



Výběr a charakteristika lněných semen jako vstupní suroviny



**Agritec Plant Research s.r.o.
Šumperk
2017**

Výběr a charakteristika lněného semene jako vstupní suroviny



Autorský kolektiv:

Ing. Marie Bjelková, Ph.D.¹

Prof., Ing. Vladimír Filip, CSc.²

Ing. Jan Kyselka, Ph.D.²

Ing. Rudolf Ševčík, Ph.D.²

Ing. Martina Větrovcová¹

Lektoři:

Ing. Karel Vejražka, Ph.D.

Ing. Zdeňka Klepáčová

ISBN 978-80-87360-57-6

¹ Agritec Plant Research s.r.o.

² Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Metodika byla zpracována na základě výsledků řešení výzkumného projektu MZe
NAZV QJ1510274.

Obsah

1	Cíl metodiky	2
2	Popis metodiky	2
3	Úvod	2
4	Situace v olejném lnu u nás a ve světě	3
5	Kritéria přírodních podmínek a přípravy půdy pro pěstování olejného lnu.....	6
6	Odrůdy	7
6.1	České registrované odrůdy	7
6.2	Další v ČR pěstované odrůdy z katalogu EU	8
6.3	Odrůdy v ČR pěstované - restringované z katalogu EU (farmářské plochy)	10
7	Osivo a jeho úprava	11
8	Základní pěstební opatření.....	11
9	Sklizeň olejného lnu	12
9.1	Určení zralosti lnu	12
9.2	Zralost u žlutosemenných odrůd.....	12
9.3	Zralost u hnědosemenných odrůd.....	13
9.4	Příprava porostu ke sklizni	15
9.5	Sklizeň porostu.....	16
9.6	Seřazení sklízecí mlátičky.....	17
10	Dosoušení a skladování semene.....	18
10.1	Posklizňová úprava.....	18
10.2	Čistota semen	19
11	Výnosový potenciál odrůd z pohledu produkce semen	21
12	Hodnocení kvality - analýzy	22
12.1	Fyzikální a biologické parametry semen olejného lnu.....	22
12.2	Kvalitativní parametry semene olejných lnů – smyslová hodnocení a chemické analýzy 22	
12.3	Stanovení obsahu mastných kyselin	23
12.4	Stanovení obsahu tuku.....	28
12.5	Stanovení obsahu stopových prvků atomovou absorpční spektrometrií	30
12.6	Stanovení obsahu lignanů.....	36
12.7	Stanovení obsahu kyanogenních glykosidů	38
13	Ekonomické zhodnocení.....	1
14	Legislativní předpisy.....	1
14.1	Nařízení EU.....	1
14.2	Legislativní předpisy ČR:	1
15	Srovnání novosti postupů.....	2
16	Seznam použité související literatury.....	2
17	Seznam publikací, které předcházely metodice	3

1 Cíl metodiky

Cílem metodiky je ukázat vliv vybraných faktorů na kvalitu semen olejného lnu určených jako vstupní suroviny pro potravinářské a další využití. Předkládaná metodika není komplexní metodikou pro pěstitelskou technologii, ale je částí detailnějšího zkoumání produktu – semen z pohledu kvalitativních parametrů. Metodika bude užitná producentům semen a široké odborné veřejnosti.

2 Popis metodiky

Metodika ukazuje technické ukazatele kvality semen olejného lnu a rozdílné odrůdové charakteristiky těchto studovaných odrůd. Z daných ukazatelů je možný výběr odrůdy jak pro pěstování, tak pro měř využití, dle případných požadovaných parametrů.

3 Úvod

Len setý (*Linum usitatissimum* L.), z čeledi lnovitých (Linaceae), je tradiční jednoletou, zemědělskou plodinou, pěstovanou především pro produkci semen. Pochází z regionu mezi východním Středomořím a Indií a ve velkém se pěstovala již ve starověkém Egyptě. Len setý byl jednou z prvních rostlin domestikovaných během neolitické revoluce. Dorůstá výšky asi 1,2 m, kvete světle modře nebo bíle, květ má pět kališních a korunních lístků. Plodem je pětipouzdrá tobolka. Rozlišují se následující typy lnu:

- len přadný – dlouhý stonek
- len olejný – nižší, rozvětvený
- len olejnopřadný -v základních směrech se pěstuje buď pro hlavní produkci vláknů – len setý přadný nebo pro hlavní produkci semene – len setý olejný.

Ve světě převažuje pěstování lnu olejného, v posledních letech na výměře asi 2,5 až 3 miliony hektarů.

Základní užití semene olejného lnu v potravinářství, krmivářství, dále k produkci lněného oleje pro využití v potravinářství, především v aplikacích studené kuchyně nebo v medicíně, kosmetice, ale také pro výrobu fermeží, barev a laků. Extrahované šroty a výlisky jsou cenným dietetickým krmivem. Další, narůstající, je využití lněného semene a oleje v potravinářství, farmacii, krmivářství aj.

Semena

- osivo
- semena pro jiná využití

Potravinářství

- doplněk výživy, posypka v pekařství, lněná mouka, lněný olej.

Krmivářství

- semeno a výlisky jako doplněk výživy velkých hospodářských zvířat, ryb.

Farmacie

- olej, obklady, čaje, kaše, domácí léčitelství, kosmetika.

Chemický průmysl

- olej, fermeže a barvy, gumárenský a kožedělný průmysl, elektrotechnický průmysl.



Semena olejného lnu se žlutou a hnědou barvou semene



Využití olejného lnu v potravinářství

4 Situace v olejném lnu u nás a ve světě

Světová plocha olejného lnu se meziročně stále zvyšuje. Největšími světovými producenty semen olejného lnu posledních let jsou státy Kanada, Rusko, Čína, Indie a Kazachstán. Velké rozšíření ploch v Rusku a v Kazachstánu, které se do roku 2009 pohybovaly v řádech desítek tisíc hektarů, přináší nový a nezanedbatelný zdroj importu lněného semene do České republiky s reálnou možností ovlivnění ceny produktu. V Evropě, vlivem rozšiřování ploch, se v posledních letech udržují na průměrné hranici 0,522 mil.

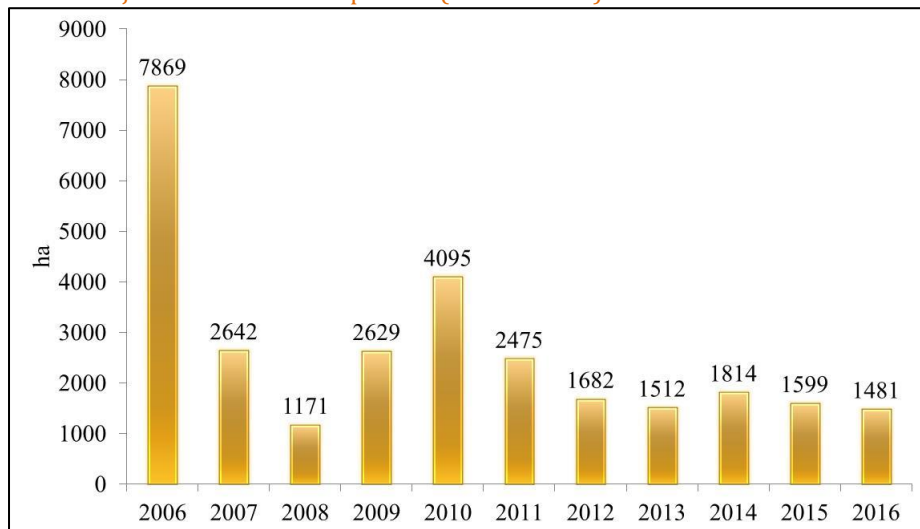
ha, v rozmezí 0,479 mil. ha v roce 2011 až 0,568 mil. ha v roce 2014. Průměrné hektarové výnosy jednotlivých producentů ukazují erudovanost technologie pěstování. Velká sklizňová plocha Indie poskytuje velmi nízký výnos z jednotky plochy (0,392 t.ha⁻¹). Podprůměrné výnosy byly zjištěny také v Bělorusku, Kazachstánu a Rusku. Průměrný výnos semen ve světovém měřítku činil 0,986 t.ha⁻¹ a v Evropě byl mírně nižší (0,973 t.ha⁻¹).

Největší pěstitelé olejného lnu a jejich průměrný výnos

	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
	Plocha (tis.ha)				Výnos (t.ha ⁻¹)			
Rusko	264,7	312,6	410	441,5	1,780	1,181	0,795	0,890
Čína	322,1	350	330	310	1,113	1	1	1,129
Indie	338,8	431	338	360	0,434	0,353	0,435	0,392
Kanada	273,2	360	412	620,8	1,348	1,358	1,728	1,405
Kazachstán	309,7	369,9	384,3	446	0,882	0,427	0,768	0,741
Francie	16,4	12,1	8,5	10,9	1,868	1,966	1,897	2,121
USA	70	135,9	56,9	125,9	1,013	1,076	1,497	1,285
Ukrajina	58,7	53	38	33,4	0,871	0,774	0,658	1,222
Bělorusko	49,9	35,6	29	22,4	0,263	0,243	0,241	0,323
Afrika	123,1	135,4	114	88,5	0,986	0,970	1,017	1,034
Amerika	391	532,5	503,3	781,6	1,259	1,267	1,659	1,364
Asie	1008,8	1187,2	1088	1155,1	0,794	0,573	0,729	0,732
Oceánie	9,3	8,2	8,3	7,4	1,111	1,133	1,133	1,157
Evropa	478,9	485,9	556,8	568,3	1,459	1,122	0,872	0,973
Svět	2011	2349,3	2270,4	2600,8	1,056	0,869	0,986	0,986

Na jedné straně dochází k rozšíření ploch v Evropě, ale v České republice zaznamenáváme mírný pokles ploch na straně druhé. Zejména v posledních dvou letech plochy olejného lnu v ČR ukazují snižující se trend. V roce 2014 došlo k mírnému navýšení osetých ploch z 1513 ha na 1813 ha, ale v roce 2015 naopak k mírnému poklesu na 1599 ha a v roce 2016 činila plocha již jenom 1481 ha. V roce 2016, podobně jako v předcházejících letech je zřejmé, že v ČR je olejný len pěstován nejvíce v krajích Olomouckém, Středočeském, Královéhradeckém, Ústeckém a Pardubickém. Tyto oblasti jsou vhodné pro pěstování olejného lnu a plně odpovídají jeho pěstební nárokům.

Plocha olejného lnu v České republice (2006 – 2016)



Vývoj sklizňových ploch olejného lnu v ČR podle krajů (ha)

Uka- zatel	200 6	200 7	200 8	200 9	201 0	201 1	201 2	201 3	201 4	201 5	201 6
Hl. m. Praha	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-
Stře- do- český	1 347	331	211	372	518	266	118	125	175	120	156
Jiho- český	71	123	3	23	60	34	28	21	68	81	54
Plzeň- ský	233	34	14	86	191	37	49	64	97	229	198
Karlo- varský	183	144	106	45	83	102	69	-	9	1	-
Ús- tecký	1 589	349	191	312	600	270	39	43	197	17	24

Liberecký	134	49	-	-	3	-	-	10	1	0	-
Královéhradecký	349	5	4	44	242	151	179	186	229	286	287
Pardubický	514	211	113	346	546	197	164	142	136	154	154
Vysočina	589	186	80	36	324	92	4	13	13	5	4
Jihomoravský	815	354	151	375	266	308	239	184	181	151	110
Olomoucký	610	378	123	599	647	518	410	394	376	273	335
Zlínský	1 251	352	167	275	247	196	254	238	257	196	96
Moravskoslezský	184	126	8	116	368	304	129	68	75	86	63

Pramen: ČSÚ

5 Kritéria přírodních podmínek a přípravy půdy pro pěstování olejného lnu

- Vhodné je stanoviště s lehkými propustnými, hlinitopísčitými až hlinitými půdami a s pH 5,5–7.
- Dešťové srážky 350–400 mm za vegetační období, dostatek srážek zejména ve fázi stroměčku a rychlého růstu (30–60 dnů po zasetí).
- Nevhodné jsou těžké, kyselé a kamenité půdy a lokality se zvýšenou hladinou spodní vody.

- Olejný len je přerušovatel osevního sledu a plodina doběrná, řadí se až na konec 6letého osevního postupu, nejlépe po obilovině.
- Nevhodné předplodiny pro olejný len jsou jetelotravní směsky, kukuřice a také zaorané víceleté travní porosty a zaoraná ozimá řepka.
- Výběr pozemku bez vytrvalých plevelů
- Zpracování půdy pro založení porostu je shodné s předosevní přípravou obilovin.
- Podzimní orba pro len se provádí do menší hloubky, tj. 18–20 cm. Len je citlivý na přiorávání podorničí.
- Jarní předosevní příprava – smykování a kypření půdy kombinátory do hloubky 5–6 cm.
- Vytvoření pevného seťového lůžka v hloubce do 3 cm.

6 Odrůdy

Ve [Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin \(konsolidované znění\)](#) je 175 odrůd lnu setého, z toho je 71 odrůd lnu olejného. Největší zastoupení mají odrůdy z Francie. V ČR jsou registrovány 4 české odrůdy olejného lnu. V současnosti je ve schvalovacím řízení odrůda pátá.

6.1 České registrované odrůdy

JANTAR (2006),

vyšlechtila společnost SEMPRA Praha a.s. s 50 % podílem fy AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. Majitel je společnost SEMPRA Praha a.s. Jantar je pozdní modrokvětá odrůda olejného lnu, barva semene žlutá. Rostliny středně vysoké. Středně odolné proti napadení komplexem chorob kořenů a stonků. Hmotnost tisíce semen středně vysoká. Obsah tuku středně vysoký. Skladba mastných kyselin šlechtěním změněná, jodové číslo nízké. Obsah kyseliny linolenové velmi nízký a linolové velmi vysoký. Odrůda k produkci semene na výrobu oleje pro potravinářské využití a dále jako světlý posyp na pečivo.

AMON (2007),

vyšlechtila společnost AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. Modrokvětá odrůda se žlutou barvou semene a středně dlouhou vegetační dobou, délkou stonku kolem 60–90 cm. Průměrný zdravotní stav. Výnos semene je střední až vyšší na úrovni standardní odrůdy Flanders a Lola, s obsahem kyseliny linolenové do 3 %. Obsah oleje v sušině semene 45 %. Středně odolná k poléhání. Odrůda s vyhovujícími parametry pro potravinářské zpracování a vhodná pro zpracování stonku.

