

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Pěstování lnu setého (*Linum usitatissimum* L.) a jeho potravinářské a nepotravinářské využití

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Autor:

Marie Jakšová

České Budějovice

2014

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marie JAKŠOVÁ**  
Osobní číslo: **Z11388**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**  
Název tématu: **Pěstování lnu setého (*Linum usitatissimum* L.) a jeho potravinářské a nepotravinářské využití**  
Zadávající katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

**Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :**

Plodina dlouhého dne z čeledi Linaceae. Vegetační doba je 150-170 dní. Lněný vosk využívá kosmetický a farmakologický průmysl, pokrutiny je možné zkrmovat, slámu je možné spalovat nebo využívat vlákno. Semena se využívají v pekařství i jako lék, vývar z lněného semene je podáván chovateli dobytka jako posilující prostředek u telat a krav po otelení. Vhodnou předplodinou jsou jetelotravní směsky, ozimé obiloviny a brambory. Len se obvykle řadí na konec trati po hnojení organickými hnojivy. Seje se počátkem dubna. Proti plevelům se vláčí prutovými branami. Agrotechnické hodnoty HTS 4-9 g, norma výsevu 60-75 kg/ha, max. 600 rostlin na m<sup>2</sup> a řádky 12,5 cm. Pokusné výnosy sušiny zrna 1,19 až 3,25 t/ha a nadzemní biomasy 6,55 až 12,9 t/ha. Sklízí se v plné zralosti, když jsou tobočky zlatožluté a chrastí. Seká se nízko nad zemí, kde jsou křehčí stonky. Po sklizni se předčistí a dosuší. Kamenité půdy komplikují sklizeň. Len by se neměl na stejném pozemku pěstovat dříve než za sedm let. Cílem práce je studium technologie pěstování lnu a jeho potravinářské a nepotravinářské využití. Vypracujte rešerši: "Technologie pěstování lnu a jeho využití" a) botanická charakteristika, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám, sklizeň, posklizňová úprava aj.; b) chemické složení a parametry kvality lnu; c) vliv technologie pěstování lnu na kvalitu produktu; d) potravinářské a nepotravinářské využití lnu.

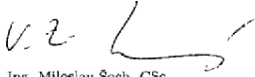
Vypracujte bakalářskou práci dle Opatření děkana č. 13 ze dne 18. 12. 2009.

Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 30-50 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

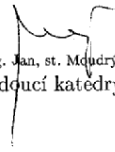
Šmirous P. a kol.: Len přadný. 2006. In: Normativy zemědělských výrobních technologií. ÚZPI Praha, s. 117-123; Šmirous P. a kol.: Len olejný. 2006. In: Normativy zemědělských výrobních technologií. ÚZPI Praha, s. 112-116;  
Fišerová H. a kol.: The effect of quercetine on leaf abscission of apple tree (*Malus domestica* Borkh.), growth of flax (*Linum usitatissimum* L.) and pea (*Pisum sativum* L.), and ethylene production. *Plant oil Environ.*, 52, 2006 (12): 559-563; Weiss E.A.: *Oilseed crops*. London: Blackwell Publishing Limited; 2000;  
Lafond G.P. The effects of nitrogen, row spacing and seeding rate on the yield of flax under a zero-till production system. *Can J Plant Sci* 1993, 73 (2): 375-382;  
Hocking P.J., Pinkerton A.: Phosphorus-nutrition of linseed (*Linum usitatissimum* L) as affected by nitrogen supply - effects on vegetative development and yield components. *Field Crops Res* 1993, 2 (1-2): 101-114;  
Diepenbrock W., Porksen N. Phenotypic plasticity in growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.) in response to spacing and N-Nutrition. *Journal of Agronomy and Crop Science-Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau*. 1992, 169, 1-2, 46-60; Dordas C.: Nitrogen nutrition index and its relationship to N use efficiency in linseed. *Europ J Agron* 2012; 34 (2): 124-32;  
Lafond G.P. et al.: Impact of agronomic factors on seed yield formation and quality in flax. *Can. J. Plant Sci.* 2008, 88, 485-500; Millis P.: Nutrition, cooking and health: Let's eat flax. *Wholeness and wellness Journal of Saskatchewan*. 2002, 8, 8-9 [Online] Available: [http://www.wholife.com/issues/8\\_3/02\\_article.html](http://www.wholife.com/issues/8_3/02_article.html); Horne M.R.L. et al.: The Production and Extraction of Flax-Fibre for Textile Fibres. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy* 2010, 4, 2, SI, 98-105;

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.  
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2013  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014

  
prof. Ing. Miloš Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentů 13  
370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 11. března 2013

### **Prohlášení autora práce**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Chlumu dne

.....

**Podpis studenta**

## **Poděkování**

Tímto si dovoluji poděkovat vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za cenné rady, odborné připomínky a všestrannou pomoc při vypracování bakalářské práce.

## **Abstrakt**

V historii lidstva je len veden jako jedna z nejstarších kulturních plodin. Jeho blahodárné účinky a široké spektrum využití znali již staří Egypťané. V roce 650 př. Kr. Hippokrates lněné semínko používá v léčbě. Lněné semínko je modře kvetoucí plodina a pěstuje se především v chladnějších oblastech světa. Využitelnost lnu spočívá především v produkci stonku a semene. Cílem mé bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši na technologii pěstování lnu a jeho potravinářské a nepotravinářské využití. Ve své bakalářské práci se věnuji historii lnu, botanické charakteristice a morfologii rostliny, nárokům na prostředí, odrudám, hubení škůdců a plevelů, ochraně proti chorobám, agrotechnice a hnojení. Dále se zde věnuji způsobu sklizně a technice rosení, posklizňové úpravě, kvalitě produktu a také potravinářskému a nepotravinářskému využití.

Klíčová slova: Len setý, agrotechnika, výživa a hnojení, sklizeň

## **Abstract**

In the history of mankind is linseed and flaxseed recognized as one of the oldest crops. Its beneficial effects and wide range of usage is already known by the ancient Egyptians. In 650 B.C. Hippocrates used flaxseed in treatments. Flaxseed is a blue flowering crop grown primarily in cooler regions of the world. Usefulness lies in the flax stem and seed production. The aim of my bachelor thesis was to develop a literary research on the technology of the cultivation of flax and its food and non-food uses. In their bachelor's thesis I present the history of flax, the botanical characteristics and morphology of the plants, the demands on the environment, varieties, pest control and weed control, protection against diseases, agrotechnice and fertilization. In addition, I here how to harvest and post-harvest techniques, water, the quality of the product and also the food and non-food uses.

KeyWords: flax, agrotechnics, nutrition and fertalization, harvest

## **Obsah:**

1. Úvod .....	9
2. Historie .....	11
2.1 Botanická charakteristika .....	12
2.1.1 Morfologie .....	12
2.1.2 Růst a vývoj lnu .....	16
2.1.3 Nároky na prostředí .....	18
2.1.4 Odrůdy lnu .....	18
2.1.5 Odrůdy přadného lnu .....	19
2.1.6 Odrůdy olejného lnu .....	19
2.1.7 Osivo .....	19
2.2 Agrotechnika .....	20
2.2.1 Zařazení v osevním postupu .....	20
2.2.2 Předseťová příprava .....	21
2.2.3 Setí lnu .....	21
2.2.4 Ošetření během vegetace .....	22
2.3 Hnojení .....	23
2.3.1 Organické hnojení .....	23
2.3.2 Hnojení dusíkem .....	23
2.3.3 Hnojení fosforem .....	24
2.3.4 Hnojení draslíkem .....	25
2.3.5 Hnojení vápníkem .....	25
2.3.6 Hnojení ostatními prvky .....	26
2.3.7 Kadmium .....	26
2.4 Ochrana lnu setého .....	26
2.4.1 Ochrana proti škůdcům .....	27

2.4.2 Ochrana proti plevelům .....	29
2.4.3 Ochrana proti chorobám.....	30
2.5 Sklizeň.....	31
2.5.1 Přímá sklizeň .....	31
2.5.2 Dělená sklizeň.....	32
2.5.3 Rosení lnu.....	32
2.5.4 Technika rosení lnu .....	33
2.5.5 Posklizňová úprava.....	34
2.5.6 Dosušení lnu .....	34
2.5.7 Sběr stonku a svinování .....	35
2.6 Kvalita lnu .....	36
2.6.1 Chemické složení.....	36
2.6.2 Parametry kvality .....	37
2.7 Vliv technologie pěstování lnu na kvalitu produktu .....	38
2.8 Využití lnu.....	38
2.8.1 Potravinářské využití .....	39
2.8.2 Nepotravinářské využití .....	40
2.9 Vliv hnojení dusíku na kvalitu produktu.....	41
3. Závěr.....	47



## 1. Úvod

Len setý, je prastará kulturní plodina jejíž široké spektrum využití znali již staří Egypťané. Stejně tak jako lékaři cestující s římskými legiemi, kteří si byli vědomi jeho upotřebení a účinků na lidský organismus.

Len byl v dřívějších dobách na našem území hojně pěstován, což dokládají i místní názvy obcí a lidové písně (Šroller a kol., 1997).

Využití len lze jak z potravinářského tak i nepotravinářského hlediska. Jako potravinu se uplatňuje především olej ze semen, který je vhodný pro dojnice, nemocná zvířata, a nebo pro březí samice. Šroty, které obsahují velké množství bílkovin a používají se do krmných směsí, ale také plevy jako velmi vhodné krmivo.

Nepotravinářské využití je také velice široké od tradičních látek, ručníků, ubrusů také výroba cigaretových papírků, dále výroba laků a fermeží a pytlů. Stonek má ovšem i své využití, lze ho používat při spalování biomasy.

Současným trendem hlavně v České republice je pokles ploch s přadným lnem. Původní sklizňové plochy lnu přadného, které se v roce 1900 pohybovaly okolo 29 343ha se postupem doby snižovaly, až na současný 1ha. Rapidní úbytky ploch se ovšem netýká pouze České republiky, ale i zemí, ve kterých se kdysi len hojně pěstoval např. Nizozemsko, Belgie, Německo, Velká Británie, Finsko a Rakousko. Rozdíl v trendech lze, ale vyzorovat u lnu olejného, jehož plochy v roce 1990 byly 606ha a v současné době kolísají mezi 2000 - 3000ha. Ve většině ostatních států, stejně jako u nás mají plochy olejného lnu tendenci se zvyšovat a to především v Asijských státech.

Len patří do čeledi Inovité, ke kterému patří asi 200 druhů (Šroller a kol., 1997). Během celé vegetační doby dochází k charakteristickým změnám ve vzhledu rostliny a ty dělíme na jednotlivé fáze : klíčení, vzcházení, stromeček, rychlý růst, tvorba poupat (butonizace), kvetení, tvorba tobolek a zrání (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Len není příliš náročnou rostlinou, ale potřebuje rovnoměrné rozložení srážek během vegetace. Stejně tak není příliš náročný ani na hnojení, organické hnojení není možné a průmyslové hnojení je v porovnání s ostatními rostlinami poměrně nízké. Sklizeň můžeme provádět přímo a nebo nepřímo. Důležitým procesem v technologii pěstování lnu je rosení (Štaud a Vašák a kol., 1997).

Hlavním problémem u lnu setého je jeho dispozice ke kumulaci kadmia, na což si pěstitelé musejí dávat pozor hlavně pokud pěstují lněné semeno na konzum.

V současné době je na trhu široké množství odrůd ať už lnu přadného nebo lnu olejného.

Toto téma jsem si vybrala z toho důvodu, že považuji len setý za nesmírně zajímavou plodinu, která má stále svůj význam a to i přesto, že o její pěstování není takový zájem jako v dřívějších dobách. Vzhledem k současnému trendu lidstva a jeho snaze o zdravý životní styl, má len stále svůj potenciál ať už výrobky z něho, které poslouží k lidské konzumaci a tím i pomoci ke snížení mnoha srdečních onemocnění.

Bakalářská práce byla rozšířena o rešeršní informaci, která byla získána zpracováním tématu „Vliv hnojení dusíkem na kvalitu produktu“ ve „Web of Science“, ze kterých na základě anglických separátů a abstraktů původních prací byla sestavena tabulka autorů s jejich hlavními výsledky.

## 2. Historie

Přadné rostliny, především pak pěstování lnu je historicky i kulturně spojeno se zemědělstvím. Začátek vzniku zemědělství započal na konci poslední doby ledové (wurmské) do neolitu přibližně 10tis. let př. Kr. Pěstovat a spřádat len dovedli již staří Egypťané, a to s číslem metrickým (počtem kg, které měří 1g příze) až 200. V dnešní době je cílem vypěstovat len s hodnotou tex 84. I dnes můžeme vidět mumie faraónů zabalené do lněné tkaniny. Kment je košile z jemného plátna, o které se zmiňuje i Genesis. Pěstování lnu má v českých zemích dlouholetou tradici. Tuto tradici dokládají i obce jako Lnáře, Lniště, Lensedly. „Pazderny“ – obecný tírny lnu a také národní písně. Odznakem žen je přeslice. Do hrobu Českých královen se dávalo vřeteno. Na vřetenu bylo potřeba pracovat 500 hodin na výrobu jednoho oděvu. To v dnešní době znamená 60 pracovních dnů. Značný pokrok představovalo zavedení kolovratu v 16 století a jeho uzpůsobení na len ve století 18. Až po roce 1950 začaly domácí tkalcovny u nás zanikat. Téměř každá domácnost má dodnes ručně tkanou látku (Šroller a kol., 1997).

