D. Možnosti genetických modifikací u řepky olejné. In sborník Intenzivní olejnin 2001. Praha, ČZU, 2001.

CAHOON, E. B. Genetic Enhancement of Soybean Oil for Industrial Uses: Prospects and Challenges. AgBioForum, 2003. [On line] Dostupné z: <http://www.agbioforum.org/v6n12/v6n12a04-cahoon.htm> .

Codex Alimentarius, vol. 8 - Fats, Oils and Related Products. Roma: FAO/WHO, 1993; 133 s.

DE HARO, A., et. al., 1998. Survey of new sources of gamma linolenic acid. [On line] Dostupné z: <http://www.ienica.net/specchemseminar/deharo.htm> .

DLOUHÝ, P., MARHOL, P. Složení mastných kyselin v rostlinných tucích a olejích. Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa, 1999, roč. 2, č. 4. s. 211 – 217.

EARLE, F. R., et. al. Search for new industrial oils. II. Oils with high iodine values. Journal of the American Oil Chemists Society, 1960, vol. 37. p. 48 – 50.

ECKER, R. Z., et. al. Embryonic heterosis in the linolenic acid content of *Matthiola incana* seed oil. Euphytica, 1992, vol. 59. p. 93 – 96.

GALVEZ, C., DE HARO, A. First Field Trials of Borage (*Borago officinalis* L.) in Andalusia (Southern Spain) as a Source of „Biological“ Gamma Linolenic Acid. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2002. [On line] Dostupné z: <http://www.haworthpress.com/store/ArticleAbstract.asp?sid=ATG32RQXR0P9H5B4D79D1SWDE2KFG50&ID=30372> .

GUIL-GUERRERO, J. L., GARCÍA MAROTO, F. F., GIMÉNEZ, A. Fatty Acid Profiles from Forty-nine Plant Species that are Potential New Sources of gamma-Linolenic Acid. . *Journal of the American Oil Chemists Society*, 2001, vol. 78, no. 7. p. 677 – 684. [On line] Dostupné z: http://www.bagkf.de/cgi/sofa/lds.pl?TAB_ID=TYP3_00046 .

<http://www.vupt.cz/cz/slechteni.html#brutnak>

Len a konopí. Situační a výhledová zpráva. MZe, červen, 2004. [On line] Dostupné z: http://www.mze.cz/attachments/len_06_2004.pdf .

LIU, J. W., et. al. Effect of long-term dietary supplementation of high-gamma-linolenic canola oil versus borage oil on growth, hematology, serum biochemistry and n-6 fatty acid metabolism in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, vol. 52, no. 12. p. 3960 – 3966.

LIU, J. W., et. al. Characterization of oil exhibiting high gamma-linolenic acid from a genetically transformed canola strain. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 2001, vol. 78, no. 5. p. 489 – 493.

LONGVAH, T., DEOSTHALE, Y. G. Chemical and nutritional studies on Hanshi (*Perilla frutescens*), a traditional oilseed from Northeast India. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 1991, vol. 68, no. 10. p. 781 – 784. 13 ref.

Mansfelds World Database of Agricultural and Horticultural Crops. [On line] Dostupné z: <http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/Query.htm> .

MINKEVIČ, I. A., BORKOVSKIJ, V. J. Olejiny. SZN Praha, 1953, 393 s. MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. Alternativní plodiny. Skriptum, Jihočeská univerzita, ZF, Č. Budějovice, 1996, 90 s.

Olejiny. Situační a výhledová zpráva. MZe, leden, 2004. [On line] Dostupné z: http://www.mze.cz/attachments/svz_olejiny_01_04.pdf .

PARK, CH. et. al. „Areumdlkkae“ – a new double purpose of grain and leaves perilla variety with high yielding and good oil quality. *RDA – Journal of Industrial Crop Science*, 1998, vol. 40, no. 2, p. 93 – 97, 10 ref.

POKORNÝ, J., et. al. Technologie tuků. Praha: SNTL, 1986; 452 s.