RACIOL (2011),

vyšlechtila společnost AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. Středně raná, modrokvětá odrůda se žlutou barvou semene a středně dlouhou vegetační dobou, délka stonku nižší až středně vysoká, stonek odolný k poléhání. Vyšší odolnost k chorobám kořenů a báze stonku. Výnos semene je vysoký, s obsahem kyseliny linolenové do 40 % a obsahem kyseliny linolové cca 36 %. Obsah oleje v sušině semene vysoký se středně vysokým jodovým číslem (165). Odrůda s velmi nízkým obsahem antinutričních látek – kyanogenních glykosidů ($1\,723\text{ mg.kg}^{-1}$, 2,3krát méně než u Loly). Odrůda vhodná k produkci semene na výrobu stolního oleje, pro využití v racionální výživě, v pekárenském průmyslu na posyp pečiva, k přimíchávání do těst.

AGRIOL (2016),

vyšlechtila společnost Agritec Plant Research s.r.o. Nová, pozdní odrůda olejného lnu. Rostliny středně vysoké. Barva květu středně modrá, barva semene žlutá, hmotnost tisíce semen nízká až střední. V rámci sortimentu žlutosemenných potravinářských odrůd výnos semene a tuku velmi vysoký, obsah tuku vysoký. Skladba mastných kyselin změněná, jodové číslo nízké. Obsah kyseliny alfa-linolenové velmi nízký, kyseliny linolové velmi vysoký. Odrůda k produkci semene na výrobu oleje pro potravinářské využití, dále v pekárenském průmyslu na posyp pečiva, k přimíchávání do těsta apod.

AGRAM (2017),

vyšlechtila společnost Agritec Plant Research s.r.o. Středně raná, modrokvětá odrůda s hnědou barvou semene a středně dlouhou vegetační dobou, délka stonku nižší až středně vysoká, stonek odolný k poléhání. Vyšší odolnost k chorobám kořenů a báze stonku. Výnos semene je vysoký, s obsahem kyseliny linolenové do 30 % a obsahem kyseliny linolové cca 40 %. Obsah oleje v sušině semene vysoký se středně vysokým jodovým číslem (165). Odrůda s velmi nízkým obsahem antinutričních látek – kyanogenních glykosidů. Odrůda vhodná k produkci semene na výrobu stolního oleje, pro využití v racionální výživě, v pekárenském průmyslu na posyp pečiva, k přimíchávání do těst.

6.2 Další v ČR pěstované odrůdy z katalogu EU

FLANDERS (1996),

majitel Limagrain Advanta Nederland, B.V., Nizozemí. Modrokvětá až fialovokvětá odrůda se středně dlouhou vegetační dobou, délkou stonku kolem 50–60 cm. Výnos semene je vysoký s velmi vysokým obsahem oleje. Semeno s hnědou barvou semene. Dobře odolává poléhání. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové zpracování.

LIBRA (2013),

majitel Limagrain Advanta Nederland, B.V., Nizozemí. Nová, poloraná odrůda typu Flanders s bleděmodrým květem, velmi vysokým výnosem semene a vysokým obsahem oleje. Barva semene hnědá. Rostliny jsou nízké až středně vysoké (délka 54 cm) s dobrou odolností vůči poléhání.

LOLA (1999),

majitel Limagrain Advanta Nederland, B.V., Nizozemí. Modrokvětá odrůda se střední délkou vegetace a pozdním počátkem kvetení, s kvalitativně odlišným složením semene. Výnos semene je vysoký, obsah oleje střední až vyšší. Obrácený poměr kyseliny linolové (velmi vysoký obsah) a kyseliny linolenové (velmi nízký obsah – cca 3 %), řadí olej této odrůdy k potravinářským olejům. Semeno s hnědou barvou semene. Vyznačuje se vysokou odolností vůči poléhání způsobenou celkovým nižším vzrůstem. Doporučená do nižších a intenzivnějších rajonů pro pěstování olejného lnu.

BILTON,

vyšlechtila holandská společnost Van de Bilt Zaden., zástupce pro ČR je společnost AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. Registrovaná ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin. Modrokvětá odrůda se středně pozdní vegetační dobou, délkou stonku delší než odrůda Biltstar (60 cm). Výnos semene je vysoký s velmi vysokým obsahem oleje, velikost semene je malá až střední, klasický poměr mastných kyselin. Semeno s hnědou barvou semene. Dobře odolává poléhání a se střední odolností proti fuzarióze. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové zpracování.

BILTSTAR,

vyšlechtila holandská společnost Van de Bilt Zaden., zástupce pro ČR je AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. Registrovaná ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin. Modrokvětá odrůda se středně dlouhou vegetační dobou, délkou stonku kolem 40–60 cm. Výnos semene je střední s velmi vysokým obsahem oleje, vysokou HTS (přes 8 g), klasický poměr mastných kyselin. Semeno s hnědou barvou semene. Dobře odolává poléhání a se střední odolností proti fuzarióze. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové zpracování.

KAOLIN,

vyšlechtila Laboulet Semences, zástupce pro ČR Seed Service s.r.o., registrován v r. 2007, odrůda vysoká se středně dlouhou vegetační dobou, barva květu modrá, barva semene hnědá, hmotnost tisíce semen střední až nižší. Odrůda odolná proti fusarióze. Výnos semene vyšší. Snížený obsah slizovitých látek. Semeno s hnědou barvou semene. Výborně odolává poléhání. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové i potravinářské zpracování.

NATURAL,

vyšlechtila Laboulet Semences, zástupce pro ČR Seed Service s.r.o., registrován v r. 2008, odrůda vysoká se středně dlouhou vegetační dobou, časně kvetoucí, barva květu modrá, barva semene hnědá, délka stonku kratší kolem 40–50 cm. Výnos semene vyšší. Snížený obsah slizovitých látek. Semeno s hnědou barvou semene. Výborně odolává poléhání. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové i potravinářské zpracování.

SZAFÍR,

vyšlechtila Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. - Grupa IHAR, registrován v r. 1994, odrůda středně vysoká, středně raná odrůda, vysoký obsah tuku, rostliny odolné k poléhání, ale s výborným zdravotním stavem. Velká semena světle hnědé barvy.

6.3 Odrůdy v ČR pěstované - restringované z katalogu EU (farmářské plochy)

Zde uvádíme odrůdy, jejichž osivo není již nabízeno, ale pěstitelé je pěstují v rámci farmářského osiva, Tyto odrůdy byly a jsou plastické vůči pěstitelským podmínkám a poskytují stále vysoký produkční výkon.

BAIKAL,

vyšlechtila Laboulet Semences, zástupce pro ČR Seed Service s.r.o., odrůda vysoká s časnou až středně dlouhou vegetační dobou, barva květu modrá, barva semene hnědá, hmotnost tisíce semen nízká. Odrůda méně odolná proti napadení komplexem chorob kořenů a báze stonků. Výnos semene střední, obsah a výnos tuku střední. Semeno s hnědou barvou semene. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové zpracování.

OURAL,

vyšlechtila Laboulet Semences, zástupce pro ČR Seed Service s.r.o., odrůda středního až nižšího vzrůstu se středně dlouhou vegetační dobou, barva květu modrá, barva semene hnědá, hmotnost tisíce semen střední až vyšší. Odrůda středně odolná proti napadení komplexem chorob kořenů a báze stonků. Výnos semene střední, obsah a výnos tuku vysoký. Semeno s hnědou barvou semene. Dobře odolává poléhání. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové zpracování.

RECITAL,

vyšlechtila Laboulet Semences, zástupce pro ČR Seed Service s.r.o., registrován v r. 2004, odrůda vysoká se středně dlouhou vegetační dobou, barva květu modrá, barva semene hnědá, hmotnost tisíce semen střední až nižší. Odrůda odolná proti napadení komplexem chorob kořenů a báze stonků. Výnos semene vysoký, obsah a výnos tuku vysoký. Olej čirý. Semeno s hnědou barvou semene. Dobře odolává poléhání. Odrůda s vyhovujícími parametry pro průmyslové a potravinářské zpracování.

7 Osivo a jeho úprava

Kvalitní osivo – základ pro dosažení vysokého výnosu semene.

Osivo je dodáváno a upravováno podle vyhlášky č. 129/2012 Sb., o uvádění oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů a osivo musí splňovat limit čistoty 99 %, klíčivost 85 %.

V roce 2016 bylo oseto 369,37 ha množitelských ploch olejného lnu odrůd: Amon, Libra, Jantar, Szafir, Lola, Raciol a Natural. Tato plocha byla o 47,73 ha nižší oproti roku 2015 (413,10 ha), ale přesto je schopna naplnit požadavky pěstitelů.

Přehled přihlášených ploch olejného lnu a přádného lnu v roce 2016

Odrůda	SE	E	C1	C2	C3	Celkem
Lola		13,68	40,84	58,67		113,19
Szafir	15,86			51,18		67,04
Jantar		7,91	55,07			62,98
Libra	34,07			27,16		61,23
Amon	1		37,63			38,62
Natural			23,30			23,30
Raciol	3,00					3,00
Celkem (olejný lnu)	53,93	21,59	156,84	137,01		369,37

Pramen: UKZÚZ

8 Základní pěstební opatření

Pro pěstování olejného lnu jsou vhodné úrodné pozemky v pěstitelských oblastech s nadmořskou výškou 200–450 m s propustnými hlinitopísčitými až hlinitými půdami s neutrální až mírně kyselou reakcí 7–5,5 pH, se středním obsahem humusu. Nevhodné jsou těžké, kyselé a kamenité půdy a lokality se zvýšenou hladinou spodní vody. Utužená půda podporuje rozvoj chorob způsobených houbami *Fusarium* nebo *Rhizoctonia solani*, kyselá rozvoj fuzárií a kořenové hniloby. Z hlediska zařazení v osevním postupu je len považován za přerušovače obilního sledu a zařazuje se po obilnině (žito, ozimá pšenice, jarní ječmen), pokud možno v šestiletém cyklu. Nevhodnými předplodinami jsou řepka, jetelotrávy, kukuřice a směsky na zeleno.

Při pěstování lnu platí zásada zařazení v osevním postupu nejdříve po čtyřech letech, nejlépe po šesti letech po sobě. Při častějším zařazování lnu dochází k tzv. Inové únave půdy. Vhodné je v osevním sledu častěji umísťovat luskoviny, pokud je to možné vůbec nezařazovat řepku. Volíme pozemky bez výskytu vytrvalých plevelů.

Z hlediska péče o porost je účelné včasné setí, současně s jarními obilninami. K pěstování volíme odrůdy odolné vůči jednotlivým chorobám, jako jsou fusariové vadnutí lnu, padlí lnu, alternariová skvrnitost.

Základem je výsev zdravého certifikovaného osiva. Velmi vhodné je vysévat osivo mořené proti chorobám přenosným osivem (antraknóza lnu, alternariová skvrnitost, kořenová hniloba lnu). Důležitá je také včasná regulace jednoletých plevelů vhodnými herbicidy, aby nedošlo k oslabení porostu lnu a tím zvýšení vnímavosti k chorobám.

9 Sklizeň olejného lnu

9.1 Určení zralosti lnu

U lnu rozlišujeme čtyři stupně zralosti: **zelená, raná žlutá, žlutá a plná.**

Posuzování zralosti – zbarvení porostu a tobolek, stupeň opadávání listů

Hlavní znak – barva a tvrdost semene.

9.2 Zralost u žlutosemenných odrůd

Zelená zralost

listy ve spodní části rostliny začínají žloutnout, stonek a tobolky jsou ještě zelené, semena měkká, zelená, neúplně vyvinutá.

Raně žlutá zralost

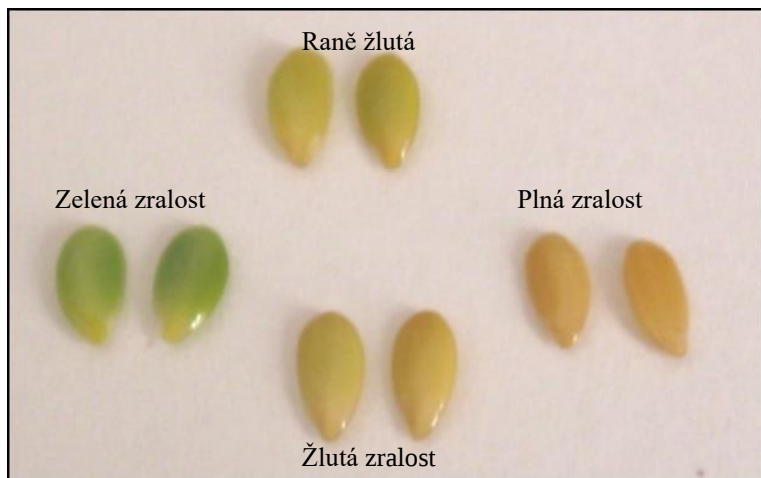
semena jsou světle žlutá s lehkých nádechem světle zelené a na špičkách začínají silněji žloutnout, stonek a tobolky jsou světle žluté, listy ve spodní třetině až polovině opadlé.

Žlutá zralost

semena jsou žlutá a na špičkách tmavěji žlutá, stonek a tobolky jsou světle žluté, listy ve spodní třetině až polovině opadlé.

Plná zralost

semena jsou tvrdá, úplně zlatavě vybarvená a lesklá, stonek je špinavě žlutohnědý, tobolky jsou hnědé, listy opadlé.



Určení zralosti žlutosemenných odrůd olejného lnu

9.3 Zralost u hnědosemenných odrůd

Zelená zralost

listy ve spodní části rostliny začínají žloutnout, stonek a tobolek jsou ještě zelené, semena měkká, neúplně vyvinutá.

Raně žlutá zralost

semena jsou světle žlutá a na špičkách začínají hnědnout, stonek a tobolek jsou světle žluté, listy ve spodní třetině až polovině opadlé.