Dvě zeměpisná centra definoval Vavilov (1987) prvním centrem, které zahrnuje olejné typy lnu – centrum středoasijské (Afghánistán, severní Indie, západní Tan – Šan, Tádžikistán, Uzbekistán), druhé centrum zahrnuje typy lnů přadných, tato oblast se nachází v oblasti Středozemního moře (od Egyptu a Řecka až po Alžírsko a Španělsko). Se smíšenými formami olejnopřadnými rozlišujeme ještě přechodnou oblast (Černé moře, Kaspická oblast, Kavkaz a Malá Asie).

Název linum pochází z keltského slova lin, neboli nit a slovo usitatissimum znamená nejužitečnější (Kolodziejczyk, Fedec, 1995). Středověký jazykový původ potvrzuje význam lněného semínka v hospodářském a sociálním vývoji člověka (BeMiller, 1973).

Len je považován za základní plodinu, protože to byla jedna z prvních domestikovaných rostlin. Jeho pěstování pravděpodobně začalo v úrodných oblastech Eufratu a Tigridu – Mezopotámie (Zohary and Hopf, 2000, Smith, 1995). Archeologické důkazy naznačují, že len byl používán lidmi pravděpodobně před 10 000 lety a kultivovaný len před 8 000 lety. Lněné semeno z divokého lnu *Linum bienne* – len úzkolistý bylo nalezeno ve vykopávkách v Sýrii, Turecku a Íránu a jeho stáří se datuje do 8000 až 6750 př. n. l. (Vaisey-Genser M. a Morris D. H., 2003).

## 2.1 Botanická charakteristika

Len řadíme do čeledi Inovité. Tento rod obsahuje asi 200 druhů, většina z nich roste planě. Lny mohou být ozimé, a nebo vytrvalé, plazivé i keříčkovité. (Šroller a kol., 1997).

Není s jistotou znám původ přadného lnu. Velmi rozšířené jednoletý nebo víceletý druh *L. angustifolium* je nejpravděpodobnějším předkem (Hraška a kol., 1989).

Len setý se z hospodářského hlediska dělí na dva typy – len přadný a len olejný, řadíme sem i přechodný typ, len olejnopřadný. Přadný len má tenký, dlouhý a slabě rozvětvený stonek, tobolky jsou menší. Uvnitř mají drobná semena. Ve spodní části se stonek nevětví a obsahuje dlouhé a jemné technické vlákno. Na vlákno se proto pěstuje především v severních částech Evropy. Olejný len má stonky krátké a hrubé, více rozvětvené a olistěné, květy jsou střední až větší a také větší tobolky, množství tuku v semeni je vyšší. Dobře vzdoruje suchu a poléhání a je také pozdnější. Vhodné pro pěstování jsou oblasti s teplejším klimatem jako jsou jižní oblasti Ruska dále Argentina, Mexiko, USA a Španělsko. Len olejný je nejrozšířenější a zaujímá v celosvětovém měřítku 75% ploch se lnem (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Viz přílohy tab. č. 2 Charakteristika forem lnu

Dle Štauda, Vašáka a kol. (1997) přadný len pěstovaný u nás patří do skupiny nepukavých lnů, tzv. len mlátec. Od roku 1988 se u nás začalo s pěstováním lnu olejného. Olejný len je jako doplňková tržní technická plodina vhodný v době rekultivace zemědělské výroby.

### 2.1.1 Morfologie

Kořen u přadného lnu neobsahuje vlákno. Je velmi slabý. Z kořene vyrůstá jeden stonek. V paždí děložních lístků vyrůstají větve v důsledku nevhodného sponu, z důvodu nadměrné výživy, dále pokud byl hlavní vegetační vrchol mechanicky a nebo chemicky poškozen (Hamouz a kol., 1993). Délka kořene olejného lnu je až 150cm, kořen je silně vyvinutý (Baranyk a kol., 2010).

**Obrázek 1: Kořen lnu setého**



Zdroj: [http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul\\_key=4&idkapitola=174&string](http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=4&idkapitola=174&string)

U přadného lnu z kořene vyrůstá jen jeden stonek. Stonek přadného lnu je hladký, kulatý a štíhlý, dlouhý až 130cm, větví se v poslední pětině a po celé délce je olistěný kopinatými a hladkými listy. Listy postupně odspodu opadávají při dosažení technologické zralosti. Typ lnu ovlivňuje hustotu olistění, která je u přadného lnu menší než u lnu olejného. Přadný len má také světlejší barvu listu než olejný len. Stonek i listy jsou především v počátečních fázích růstu pokryty silnou vrstvou vosku a jsou k lodyze více přitisknuty, proto při postřiku herbicidů do porostu proti plevelům vykazuje len vyšší odolnost (Šimon a kol., 1964). Stonek olejného lnu je dle (Baranyk a kol., 2010) 40 – 60cm dlouhý, hustěji olistěný a bohatě rozvětvený, obsah vlákna je až 35%.

Len má oboupohlavní květ. Skladba květu: 5 kališních lístků, 5 korunních plátků se svrchním semeníkem s 5 tyčinkami na jeho vrcholu. Barva korunních plátků je

světle modrá, fialově růžová nebo bílá a u lnu přadného je menší než u lnu olejného a olejnopřadného. Koruna má charakter kruhový, půlkruhový a nebo kvězdnicovitý, nitky u tyčinek jsou bílé, žluté, světle modré nebo bezbarvé. Modré nebo žluté tyčinky, pyl světle žlutý, oranžový až tmavomodrý. Semeník s 5 pouzdry, které jsou částečně rozděleny (septy) – nepravé přepážky a s 5 modrými nebo světlejšími čnělkami, které mají jemné bradavičnaté blizny (Špaldon a kol., 1986).

**Obrázek 2: Květ lnu setého**



Zdroj:

[http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com\\_phocagallery&view=category&id=4%3A%20len&Itemid=63&lang=cs](http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=4%3A%20len&Itemid=63&lang=cs)

Pětipouzdrá tobolka je plodem lnu setého. Septa (ořasená nebo neořasená) neúplná přepážka, která neúplně rozděluje každé pouzdro na dvě části tzn. maximální množství semen v 1 tobolce je 10, obvyklejší počet semen bývá 7 – 8. Správně vyzrálé semeno je lesklé a hnědě zbarvené. Proti vypadávání semen a otevírání tobolek je odolnější olejní len (Štaud, Vašák a kol., 1997). Podle Rybáčka a kol., (1965) rozlišujeme tobolky podle velikosti do tří skupin dle jednotlivých forem lnu. Forma s malými tobolkami o velikosti 5 -8mm (microcarpum) zařazujeme do první

skupiny. Do této skupiny patří všechny formy přadných lnů a některé formy primitivních a olejních lnů. Formy, které řadíme do druhé skupiny mají velké tobolky (macrocarpum), jejich šířka je 8 – 11mm a délka 8 – 15mm. Do této skupiny patří velkosemenné olejné lny. Skupina se střední velikostí tobolek (mesocarpum), která patří ke třetí skupině a ke které řadíme některé olejné lny a také přechodné formy olejnopřadných lnů. Tobolky mají tvar kulovitý, zploštělý a nebo podlouhlý. Nejčastějším tvarem tobolky je kulovitý.

**Obrázek 3: Tobolka lnu setého**



Zdroj: [http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/3/pradne\\_rostliny.html](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/3/pradne_rostliny.html)

Len olejný má semena kapkovitého tvaru, dlouhá 4 – 6mm, zploštělá, lesklá, tmavě hnědé až žlutavé barvy, s obsahem tuku 30 – 45% a HTS 4 – 14g (Baranyk a kol., 2010). (Rybáček a kol., 1965) semeno lnu má tvar podlouhlý a úzký, krátký a široký, střední-vejčitý. Tvar střední bývá nejčastější, který v pupkové části vybíhá v malý špičatý zobáček a v obryse je vejčitý. Obsah oleje v semeni kolísá mezi 30 – 44%. Nižší obsah oleje mají přadné lny. (Šroller a kol., 1997) HTS semen je 4 – 14g u drobnosemenných přadných lnů, u potravinářských a olejnatých bývá HTS 4- 7g.

**Obrázek 4: Semeno lnu setého**



Autor: Marie Jakšová

### **2.1.2 Růst a vývoj lnu**

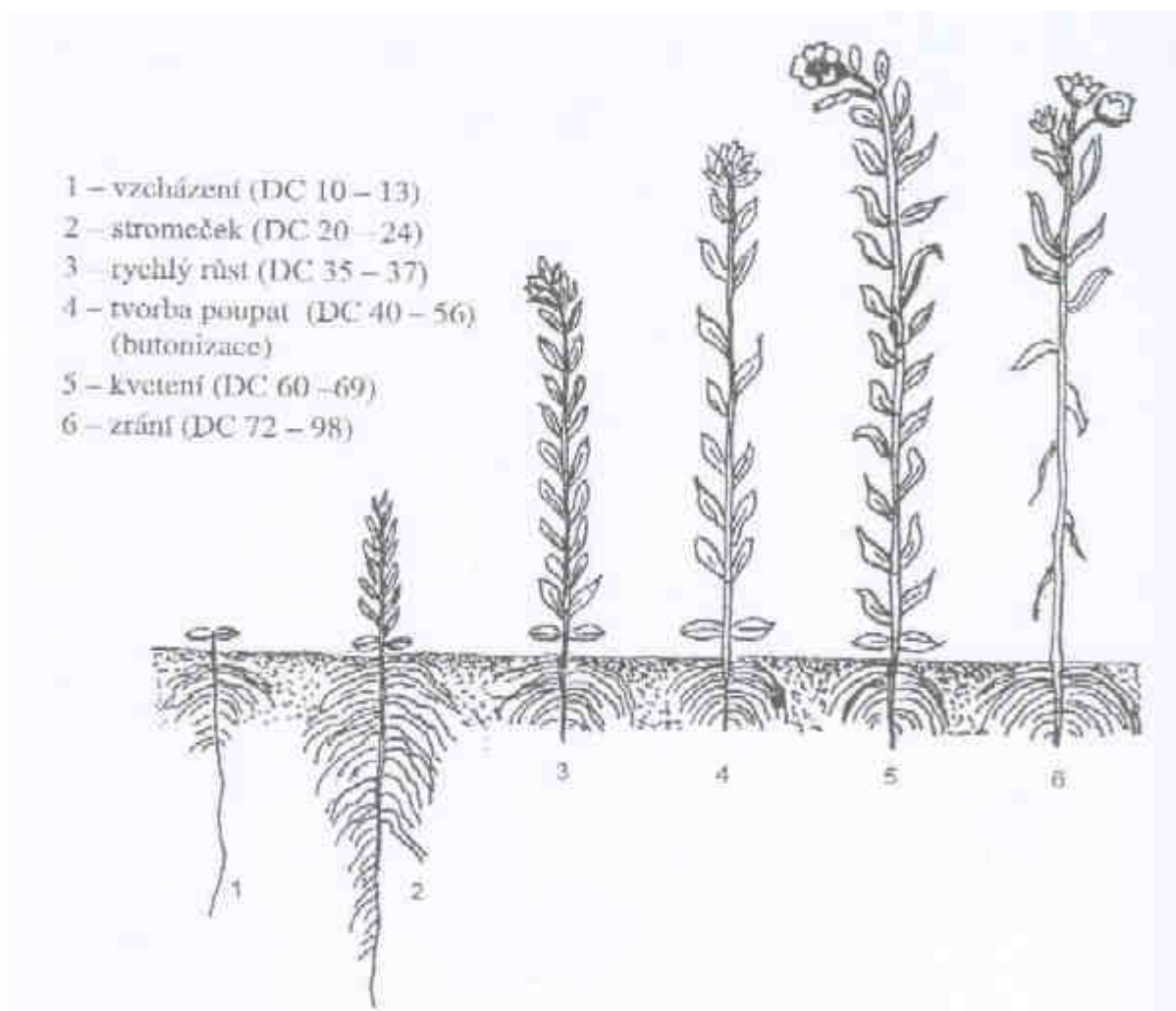
Během celé vegetační doby lnu lze zaznamenat charakteristické změny ve zhledu rostliny a tyto změny rozdělit na jednotlivé fáze : klíčení, vzházení, stromeček, rychlý růst, tvorba pupat (butonizace), kvetení, tvorba tobolek a zrání. Několik fází má i doba zrání. Len začíná klíčit při správné vlhkosti a teplotě 1 -3 °C (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Viz přílohy tab. č. 3: Makrofenologická stupnice pro přadný a olejný len

Změny habitu rostliny, které se projevují změnami na rostlině jsou kvantitativní změny růstových fází. Růstové a vývinové fáze probíhají v cyklech během vegetace. Dosud známe u lnu: tepelné stádium, světelné stádium a spektrální stádium (Štaud a Vašák a kol., 1997)



Obrázek 5: Růstové fáze lnu



Zdroj:

[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/images/techplodiny/v\\_faze\\_len.jpg](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/images/techplodiny/v_faze_len.jpg)

V práci je porovnáván vliv 2, 3, 5 -- trijodbenzoové kyseliny (TIBA) a flavonoidu quercetinu (Q). Ač oba jsou inhibitory polárního transportu auxinu ("antiauxiny"), ukázaly se v řadě pokusů jako odlišné. V případě korelace mezi dělohami a jejich úžlabními pupeny (axiláry) na klíčících rostlinách lnu se projevila pouze TIBA jako výrazný "antiauxin", neboť zvrátila korelaci mezi těmito axiláry. Pokud byly sazenicím lnu bezhlavé a měly odstraněnou dělohu, pak zbývající dělohy vyrostly intenzivněji, když byla použita TIBA (0,5% ve formě pasty lanolinu). Inhibice nebyla významná u Q (0,5%) (Fišerová, Šebánek, Hradílek, Procházka, 2006).