SHIN, H. S., KIM, S. W. Lipid composition of perilla seed. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 1994, vol. 71, no. 6. p. 619 – 622. 11 ref.

SOUCI, S. W., FACHMANN, W., KRAUT, H. Food Composition and Nutrition Tables. 5th ed. Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers, 1994; 1091 s.

STRAŠIL, Z. Lnička setá – staronová netradiční olejnina. Agromagazín, 2001, roč. 2., č. 3. s. 36 – 36.

STRAŠIL, Z. Lnička setá. In: Sborník "Rozšíření maloobjemových plodin pro potravinářské a technické využití ke zvýšení rentability rostlinné výroby". VÚRV Praha, 1994, s.145 - 152.

STRAŠIL, Z. Pěstování a využití energetických a průmyslových plodin v soustavě hospodaření na půdě pro energetické a průmyslové účely. [Závěrečná zpráva]. VÚRV Praha-Ruzyně, 1995, 11 s.

STRAŠIL, Z. Obsah oleje a jednotlivých mastných kyselin u některých druhů alternativních olejnin. Rostlinná výroba, 1997, roč. 43, č. 2. s. 59 - 64.

STRAŠIL, Z. Pěstování netradičních energetických a průmyslových rostlin. Závěrečná zpráva, Praha-Ruzyně, 1999, 16 s. , 17 tab.

STRAŠIL, Z. Světlice barvířská – netradiční olejnina. Agromagazín, 2001, roč. 2, č. 1. s. 38 - 41.

STRAŠIL, Z. Lnička setá – staronová netradiční olejnina. Agromagazín, 2001, roč. 2, č. 3. s. 34 - 36.

STRAŠIL, Z. Olejníčka iberská (*Lallemantia iberica* Fisch. at M.) netradiční alternativní olejnina. Biom, 2000. [On line] Dostupné z: <http://stary.biom.cz/mag/33.html> .

STRAŠIL, Z. Výsledky z polních pokusů 1996 - 1999. Nepublikováno. 2000 b.

STUHLÍK, M., ŽÁK, S. Vegetable lipids as components of functional foods. Biomed. Papers, 2002. [On line] Dostupné z: http://publib.upol.cz/~obd/fulltext/Biomedic146-2/LF11_2002-1.pdf .

TAKAGI, Y., et. al. High linolenic acid mutant in soybean induced by X-ray irradiation. Japanese Journal of Breeding, 1989, vol. 39, no. 4. p. 403 – 409.

United States Patent 6870077 – High linolenic acid flax. Březen, 2005. [On line] Dostupné z: [http://www.patentstorm.us/class/800/298-Higher_plant_seedling_plant_seed_or_plant_part\(i_e_angiosperms_or_gymnosperms\).html](http://www.patentstorm.us/class/800/298-Higher_plant_seedling_plant_seed_or_plant_part(i_e_angiosperms_or_gymnosperms).html) .

Vašák a kol. Systém výroby řepky. AF ČZU, 1999. [On line] Dostupné z: <http://max.af.czu.cz/~vlami/svr/uvod.pdf> .

VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1. Tábor: Osis, 1999; 352 s.

VOLLMANN J. (ed.). EUCARPIA Bulletin No. 29, 2001, University of Agricultural Sciences Vienna, Vienna, Austria.

Vyhláška MZe ČR 328/97 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/97 Sb., pro mléko a mléčné výrobky, zmrzliny a mražené krémy a jedlé tuky a oleje. In.: Sbírka zákonů ČR, částka 110, 1997; s. 6682 – 6702.

WURL, G., et. al. Anbautelegramm Iberischer Drachenkopf. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, 1997. Infoblatt.

YANIV, Z., et. al. *Mathiola incana*: Source of Omega-3-Linolenic Acid. . In J. Janick (ed.), *Progress in new crops*, 1996. [On line] Dostupné z: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3-368.html> .

ZEHNÁLEK, P., HOLUBÁŘ, J. Přehledy odrůd olejnin a kmínu 2003. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2003. 110 s.

ZUBR, J. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products*, 1997, vol. 6, no. 2. s. 113 - 119.