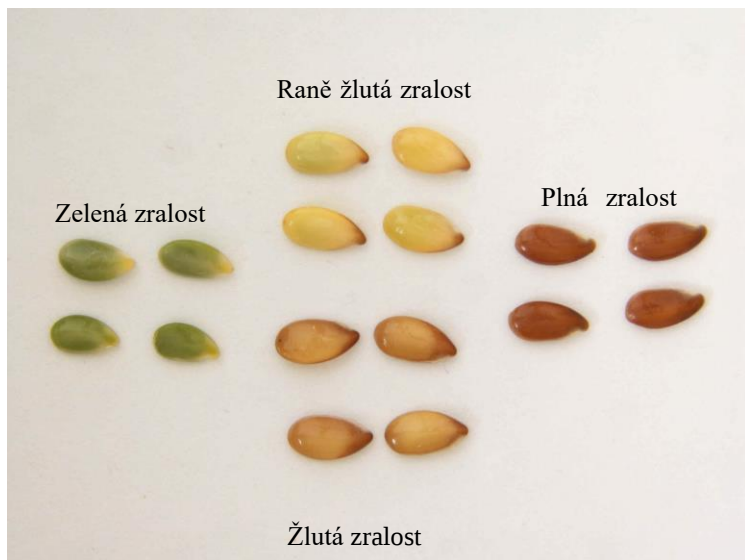
Žlutá zralost

semena jsou sytě žlutá až světle hnědá a na špičkách hnědá, stonek a tobolky jsou světle žluté, listy ve spodní třetině až polovině opadlé.

Plná zralost

semena jsou tvrdá, úplně vybarvená a lesklá, stonek je špinavě žlutohnědý, tobolky jsou hnědé, listy opadlé.





Určení zralosti hnědosemenných odrůd olejného lnu

9.4 Příprava porostu ke sklizni

V nížinných oblastech porost dozrává za vyšších průměrných teplot v některých letech přirozeně.

Ve středních a vyšších oblastech je účelné využít **desikace**, která usnadní sklizeň. Desikace je opatřením, které usnadní sklizeň snížením vlhkosti rostlin a houževnatosti stonku. Při sečení jsou stonky snadněji přestříženy žabkami žacího ústrojí. Porosty se ošetřují přípravky s pozvolným desikačním účinkem (proces zrychleného dozrávání) na konci fáze raně žluté zralosti, nejpozději na začátku žluté zralosti většiny tobolek (ve středním patře květenství). Desikační účinek probíhá 5–14 dnů. Tobolky v této době dojdou do plné zralosti a stonek zaschne, zhnědne, je nejméně v horní polovině tvrdý a vhodný pro sečení.

Metody předsklizňového ošetření, desikace

PŘÍPRAVEK (účinná látka)	Dávka na 1 ha (koncentrace v %)	Doba aplikace	Pozn.
Quad-Glob 200SL (dikvát)	3,0 l / 200–600 l vody	desikace, před sklizní	1
K desikaci porostů lnu, které nejsou určeny pro produkci osiva, lze použít přípravky s účinnou látkou glyphosat, glyphosate-IPA a glyphosate-potassium, např.: MON 78273, TRUSTEE HI- AKTIV, TOUCHDOWN QUATTRO, BARCLAY GALLUP HI-AKTIV, DOMINÁTOR, ROUNDUP KLASIK, ROUNDUP BIAKTIV, ROUNDUP RAPID a další.			2

Poznámky:

1) *Desikace lnu na semeno, aplikuje se na konci žluté a začátku plné zralosti, cca 5 dnů před plánovanou sklizní.*

2) *Neaplikovat v semenářských porostech, ošetřuje se 8–14 dnů před sklizní lnu při vlhkosti semen pod 30 %.*

3) *K desikaci lze použít další povolené přípravky s ú. L. dikvát: Desiq, Dessicas 20%SL, Diqua, IT Diquat, Maxima.*

9.5 Sklizeň porostu

Pro sklizeň olejného lnu je nejefektivnějším způsobem využití sklízecí mlátičky. Tento způsob umožňuje jednorázovou sklizeň nadzemní části rostlin včetně separace a předčištění semen. Ostatní části rostlin zůstávají na pozemku uloženy na řádku nebo jsou drtičem integrovaným ke sklízecí mlátičce rozdruženy a rozmetány po pozemku. Prioritou pěstitele je sklizeň semene ve vysoké kvalitě při zachování nízkých ztrát. Tento základní fakt je nutno zohlednit v celém technologickém postupu a podřídít mu termín sklizně včetně termínu desikace porostu a výběru vhodného desikačního přípravku.

Základním předpokladem dosažení uspokojivých výsledků sklizně je zajištění plynulého průchodu sklizené suroviny pomocí správného seřízení sklízecí mlátičky a zajištění bezvadného stavu žacího válu. Významnou roli při sklizni olejného lnu sklízecí mlátičkou hraje zkušenost obsluhy.

9.5.1 Přímá sklizeň nedesikovaného porostu

Sklízí se v plné zralosti. Technologii lze sklízet nepolehlé porosty zejména v níže položených a klimaticky sušších oblastech, přibližně do nadmořské výšky 250 m. Podle stupně vyzrálости stonku a zaschnutí stonku se porost seče v polovině délky stonku. Když je stonek příliš houževnatý a přestřížení stonku je obtížnější snažíme se porost sekat až těsně nad zemí, kde je stonek silný, s nižším obsahem vlákna a křehký. Ke sklizni je vhodné použít nové typy sklízecích mlátiček, které jsou vybaveny drtičem slámy jako je Claas, John Deer, New Holland a další. U starších typů sklízecích mlátiček řady E 512 je sklizeň poněkud obtížnější, hlavně pro horší technický stav žacího ústrojí, které bývá značně opotřebované. Nedesikovaný porost je nutné sklízet v plné zralosti až mírně přezrálý. Stonek v této fázi bývá v jeho dolní polovině žlutohnědý, ale obsahuje ještě větší množství vegetační vody, vlákno je nenarušené a vyznačuje se velkou pevností. Stonek je houževnatý a žabky jej musí zcela přestříhnout, proto je odpor při stříhu stonku větší než u desikovaných porostů.

9.5.2 Přímá sklizeň desikovaného porostu

Technologie je vhodná pro porosty lnu ve střední i vyšší oblasti od nadmořské výšky 250 m. Ke sklizni se mohou použít starší i novější typy sklízecích mlátiček. Při pomalejším vysychání dolní poloviny stonku a její houževnatosti při sklizni je nutné nastavit

lištu do polohy, aby přestřížení stonku nastalo v horní polovině a hmota stonku s tobolkami pomocí nahánek přepadla na žací stůl a nepropadla před žací ústrojí. V tomto případě je vhodnější vyšší pojezdová rychlost, což je obtížné u starších typů z důvodu ucpávání žacího ústrojí. V těchto případech prochází mláticím ústrojím malé množství hmoty a nedochází k dobrému rozdrčení tobolek. Při předpokládaném sklizení stonku pro další využití (tírenské zpracování, energetické využití) se len seče v dolní třetině výšky rostlin.

9.6 Seřízení sklízecí mlátičky

Nejdůležitější je seřízení otáček mláticího bubnu a vzdálenosti mláticího koše, aby nedošlo k narušení nebo drcení semene. Sečením lnu v horní polovině délky rostlin prochází mláticím ústrojím malé množství hmoty a úměrně tomu musí být mezera mezi mláticím košem a bubnem zmenšena, aby došlo k dostatečnému uvolnění semen, ne však tak malá, aby došlo k narušení celistvosti povrchu semene, nebo k jeho drcení. Čím nižší je vlhkost semene (pod 9 %), tím dochází k jeho většímu poškození. Pro snadnější dosoušení a skladování semene je lépe když se nastaví nižší intenzita průchodu vzduchu k čistění na sítích mlátičky a v zásobníku zůstává menší podíl plev z tobolek. Olejný len je možné sklízet prakticky všemi typy moderních sklízecích mlátiček při dodržení správného nastavení a přizpůsobení stavu porostu (vhodná pracovní rychlost, výška strniště, atd.).

Porost je nutno sklízet suchý. Při překročení kritické hodnoty obsahu vody (cca 12 %) je sklizeň stonku s vysokým podílem pevných vláken problematická.

Vybrané technické parametry sledovaných sklízecích mlátiček

		SM 1	SM 2	SM 3	SM 4
Pracovní záběr	m	7,6	7,6	6,2	6,25
Výkon motoru	kW	283	249	217	299
Hmotnost	t	14,5	14	12,6	16,2
Průměr mláticího bubnu	mm	600	600	600	660
Šířka mláticího bubnu	mm	1700	1700	1400	1400
Otáčky mláticího bubnu	s ⁻¹	6,5 -19,2	6,5 -19,2	8,3 -17,6	8,3 -17,6



Sklizeň olejného lnu v provozních podmínkách

10 Dosoušení a skladování semene

- Snížení vlhkosti a teploty, aby nedošlo ke znehodnocení klíčivosti semene, zatauchnutí, změně barvy a lesku semene, rozvoji mikroorganismů a snížení obsahu a jakosti oleje.
- Neukládat na betonové plochy.
- Uložení do provzdušňovacích sil, na roštovou sušárnu.
- Aktivní provzdušňování a dosoušení na vlhkost 9 %.

10.1 Posklizňová úprava

Při posklizňové úpravě a skladování semene i slámy je potřeba dodržet několik základních zásad, jejichž cílem je zabránit ztrátám.

Hlavní zásadou, od které se všechny posklizňové operace odvíjejí, je včas dosáhnout vhodného obsahu vody cca 9 % a minimalizovat tak riziko nežádoucího zahřívání a vzniku nežádoucích biologických a chemických pochodů. Nejvhodnějším způsobem, jak optimálního stavu dosáhnout je sušení semínka spojené s aktivním provzdušňováním. Ideální je samozřejmě co nejtenčí vrstva.

Pokud ke snížení obsahu vody nedojde včas, hrozí znehodnocení semene ve smyslu snížení klíčivosti, zatuchnutí, změny barvy a lesku semene, rozvoji mikroorganismů a snížení obsahu a jakosti oleje.

10.2 Čistota semen

Parametr čistoty semen je sledovaným faktorem během čištění semenného produktu po sušení

Čistota semen je vyjádřena procentickým podílem hmotnosti čistých semen s ohledem k Vyhlášce č. 61/2011 Sb. Hmotnost jednotlivých podílů v % včetně specifikovaných podílů čistých semen, se vypočítá ze součtu hmotností všech podílů.

Základní zkušební vzorek se při rozboru rozděluje do čtyř podílů:

- čistá semena
- semena jiných kulturních rostlin
- semena plevelů
- neškodné nečistoty

Za čistá semena se považují:

- nepoškozená, normálně vyvinutá semena, nelze-li zjistit okem nebo lupou, že jsou zcela prázdná
- semena zcela malá, nezralá, scvrklá, lze-li jednoznačně říci, že patří ke zkoušenému druhu, pokud nelze zjistit okem popř. lupou, že jsou prázdná
- semena naklíčená a porostlá
- semena poškozená a zlámaná, je-li zachována část semene větší než polovina původní velikosti bez ohledu na to, zda obsahuje zárodek či nikoliv. U semen poškozených živočišnými škůdci je třeba rozhodnout, zda je zachovaná část semene větší než polovina původní velikosti, nelze-li to pohotově určit, patří takto poškozená semena do čistých
- semena částečně nebo zcela oloupaná
- semena chorobná (skvrnitá, plesnivá), kromě semen přeměněných ve sklerocie, sněživé shluky a háčky háďátek

Za semena jiných kulturních rostlin se považují:

- semena jiných druhů rostlin, pokud odpovídají zásadám pro hodnocení čistých semen

Za semena plevelů se považují:

- semena, popřípadě jiné rozmnožovací orgány (cibulky) rostlin, uznávaných obecně nebo právními předpisy za plevele, pokud odpovídají zásadám hodnocení čistých semen

- sem patří také semena rostlin, u nichž nelze podle vnějších znaků určit, zda jde o formu planou nebo pěstovanou

Za neškodné nečistoty se považují:

- semena a zlomky semen jiných kulturních rostlin a plevelů, které nelze zařadit mezi semena jiných kulturních rostlin a plevelů
- semena, u nichž lze okem (bez mačkání a prosvěcování) zjistit, že jsou prázdná
- zlomky semen poloviční nebo menší než polovina původní velikosti
- jiné příměsi: zemina, písek, kamínky, sláma, stonky, listy, houbové útvary (námel a jiné sklerocie, snětivé shluky), háčky háďátek, živočišní škůdci apod., výskyt sklerocií, snětivých shluků a živých škůdců se uvádí ve výsledcích rozboru.

Zbytky oplodí přischlé na semenech není třeba odstraňovat, pokud jsou hmotnostně bezvýznamné. Jestliže mohou (s ohledem na výši požadavků normy) značně ovlivnit podíl nečistot (popř. čistých semen), je třeba je odstranit a zvážít. Zjistí-li se při zkoušce čistoty závada, která by mohla způsobit obtíže při výsevu nebo která výrazně zhoršuje vzhled osiva, uvede se tato skutečnost ve výsledku rozboru. Taková závada může být důvodem neuznání a popřípadě doporučení jeho další úpravy.

Výpočet: Celkový obsah příměsí x v % se vypočte podle vzorce

$$x = \frac{m_i}{m_0} \times 100$$

kde m_i je součet hmotností jednotlivých podílů příměsí v g;

m_0 je hmotnost zkušebního vzorku v g.

Výsledek zkoušky čistoty se uvádí na jedno desetinné místo, součet všech podílů musí být 100 %. Hodnoty menší než 0,05 % se zaznamenají jako „stopy“, hodnoty 0,05 % až 0,14 % se počítají jako 0,1 %.