### 2.1.3 Nároky na prostředí

Nejdůležitější faktory, které ovlivňují kvalitu vlákna a výnos stonků je vzájemné působení teploty, srážek a relativní vzdušné vlhkosti v průběhu růstu lnu.

Atmosférické srážky a relativní vzdušná vlhkost nejvíce ovlivňují výnos stonků (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Olejný len má střední až vyšší nároky na teplotu (teplená konstanta je 1700°C) a nižší až střední nároky na obsah živin v půdě a na vláhu. Vhodné jsou pozemky v oblastech s nadmořskou výškou 200 – 450m, kde v druhé polovině vegetace tj. od konce kvetení do dozrávání je nižší úhrn srážek. Růstové fáze se prodlužují až o 15 dnů od konce rychlého růstu do dozrání, vlivem zvyšující se nadmořské výšky a snížením průměrné teploty vzduchu (Baranyk a kol., 2010).

Len přadný je velmi citlivý na větší výkyvy teplot. Vysoké teploty špatně snáší, avšak přetrvávající mrazíky i kratší mrazíky, až do - 4°C, pokud nejsou velké rozdíly mezi denní a noční teplotou a půda není ani příliš vlhká, dokáží je malé porosty dobře snést a přetrvat. Nejvhodnější oblasti pro přadný len jsou tam, kde roční průměr srážek je větší než 600mm a kde jsou srážky během vegetace příznivě rozděleny. Nejvhodnější půdy pro pěstování lnu jsou půdy hlinité, písčitohlinité, popř. hlinitopísčité s reakcí slabě neutrální až slabě kyselou (pH 6,5,-7), ale jinak není len na půdu příliš náročný. Vhodné jsou také půdy dobře zásobené živinami a vodou, s přiměřeným množstvím humusu, a kde je hladina podzemní vody nízká a půda má propustnou spodinu (Šimon a kol., 1964).

### 2.1.4 Odrůdy lnu

Ve společném katalogu odrůd EU je uvedeno, bez rozlišení typu a použití více než 130 odrůd lnu setého. V současné době jsou v ČR registrovány čtyři odrůdy olejného lnu a tři jsou ve státních zkouškách v novošlechtění (Baranyk a kol., 2010).

Vhodná odrůda, kvalitní a zdravé osivo s vysokou biologickou hodnotou je základem úspěšného pěstování lnu. Požadavky pěstitelů mohou být dostatečně uspokojeny vzhledem k dostatečně širokému sortimentu povolených odrůd a u všech odrůd je k dispozici i dostatečné množství osiva. Povolené domácí odrůdy se řadí mezi rané až polorané, všechny jsou dobře přizpůsobené rozdílným podmínkám pěstování. V Listině povolených odrůd, která uvádí zahraniční odrůdy, řadíme tyto

odřůdy k poloraným až středně pozdním. Znaky, kterými se tyto odřůdy vyznačují, jsou dobrý zdravotní stav, vysoký výnos stonků a vlákna v intenzivních podmínkách (půda, výživa, polohy pěstování). Je potřeba znát charakteristiku jednotlivých odřůd ve vztahu ke klimatickým a půdním podmínkám pěstitele a také postupovat při výběru vhodné odřůdy zodpovědně. Cena osiva odřůdy a množitelský stupeň je nezanedbatelným hlediskem (Štaud a Vašák a kol., 1997).

### **2.1.5 Odrůdy přadného lnu**

Ke dni 15. 6. 2013 byly v seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize zapsány odřůdy: Bonet, Jitka, Jordán, Marilyn, Merkur, Rina, Venica (ÚKZÚZ, 2013).

### **2.1.6 Odrůdy olejného lnu**

Rozlišujeme dva typy olejného lnu dle obsahu mastné kyseliny linoleové

- 1) klasické odřůdy (někdy také nazývané ne zcela správně - technické) obsahují standardně nad 50% podílu oleje
- 2) nízkolinolenové odřůdy (nazývané ne zcela správně - potravinářské) obsah pod 5% podílu oleje

Další rozdělení odrůd je podle barvy a velikosti semene, délky vegetační doby, podle délky rostlin a výnosu stonku, barvy květu a výnosu semene apod. (Baranyk a kol., 2010).

Ke dni 15. 6. 2013 byly v seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize zapsány odřůdy: Amon, Flanders, Jantar, Libra, Lola, Raciol (ÚKZÚZ, 2013).

### **2.1.7 Osivo**

Vyhláška č. 384/200 Sb. udává požadavky, které musí splňovat certifikované osivo (klíčivost 85% a čistota 99%), tyto parametry tvoří základ pro založení výkonného a kvalitního porostu lnu. Podle parametrů osiva a dle lokality pěstování a dále ve vztahu k nadmořské výšce pozemku, druhu a úrodnosti půdy a dešťových srážek se stanoví výsevek v milionech klíčivých semen (MKS). Úrodnější lokality, které se nacházejí v sušších oblastech s nižší nadmořskou výškou a také na půdách lehčích se srážkami 350 – 450mm za období vegetace je vhodné vysít 8,5 – 10 MKS/ha. Se zvyšující se nadmořskou výškou a příbytkem srážek za vegetaci se sníží výsevek na 8,5 – 7 MKS/ha. Meziřádková vzdálenost lnu by měla být 100 až 125mm

a 20 až 30mm do hloubky. Vzcházivost semen lnu se snižuje při hlubším zasetí (Baranyk a kol., 2010).

## **2.2 Agrotechnika**

Většina mechanizace pro pěstování lnu je jednoúčelová jako jsou: trhače, upravené svinovače, sušárny výčesků, obraceče, a proto vyžaduje pěstování lnu specializaci (Šroller a kol., 1997).

Pole, na kterém budeme pěstovat přadný len, je třeba ještě před zasetím obsít jarní směskou – obvykle ovšem s peluškou. Pruh 12m na úvratích, po stranách 6m. Směsku a len od sebe odděluje 0,5 – 1m široký nezasetý pás. Sklizeň směsky provádíme 14 dnů před lnem. Bočně tažený trhač a odsemeňovač lnu- lenokombajn jezdí na uvolněných pruzích. Prosevy nejsou nutné v případě samojízdného trhače, ale i zde velmi pomohou obsevy. Pokud je pozemek, na kterém pěstujeme len větší než 10ha, rozdělíme ho na prosevy – pásy jarní směsky o velikosti 6m – na dílce 1-5ha. Záhonové rozdělení musí zajistit dlouhé a pravidelné obdélníky – rovné řady a tím vytvoříme základ organizace a také usnadníme práci trhačům. Každý díl je třeba obrátit a také vytrhat v pravidelných časových odstupech. Rosení lnu probíhá přímo na lništi. Se setím lnu se podsévá současně i tráva, proto aby len neležel přímo na holé zemi a dále, aby byl zajištěn dostatek rosy. Z trav se obvykle používá kostřava červená, jilek vytrvalý (ne tetraploidní odrůdy) a srha říznáčka, množství výsevu je 6 – 10 mil. klíč. semen na 1ha, to odpovídá 9 – 18kg osiva. Často se také len nepodsévá a pak se roší na koberci herbicidy retardovaných plevelů (Šroller a kol., 1997).

### **2.2.1 Zařazení v osevním postupu**

Podle Šimona a kol. (1964) je len dosti náročný na předplodinu, je to dáno jeho poměrně slabou kořenovou soustavou a pozvolným počátečním růstem. Vyžaduje nezaplevelenou a čistou půdu s dostatkem živin v pohotovostní zásobě. To znamená, že je třeba volit ke lnu takovou předplodinu, která potlačuje plevele a zároveň půdu zanechává se staré půdní síle.

Len se nejčastěji zařazuje mezi dvě obilniny. Vhodná předplodina je ozimé žito (nefusariozní) či jarní ječmen. Len lze pěstovat i po bramborách, zvláště na chudých půdách. Pšenice ozimá není příliš vhodnou předplodinou. Nevhodné předplodiny

jsou také jetelotrávy, kukuřice, řepka a krmné směsky. Len nesnáší pěstování po sobě – LNOVÁ ÚNAVA. Na stejný pozemek ho lze znovu vysévat až za 6 let. Následná plodina po pěstování lnu bývá zpravidla ozimá obilnina (Šroller a kol., 1997).

Olejný len zařazujeme v osevním postupu tak jako len přadný, je vhodné ho zařadit na co nevdálenější hon po plodinách hnojených organicky, jako přerušovač obilných sledů. Měl by mít i dostatečný odstup od plodin, které zanechávají v půdě vysokou zásobu dusíku (luštěniny, jetelovina, hnojené okopaniny) (Zubal a kol., 1998).

### **2.2.2 Předset'ová příprava**

Len má velké nároky na přípravu půdy. Půda musí být včas a dokonale připravená a odplevelená, musí mít dostatečné množství lehce přijatelných živin a být dobře zásobená vláhou. Podle druhu předplodiny je včasná podmínka popř. i jiné úkony jako (vláčení, válení), jedním z prvních úkonů v přípravě půdy. Tyto práce by měly být vykonané ihned po sklizni předplodiny, aby vyklíčilo co nejvíce semen plevelů. Velmi důležitým úkolem je hluboká a včasná podzimní orba, pokud možno do hloubky 20 – 25cm, ale pouze tak hluboko, aby došlo k vyrovnání spodiny. Aby semena plevelů, která se dostala k povrchu půdy stihla ještě do zámrazu vyklíčit, je pečlivost hluboké orby velmi důležitá (Šimon a kol., 1964). Olejný len nevyžaduje zvláštní opatření, u přadného lnu je nutné zohlednit řadu zásad (Šroller a kol., 1997).

Organizační opatření, která je vhodné provést na pozemku ještě před setím lnu a která vedou ke zlepšení práce stojů při ošetřování porostu, sběru stonku, sklizni a které mají vliv i na zvýšení kvality stonů. Pozemky, které mají výměru větší než 10ha rozdělíme na záhony, velikost záhony by měla odpovídat optimální velikosti sklízečů, obrazečů a svinovačů (Štaud, Vašák a kol., 1997).

### **2.2.3 Setí lnu**

Při výsevu lnu do hloubky 2-3cm (vzcházivost 75 – 90%, při 4cm jen 60%, při 5cm jen 50% a při 6cm pouze 30%). Proti chorobám moříme osivo Thiramem a proti dřepčikům Prometem 400 CS. Při setí by měla mít půda teplotu 5 – 7°C (cca. 5. – 25.4.). Co nejužší řádky 55 – 75 – 105mm. Časté je také použití páskového výsevu s roztečí 125mm, semena jsou rozptýlena do pásků o velikosti 50mm. Setí směsky se

provádí před lnem, naopak trávy se sejí současně se lnem. Čím hustěji máme zapojen porost, tím je stonek slabší a má kvalitnější vlákno, ale zároveň se snižuje výnos semen a porost snadněji poléhá. Z tohoto důvodu bývají semenářské porosty řidší (Šroller a kol., 1997). Hodnoty výsevu olejného lnu HTS 4-9 g, norma výsevu 60-75 kg/ha, to je maximálně 600 rostlin na m<sup>2</sup>, a řádky 12,5cm (Ježková E., 2002).

Viz přílohy Obr. č. 8: Porost lnu

Proti jarním mrazíkům je přadný len v době klíčení a vzcházení dobře odolný. K přetrhání rostlin dochází v období klíčení a vzcházení při zmrznutí horní vrstvy půdy. Krátkodobé teploty až – 7°C snáší len po vzejití. Výnos a jakost stonku přímo ovlivňuje hloubka setí. Nestejnoměrné vzcházení, a s tím spojenou pórovitost (zvláště při vzcházení v suchém období) způsobuje nestejnou hloubku setí (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Podle Kolektivu VŠÚTPL Šumperk (1986) je vysoký výnos semene, vlákna i stonku nejvíce ovlivněn dobou setí. Vývojové a růstové fáze lnu by měli spadat pokud možno do nejdelšího dne, protože len je rostlinou dlouhého dne a tak musí být i zaset. Svazky vláken u raně setého lnu jsou hustě obsazeny četnými elementárními vlákny, která mají malý kmen a jsou hranatá, což zaručuje dobrou pevnost a vysokou jakost vláken. Naopak u lnu setého pozdě výnos semen a vlákna prudce klesá, a podíl nenasycených mastných kyselin a obsah tuku v semeni se snižuje.