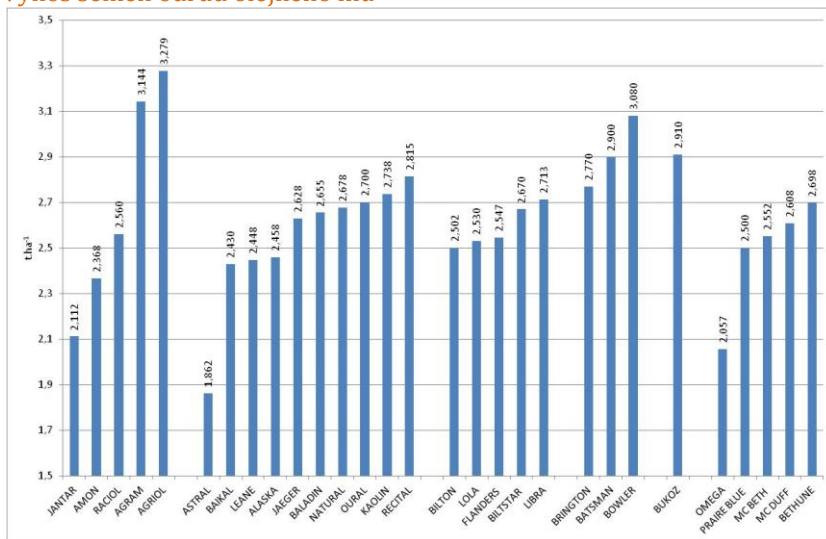


Poškozená semena žlutosemenné odrůdy olejného lnu

11 Výnosový potenciál odrůd z pohledu produkce semen

Výnos semen olejného lnu je nejdůležitějším parametrem ekonomiky odrůd. Průměrný výnos všech odrůd přepočítaný na vlhkost 12 % činil 1,673 t.ha⁻¹. K přepočtu na 12% vlhkost bylo přistoupeno z důvodu s možným srovnáním s výsledky ÚKZÚZ. Ze studovaných odrůd olejného lnu byl nejvyšší výnos semene zjištěn u odrůdy Agriol, Ag-ram, Bowler, Bukoz, Batsman, které je novinkou v sortimentu odrůd, dále pak u odrůdy Recital. Odrůda Recital, stejně jako odrůdy Baladin a Baikal byly staženy z trhu s osivy a restringovány. Nicméně tyto odrůdy se stále na našich polích nachází ve formě farmářských ploch. Nejnižší výnos oproti ostatním odrůdám vykazují odrůdy Astral, Omega a Jantar, všechny se žlutou barvou semen.

Výnos semen odrůd olejného lnu



12 Hodnocení kvality - analýzy

12.1 Fyzikální a biologické parametry semen olejného lnu

Parametry jsou dány normou ČSN 46 2300-5 Olejnatá semena, část 5: Semeno lnu. Norma stanovuje maximální podíl nečistot 2 %, vlhkost semene nesmí překročit 9 %, obsah tuku při vlhkosti 9 % by měl dosahovat 36 %. Semeno může obsahovat porostlá nebo poškozená semena nejvýše do 2 %.

Mikrobiologický rozbor semene lnu se stanovuje dle vyhlášky č. 132/2004 Sb. o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení semen rostlin. Mikrobiologický rozbor se vztahuje na drobná semena rostlin k přímé spotřebě (slunečnicová, sezamová, dýňová, lněná apod.), jádra suchých skořápkových plodů.

Z pohledu obsahu bakterií je dáno přípustné množství bakterie *Escherichia coli*, které může činit $5 \cdot 10^2$ a plísní $1 \cdot 10^5$ v 1 g vzorku.

12.2 Kvalitativní parametry semene olejných lnů – smyslová hodnocení a chemické analýzy

Kvalitativní parametry semen olejného lnu jsou dány hodnoceními:

Smyslová hodnocení:

- barva, zdravý vzhled, neporušenost semen, vůně – bez cizích pachů, vyzrálé, bez škůdců

- semeno lnu pro lidskou výživu nesmí být chemicky konzervováno a nesmí obsahovat plesnivá nebo naplesnivělá semena

Fyzikálně – chemická hodnocení – analýzy

- volné mastné kyseliny, obsah těkavých látek, peroxidové číslo (ČSN ISO 3960 – stanovení v oleji).

12.3 Stanovení obsahu mastných kyselin

Unikátním zdrojem mastných kyselin je len. Četnost dvojných vazeb v řetězcích mastných kyselin ukazuje na stabilitu při tepelném zpracování. Navíc, dvojná vazba na 3. uhlíku (odtud omega-3 mastných kyselin) od metylového konce (na 15. uhlíku od karboxylového konce) je mnohem nestabilnější než dvojná vazba na 6. a 9. uhlíku. Tepelné zpracování způsobuje vznik zdraví škodlivých zplodin v důsledku oxidace mastných kyselin v místech dvojných vazeb. V tomto směru i malé množství kyseliny omega-3 znehodnocuje její rychlou oxidací upravované pokrmky. Příliš vysoký příjem omega-6 mastných kyselin omezuje využití omega-3 mastných kyselin vzhledem ke vzájemné konkurenci ve využití enzymů v metabolismu těchto kyselin. Kyselina olejová je mastná kyselina s 18 uhlíky v řetězci, s jednou dvojnou vazbou na 9. uhlíku od metylové skupiny (mononenasyčená omega-9 mastná kyselina). Nachází se jak v rostlinných, tak v živočišných tucích, má mnohostranné použití v medicíně i v průmyslu. Kyselina olejová vykazuje protizánětlivé účinky a je používána při léčbě artritidy, astmatu, alergií a kožních problémů. Monoenové mastné kyseliny (zejména kyselina olejová) snižují hladinu LDL a naopak zvyšují hladinu HDL cholesterolu, i když zřejmě nesnižují cholesterolémii celkovou. Navíc význačně chrání polyenové mastné kyseliny před oxidací, působí tedy antioxidantně. Příjem omega-6 MK by měl být pro prevenci kardiovaskulárních onemocnění ze tří hlavních skupin mastných kyselin (omega-3, 6 a 9) největší (doporučuje se 12 - 14 % celkového příjmu energie). Termostabilita kyseliny olejové způsobuje, že vysokoolejový olej je vhodný pro kuchyňské použití. Vysokým obsahem kyseliny olejové vyniká olivový olej. Ten však není domácím produktem a má svoji typickou chuť, pro kterou ho mnoho konzumentů odmítá.

Odkaz na normu:

ČSN EN ISO 5509 (Příprava methylesterů mastných kyselin)

ČSN EN ISO 5508 (Analýza methylesterů mastných kyselin plynovou chromatografií)

ČSN EN ISO 542 (Olejnata semena – Úprava laboratorního vzorku na analytický vzorek)

Stanovení obsahu mastných kyselin ve vzorcích lnu je prováděno podle ČSN ISO 5508 (Analýza methylesterů mastných kyselin plynovou chromatografií), metodou založenou na esterifikaci mastných kyselin methanolem, extrakci methylesterů petroletherem a následném stanovení plynovou chromatografií. Poměrné zastoupení jednotlivých mastných kyselin je určováno pomocí chromatografického software Clarity. Příprava methylesterů mastných kyselin je prováděna podle ČSN ISO 5509 (Příprava methylesterů mastných kyselin). Vzorek tvoří 10 semen lnu, homogenizovaných v třecí misce.

Technické podmínky: plynový chromatograf DANI 1000, nosný plyn: dusík, detektor: FID, kapilára: FAMEWAX kapilární kolona 30m x 0,32mm x 0,25 µm (Restek).

Příprava

chemikálie: petrolether p.a., konc. H₂SO₄ p.a., methanol p.a.

esterifikační činidlo: 98 ml methanolu + 2 ml konc. H₂SO₄

laboratorní pomůcky: plynový chromatograf, třecí miska, elektrická sušárna, skleněné vialky

kolona: skleněná kapilární Fame-Wax

plyny: dusík 4.0-4.8 (mobilní fáze), vzduch, vodík 4.0 (detektor FID)

ochranné pomůcky: laboratorní oděv, ochranné brýle

Pracovní postup

Semena důkladně rozetřít v třecí misce a převést do vialky. Následně přidat 0,75 ml esterifikačního činidla a vialku uzavřít. Takto připravený vzorek se vloží do sušárny na 3 hod při 80°C a každých 45 minut se vzorky protřepají. Po vyjmutí ze sušárny nechat vzorky vychladnout a přidat 1 ml petroletheru a protřepat. Po oddělení fázi je vzorek připraven k měření. Vzorky je možno uschovat v chladničce max. 24 hod.

Zpracování chromatogramů a vyjadřování výsledků

Sběr a zpracování chromatografických dat provádí automaticky software Clarity. Množství analytu je úměrné ploše pod píkem. Software vyjadřuje množství jednotlivých methylesterů mastných kyselin jako % z celkové sumy methylesterů mastných kyselin. Výsledek, vyjádřený v %, je zaokrouhlený na jedno desetinné místo.

Rozdělení olejných lnů dle obsahu mastných kyselin

	K. palmitová	K. stearová	K. olejová	K. linolová	K. alfa-linolenová
			ω 9	ω 6	ω 3
nízký obsah LA, klasický obsah ALA	4,9	1,8	16,6	17,6	59,1
Vysoký obsah LA, Nízký obsah ALA	5,7	1,4	15,3	73,3	4,3
Střední obsah LA,	5,3	1,6	15,5	41,2	36,4

Střední obsah ALA					
----------------------	--	--	--	--	--

Pozn.: LA – kyselina linolová (omega 6)

ALA – kyselina alfa-linolenová (omega 3)

Odrůdy olejného lnu s klasickým obsahem kyseliny linolové a vysokým obsahem kyseliny alfa-linolenové

Flanders, Biltstar, Baikal, Oural, Recital, Kaolin, Bilton, Natural, Baladin, Astral, Jaeger, Leane, Alaska, Libra, Batsman, Bowler, Szafir, Oliver, Brighton, Bukoz, Goldstern, Hella, Juliet, Oliwin, Taurus, Valoal, Zenith

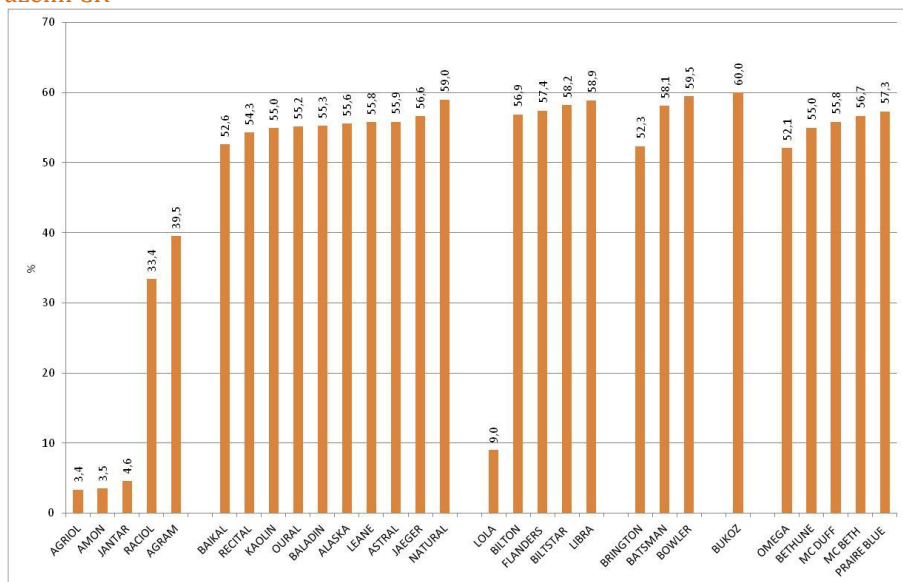
Odrůdy olejného lnu s vysokým obsahem kyseliny linolové a nízkým obsahem kyseliny alfa-linolenové

Lola, Jantar, Amon, Agriol

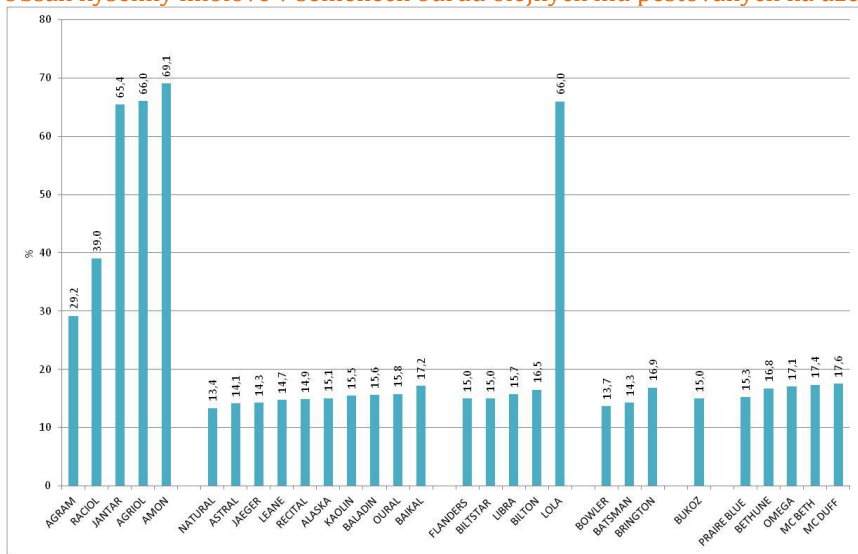
Odrůdy olejného lnu se středním obsahem kyselin linolové a alfa-linolenové

Raciol, Agram .

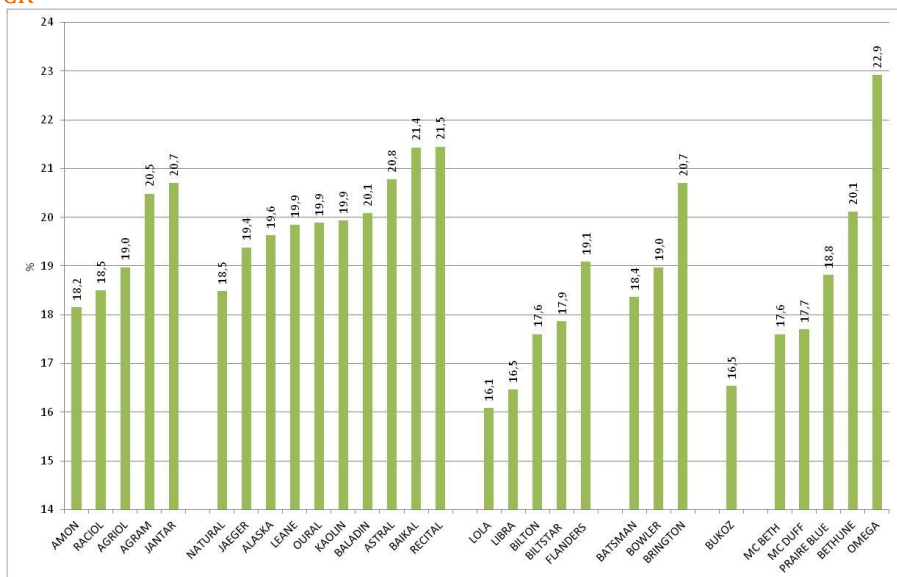
Obsah kyseliny alfa linolenové v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Obsah kyseliny linolové v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Obsah kyseliny olejové v semenech u odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Na obsah mastných kyselin mají významný vliv klimatické podmínky, především teplota při dozrávání semen. Při nižších teplotách je obsah kyseliny alfa-linolenové vyšší než při nižších, u kyseliny olejové je tomu naopak. V souboru hodnocených odrůd byly zastoupeny jak odrůdy rané, tak pozdní. Na výrazném zvýšení obsahu kyseliny olejové u některých odrůd se opět může významně podílet vliv prostředí. Při studiu vztahů mezi obsahy jednotlivých mastných kyselin bylo zjištěno, že nasycené mastné kyseliny zůstávaly v prakticky nezměněných hodnotách, nezávisle na změnách ve třech hlavních mastných kyselinách. V mnoha případech byla zjištěna silná záporná korelace mezi kyselinou olejovou (18:1) a linolenovou (18:3).

Zkoušené odrůdy olejných lnů dle obsahu mastných kyselin a barvy semene

ČR		Francie		Holandsko		Kanada		UK	
Odrůda	Barva semene/obsah kys. alfa linolenové	Odrůda	Barva semene/obsah kys. alfa linolenové	Odrůda	Barva semene/obsah kys. alfa linolenové	Odrůda	Barva semene/obsah kys. alfa linolenové	Odrůda	Barva semene/obsah kys. alfa linolenové
Amon	žlutá, NLN	Astral	žlutá, VLN	Lola	hnědá, NLN	Omeg a	žlutá, VLN	Bat-sm an	hnědá, VLN
Jantar			hnědá, VLN	Libra	hnědá, VLN		hnědá, VLN		
Raciol	žlutá, SLN			Flan- ders					
Agriol	žlutá, SLN			Bilton				Bowler	
Agram	hnědá, SLN			Biltstar				Brigh- ton	
						McBe th			
						McDu ff			
						Bethu ne			
						Prairie blue			
		Natu- ral							
		Oural							
		Leane							
		Jaeger							

		Alask *	hnědá, VLN, ozimá						
--	--	------------	-------------------------	--	--	--	--	--	--

12.4 Stanovení obsahu tuku

Olejný len je olejnatá plodina a jedním ze zdrojů oleje. Proto vysoký obsah tuku je důležitým sledovaným faktorem. Lisování lněných semen za studena je nejstarší a nejšetrnější způsob získávání oleje z rostlin. V takto vyrobeném oleji zůstává maximum cenných látek a navíc v přirozeném stavu jsou vhodné pro lidskou výživu. Výhodou tohoto lisování je jednak jednoduchost technologického zařízení.

Pro kvalitativní a kvantitativní složky procesu lisování je nutno dobře připravit lisovaný materiál. Nejčastější úpravy před lisováním se skládají z některých nebo všech následujících kroků zahrnující čištění, sušení, mletí. Mletí semen se provádí v mlecích stolicích s různým uspořádáním válců. Principem zůstává mechanické narušení pletiv, popř. buněk semen. Lisování je vytlačování oleje z olejnatého materiálu mechanickým tlakem. Získání oleje je především ovlivněno obsahem vody v lisovaném materiálu, složením olejnin a způsobem úpravy před lisováním. Lisování se provádí na kontinuálních šnekových lisech. Po vylisování je třeba olej zbavit mechanických nečistot, filtrovat. Výhodou filtrace je čistota oleje, jeho delší životnost a menší podíl odpadu. Esenciální mastné kyseliny jsou velmi náchylné k oxidaci a lněný olej lisovaný za studena, má velmi krátkou životnost. Lněná semena jsou chráněna proti oxidaci lipidů, pomocí antioxidantů jako jsou lignany.

Odkaz na normu:

ČSN ISO 461011 část 28 (Zkoušení olejnin – Stanovení obsahu tuku)

Stanovení obsahu tuku je prováděno modifikovanou metodou Soxhletovy extrakce, kdy je tuk z pomletých semen extrahován horkým extrakčním činidlem (petrolether) v automatickém extraktoru Soxtherm (Gerhardt). Po odstranění extrakčního činidla (destilace a vysušení) se zbylý tuk zváží. Metoda s využitím automatického extraktoru byla validována a ověřena pravidelnou účastí v kruhových testech ÚKZÚZ.

Příprava

chemikálie: petrolether p.a.

laboratorní pomůcky: analytické váhy, mechanický kávomlýnek Eta, automatický extraktor Soxtherm (Gerhardt), papírové extrakční patrony, exsikátor, elektrická sušárna

ochranné pomůcky: laboratorní oděv, ochranné brýle

Pracovní postup

Semena lnu (přibližně 20 g zhomogenizovaného laboratorního vzorku) se předemelou po dobu asi 20s (stupeň 3) a ihned se navažuje zkušební vzorek. Do extrakční patrony se kovovou lžičkou naváží se přibližně 2 g předemletého, řádně promíchaného vzorku s přesností na 0.1 mg. Lžička se otře smotkem suché vaty ovlhčené v petroletheru. Vata se vloží do extrakční patrony. Je-li vlhkost vzorku větší, než 10%, suší se tuba se vzorkem v sušárně při 80°C 2 hodiny. Do skleněných extrakčních nádob (předsušených 1 hod při 105°C a vychlazených v exsikátoru) se vloží 2 varné kamínky a nádoby se zváží s přesností 0.1 mg. Do nádob se dále odměří 150 ml petroletheru a vloží se extrakční patrona se vzorkem. Extrakční nádoby se vloží do přístroje Soxtherm a po 20 minutách se ukončí horká extrakce a vzorky se vyjmou z extrakčních patron, znovu se rozemelou v třecí misce a vrátí zpět do extrakčních patron. Do každé skleněné nádoby se přidá 30 ml petroletheru a opět se spustí extrakční program. Celá extrakce trvá přibližně 2 hod. Po ukončení programu, se skleněné nádoby vyjmou z přístroje a poslední zbytky extrakčního činidla se odstraní sušením v elektrické sušárně po dobu 60 min při teplotě 105 °C. Nádoby se ochladí na laboratorní teplotu v exsikátoru a zváží s přesností na 0.1 mg a výsledek, vyjádřený v hmotnostních % je zaokrouhlený na jedno desetinné místo.

Vyjadřování výsledků

Obsah tuku w (v %) se vypočte podle vzorce:

$$w = (m_1/m_0) \cdot 100$$

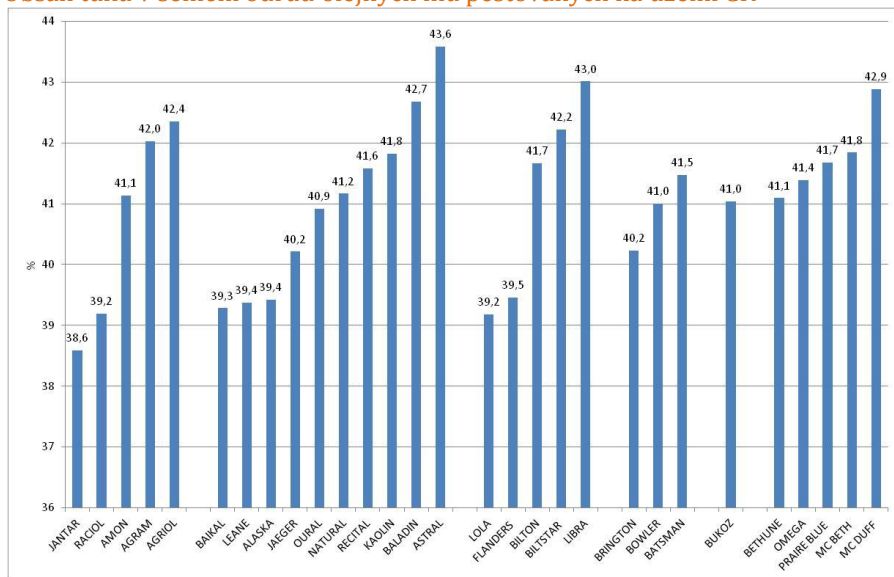
kde je: m_1 hmotnost vyextrahovaného tuku v gramech

m_0 hmotnost navážky vzorku v gramech

Fyzikální a chemické konstanty lněného oleje

Specifická hmot. (kg.dm ⁻³)	Refrakce	Bod tuhnutí (°C pod nulou)	Jodové Číslo (g I ₂ .100g ⁻¹)	Čís. kyselosti (mg KOH.g ⁻¹)	Čís. zmýdelnění (mg KOH.g ⁻¹)
0,930 - 0,938	1,478 - 1,485	8,0 - 27,0	165,0 - 192,0	0.55 - 3,50	186,1 - 195,5

Obsah tuku v semeni odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Hodnocením důležitého kvalitativního parametru semen a to obsahu tuku, byl jeho nejvyšší obsah zjištěn u odrůdy Astral (43,6 %), ale její nevýhodou je nižší výnos semen a citlivost s fusariozám. Stejně vysokého výnosu tuku dosahuje také odrůda Agriol, dále pak odrůda Libra 43%. Nejnižší obsah tuku byl prokázán u odrůdy Lola 39,2 %. Jak ukazuje, jsou všechny odrůdy z pohledu výnosu tuku vysoce výkonné.

12.5 Stanovení obsahu stopových prvků atomovou absorpční spektrometrií

Kontaminace půd těžkými kovy je vážným, diskutovaným a řešeným problémem intenzivního průmyslu, ale také zemědělství (minerální hnojiva, komposty, čistírenské kaly). Průmyslová a zemědělská činnost ve svém důsledku vede často k hromadění nežádoucích látek v prostředí (půda, sediment, voda a ovzduší). Tyto nežádoucí látky mají charakter organický (pesticidy, výbušniny, oleje, polymery aj.) a anorganický (těžké kovy). Půda je tedy nedílnou součástí životního prostředí člověka a její hygienický význam z hlediska vzrůstající kontaminace prostředí stoupá. Vzhledem ke své heterogenitě byla v minulosti nejméně sledovaným médiem v prostředí člověka a byla opomíjena ta skutečnost, že právě do půdy se soustřeďuje tok škodlivých látek, které se v ní kumulují, transformují i migrují. Migrace kontaminantů je však relativně pomalá, takže půda z hlediska kontaminace prostředí je ukazatel značně stabilní a dlouhodobě ovlivňuje životní prostředí řádově desítky, stovky a teoreticky i několik tisíc let. Znečištění půdy má oproti znečištění vody a ovzduší také to specifikum, že není zpozorováno okamžitě, není vnímáno smyslovými orgány, ale projevuje se v mnoha případech skrytě (např. v

případech iontů toxických kovů, které mají schopnost dlouhodobé vazby v půdních strukturách). Počáteční stadia znečištění půdy jsou těžko kontrolovatelná. Těžké kovy obsažené v půdě a vodě jsou prostřednictvím rostlin vnášeny do potravního řetězce a představují tak vážné riziko pro zdraví člověka. Za rizikové anorganické kontaminanty s globálním významem lze považovat především olovo (Pb), kadmium (Cd) a rtuť (Hg). Z hlediska toxicity lze za nejtoxičtější prvek pokládat kadmium (Cd), dále následuje rtuť (Hg) a olovo (Pb). Velké oblasti byly např. kontaminovány kadmiiem a mědí.

Odkaz na normu:

ČSN EN ISO 14084 Potraviny - Stanovení stopových prvků - Stanovení olova, kadmia, zinku, mědi a železa atomovou absorpční spektrometrií (AAS) po mikrovlnném rozkladu

ČSN EN ISO 15587-2 (757310) Jakost vod - Rozklad ke stanovení vybraných prvků ve vodě - Část 2: Rozklad kyselinou dusičnou

Celkový obsah jednotlivých prvků se stanoví v mineralizátech získaných předchozím rozkladem v mikrovlnném zařízení s uzavřeným systémem rozkladu (Milestone, ETHOS D). Po převedení do definovaného objemu se rozložený vzorek analyzuje na duálním atomovém absorpčním spektrometru (SOLAAR M, Unicam Ltd., Cambridge, U.K.) vybaveném QuadLine (D2) a Zeemanovou korekcí pozadí.

Příprava

chemikálie: koncentrovaná kyselina dusičná (65%), peroxid vodíku (30%), základní standardní roztoky stanovovaných prvků, modifikátory matrice

laboratorní pomůcky: odměrné baňky 25 ml, odměrné baňky 100, ml mineralizační nádoby pro mikrovlnný rozklad, mineralizační nádoby, mikrovlnné zařízení s uzavřeným systémem rozkladu Milestone, ETHOS D, atomový absorpční spektrometr SOLAAR M, pyrolytické grafitové kyvety, dutokatodové nebo bezelektrodové (EDL) výbojky pro stanovení prvků

plyny: vzduch talkový pro FAAS, acetylen čistý pro FAAS, argon čistý pro ET-AAS

ochranné pomůcky: laboratorní oděv, ochranné brýle, rukavice

Pracovní postup

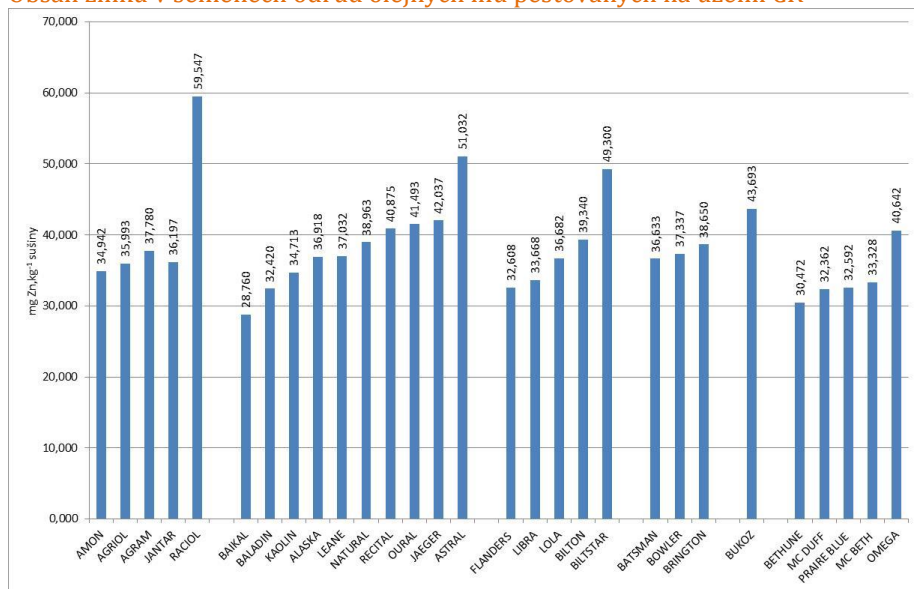
Do mineralizační nádoby pro mikrovlnný rozklad se naváží cca 0,5g vysušeného materiálu s přesností na 0,0001g, přidá se 5 ml konc. HNO₃ (65%) a 1 ml H₂O₂ (30%). Nádobka se uzavře víčkem a umístí se do mineralizačního zařízení. Rozklad probíhá podle teplotního programu uvedeného v tabulce. Obsah mineralizátu se převede do 25ml odměrné baňky a doplníme destilovanou vodou po rysku. Obsah daného prvku se

po naředění mineralizátu stanovuje pomocí atomového absorpčního spektrometru a to plamenovou technikou (FAAS) nebo metodou ET-AAS (s elektrotermickým atomizátorem), která se uplatňuje především při stanovení velmi nízkých, zejména stopových a ultrastopových obsahů prvků. Koncentrace stanovených prvků se zjišťuje na základě charakteristické absorpce záření na rezonančních čárách těchto prvků.