V současné době dle statistik FAO probíhá pěstování lnu přibližně na 2 600 000ha po celém světě. K dramatickému snížení ploch došlo v posledních desetiletích převážně v rozvinutých zemích (D'Antuono L. F., Rosini F., 2006). Z výzkumu bylo prokázáno, že datum setí obecně neovlivňuje výnos, ale hmotnost zrna a hustota rostlin byla vyšší při pozdním setí. Při pozdějším zasetí, ale bylo množství oleje nižší (Pageau D., Lajeunesse J., 2011).

#### **2.2.4 Ošetření během vegetace**

Len je velmi náročný na včasné a pečlivé ošetření porostu. To je dáno hlavně pozvolným počátečním růstem, a i malou schopností potlačovat plevele, také i častým poškozováním porostů od škůdců a nakonec i jeho vysokými nároky na příznivý poměr živin v půdě a nárokům na výživu. Rozrušování půdního škraloupu je

proto při ošetřování porostů se lnem potřeba věnovat dostatečnou pozornost. Dále je také potřeba se dostatečně věnovat boji proti plevelům, přihnojování porostů na list a ochraně proti škůdcům (Šimon a kol., 1964).

### **2.3 Hnojení**

Nižší nároky na intenzitu přímého hnojení, než je tomu u ostatních plodin má len olejný. Dosažený výnos hmoty z ha ovlivňuje odběr hlavních živin. Výnos semen 1,2 – 2,3 t/ha a také výnos stonku utváří výnos hmoty z ha. Hlavní živiny a jejich účinnost na růst olejného lnu je stejná jako u lnu přadného, největší důraz se klade na výnos semen (Štaud, Vašák a kol., 1997). (Baranyk a kol, 2010) uvádí, že len olejný odebere při produkci semene 1,8 – 2t/ha a 4,5t/ha stonku z jednoho ha dle výnosu celkové hmoty: 80 – 105kg N, 43 – 52kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 90 – 110kg K<sub>2</sub>O, 50 – 63kg CaO a 15 – 20kg MgO.

Přadný len z půdy odčerpává poměrně nízké množství živin, při celkové sklizni 50q suché hmoty z 1 ha odebírá podle různých autorů 45 – 55kg dusíku, 60 - 90kg draslíku, 25 – 35kg kyseliny fosforečné a 50kg vápníku. Je potřeba tyto živiny dodat v lehce přístupné formě, kvůli slabě vyvinutému kořenovému systému a krátké vegetační době. Jednotlivé živiny je potřeba dodat v takovém poměru, aby bylo dosaženo vysoké sklizni semene a stonků a také vysoké jakosti vlákna (Šimon a kol., 1964).

#### **2.3.1 Organické hnojení**

Podle Štauda, Vašáka a kol., (1997) má len slabě vyvinutý kořenový systém a krátkou vegetační dobu, a proto se hnojí výhradně průmyslovými hnojivy. Dochází také k využití zásoby živin po předplodinách.

#### **2.3.2 Hnojení dusíkem**

Dusík je hlavní výnosotvorný prvek, využívá se k podpoře výnosu stonku, vegetačnímu růstu a k optimálnímu poměru k ostatním živinám a podmiňuje jejich dobré využití. Je zárukou dobré jakosti a výnosu stonků. Nadbytek dusíku prodlužuje vegetační dobu, dochází k horšímu zbarvení vlákna a jednotlivé zralosti se neprojevují přesně. Pokles výnosu semen má na svědomí nadbytek dusíku. Z průmyslových hnojiv využívá len dusík až ze 70% v závislosti na vlhkosti půdy.

Amoniakální forma ( $\text{NH}_4^+$ ) je vhodnější vzhledem k vazbě na jílovité minerály. Ve formě  $\text{NO}_3^-$  probíhá jeho příjem rychle a v nadbytku (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Pokusy prokázaly, že na příjem ostatních živin (K, Ca, P) má dusík synergický vliv, avšak extrémně vysoké dávky dusíku způsobují, že kořenový systém je méně vyvinutý a příjem dusíku je odkázán na průmyslová hnojiva a z půdní zásoby potom již méně. Při použití malé dávky dusíkatého hnojiva a pěstování ve „staré půdní síle“ má len největší výdajnost vlákna (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk., 1986).

Dle Šimona a kol. (1964) se druhy použitých průmyslových hnojiv a jejich dávky řídí hlavně druhem půdy a její reakcí, zásobou v půdě, předplodinami, povětrnostními podmínkami a koeficientem využití jednotlivých živin. Dávku 20 – 30kg N lze považovat za přiměřenou. Z dusíkatých hnojiv se z jednotlivých druhů průmyslových hnojiv osvědčil dusičnan amonný a síran amonný.

Účinky dusíkatého hnojiva bylo podle pokusů v rozporu s výškou rostlin, hustotou porostu a výnosem semen. Rozteč řádků neměla žádný vliv na výnos. V zapleveleném porostu dojde k vyššímu výnosu při užších řádcích. V nezapleveleném porostu nemá na výnos vliv šířka řádků (Lafond, G.P., 1993).

Nadbytek dostupného dusíku může mít vliv na koncentraci oleje, hlavně prostřednictvím zvýšené koncentrace proteinu. Ze studie vyplývá, že hnojiva N a P měli vliv na zvýšení obsahu kyseliny linoleové v lněném oleji (Yalcin, Öztürk, Tulukçu, Sağdic, 2011).

### **2.3.3 Hnojení fosforem**

Rostliny jsou při nedostatku fosforu zakrslé a opožděně kvetou. Na obsahu a vlhkosti půdy je závislé využití fosforu lnem od 9 do 16%, při vysokých dávkách až do 25%. Potencionální zásobu fosforu na kyselých půdách tvoří fosfáty hliníku a vápníku, které si len osvojuje z půdních vazeb. Do fáze stromečku přijímá len nejvíce fosforu z hnojiva (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Osvojení fosforu lnem z půdní zásoby, ale i z průmyslových hnojiv je obtížné. Půdní vlhkost výrazně ovlivňuje využitelnost fosforu pro len. Využití fosforu při nižší vlhkosti je 9 – 16% a při vyšší vlhkosti 15 – 25%. Fosfor je v půdě blokován při



nedostatku vláhy, vznikají poruchy metabolismu rostlin a rozšiřuje se N:P. Dochází k prudkému poklesu výnosů. Pokud hnojíme fosforem každoročně, doporučuje se hnojit dle jeho zásoby v půdě 30 – 40 kg P/ha, (68,7 – 91,6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Fosforečná hnojiva jsou hlavním antropogenním zdrojem Cd v zemědělském systému. V terénních studiích byly účinky P hnojení zvýšené, nebo beze změny na koncentraci Cd (Grant, Monreal, Irvine, Mohr, McLaren, Khakbazan, 2010).

#### **2.3.4 Hnojení draslíkem**

Ze všech prvků je zastoupení draslíku během růstu lnu největší a jeho spotřeba při sklizni převyšuje ostatní živiny. Draslík má vliv především na jakost a výnos vlákna. Účinnost se neprojevuje v hromadění ve vláknu, ale má příznivý vliv na vodní režim rostlin a také na tvorbu svazků vláken a elementárního vlákna. Draslíkem dobře zásobený len dává hladké vlákno a při jeho tírenském zpracování dochází k menším ztrátám. Hnojení draslíkem zvyšuje jakost i výnos stonků a to i přesto, že se len v našich podmínkách pěstuje vesměs na půdách s vysokou zásobou draslíku. Podle výsledků agrochemických rozborů půdy se dávka draslíku pohybuje mezi 60 – 80 kg/ha K (72 – 96kg K<sub>2</sub>O) (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Nejdůležitější postavení ze všech makroprvků ve výživě lnu má draslík. Příjem draslíku z půdy převyšuje všechny ostatní živiny a také je ze všech prvků v rostlině nejvíce zastoupen. V závislosti na jeho zásobě v půdě se využití draslíku z hnojiva pohybuje kolem 40 – 50% (Štaud, Vašák a kol., 1997).

#### **2.3.5 Hnojení vápníkem**

Pro len je vápník nepostradatelný. Ve fázi rychlého růstu se teprve projevuje jeho nedostatek. Dochází k povrchovému prohýbání lodyhy, později nekrotizaci a nakonec může dojít k odumření vrcholové části. Jakost vlákna může být při přímém vápnění nepříznivě ovlivněna, ale především pro rostlinu snižuje dostupnost boru (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Vápník má hlavní podíl na stavbě stonkových nosných pletiv. Přesto se neprovádí a ani nedoporučuje přímé hnojení ke lnu, protože jakost vlákna by mohla být nepříznivě ovlivněna. Nejlepší je využít dolomitický vápenec s obsahem hořčíku a to

v rámci pevného osevního sledu, nejméně dva roky před samotným zasetím lnu (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Len pěstovaný na vápenatých půdách je citlivý na nedostatek Zn a dochází k snadnému hromadění Mn ve vegetativních tkáních (Moraghan J. T., 1993).

### **2.3.6 Hnojení ostatními prvky**

U lnu v našich podmínkách nebyl nedostatek mikroelementů pozorován, navzdory tomu, že mnoho příznaků způsobených nedostatkem boru, zinku, mědi, molybdenu byl v zahraniční literatuře popsán (Špaldon a kol., 1986).

### **2.3.7 Kadmium**

K poutání kadmia má len silné dispozice. Obsah kadmia v semeni nesmí překročit 0,3 mg/kg. Chemické rozbory na Cd musí žádat především velkoodběratelé. Hnojení odpadními kaly, které jsou potenciálními zdroji kadmia, nesmějí být hnojeny plochy určené na pěstování olejného lnu. S poklesem pH roste i přijatelnost těžkých kovů rostlinami a je třeba proto mít půdy s pH 6,0 až 6,5, ale čím více tím lépe. Analýzy půdy je důležité provádět a to především na pH a i na obsah těžkých kovů (hlavně kadmia) (Neuerburg, Padel, 1994).

V lněném semenu pěstovaném na vápenatých a neutrálních půdách dochází k relativně vysoké kumulaci kadmia. Půda do níž aplikujeme zinek může v polních podmínkách snížit koncentraci Cd v semenech lnu (Moraghan J. T., 1993). Dva hlavní půdní faktory, které ovlivňují hladinu v Cd v rostlině jsou půdní koncentrace Cd a pH půdy. Rostliny mají tendenci kumulovat větší množství kadmia, pokud rostou na půdách s vyšší koncentrací Cd. Příjem kadmia může být také v menší míře ovlivněn kořenovým potenciálem, typem půdy, kationtovou výměnnou kapacitou, přítomností konkurenčních kovů (tj. Zn), mikrobiální aktivitou a rostlinným druhem (Rojas - Cifuentes, Johnson, Berti, Norvell, 2012).

## **2.4 Ochrana Lnu setého**

Podobně jako jiné plodiny je i len poškozován a ohrožován škodlivými činiteli. Například choroby vyvolané nepříznivými klimatickými a agrotechnickými vlivy, živočišnými škůdci, škodlivými mikroorganismy a plevele. O ochraně lnu a k ničení škodlivých činitelů a k omezení negativního působení jsou vypracovávány a

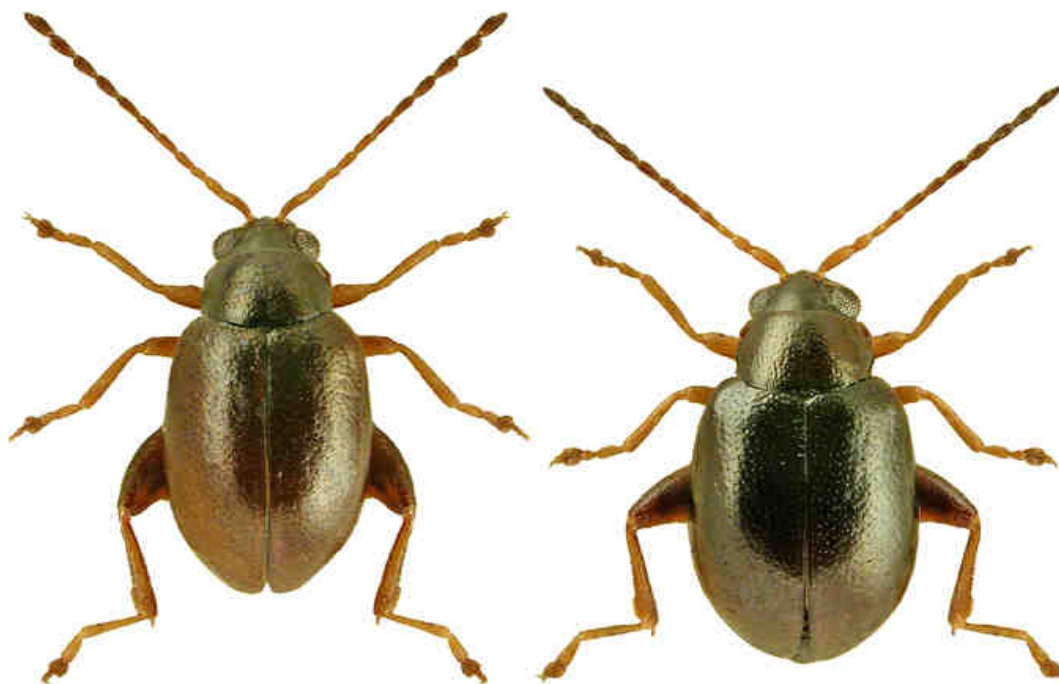
zdokonalovány účinné metody. Významným intenzifikačním faktorem a zároveň jeden za základních prvků velkovýroby pěstování lnu je ochrana před škůdci, chorobami a plevelely (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

#### **2.4.1 Ochrana proti škůdcům**

Podle Štauda, Vašáka a kol. (1997) jsou hlavní škůdci lnu třásněnka lnová, dřepčík lnový a dřepčík pryžcový. Ostatní škůdci se během vegetace vyskytují jen minimálně a aktivní ochrana je neúčinná.

Napadení rostliny dřepčíkem se projevuje zejména na malých rostlinách, které vzcházejí, těmto rostlinám dřepčící okusují děložní listy, rostlinám s již vytvořenými děložní listy okusují nadzemní orgány. Rostlina, která je takto poškozená zpomaluje růst, žloutne a pokud žír trvá delší dobu tak i hyne. Preparací osiva Hermalem L lze předejít škodám na vzcházejících porostech, hmyzosubná složka přípravku proniká do mladé rostlinky a chrání je po zasetí 20 – 26 dnů. Raně zasetému lnu letní žír dřepčíků příliš neškodí, vážné škody však nastávají u pozdě setého lnu, kde dochází k ožírání listů na vzrostném vrcholu a poškození květů, tím dochází k snížení výnosu semene vlivem rozvětvení lodyhy (Šimon a kol., 1964). Dřepčící měří kolem 1,5mm a jsou černavé barvy s modrým leskem. Při teplotě povrchu 15°C přezimují brouci. Při výskytu 50 a více imág na 1m<sup>2</sup> je vhodné porost chemicky ošetřit. Přípravky, které se používají pyrethroidy Karate 2,5 EC (0,8 l.ha<sup>-1</sup>), Cymbush 10 EC a DP (0,4 l.ha<sup>-1</sup>), Vaztak 10 EC (0,25 l.ha<sup>-1</sup>) a Karate 5 EC (0,2 l.ha<sup>-1</sup>) (Čača, Dušek, Římovský, Svítal, 1990).

Obrázek 6: Dřepčik Inový



Zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/longitarsus%20parvulus.htm>

Třásněnky – nejvýznamnější druhem třásněnky je třásněnka Inová (*Thrips linarius*), ale na lnu byl prokázán výskyt i jiných druhů třásněnkokřídlných (*Thysanoptera*). Porost lnu nedokáží zničit tak jako dřepčici, avšak na technologické hodnotě jsou škody mnohem závažnější - sají vegetační vrchol. Imága a skrytě žijící larvy 1. a 2. stádia, vegetační vrchol žloutne, hnědne a může i úplně zaschnout. Vznikají rostliny, které nejsou vhodné pro tírenské zpracování – druhotné rozvětvené a bezsemenné rostliny. Množitelské a šlechtitelské porosty jsou zvláště ohroženy, protože zde je menší zapojení porostu. Třásněnka se zde navíc podílí na cizosprašnosti. Zásada zasít len co nejdříve zde platí podobně jako u dřepčiků (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986). Dle (Čača, Dušek, Římovský, Svítal, 1990) je třásněnka černavý hmyz 1mm dlouhý. Přezimování samic probíhá hluboko v půdě. V květnu klade vajíčka. Ochrana je třeba zahájit ihned po výskytu prvních jedinců. Teplé a suché počasí: v druhé polovině května je len ohrožen. Fosfotin E 50 (1 l.ha<sup>-1</sup>) metodiky povolují.

Obrázek 7: Třásněnka Inová



Zdroj: [http://www.gymta.cz/kabinety/kab\\_biologie/videoatlas/hmyz/ne/039-trasnenka.jpg](http://www.gymta.cz/kabinety/kab_biologie/videoatlas/hmyz/ne/039-trasnenka.jpg)

#### 2.4.2 Ochrana proti plevelům

Nejnebezpečnější škodlivým činitelem jsou plevely, protože lnu konkurují při příjmu vláhy a živin z půdy. Sklizeň stonku probíhá současně s vyššími plevely (svízel přítula, konopice oves hluchý, pýr plazivý aj.) a ty se při zpracování lnu dostávají do výrobků a znehodnocují je. K rozvoji chorob v porostu dochází v zapleveleném porostu. Plevely přispívají k snížení výnosů a jakosti vlákna, zhoršení podmínek pro mechanizovanou sklizeň, zvýšení nároků na dosoušení semen a výčesků lnu a zhoršují se ztráty semen (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Plevely jsou z porostů převážně odstraňovány chemickými prostředky. Pouze z menších ploch nebo u plevelů, které se chemickými prostředky nepodařilo odstranit, odstraňujeme plevely ručně. Porost, který dosahuje výšky 8 – 15 cm tj. asi za 40 – 50 dnů po výsevu je nejvhodnější postříkat, plevelné rostliny mají 3 – 4 pravé lístky jsou v této době velmi citlivé na Dikotex na rozdíl od rostlin lnu, které jsou v této růstové fázi velmi odolné. Jen za suchého a teplého počasí, kdy mají rostliny uzavřené průduchy a jsou suché, lze porosty postříkat (Šimon a kol., 1964).

Kolektiv VŠÚTPL Šumperk (1986) herbicidy preemergentní i postemergentní, které aplikujeme pozemním postřikem, se používají proti dvouděložným plevelům. Postřikovače musí být vybaveny Inovými tryskami – pro aplikaci postemergentních

herbicidů (s výjimkou samotného Basagranu). Nutná je u všech postemergentních herbicidů včasná aplikace, když plevely jsou ještě malé a len musí dosahovat výšky 5 až 12cm, kdy už je vůči herbicidům dostatečně odolný. Aplikace preemergentních přípravků DuPont Flax-herbicidu nebo Afalonu je nutné považovat za základní metodu ničení dvouděložných plevelů používanou ve lnu.

### **2.4.3 Ochrana proti chorobám**

Nejčastější choroby lnu jsou způsobeny působením patogenních mikroorganismů (bakteriemi, houbami, virózami) nebo neparazitárními vlivy. Fyziologické choroby lnu nebo též neparazitární vyvolávají různé vlivy. V pěstitelské praxi se nejčastěji setkáváme s poškozením chemickým nebo mechanickým. Len je poškozován kroupami, mrazem, pesticidy nebo jejich rezidui, která působí i několik let a také předávkováním agrochemikáliemi. Černání poškozených míst (vegetačních vrcholů, listů) je u lnu projevem škody způsobené mrazem. Pokud stonky tzv. kolénkovatí je to projev poškození kroupami. Předávkování pesticidy a agrochemikáliemi se na rostlině lnu projevuje různě např. chlorózou, tvorbou hnědých skvrn na listech, žloutnutím listů a vegetačních vrcholů, vadnutím, kroucením stonků a zasycháním (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Choroby lnu způsobují škody, které se projevují snížením jakosti suroviny, nebo snížením výnosu semen a stonků. V ochraně proti chorobám je důležitá prevence (moření), ale i správná agrotechnika, protože některé choroby se přenášejí půdou jině osivem a možné je i oběma způsoby. V ochraně lnu proti chorobám je nejvýznamnějším agrotechnickým opatřením dodržování správného osevního postupu, aby došlo k zabránění tzv. únavě půdy, ale také volba správné předplodiny, která potlačuje zárodky chorob a také odpleveluje půdu. Ranná setba patří k zvláště účinným opatřením k ochraně lnu proti chorobám. Méně ohrožen proti antraknóze nebo fusarioze je brzy zasetý len, tyto choroby se více rozšiřují při vyšších teplotách. U mladého lnu se zpravidla nevyskytují ani septorioza, počáteční formy rzí a polyspora (Šimon a kol., 1964).

Výskyt škodlivých činitelů a zdravotní stav rostliny ovlivňuje kvalitu a výnos lnu. Hnědnutí a lámavost stonků, spála lnu, fuzarióza lnu, rez lnová, usychání lnu a

antraknóza lnu jsou hospodářsky nejvýznamnější choroby (Čača, Dušek, Římovský, Svítal, 1990).

## **2.5 Sklizeň**

Len je velmi náročný na sklizeň a posklizňovou úpravu. Pokud v tomto úseku dojde k chybám nebo nedostatkům, zpravidla se nedají již eliminovat jinými zásahy a to vede k poklesu jakosti a zhoršení výnosu. Důležité je sklizeň provádět ve správném stupni zralosti. Nevhodnější pro získání stonku s nejvyšším obsahem dlouhého vlákna je ranná žlutá zralost (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

V době, kdy má stonek nejvíce vlákna v nejlepší jakosti je správná doba, kdy začít se sklízni přadného lnu. Odrůdy pěstované u nás do této fáze dospívají zpravidla 80 – 100 dnů po vzejití. V tuto dobu je již v tobolekách semeno, které sice ještě není vybarvené, ale již je po vyschnutí klíčivé a lze z něho získat hodnotné osivo, také ve stonku je již v tuto dobu hodnotné vlákno (Šimon a kol., 1964).

V pokusech dosahoval výnos sušiny zrna 1,19 až 3,25 t/ha a celkové sušiny nadzemní biomasy 6,55 až 12,9 t/ha (Ježková E., 2002).

Viz přílohy tab. č. 4 Přadný len v ČR

Viz přílohy tab. č. 5 Olejný len v ČR

### **2.5.1 Přímá sklizeň**

Podstatou tohoto technologického postupu je trhání lnu za současného očesávání tobolek a stonky se pokládají do řádků k rosení. Uvedené pracovní operace provádí kombinovaný sklízeč při jedné jízdě stroje. Do závěsného vleku jsou dopravovány tobočky, které jsou pak následně odváženy do různých typů sušáren k dosušení (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Přímá sklizeň lnu – její první etapa trhání se současným odsemeněním stonku se provádí v současné době na celé výměře lnu sklízeči LK-4T a LK-4A. V současné době se tento postup vžil jako jediná možnost pro všechny klimatické podmínky. Stonky v délce 60 – 110cm a svahovitost pozemků až 12°, umožňují trhání v optimální době zralosti. Porosty pokleslé a středně zaplevelené lze přitom také

trhat. Tento způsob sklizně má nejnižší nároky na potřebu lidské práce v porovnání s jinými postupy (snopková a dělená sklizeň) a je také nejefektivnější (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Sklízení lnu v plné zralosti je nejvhodnější, protože hlavní cíl při pěstování olejného lnu je dosáhnout vysokého výnosu kvalitního semene. Sečení samojízdnými mlátičkami je metoda přímé sklizně určená pro porost olejného lnu. Desikace tj. ošetření chemickými přípravky, které urychlují dozrávání a snižují obsah vody v rostlinách a tím nám pomůže usnadnit průběh sklizně. Nejpozději na začátku žluté zralosti, ale nejlépe na konci fáze rané žluté zralosti porost můžeme takto ošetřit. Desikaci lnu provádíme povolenými přípravky s účinnými látkami  
1. dimethipin, 2. diquat-dibromid, 3. glyphosate, glyphosate-IPA a glyphosate-potassium. Sklízet lze i nedesikované, plně vyztřelé až přezřelé porosty v teplých a sušších klimatických oblastech (Baranyk a kol., 2010).

Viz přílohy obrázek č. 9: Přímá sklizeň

### **2.5.2 Dělená sklizeň**

Stonek s tobočkami (1.fáze) se trhá. Odsemenění stonku (2. fáze) se provádí za 5 dnů po vytrhání. Dělená sklizeň má tyto přednosti: lze předpokládat vyšší jakost vláknů, postupné dozrávání semena v tobočce, stonek se rosí i sbírá v dřívějším období, není třeba provádět defoliaci porostů. Mezi nevýhody dělené sklizně patří: rozdílná kvalita semene, závislost technologie na počasí, a proto nevhodnost do semenářských porostů SE1 – E. V období při odsemenění je velká závislost na klimatických podmínkách a bezesrážkovém období, pomalá návratnost prostředků, které jsme vynaložili a ta je dána vysokou pořizovací cenou strojů (Štaud, Vašák a kol., 1997).

### **2.5.3 Rosení lnu**

Vlákno získané z vysušeného a odsemeněného stonku lnu ještě není vhodnou surovinou. Důležité je, aby prošlo procesem, při němž dochází k uvolnění cévních svazků vláknů od ostatních pletiv ze stonku. Dochází k rozrušení pektinů, které spojují svazky s pokožkou a ostatními pletivy. Technické vlákno lze ze stonků uvolňovat několika způsoby, chemickou, fyzikální nebo biologickou cestou, a nebo mechanickým způsobem. Při rosení jsou hlavními činiteli plísně (hlavně *Mucor plumbeus* Bon., *Mucor heimalis* Weh., *Cladosporium herbarum* Link., *Rhizopus*



*nigricans* Ehrenb. aj.), spory těchto plísní za příznivých podmínek vytvářejí podhoubí, které vylučuje enzymy a prorůstá do stonků. Tyto enzymy rozkládají pektiny na jednodušší zplodiny, které slouží mikroorganismům jako potrava (Šimon a kol., 1964).