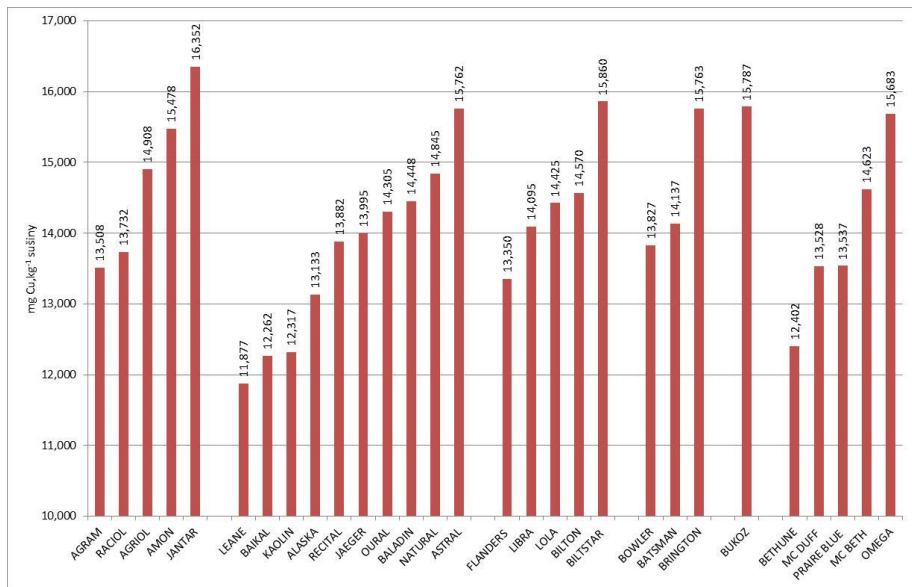
KROK ČAS VÝKON

1	0:01:00	250 W
2	0:02:00	0 W
3	0:04:00	250 W
4	0:06:00	400 W

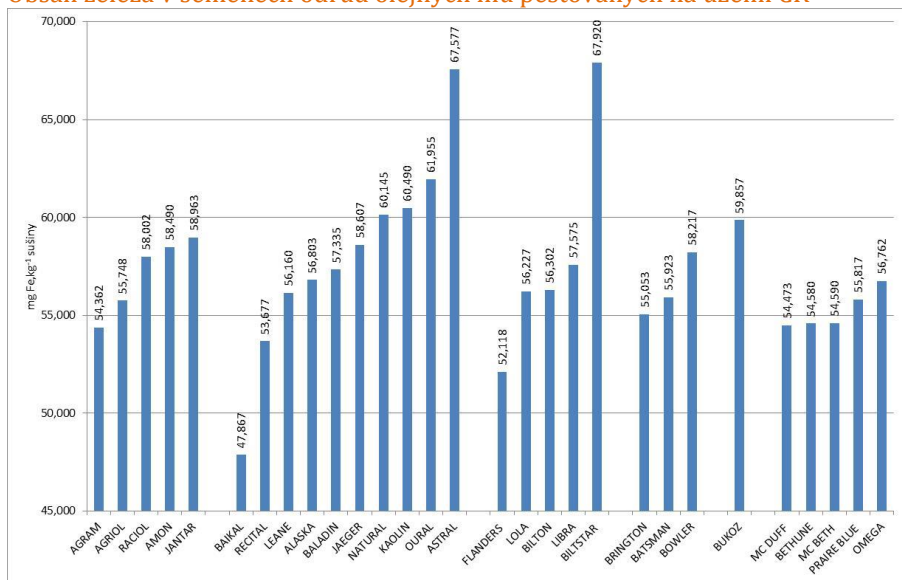
Obsah zinku v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



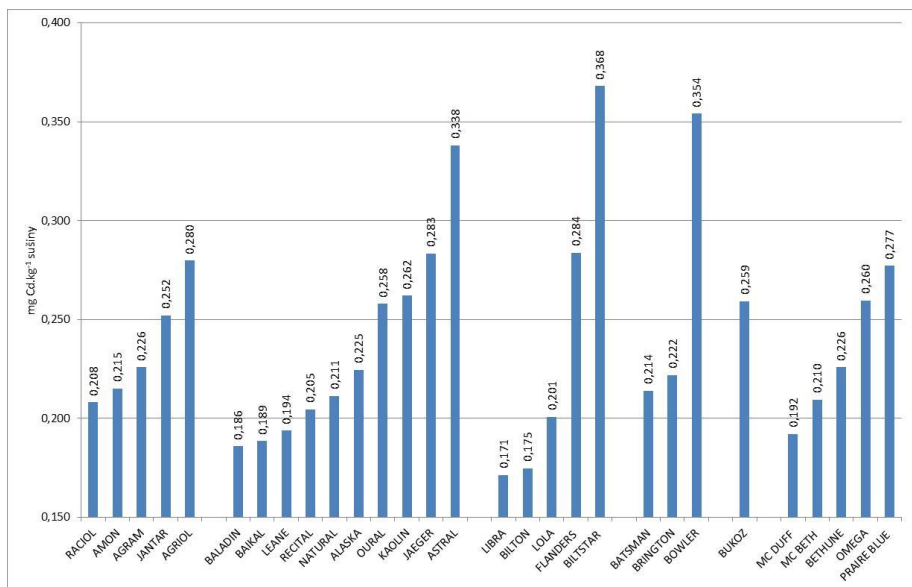
Obsah mědi v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



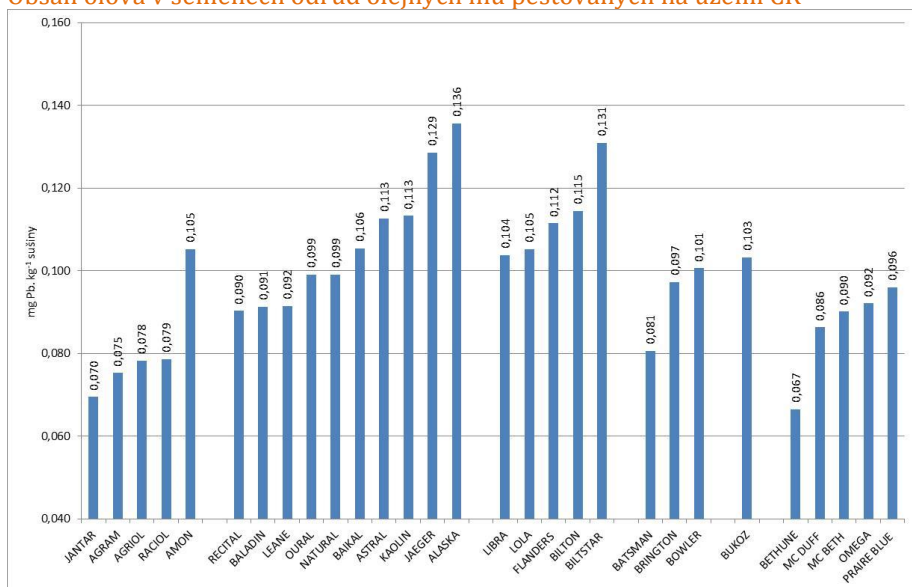
Obsah železa v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



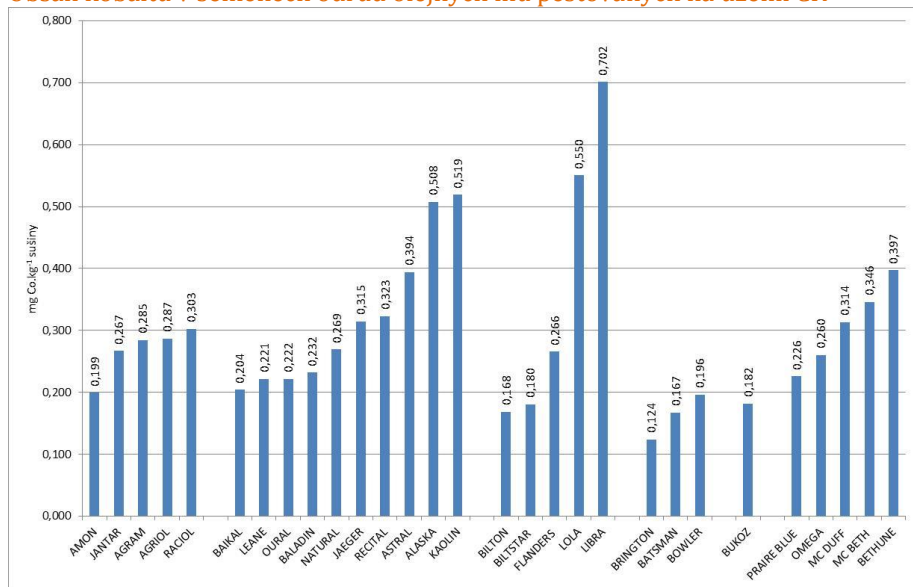
Obsah kadmia v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



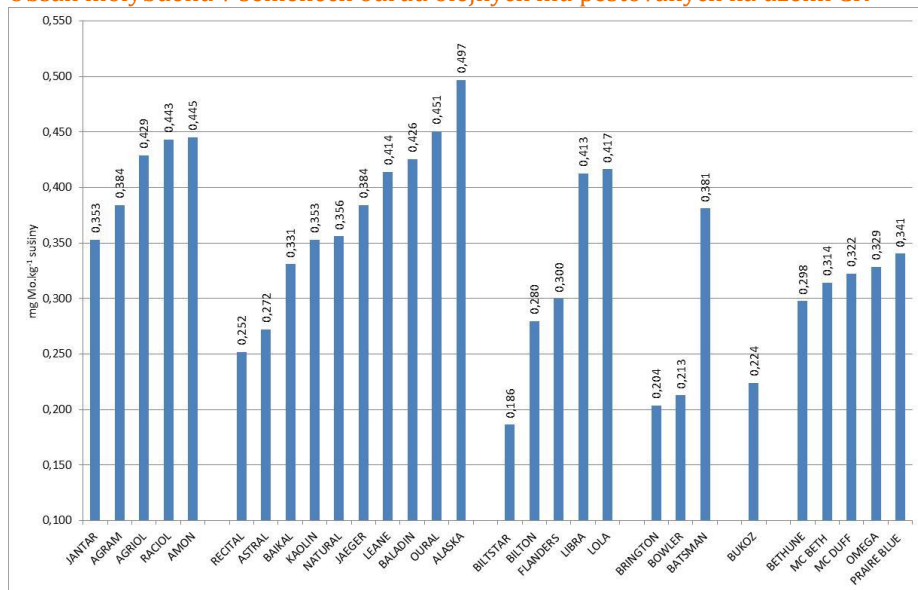
Obsah olova v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Obsah kobaltu v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Obsah molybdenu v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



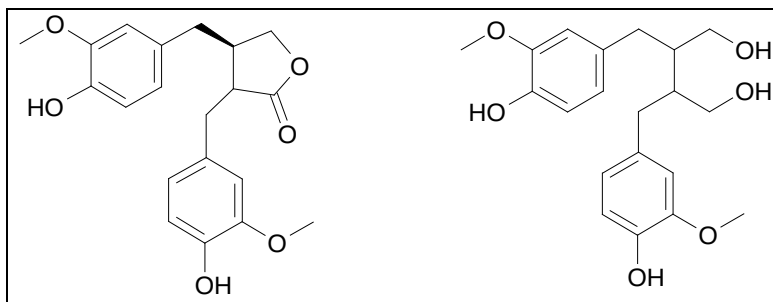
Semenný produkt se na odběru sledovaných prvků podílí větším podílem než například stonek. Z mikroelementů byl Zn a Cu signifikantně akumulován semenem, oproti olovu. Trend akumulace sledovaných mikroprvků byl v semeni: $Zn > Cu > Mo > Cd > Co > Pb$.

Nicméně výsledky u akumulace kadmia ukazují, že je nutno brát zřetel na půdní podmínky lokality, protože semena olejného lnu jsou schopny jeho absorpce ve velké míře a produkt takto obohacený není vhodný jako krmivo ani potravina.

12.6 Stanovení obsahu lignanů

Rostliny obsahují velké množství biologicky aktivních látek, které reprezentují sekundární metabolity. Tyto látky mohou působit na zdraví konzumentů pozitivně, mohou však také vykazovat toxické účinky. Předpokládá se, že tvorba některých sekundárních metabolitů v rostlinách souvisí s vytvářením obranných mechanismů rostlin, chránících je před nepříznivými vlivy prostředí.

Lignany jsou chemicky příbuzné s polymerem ligninem, který tvoří rostlinné buněčné stěny, a můžeme je nalézt především v dřevitých částech rostlin, kde slouží jako stavební látky právě zmíněného ligninu. Z přirozených lignanů jsou nejvýznamnějšími estrogenními sloučeninami matairesinol a sekoisolariciresinol nacházející se v rostlinných materiálech ve formě glykosidů.



Lignany: matairesinol (vlevo) a sekoisolariciresinol (vpravo)

V potravinách se tyto lignany nacházejí jako hlavní složky u celozrnných výrobků z obilovin, v různých jiných semenech a také v zelenině a ovoci. Ve větším množství jsou jako di- β -D-glukosidy přítomny v semenech lnu setého (*Linum utisitissimum* L.), ale i zde vykazují diametrální rozdíly mezi jednotlivými odrůdami.