Podle Kolektivu VŠÚTPL Šumperk (1986) rozdělujeme průběh rosení do tří etap. 1. Etapa – dochází k množení bakterií na povrchu stonku, epidermální buňky se rozrušují a dochází k přípravě substrátu na uchycení hub a mikroskopických hub. Dochází k hnědnutí stonků. 2. Etapa – bakterie a plísně rodu *Rhizopus* a *Mucor* se na stoncích uchycují a rozrůstají. Houba *Aureobasidium pullulans* se později bouřlivě rozvíjí. Uvolňuje se vlákno vlivem bakterií, hub a plísní, které rozkládají pektinové látky. Větší rozvoj houby *Gonatobotrys* signalizuje optimální stav urosení. 3. Etapa - celulólytické houby a bakterie se uchycují na stoncích. Enzymy hub zprvu narušují celulózu, dochází ke korozi lýkových vláken. Rozklad celulózy vlivem enzymů se stupňuje a nakonec dochází k úplné destrukci lýkových vláken.

Příznivá teplota je dalším důležitým činitelem. Nejlépe se daří plísním při stálé teplotě 15 - 22°C, ale některé plísně se mohou vyvíjet i při nižších teplotách. Nejvhodnější doba pro rosení je koncem léta tj. konec srpna a začátek září, v této době je příznivá teplota i dostatek rosy. Len má v tomto období velmi hodnotné vlákno a období rosení končí za 3 týdny (někdy i dříve). Rosení lnu za chladnějšího počasí a při kolísání teplot je obtížnější, vlákno má podřadnou jakost a rosení se prodlužuje až na 5 – 6 týdnů. Rosení lnu na jaře je možné, ale z jarního rosení nebývá tak pevné vlákno a je převážně lehké. V období jarního rosení je vhodné začít v době tání sněhu, kdy je na rosišti více vláhy a rosiště zarůstá trávou pomaleji (Špaldon a kol., 1986).

#### **2.5.4 Technika rosení lnu**

Na rosiště se k rosení rozkládají jen odsemeněné stonky. Se semenem se len nikdy nerosí, protože dochází ke vzniku vysokých ztrát v důsledku opadávání tobolek a znehodnocování semen. Za klidného počasí rozkládáme stonky v tenkých vrstvách do rovných řádků, rostliny lépe ochráníme před rozházením tím, že kořeny budou směřovat vždy koncem proti směru převládajících větrů. Stonky se musejí obracet s postupujícím rosením, aby došlo ve všech vrstvách k rovnoměrnému vyrosení.

V polovině rosení tj. v příznivých podmínkách za 10 – 14 dní po rozložení rostlin, když vlákno po zlomení ze stonku odstává a horní vrstva řádků ztmavla, provádíme obracení mechanickým obracečem. Nepříznivé podmínky pro rosení lnu nastávají, pokud byl len rosen v příliš silné vrstvě, v tomto případě je nutné stonky obracet dle průběhu rosení dvakrát až třikrát (Špaldon a kol., 1986).

Ztráty dosahující až 50% sklizně semen nastávají v případě rosení neodsemeněného lnu. Abychom nezmeškaly správnou dobu, kdy se len má obrátit nebo kdy má být rosení ukončeno, je třeba průběh rosení neustále sledovat. Opožděným rosením se len přerostí a předčasně ukončeným rosením, pak se len nerozrostí. Vlákno pružné, pevné, jemné, lesklé, čisté, bez pazdeří, které se lehce odděluje od ostatních pletiv stonku, je znakem dokonale vyrosného lnu. Naopak vlákno světlejší nebo i hnědé barvy, s těžko oddělitelnými pletivy, vlákno hrubé se vyskytuje u nedorosených lnů. Přerostené vlákno je lehce oddělitelné od pazdeří, ale od koudele se při zpracování trhá a odpadá. Při výkupu se proto nedorosený i přerostený len hodnotí jako podřadná surovina (Šimon a kol., 1964).

### **2.5.5 Posklizňová úprava**

Výčesky se dosoušejí a separují. Příměsi stonků a plevelů obsahují výčesky v rozdílném množství a jsou ovlivněny seřizováním kombinovaných sklízeců (seřizování bubnu) a technickým stavem zařízení, poléhavostí, zapleveleností porostu a zralostí. Podle složení výčesků separace snižuje o 20 – 50% celkový objem hmoty, který je určen k sušení o 5 – 20% vlhkost materiálu. Tam, kde je nedostatečná kapacita sušáren a dochází k zpomalování a plynulosti sklizně, je potřeba separaci provádět. Při separaci výčesků dochází k ztrátám tobolek a semene (7 – 12%), ale tyto ztráty jsou oproti ztrátám vzniklým dosoušením veškeré hmoty nebo při ručním vytřásání na poli nesrovnatelně nižší (Štaud a Vašák a kol., 1997).

### **2.5.6 Dosušení lnu**

Po sklizni sklízecím strojem se tobolek lnu musí rychle vysušit. To zabrání znehodnocení znehodnocení semena. Tobolky se z pole ihned odvázejí, příměsi se musejí odstranit a rozloží se v temných vrstvách do výšky 1 -2m do roštové sušárny. Teplota ve vrstvě nesmí překročit 40°C (Špaldon a kol., 1986).

Pro snížení vlhkosti o 10% (pro oblast 15 – 25 °C) je třeba přehřátí vzduchu o 2 až 3,5 °C. K dosoušení výčesků jsou vhodné energeticky málo náročné roštové sušárny. Předpokladem dobré funkce sušení je zajistit rovnoměrné rozdělení tlaku v celém prostoru pod roštem, který se zvýší na 1 – 1,5m (dříve 0,4-0,6m). Tím se odstraní dolní náběhy roštu nebo podlahy před ventilátorem. Pro výšku sušené vrstvy výčesků 1 – 1,5m (postupně naskladňované) jsou vhodné ventilátory typu APR a jim podobných charakteristik. Vrstvě výčesků je odnímána vlhkost na základě rozdílu relativní vlhkosti postupujícího vzduchu, tento proces se nazývá dosoušení výčesků. Lze odvodit dle sorpčních izotopů výčesků, jaká vlhkost procházejícího vzduchu suší a jaká nikoliv. Výčesky se dosouší při relativní vlhkosti vzduchu 70% jen na 25% vlhkosti. Při přehřátí vzduchu o 2 až 3,5 °C dochází ke snížení vlhkosti o 10% (pro oblast 15 – 25% °C). Roštové sušárny jsou energeticky málo náročné, a proto jsou k dosoušení výčesků vhodné (Štaud a Vašák a kol., 1997).

### **2.5.7 Sběr stonku a svinování**

Stonek je nutno před sběrem načechrat a obrátit, protože maximální vlhkost by měla dosahovat 15 – 18%. Stonek sbíráme většinou do válcových balíků dle světového trendu. Je nutné respektovat podmínky pro uplatnění technologie sklizně: výnos stonku alespoň 2,5 t.ha<sup>-1</sup>, urovnaný pozemek, záhonový způsob sklizně, svahová dostupnost 8°, přímé nepřekřížené řádky, minimum kamení, délka stonku 70 – 100cm. V ČR se urosený stonek sbírá závěsnými svinovacími lisami typu Unikal a Hesston 5700. Od roku 1995 se ze samojízdných svinovacích lisů uplatňují především typy Depoortere ZOR.HY. V jedné operaci svinovací lisy svinují a sbírají vrstvu stonků a prokládají vrstvy současně dvěma lněnými motouzy 2 x 1700 Tex. V konečné fázi je balík převázán motouzem, který je upevněn na svinovači a balík je vyklopen mimo sběrný řádek. Motouz, který používáme k prokládání vrstvy stonků v balíky a omotávání musí být pouze z přírodních vláken – lněno-konopných nebo lněných (Štaud a Vašák a kol., 1997).

Viz přílohy Obr. č. 10: Svinování balíků

Odvozu balíků z pole k jejich komínovému uskladnění v meziskladech nebo v tírách předchází svinování balíků. Balíky je nutné (pokud možno ihned po svinutí) odvézt z pozemku a uskladnit je pod střechem. To vyplývá z požadavku zachovat

kvalitu stonku v balíku. Ponechání balíků na pozemku přes noc, je možné pouze ve výjimečných případech a za příznivého počasí. Balíky musí být postaveny na válcovou plochu na podložce (např. trámkách), přikryté plachtou a seskupeny na jednom místě. Bylo prokázáno zkouškami, že pokud balík zmokne, tak i když byl kvalitně svinutý, podléhá vlivem zvýšené vlhkosti stonů v balíku zkáze a tyto škody již nelze odstranit (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

## **2.6 Kvalita lnu**

Rosený stonek se hodnotí podle platné normy ČSN 46 2420 – Stonek rosený. U ní se posuzuje při zkoušce výdajnost, číslo jakosti třeného lnu a třené lněné koudele. Při hodnocení se postupuje dle tabulky směrných hodnot parametrů stonkového lnu, která je obsažená v ČSN. Semeno posuzujeme a nakupujeme dle ČSN 46 2300 – 5 – Olejnatá semena v 5 části: Semeno lnu. Zpracování lněného semena se provádí lisování a extrakce na vysychavý lněný olej a extrahované krmné šroty (Štaud a Vašák a kol., 1997).

### **2.6.1 Chemické složení**

Obsah semene lnu: bezdusíkaté extrahovatelné látky 22%, bílkoviny 18 – 20%, voda 8 – 10%, vláknina 9%, ale především 38 – 45% vysychavého oleje, který je složen z triglyceridu, tří nasycených kyselin – olejové 22%, palmitové 6,5% a stearové 2,5% a dále nenasyčených kyseliny linolové (15% nebo 60%) a kyseliny alfa linolenové (do 3% nebo 54%) (Prugar a kol., 2008).

Obsah vody ve stonku přadného lnu je 10 – 15%, obsah sušiny pak 80 – 90%, z toho 94 – 95% organické látky a zbytek jsou látky minerální. Bezdusíkaté látky: pektiny, ligniny, vosky a tuky, glycidy (cukry, škrob a buničina) jsou hlavní složkou organických látek. Hlavní zastoupení mezi dusíkatými látkami mají bílkoviny a glykosid linamarin. Ve vlákně jsou hlavními složkami buničina a hemicelulózy (85%), pektiny (8,5%) a třísloviny (1,5%) (Štaud, Vašák a kol., 1997).

Dvě esenciální mastné kyseliny (EFA), které vyžaduje lidská výživa: LA (kyselina linolová – omega 6 mastná kyselina) a LNA (kyselina linolenová – omega 3 mastná kyselina). Len je bohatý hlavně na kyselinu alfa – linolenovou, jejíž množství omega 3 mastných kyselin je dvojnásobně vyšší než obsah této kyseliny v rybím tuku (Millis P., 2002).

Dřevnatění vláken podle některých autorů způsobuje složka dřevní části stonku – lignin, protože s postupující zralostí se jeho množství zvyšuje a to zejména v primárních lamelách vláknů. Zastoupení tříslovin je 1,5% zejména v korovém parenchymu stonku a pokožce. Třísloviny způsobují rezavé zbarvení vláknů, pokud rosení lnu provádíme na zamokřených stanovištích. Značné ovlivnění barvy vláknů mohou také způsobit vosky, které se nacházejí ve stoncích a ve vlákně a rozpouštějí rostlinná barviva. Glukóza je z cukrů zastoupena nejvíce, v menší míře se vyskytuje sacharóza a fruktóza. Při rosení a máčení lnu jsou cukry velmi významné, protože jsou důležitou složkou potravy mikroorganismů (Špaldon a kol., 1986).

V popelu lnu jsou z anorganických látek nevíce zastoupeny sloučeniny draslíku, křemíku a vápníku. Zvláštní význam při rosení a máčení lnu mají CaO a K<sub>2</sub>O, neutralizují kyseliny v máčecích vodách a tím zlepšují podmínky během průběhu máčení a jsou důležitými živinami mikroorganismů (Šimon a kol., 1964).

V poslední době byl sledován obsah lignanů v lněném semenu, což vedlo k stimulaci nového zájmu o lněné semeno jako potencionálního zdroje s prospěšným vlivem na některé druhy onemocnění (D'Antuono F. L., Rosini F., 2006). Lignany se vyskytují v lněném semínku - 800x více než v kterékoliv jiné plodině. Lněný olej lignany neobsahuje (Millis P., 2002).

### **2.6.2 Parametry kvality**

Na pevnost vlákna klade textilní průmysl největší důraz. Vlákno by mělo splňovat tyto požadavky: mělo by být dlouhé, pružné, jemné, měkké, naprosto čisté, lesklé, řemínkovité, těžké, světlé barvy u máčeného lnu a stejnoměrně stříbrošedé barvy u lnu roseného. Jedním z nejdůležitějších znaků je pevnost, ta zajišťuje větší výdajnost při zpracování lnu v tírnách, ale je promítnuta i v jakosti výrobků a pevnosti příze. V přádelnách se vypřádá jemná příze to, ale je podmíněna jemností vlákna, jeho dělitelností, popřípadě schopností dělit svazky vláknů na vohlovacích strojích na technicky jemné vlákno. Měkkost vlákna, kterou určujeme hmatem je s touto vlastností také spojena. Pružnost vlákna tj. schopnost vlákna bez přetržení se prodlužovat a opět se navracet do původní délky je další z důležitých vlastností lněného vlákna (Šimon a kol., 1964).

## 2.7 Vliv technologie pěstování lnu na kvalitu produktu

Výsevek a počet rostlin na jednotku plochy ovlivňuje výnos stonku, semena a jakost vlákna. Výnos, kvalitu vlákna a semene, ale i kvalitu stonku ovlivňuje hnojení. Dusík je výnosotvorný prvek, který podporuje růst a výnos stonku. Draslík působí na jakost vlákna. Kvalitu vlákna a výnos stonků ovlivňuje řada faktorů, z nichž k nejdůležitějším patří vzájemné spolupůsobení srážek, teplot a relativní vzdušné vlhkosti během růstu lnu. Relativní vlhkost a atmosférické srážky výnos stonků také významně ovlivňují. Dalším faktorem kvalitní a bezproblémové sklizně je volba vhodné odrůdy. Správná volba osiva je zárukou dobrého výnosu semene a stonků (Štaud a Vašák a kol., 1997).

Dle Kolektivu VŠÚTPL Šumperk (1986) hnojení má vliv také na stabilizaci výnosu. Rozhodujícím předpokladem vysokého výnosu stonku, semene i vlákna je termín setí. Správná doba setí ovlivní i výskyt chorob. Je důležité dbát na správnou manipulaci při transportu balíků. Při dosoušení výčesků lnu je nutné dbát na správnou teplotu, nevhodná teplota může mít vliv na snížení nebo až ztrátu klíčivosti semene. Při rosení lnu musíme sledovat výskyt patogenních hub lnu (*Colletotrichum*, *Phoma*, *Botrytis*), které způsobují rozklad lýkových vláken.

## 2.8 Využití lnu

Mezi nejdůležitější domácí přadné plodiny patří len přadný. Semeno, pazdeří a přírodní lněné vlákno jsou základními surovinami, které len poskytuje pro odvětví zpracovatelského průmyslu. V posledních letech význam přadného lnu stoupá, ve vyspělých státech ovšem rychleji než u nás. Protože lněné vlákno na lidský organismus působí nedráždivě a svěže, je o výrobky z čistě přírodních materiálů zvýšený zájem. Mezi nejvýznamnější vlastnosti lněného vlákna patří prodyšnost, stálost a odolnost proti slunečním paprskům, pevnost, hygroskopičnost (Štaud, Vašák a kol., 1997).

V našich podmínkách rostlinná vlákna produkuje len a konopí. Silným konkurentem lnu je také bavlna, z tohoto důvodu se len používá jen velmi málo v textilním průmyslu. Tyto rostlinná vlákna lze využít i ve stavebnictví, papírenském průmyslu, v asfaltu (převážně koudel) ale i jinde, kde mohou nahradit syntetická vlákna a azbest. Z ekologického i hygienického hlediska by to bylo žádoucí.

V přádelnách bavlny může být zpracováno krátké lněné vlákno a stejným způsobem lze využít i odrůdy olejných lnů (Chloupek, 2000).

Historické záznamy poskytují přesvědčivý důkaz, že len byl ceněn ve středověku i ranném novověku jako potravina, lék, rezervoár a zdroj vlákniny. Dnes je ceněn pro mnohé stejné vlastnosti, ale i pro mnohé nové (Muir, Westcott, 2003).

Lněné semínko se používá v lidské stravě po tisíce let. V roce 650 př. Kr. Hippokrates lněné semínko používá v léčbě (Millis P, 2002).

### **2.8.1 Potravinářské využití**

Základní a nezbytnou surovinou pro tukový průmysl je tuk a bílkoviny, které získáme z lněného semene. Odpad, který vzniká při zpracování semene na olej – lněný šrot má velký význam. Jsou vhodným krmivem s dietetickými účinky působící zvláště na březí a nemocná zvířata například na dojnice, šroty obsahují 20 – 27% stravitelných bílkovin. Tyto šroty používá krmivářský průmysl jako důležitý komponent pro výrobu krmných směsí. Plevy jsou také hodnotným odpadem, jsou vhodným krmivem zejména pro ovce (Kolektiv VŠÚTPL Šumperk, 1986).

Vyhláška ze ČR č.451/2000Sb. stanoví požadavky na jakost u semene lnu dodávaného pro krmné účely. Vyhláška Mze ČR č.329/1997Sb. stanovuje požadavky na jakost na semeno lnu dodávané k přímé spotřebě jako semeno určené k lidské výživě (Baranyk a kol., 2010).

(ČSN 46 2300-5. Tato norma stanoví požadavky pro semeno lnu jako zemědělského výrobku určeného k průmyslovému zpracování. Požadavky na jakost jsou přizpůsobeny podmínkám stanoveným v ČSN EN ISO 658:2002 – Olejnatá semena - Stanovení obsahu nečistot, která mění termíny a definice a současně i způsob posuzování nečistot v olejnatých semenech užívaných jako základní surovina k průmyslovému zpracování. Norma stanoví požadavky na organoleptické vlastnosti semene lnu, jeho zdravotní nezávadnost a fyzikální i chemické vlastnosti. Dále stanoví základní hodnoty jednotlivých jakostních ukazatelů (<http://www.cni-normy.cz/>).

Len je populární potravinou ve výživě lidí i zvířat, hlavně díky žádoucímu složení mastných kyselin. Len má vynikající složení omega 3 mastných kyselin, u nichž bylo prokázáno, že mají mnoho zdravotních výhod. Správný a vyvážený příjem

esenciálních mastných kyselin je nezbytný k zajištění správné fyziologické funkce lidského těla. Funkce mastných kyselin zejména omega -3 má četné zdravotní přínosy. Bylo prokázáno, že hlavní rolí omega -3 mastných kyselin je snižování rizika náhlé srdeční smrti, rakoviny a ischemické srdeční choroby a jiných rizikových faktorů působící na lidské zdraví. Lněné semínko je vynikajícím zdrojem  $\alpha$  -linolenové kyseliny (ALA), jejíž dietetivní účinky mají vliv na snižování cholesterolu a kardiovaskulární insuficience, což bylo prokázáno při pokusech na králících a myších (Fofana, Cloutier, Duguid, Ching, Rampitsch, 2006).

### **2.8.2 Nepotravinářské využití**

Textilními výrobky, na které se vlákno zpracovává, jsou stolní a ložní prádlo, šatovky, dekorační tkaniny, potahové látky a utěrky. Z koudelky – krátkého vlákna se vyrábí technické výrobky, jako jsou například: stany, hadice, plachtoviny, motouz, provaznické výrobky, zejména pak obalové tkaniny a pytle, jemný cigaretový papír a výstužný materiál do oděvů (Štaud, Vašák a kol., 1997).

U krátkého vlákna olejného lnu je novým trendem využívání stonku (slámy) k výrobě materiálu pro průmyslové netextilní využití. Stonek olejného lnu tj. vedlejší produkt, sklízíme ho pro energetické využití nebo výrobu krátkého vlákna. Parametry hodnocení tohoto produktu nejsou oficiálně určeny a jsou záležitostí dohody mezi producentem a odběratelem, přičemž obsah živin (NPK) v prodáváném stonku se započítává do hodnoty ceny (Baranyk a kol., 2010).

Především průmyslový olej byl používán jako palivo do lamp (v domácnostech, na pracovištích a na posvátných místech), ale byl také používán v mnoha jiných směrech. Pro převážení kamenů z lomů, tažení pohřebních saní, a nebo i umístění sochy na místo se používala voda a tuk z lněného oleje, kvůli usnadnění pohybu (Wilkinson, 1988). Olej a sliz byl hlavní složkou při péči o vlasy, jako pleťový olej a díky svým ochranným a léčivým účinkům se také používal jako ochrana pokožky před sluncem a proti pokousáním hmyzem (Heinrich, 1991).

Lněná vlákna se používají v textilním průmyslu pro výrobu plátna, výrobu v papírenském průmyslu a také výrobu cigaretového papíru. Lněný olej se tradičně získává extrakcí osiva s organickým rozpouštědlem. V současné době se lněný olej používá pro výrobu tiskařského inkoustu, laků, plastů, linolea. Lněné vlákno



některých odrůd může být využito i jako bio textilie na výrobu izolací a biotextil (Jhala, Weselake, Hall, 2009).

Len na vlákno se v současné době pěstuje přibližně na 390 tis. ha po celém světě a to především v Číně, Ruské federaci, Francii a v Bělorusku (Demiray, Eşiz, Dereboylu, 2010).

## **2.9 Vliv hnojení dusíku na kvalitu produktu**

V pokusech, které byly prováděny v letech 2002 – 2003 ve Velké Británii, bylo testováno 29 odrůd přadného lnu. Dávky dusíku byly 40kg/ha a 80kg/ha. Bylo zjištěno, že u některých odrůd se vlivem N zvýšil výnos. Výnos byl ovšem ovlivněn i počasím. Nedoporučuje se hnojit více než 20kg/ha, vzhledem k zvýšení hrubé vlákniny. Výsledky prokázaly, že dusíkaté hnojivo nemělo významný vliv na kvalitu dlouhého vlákna. Rozdíly mezi odrůdami byly patrné při vyšší aplikaci N, při nižší aplikaci N byl podíl dlouhého vlákna v obou letech podobný. Výnos vlákna se měnil v závislosti na rosení a na ročním období. V současné době je možné sledovat, že nárůst aplikace dusíku snižuje výnos vláken. V tomto pokusu byly testovány také i české odrůdy - Bonet, Jitka, Jordán, Merkur a Venica (Dimmock, J.P.R.E., Bennett S.J., Wright D., Edwards-Jones G., Harris I.M., 2005).

V dalším pokuse bylo zjištěno, že hnojením N došlo k zvýšení výnosu semene o 17,8%. Podobný výsledek bylo možné vypočítat i u slámy lnu. Hnojení N také výrazně zvyšovalo koncentraci proteinu. Tento pokus probíhal v roce 1991. Je patrné, že dlouhodobé hnojení zvyšovalo výnos semen (Yang, Malhi, Song, Xiong, Yue, Lu, Wang, Guo, 2006).

Dle Rossini F., Casa R. (2003) bylo potvrzeno, že len má skromné požadavky na hnojení dusíkem a dusík nemá zásadní efekt na kvalitu lnu.

Dusík patří mezi nejdůležitější živiny u lnu a je často aplikován, aby zvýšil kvalitu a výnos semene. Bylo zjištěno, že hnojení dusíkem zvýší kvetení lnu až o 47%. Ze studie je patrné také to, že hnojení dusíkem zvyšuje koncentraci sušiny v semenech. Dusíkaté hnojivo využíváme pro optimalizaci výnosu semene. Reakce lněného semene na aplikaci N hnojiva je ovlivněna dostupností ostatních půdních živin, typem půdy, klimatem a vlhkostními podmínkami během vegetace. Akumulace N

v rostlině je důležitý zdrojem fotosyntetických produktů a dusíkatých sloučenin pro růst a vývoj semen. Dusíkaté hnojení zvýšilo množství biomasy ve fázi kvetení v průměru o 38% a zralost o 47% (Dordas, CH. A., 2012).

Dle (Gabiana, C., McKenzie, B.A., Hill, G.D., 2005) existuje řada studií zabývajících se vlivem N na len, ale mnohé si vzájemně odporují. Někteří autoři uvádějí příznivou reakci na hnojení N a někteří naopak uvádějí, že N hnojení nemá žádný vliv na výnos osiva a obsah oleje. Zajímavý pokus byl proveden v letech 2003 – 2004 na Lincolnově Univerzitě. Rostliny lnu, na které bylo aplikováno dusíkaté hnojivo měly lepší růst stonku, a byly vyšší, s delšími a těžšími stonky a mnohem vyšší produkcí vlákna. Ošetřené rostliny byly o 8 % vyšší, hlavní stonek byl o 7 % delší a měly o 35 % větší výnos semen. Hnojené rostliny produkovaly dvojnásobek vlákniny ve srovnání s rostlinami nehnojenými. Hlavní účinek dusíkatého hnojení se projevil podporou růstu stonku a zlepšením kvality vlákna. Na počet semen v tobolce neměl N významný vliv.

Dusík neovlivňoval hmotnost semen v tobolce, ale snižoval počet tobolk na rostlinu a mírně zvyšoval koncentraci oleje (Hocking, P. J.; Pinketton, A., 1993).