Stanovení obsahu sekoisolariciresinolu je prováděno v homogenizovaných semenech lnu setého po předchozí extrakci tuku v Soxhletově extraktoru. Metoda je založena na kyselé hydrolyze glykosidů sekoisolariciresinolu (sekoisolariciresinol diglukosidu i oligomerní formy vázaného lignanu), extrakci aglykonů organickými rozpouštědly a následném stanovení derivatizovaného sekoisolariciresinolu metodou plynové

chromatografie s plamenově-ionizační detekcí po přidavku vnitřního standardu (kyselina nordihydroguajaretová). Byly stanoveny odezvvé faktory vnitřního standardu vůči sekoisolariciresinolu a dehydratačnímu produktu anhydrosekoisolariciresinolu.

Příprava

chemikálie: methanol p.a., hexan p.a., ethyl acetát p.a., dichlormethan p.a., kyselina chlorovodíková p.a., kyselina nordihydroguajaretová p.a., hexamethyldisilazan p.a., trimethylchlorosilan p.a., pyridin p.a., síran sodný bezvodý p.a., extrakční patrony
laboratorní přístroje: plynový chromatograf Agilent Technology 6890 s plamenově-ionizačním detektorem, laboratorní mlýnek, Soxhletův extraktor, vodní lázeň GFL 1041, elektrická sušárna Venticell BMT, vakuová rotační odparka (Rotavapor R-114, Waterbath B-481, Büchi).

kolona: kapilární kolona HP-5 (Agilent Technology)

plyny: helium 5.5, dusík 4.0, vzduch 5.0, vodík 3.0

ochranné pomůcky: laboratorní oděv, ochranné brýle

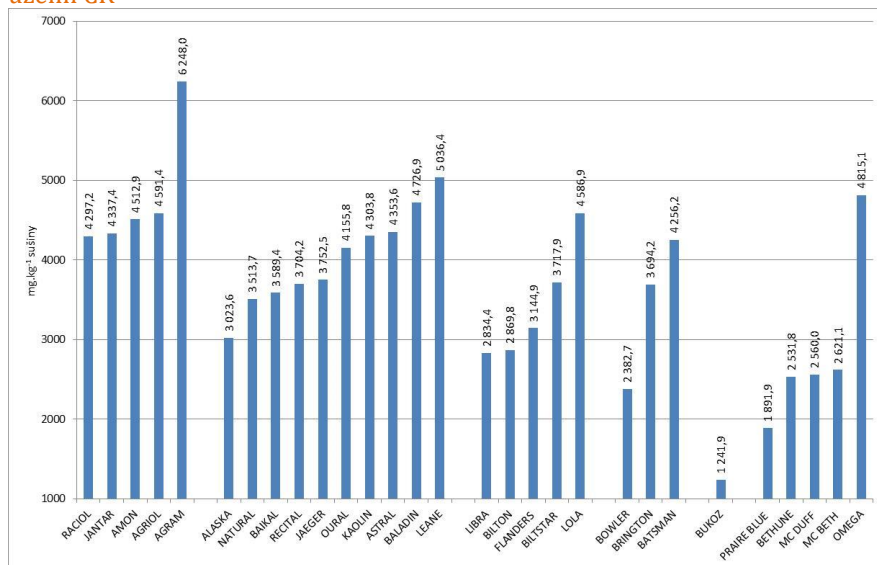
Pracovní postup

Semena lnu setého byla homogenizována po dobu 20 s, poté bylo odváženo 20 g materiálu s přesností na 0,1 mg do extrakční patrony, vzorek byl převrstven suchou vatou. Homogenizovaná semena byla extrahována 300 ml hexanu po dobu 8 hodin v Soxhletově extraktoru. Rezidua extrakčního hexanu byla odstraněna v sušárně, následovala kyselá hydrolyza vzorku methanolickým roztokem kyseliny chlorovodíkové (200 ml, 2 mol·dm⁻³) po dobu 2 hodin při teplotě 100 °C pod zpětným chladičem v inertní dusíkové atmosféře. V této fázi byl ke vzorku přidán vnitřní standard – kyselina nordihydroguajaretová (10 mg·ml⁻¹). Hydrolyzát byl zfiltrován, filtrát byl promyt směsí hexanu a ethylacetátu (200 ml, 1:1, v/v), následovalo promytí 200 ml dichlormethanu. Organická fáze byla extrahována 10% roztokem NaCl až do pH 5. Rozpouštědlo bylo odpařeno na rotační vakuové odparce. Vzorek byl následně derivatizován 500 µl silylačního činidla (hexamethyldisilazan:pyridin:trimethylchlorosilan, 4,0:0,5:0,05, v/v/v) při teplotě 65 °C po dobu 45 minut. Derivatizovaný vzorek byl rozpuštěn v diethyletheru. K analýze byl použit plynový chromatograf Agilent Technology 6890 s plamenově-ionizačním detektorem. K separaci sloučenin byla použita kolona HP-5MS. Programace pece byla 80 °C, následoval růst teploty s gradientem 15 °C · min⁻¹ do teploty 320 °C s výdrží 20 minut, kdy byl program ukončen. Nosným plynem bylo helium o průtoku 1,0 ml·min⁻¹. Detekce probíhala při teplotě 340 °C, průtoku vodíku 40 ml·min⁻¹, vzduchu 450 ml·min⁻¹ a jako make up plyn byl použit dusík o průtoku 25 ml·min⁻¹. Nástrík na kolonu byl proveden autosamplerem Agilent Technology 7683 při teplotě 300 °C v množství 1 µl. Split poměr byl 1:25. Obsah sekoisolariciresinolu byl vyhodnocen dle následujícího

vztahu:
$$C_x = \frac{R_x \cdot A_x \cdot c_{IS}}{A_{IS}}$$
, kde R_x je odezvvý faktor pro sekoisolariciresinol/anhyd-

rosekoisolariciresinol, A_x a A_{IS} jsou plochy píku lignanů, resp. vnitřního standardu a c_{IS} je koncentrace kyseliny nordihydroguajaretové.

Obsah secoisolariciresinolu v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Hladiny fytoestrogenu secoisolariciresinolu (SECO) se v semenech olejného lnu pohybovaly v rozmezí 11241,9 - 6248 mg.kg⁻¹ (průměrně 3700 mg.kg⁻¹). Lignan SECO byl v nejvyšším poměru zjištěn u střednělinolenové odrůdy Agram, která je novinkou v sortimentu olejných lnů. Výsledky prokazují vyšší obsahy secoisolariciresinolu u českých odrůd a dále u odrůd s nižším obsahem kyseliny alfa linolenové (omega 3). Nejnižší obsah byl detekován u polské odrůdy Bukoz, dále Prairie Blue a Bowler.

12.7 Stanovení obsahu kyanogenních glykosidů

Stanovení obsahu kyanogenních glykosidů (linamarinu, linustatinu a neolinustatinu) v semenech lnu je prováděno v homogenizovaných semenech lnu setého po předchozí extrakci tuku v Soxhletově extraktoru. Metoda je založena na extrakci glykosidů methanolem a následným stanovením metodou kapalinové chromatografie se spektrofotometrickou detekcí. Kvantitativní vyhodnocení využívá metody vnějšího standardu.

Příprava

chemikálie: methanol p.a., hexan p.a., kyselina fosforečná p.a., linamarin ≥97% (Sigma – Aldrich), linustatin ≥99% (ChromaDex), Neolinustatin ≥95%, extrakční patrony.

laboratorní přístroje: kapalinový chromatograf DIONEX UltiMate 3000 s detektorem diodového pole, laboratorní mlýnek, Soxhletův extraktor, vodní lázeň GFL 1041, elektrická sušárna Venticell BMT.

kolona: Kinetex C18 100A 150 x 4.6 mm x 2.6μm.

mobilní fáze: methanol s 0,05% kyselinou fosforečnou (gradientová eluce).

ochranné pomůcky: laboratorní oděv, ochranné brýle

Pracovní postup

Semena lnu setého byla homogenizována po dobu 20 s, poté bylo odváženo 20 g materiálu s přesností na 0,1 mg do extrakční patrony, vzorek byl převrstven suchou vatou. Homogenizovaná semena byla extrahována 300 ml hexanu po dobu 8 hodin v Soxhletově extraktoru. Rezidua extrakčního hexanu byla odstraněna v sušárně, následovala extrakce vzorku methanolem po dobu 2 hodin při teplotě 100 °C pod zpětným chladičem v inertní dusíkové atmosféře. Po přefiltrování přes mikrofiltr 0,45 μm byl vzorek analyzován pomocí kapalinové chromatografie. K analýze byl použit kapalinový chromatograf s detektorem diodového pole (DAD). K separaci sloučenin byla použita kolona Kinetex C18 100A 150 x 4.6 mm x 2.6 μm. Mobilní fází byla soustava methanol/voda. HPLC systém pracoval gradientovou elucí s binární soustavou rozpouštědel: A) (5 % MeOH : 95 % H₂O) a B) (50 % MeOH : 50 % H₂O).

Program eluce:

izokratická eluce soustavou A) 0. – 8. min [8 min; 5 % MeOH];

8.- 15. min: gradient A) -10 %·min⁻¹, gradient B) +10 %·min⁻¹, [15 min; 36,5 % MeOH];

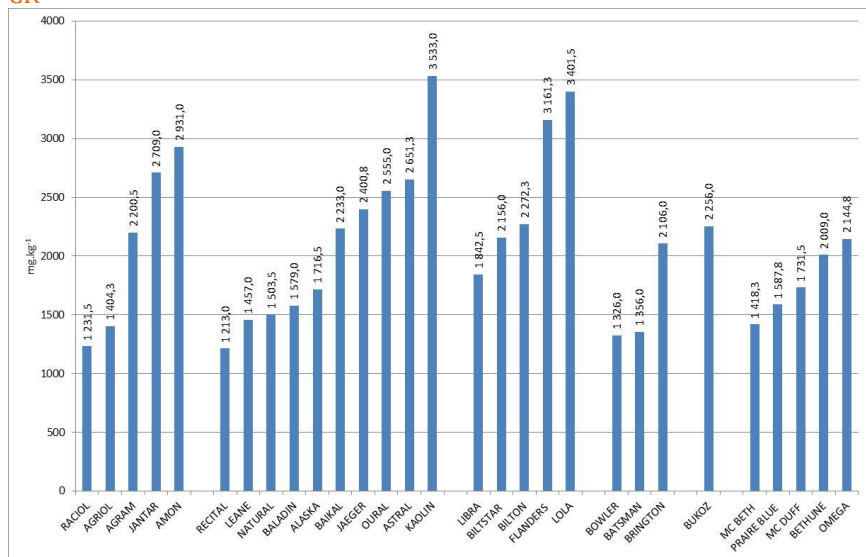
15.-25. min: gradient A) - 2 %·min⁻¹, gradient B) +2 %·min⁻¹, [25 min; 45,5 % MeOH];

25.-35. min: gradient A) + 9 %·min⁻¹, gradient B) - 9 %·min⁻¹, [35 min; 5 % MeOH];

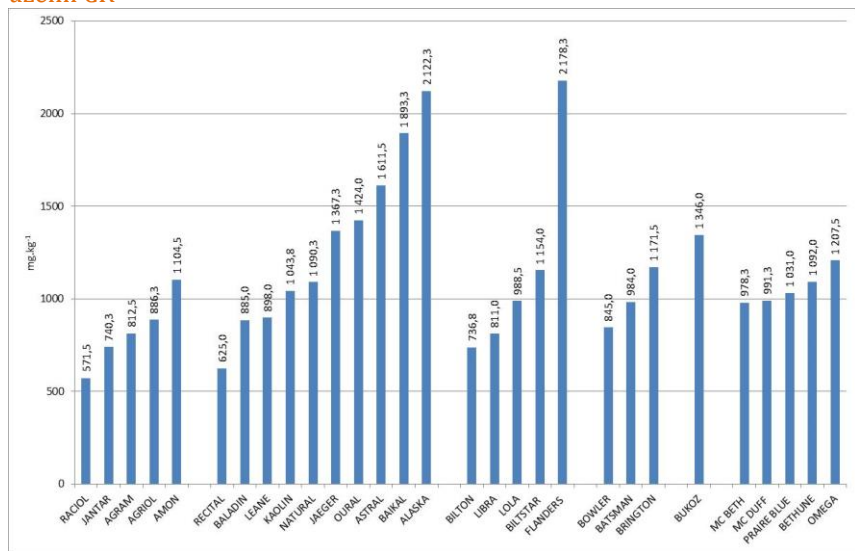
Průtok mobilní fáze: 0,7 ml/min, nástřik vzorku: 20 μl, detekce: 210 a 230 nm. Ke kvantitativnímu vyhodnocení byly využívány kalibrační křivky získané pomocí analýzy standardů linamarin ≥97% (Sigma – Aldrich), linustatin ≥99% (ChromaDex), Neolinustatin ≥95% (ChromaDex).

Významnými antinutričními složkami lněných semen jsou kyanogenní glykosidy. Kyanogenních glykosidů je známo asi 75 a jsou nejdůležitějšími a nejrozšířenějšími kyanogeny mnoha rostlin konzumovaných jako složky lidské potravy nebo používaných jako krmiva hospodářských zvířat. Jsou to glykosidy 2-hydroxynitrilů (dříve nazývaných kyanhydriny), tj. glykosidy nitrilů 2-hydroxykarboxylových kyselin. Produkty vzniklé z lněného semene novými technologickými postupy mají lepší výživnou hodnotu oproti celým semenům konzumovaným v pekařských výrobcích, ve kterých se pečením znehodnocují např. nenasycené mastné kyseliny a jiné zdraví prospěšné látky v semenech obsažené. Vhodné zpracování syrového semene také redukuje laxativní účinek způsobený v semeni přítomnými kyanogenními glykosidy, ze kterých se jinak v trávicím traktu (střevě) autohydrolyzou uvolňuje toxický kyanovodík. Kyanogenní glykosidy (linamarin, linustatin, neolinustatin) dosahovaly nejvyšších hodnot v extrahovaném lněném slizu a denní dávka 50 g lněného semene nemá na člověka z tohoto pohledu negativní vliv a naopak se může blahodárně projevit zvednutím obsahu omega-3 mastných kyselin v plazmě a erytrocytech. Obvyklá koncentrace SDG v pokrutinách lněného semene je 1,5%, ale při šetrném zpracování lněného semene je koncentrace SDG vyšší, zatímco obsah ostatních glykosidů je redukován.

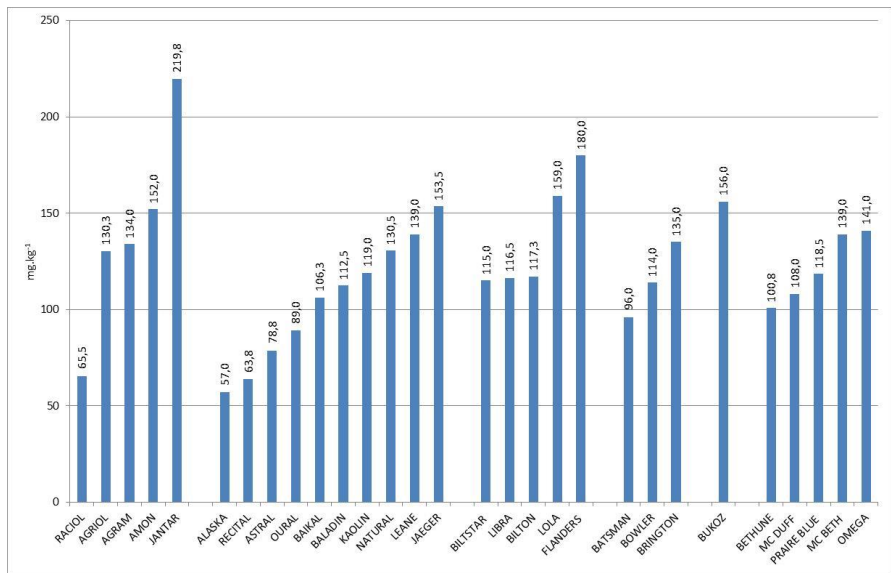
Obsah glykosidu linustatin v semenech odrůd olejních lnů pěstovaných na území ČR



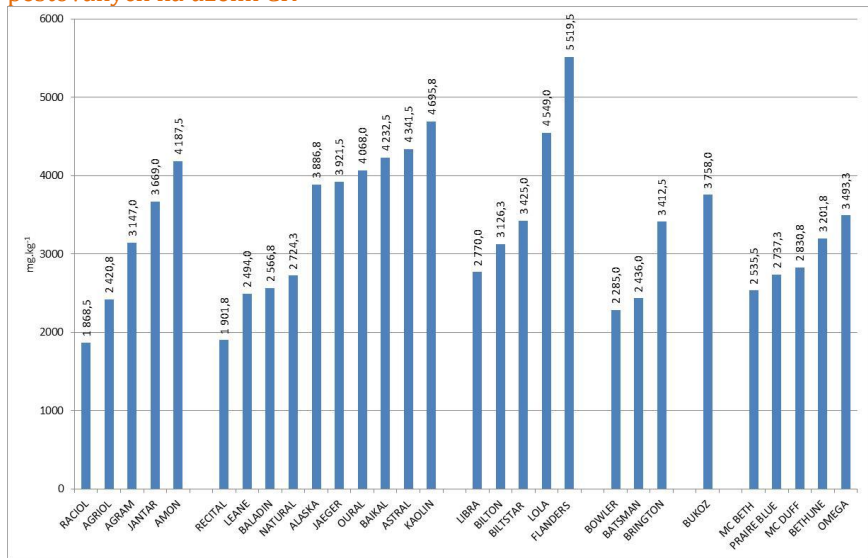
Obsah glykosidu neolinustatin v semenech odrůd olejních lnů pěstovaných na území ČR



Obsah glykosidu linamarin v semenech odrůd olejních lnů pěstovaných na území ČR



Obsah kyanogenních glykosidů celkem v semenech odrůd olejných lnů pěstovaných na území ČR



Majoritními kyanogenními glykosidy, které se nachází v semeni lnu setého, byly linu-
statin a neolinustatin, minoritním zástupcem pak byl linamarin, který představuje v průměru jen necelá 3,7 % z celkového obsahu kyanogenních glykosidů. U odrůd olejného

lnu se celkový obsah kyanogenních glykosidů pohyboval v rozmezí 1901,8 – 5519,5 mg.kg⁻¹ (průměrně 3317,4 mg.kg⁻¹).

Je patrná variabilita v celkovém obsahu kyanogenních glykosidů v uvedeném souboru genotypů.

I v úzkém souboru genotypů byla prokázána vysoká variabilita jak v obsahu lignanu SECO, tak v obsahu kyanogenních glykosidů. Teoreticky je možné kombinovat minimální hodnoty obsahu antinutričních látek s maximálním obsahem lignanů v semeni a vyvinout odrůdu lnu vynikajících vlastností k použití v lidské výživě.

Výsledky jsou natolik zajímavé a i ze světového hlediska natolik originální, že budou jistě předmětem dalšího výzkumu.

Vzhledem k finanční náročnosti analýz lignanů i kyanogenních glykosidů se však výzkum na tomto poli neobejde bez finanční dotace ze státních zdrojů.

13 Ekonomické zhodnocení

Cenu semen po sklizni můžeme odhadnout na max. 10,- Kč.kg⁻¹, pokud by byl využit k okamžité spotřebě jako krmivo. Po vyčištění a dosušení lze uvést reálnou cenu merkantilního semene 15 - 18,- Kč.kg⁻¹, semen pro potravinu 19 – 23 Kč.kg⁻¹. Je nutno vzít v potaz, že je možné očekávat vyšší kvalitu semen a to nejen z pohledu nutričních vlastností odrůd, ale také v důsledku minimalizace příměsí, resp. semen plevelů, stonků, atd.. V případě pěstitelských ploch (nyní v ČR na úrovni cca 1500 ha) je možno očekávat zvýšení tržby cca o 5 Kč.kg⁻¹ a to je o 7500 Kč.ha⁻¹ více oproti stávající situaci.

14 Legislativní předpisy

14.1 Nařízení EU

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv.

14.2 Legislativní předpisy ČR:

Zákon č. 91/1996 Sb. ze dne 15. března 1996 o krmivech ve znění pozdějších předpisů.

Zákon 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a ve změnách a doplnění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 61/2011 Sb., o požadavcích na odběr vzorků, postupy a metody zkoušení osiva a sadby.

ČSN 46 2300 – Olejnatá semena.

ČSN ISO 46101 část 28 (Zkoušení olejnin – Stanovení obsahu tuku).

ČSN EN ISO 5509 (Příprava methylesterů mastných kyselin).

ČSN EN ISO 5508 (Analýza methylesterů mastných kyselin plynovou chromatografií).

ČSN EN ISO 542 (Olejnatá semena – Úprava laboratorního vzorku na analytický vzorek).

ČSN EN ISO 14084 Potraviny - Stanovení stopových prvků - Stanovení olova, kadmia, zinku, mědi a železa atomovou absorpční spektrometrií (AAS) po mikrovlnném rozkladu

ČSN EN ISO 15587-2 (757310) Jakost vod - Rozklad ke stanovení vybraných prvků ve vodě - Část 2: Rozklad kyselinou dusičnou

15 Srovnání novosti postupů

V předložené metodické příručce jsou zahrnuty nově získané poznatky a jsou popsány aspekty a postupy, které mohou ovlivnit výslednou kvalitu. Poznatky charakterizující kvalitu semen pěstovaných odrůd olejného lnu z pohledu obsahu lignanů a kyanogenních glykosidů jsou úplnou novinkou.

16 Seznam použité související literatury

BASCH, E., BENT, S., COLLINS, J. et al. 2007. Flax and flaxseed oil (*Linum usitatissimum*): a review by the Natural Standard Research Collaboration. In J. Soc. Integr. Oncol., vol. 5, 2007, p. 92-105.

DIEDERICHSEN, A. – RANEY, J. P. (2006). Seed color, seed weight and seed oil content in *Linum usitatissimum* accessions held by Plant Gene Resources of Canada. In Plant Breeding. 125, 2006, p. 372 – 377

DOSTÁLOVÁ, J., DLOUHÝ P., TLÁSKAL P.: Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. <http://www.vyzivapol.cz/rubrika-dokumenty/konecne-zneni-vyzivovych-doporuceni.html> [cit. 22. 8. 2014]

HALL, C.III, TULBEK, M.C., XU, Y. 2006. Flaxseed. In Adv. Food Nutr. Res., vol. 51, 2006, p. 1-97.

NYKTER, M. – KYMÄLÄINEN, H.-R. 20006. Quality characteristics of edible linseed oil. In Agricultural and food science. Vol. 15, 2006, p. 402 – 413.

OOMAH, B.D. 2001. Flaxseed as a functional food source. In J. Sci. Food Agric., vol. 81, 2001, p. 889-894.

ATANASSOVA, I. (1999): “Competitive effect of copper, zinc, cadmium and nickel on ion adsorption and desorption by soil clays.” Water, Air Soil Pollu., 113, 115-125.

BJELKOVÁ, M., TEJKLOVÁ, E., GRIGA, M., GENČUROVÁ, V.: Uptake and accumulation of cadmium and lead

BERTHELSEN B.O., ARDAL L., STEINNES E., ABRAHAMSEN G., STUANES A.O.: Mobility of heavy metals in pine forest soils influenced by experimental acidification. Wat. Air Soil Pollut., 73:, 29 – 48, 1994.

by flax and hemp. In: Proc. 1st European Bioremediation Conference, Chania, Greece, 2001, p. 492-496.

BJELKOVA, M., VETROVCOVA, M., GRIGA, M. (2008): The effect of sewage sludge-amended soil on Cd, Pb and Zn accumulation by hemp (*Cannabis sativa* L.) plants. 4th European Bioremediation Conference. September 3-6, Chania, Crete. ISBN: 978-960-8475-12-0

TLUSTOŠ P., SZÁKOVÁ J., KOŘÍNEK K., PAVLÍKOVÁ D., HANČ A., BALÍK J.: The effect of liming on cadmium, lead, and zinc uptake reduction by spring wheat grown in contaminated soil. Plant Soil Environ., 52: 16-24. 2006.

THAYALAKUMARAN, T., VOGELER, I., SCOTTER, D.R., PERCIVAL, H.J., ROBINSON, B.H., AND CLOTHIER, B.E. (2003): "Leaching of copper from contaminated soil following the application of EDTA. I. Repacked soil experiments and a model." Aust. J. Soil Res., 41, 323-333.

17 Seznam publikací, které předcházely metodice

- LUCIA HLAVAČKOVÁ, JANKA NÔŽKOVÁ, ELIZAVETA POROKHOVINOVA, NINA BRUTCH, TATIANA SHELENGA, MARIE BJELKOVÁ AND KATARÍNA RAŽNÁ (2016): Analysis of miRNA polymorphism during the selected developmental processes of flax Analýza polymorfizmu miRNA vo vybraných vývojových štádiách ľanu siateho. Journal of Central European Agriculture, 17(3), p.707-724.
- BJELKOVÁ, M., 2016: Výnosové charakteristiky vybraných odrůd olejného lnu v roce 2016. Zápiskník len a konopí 2017.
- BJELKOVÁ M., HAJŠLOVÁ J., SCHULZOVÁ V., VRBOVÁ M., PAVELEK M., ŠMIROUS P. (2015): Vliv lokality na obsah biologicky aktivních látek v semeni lnu. In 20th Specialized seminář with international participation: Actual aspects of growing, processing and use of medicinal, aromatic and spice plants, sborník článků. s. 49-53.
- BJELKOVÁ, M., VĚTROVCOVÁ, M., (2016): Effect of nitrogen on accumulation of selected macro and microelements by linseed. NAROSSA 2016, June 13, 2016, Magdeburg, Germany, electronic proceedings, abstract.
- BJELKOVÁ, M., 2016: Pěstování olejného lnu v roce 2016. Vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky a Systém výroby slunečnice, HLUK, 24. – 25. 11. 2016, SPZO s.r.o., Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, Praha. S. 271. 73-81.
- BJELKOVÁ M, ŠMIROUS, P.: Výnosové a kvalitativní parametry vybraných odrůd olejného lnu v podmínkách ČR. Vědecká příloha časopisu Úroda 2/2014. ISSN 0139-6013
- BJELKOVÁ, MARIE, JANKA NÔŽKOVÁ, KATARÍNA FATRCOVÁ-ŠRAMKOVÁ, EVA TEJKLOVÁ: Comparison of linseed (*Linum usitatissimum* L.) genotypes with respect to the content of polyunsaturated fatty acids. CHEMICAL PAPERS 66, 10: 972-976, 2012
- BJELKOVÁ, MARIE, JANKA NÔŽKOVÁ, KATARÍNA FATRCOVÁ-ŠRAMKOVÁ: Polyunsaturated fatty acids in flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes with high and low content of alfa-linolenic acid. In Chemické listy – Chemical papers : časopis pro průmysl chemický. Praha - Česká společnost chemická, Roč. 105, spec. iss. S (2011), s. 1006. ISSN 0009-2770. IF 0,620
- NÔŽKOVÁ, JANKA, MARIE BJELKOVÁ, KATARÍNA FATRCOVÁ-ŠRAMKOVÁ, MONIKA OČENÁŠOVÁ: Content of α -linolenic and linoleic acids in the genotypes of linseed (*Linum usitatissimum* L.) with higher and lower content of

linolenic acid. Potravinárstvo. 5: 2, 176-181. 2011. ISSN 1338-0230. – *recenzovaná publikace*

ONDŘEJ, M., ONDRÁČKOVÁ E., BJELKOVÁ M.: Odrůdová citlivost olejného lnu k houbě *Septoria linicola*. Úroda. 5: 46–49. 2011. ISSN 0139-6013

Název: Výběr a charakteristika lněného semene jako vstupní suroviny

Editoři:

Ing. Marie Bjelková, Ph.D.

Prof., Ing. Vladimír Filip, CSc.

Kontakt na autory:

bjelkova@agritec.cz; Vladimir.Filip@vscht.cz

Vydal: Agritec Plant Research s.r.o.

Tisk: Grafotyp s.r.o., Šumperk

Vydání: první, 2017

Náklad: 300 ks

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.

Za věcnou a jazykovou správnost díla odpovídají autoři.

Fotografie: Archiv Agritec

© Agritec Plant Research s.r.o., 2017

ISBN 978-80-87360-57-6



Agritec Plant Research s. r. o.

Zemědělská 2520/16

787 01 Šumperk

Tel.: +420 583 382 111

Fax.: +420 583 382 999

www.agritec.cz