Dusíkatý stres snižoval počet odnoží, ale nezměněn vlivem nedostatku N zůstal počet tobolk na rostlinu, počet semen v tobolce a HTS. Dusíkatý stres snižuje množství semen a výnos oleje. Výnos semene a procento oleje se sníží s vysokou úrovní N dávky (Hocking P.J., 1995).

Jsou-li porosty, které pěstujeme hlavně pro olej, nemusí být nutná aplikace N při střední až vysoké úrodnosti půdy. Hnojení N zde vede ke snížení obsahu oleje. Tím je ovlivněn výtěžek oleje (Gabiana, C. P., 2005).

Podle pokusů probíhajících v letech 2004-2007, které probíhaly v Chile, došlo k ošetření porostu různými dávkami N (0, 100, 200 a 300kg N/ ha). Dle výsledků se výnos semene díky hnojení N zvýšil. Výnos velmi souvisel s dávkou N a dostupností vody. N je nejdůležitější živina ve výživě rostlin. Ovlivňuje obsah proteinů a chlorofylu, které jsou potřebné pro růst rostlin. Nadměrné N hnojení může podporovat vegetativní růst a mít za následek snížení produkce osiva. Když není omezena dostupnost vody, potom je nedostatek N hlavní příčinou snížení výnosu

semen. Výsledky ukázaly, že hnojení 40 – 60kg N/ ha je dostatečné k dosáhnutí přijatelných výnosů semene. Nebyl pozorován žádný vliv živin a jejich interakce na kyselinu olejovou, linolovou a alfa-linolenovou (Berti, M., Fischer, S., Wilckens, R., Hevia F., 2009).

Obsah a množství vysychavého lněného oleje jsou ovlivněny délkou dne, hustotou a hnojením. To přispělo ke zvýšení produkce, která byla úměrná zvýšení dávky dusíku. Tento pokus byl proveden v Rumunsku na odrůdách Lirina, Floriana, Florinda, Iunia 96 a Alexin (Laza, A., Pop G., 2012).

Výzkumy ukázaly, že dusík je potenciální živný prvek, ukazují příznivé účinky na výnos semen. S nárůstem hladiny dusíku došlo ke snížení výnosu lněného vlákna. Výzkumní pracovníci v různých klimatických a půdních podmínkách uvádějí hnojení N jako prospěšné a to bylo prokázáno na provedených terénních experimentech v Iráku na odrůdě lnu " Praserderia ". Zvýšení hladiny N (40, 80 nebo 120 kg N/ ha) výrazně zvýšilo výšku rostlin, suchou hmotnost, počet bazálních větví, květů a plodných větví. Další provedené experimenty hnojení lnu byly provedeny s hladinami dusíku 0, 25, 50 a 75 kg ha<sup>-1</sup>. Výrazně zvýšily výšku rostlin, počet odnoží na rostlinu a akumulaci sušiny v rostlině. Sušina dle hladiny N v 0, 25, 50 nebo 75kg N ha<sup>-1</sup> se měnila v rozmezí od 9,88 do 14,40g. Pokud byla zvýšena dávka dusíku, mělo to za následek významný nárůst počtu tobolek. Při dávce dusíku 60kg N ha<sup>-1</sup> došlo ke snížení obsahu oleje. Procento lněného oleje se při zvýšení dávky dusíku snížilo, ale obsah bílkovin se zvýšil. Množství oleje se významně zvýšilo při každém hnojení dusíkem. Nejvyšší výtěžnosti oleje 40,3%, bylo dosaženo při pohnojení 30kg N ha<sup>-1</sup>. Z pokusu je také patrné, že pro kvalitní obsah oleje je důležitý poměr N : P. (Haldar, P., 2011).

V podmínkách ČR byly prováděny pokusy ze kterých vyplývá, že u lnu olejného výnos semene roste pokud pohnojíme 20 – 30 kg dusíku na hektar. Pokud použijeme vyšší dávku, dochází k poklesu výnosu. Při pokusech v Bangladéši bylo zjištěno, že při použití močoviny dojde ke zvýšení výnosu semen a až do dávky 75 kg dusíku na hektar, při dalším zvýšení dávky bude obsah oleje klesat. Egyptské výsledky experimentů ukazují, že s rostoucí dávkou dusíku (72 – 143 kg N) dojde ke zvyšování výnosů semen, ale při dávce nad 72kg/ha dojde redukci olejnatosti. Ve výzkumech, které popisovaly snížení olejnatosti, a které probíhaly ve Spojeném

království vyšlo, že při vyšších dávkách N dojde k nárůstu kyseliny olejové a kyseliny linolové. Až po odkvětu rostliny dochází k akumulaci 57 – 76% konečného obsahu dusíku. Remobilizace dusíku dosahuje 70 – 87% ze starých listů a je vyšší u rostlin s nedostatkem dusíku. Asi 10% dusíku, který se akumuluje v semenech je uvolňováno z listů (Ryant, P., 2003).

Z výzkumů, které provedli uvedení autoři vyplývá, že hnojení dusíkem jako takové nemá významný vliv na kvalitu produktu. Dusík je pro rostlinu samozřejmě velmi důležitý, hlavně díky němu dochází k zvýšení výnosů vlákna i semene, ale musí být aplikován ve správných dávkách, přehnojení vede naopak ke snížení množství vlákna i semene. Pozitivním jevem u hnojení dusíku je zvýšení množství sušiny a proteinu v semenech a také nárůst výnosu. Bylo zjištěno, že hnojení dusíkem zvýší také biomasu. Reakce lnu na aplikaci N hnojiva je ovlivněna mnoha faktory, jako jsou dostupnost půdních živin, typ půdy, klima, vlhkostní podmínky během vegetace a také poměr ostatních živin k dusíku. Dusík v rostlině je důležitým zdrojem fotosyntetické produktů a dusíkatých sloučenin pro růst a vývoj semen. Mnoho studií týkajících se vlivu N na koncentraci oleje v semeni si vzájemně odporuje. Někteří autoři uvádějí, že N hnojení má vliv na koncentraci oleje a jiní naopak konstatují, že tento vliv je nevýznamný. Shodují se ovšem v tom, že nadbytek dusíku množství oleje snižuje. Hnojení nemá vliv na kyselinu olejovou, linolovou a alfa-linolenovou. Nejdůležitějším vlivem při hnojení dusíkem se stává teprve až spolupůsobení ostatních faktorů, jako je hnojení ostatními prvky a to především P a K, ale také množství a pravidelnost dešťových srážek a obsah všech živin v půdě. Tyto faktory společně s hnojením N se významně podílí na kvalitě lněného produktu, ať už vlákna nebo oleje.

**Tabulka 1: Autoři věnující se vlivu N hnojení na kvalitu produktu lnu setého v posledních letech**

Autor	Rok	Místo pokusu	Vliv na kvalitu	Dávka N	Výsledky vlivu N	Jiné faktory	Další vlivy N
Berti, M.,	2009	Chile	Oleje	0 -300 kg/ha <sup>-1</sup>	Nemá vliv na složení oleje	Klima	Zvyšuje výnos semen
Dimmock a kol.	2005	Velká Británie	Vlákna	40kg/ha 80kg/ha	Nemá vliv na dlouhé vlákno	Počasí, rosení	Vyšší výnos vláknů
Dordas, CH. A	2012	Řecko	Vlákno a semeno	0 – 40 – 80 kg/ha <sup>-1</sup>	zvyšuje obsah sušiny semene	Genotyp, prostředí, datum setí, srážky	Kvetení, biomasa, výnos semen
Gabiana, C. P.	2005	Velká Británie	Semeno vlákno	0 – 150 kg/ha	Vyšší množství vlákniny ve vláknu	Zavlažování, obsah živin v půdě	Výnos semen
Gabiana, C., a kol.,	2005	Velká Británie	Semeno a vlákno	150 kg/ha močovina	Nemá vliv na složení oleje	Vlhkost půdy, období	Výnos semene, vláknů
Haldar, P.,	2011	Indie	Semeno a vlákno	25 – 125 kg/ha	Vliv na výnos vláknů,	Klima	Výšku rostl., počet tobolek, semen
Hocking P.J.,	1995		semena	X	Nedostatek snižuje obsah oleje	X	Nedostatek snižuje počet odnoží
Hocking, P. J.; A Pinketton,	1993		Vlákno a semena	X	Vliv na koncentraci oleje	X	X
Laza, A., Pop G.,	2012	Rumunsko	semena	X	Vliv není významný	Klima, termín setí	Produkce semen

Rossini F., Casa R.	2003	Itálie	Vlákno	40 – 80 kg/ha <sup>-1</sup>	Nemá vliv	Agrotechnika rosení,	X
Sheng- Mao Yang a kol.,	2006	Čína	Vláno a semena	90 – 150 kg/ha <sup>-1</sup>	Zvyšuje obsah proteinu	Dostupnost živin, srážky,	Výší výnos semene o 26,9%

### **3. Závěr**

Cílem mé bakalářské práce bylo napsat rešerši o technologii pěstování lnu setého a jeho potravinářské a nepotravinářské využití. V práci je podrobně zpracována technologie pěstování lnu. Najdeme zde historii lnu a jeho původ, morfologii, zakládání porostu, agrotechniku, výživu a hnojení, odrůdy, způsob sklizně a techniku rosení a uskladnění. Dále je zde popsáno, jakým způsobem můžeme len využít v potravinářství a také při nepotravinářském využití.

Původním záměrem bylo do bakalářské práce zahrnout anketu pěstitelů lnu. Bohužel se mi nepodařilo pro malý počet respondentů tuto anketu realizovat. Proto byla na pokyn vedoucího bakalářské práce rozšířena o rešeršní informaci. Ta byla získána zpracováním tématu „Vliv hnojení dusíkem na kvalitu produktu“ ve „Web of Science“, kde z anglických separátů a abstraktů původních prací byla sestavena tabulka autorů s jejich hlavními výsledky.

#### 4. Použité literatura:

BARANYK, Petr a kolektiv. *Olejniny*. Praha: Profi Press, 2010, s. 159 – 170. ISBN 978-8086726-38-0.

BeMILLER, J.N. *Quince seed, psyllium seed, flaxseed and okra gums*. In Whistler, R.L., and BeMiller, J.N. (eds), *Industrial Gums*, Academic Press, New York, 1973 pp. 185 – 206

BERTI, Marisol, FISCHER, Susana, WILCKENS, Rosemeri, HEVIA, Felicitas  
Flaxseed response to N, P and K fertilization in South Central Chile. *Chilean journal of agricultural research*, 69(2), 145-153. (APRIL-JUNE 2009)

ČAČA, Zdeněk, DUŠEK, Jindra, ŘÍMOVSKÝ, Karel, SVÍTIL Josef: *Ochrana polních a zahradních plodin*. 2 přepracované vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. 362 s. ISBN 80-209-0171-X.

DEMİRAY, Hatice, EŞİZ DEREBOYLU, Aylin: *The effects of excessive mineral salts and vitamins on fiber cell thickness in flax (*Linum usitatissimum*L. cultivar Sari 85)*. In: Turk J Biol 34 (2010) 305-312

D'ANTUONO, L. Filippo, ROSINI, Francesco: *Yield potential and ecophysiological traits of the Altamura linseed (*Linum usitatissimum* L.), a landrace of southern Italy*. In: Genetic Resources and Crop Evolution (2006) 53: 65–75

DIMMOCK, J. P. R. E., BENNETT, S. J., WRIGHT, D., EDWARDS-JONES, G., & HARRIS, I. M. Agronomic evaluation and performance of flax varieties for industrial fibre production. *The Journal of Agricultural Science*, 2005, 143(04), 299-309.

DORDAS, Christos A.: Nitrogen and dry matter dynamics in linseed as affected by the nitrogen level and genotype in a Mediterranean environment. In: Biomass and bioenergy 43 (2012) 1-11



FIŠEROVÁ, H., ŠEBÁNEK, J., HRADÍLEK, J., PROCHÁZKA, S.,: *The effect of quercetine on leaf abscission of apple tree (Malus domestica Borkh.), growth of flax (Linum usitatissimum L.) and pea (Pisum sativum L.), and ethylene production.* In: Plant soil environ., 52, 2006 (12): 559–563

FOFANA, Bourlaye, CLOUTIER, Sylvie, DUGUID, Scott, CHING, Jacqueline, RAMPITSCH, Chris: *Gene Expression of Stearoyl-ACP Desaturase and  $\Delta 12$  Fatty Acid Desaturase 2 Is Modulated During Seed Development of Flax ( Linum usitatissimum ).* In: Lipids 2006, Volume 41, Issue 7, pp 705-712

GABIANA, Cynthia P. *Response of linseed (Linum usitatissimum L.) to irrigation, nitrogen and plant population.* 2005. PhD Thesis. Lincoln University.

GABIANA, Cynthia, McKENZIE, B. A., HILL, G. D. The influence of plant population, nitrogen and irrigation on yield and yield components of linseed. In: *Agronomy New Zealand*, 2005, 35, 44-56.

GRANT, Cynthia A., MONREAL, Marcia A., IRVINE, R.B., MOHR, Ramona M., McLAREN, Debra L., KHAKBAZAN Mohammad: *Preceding crop and phosphorus fertilization affect cadmium and zinc concentration of flaxseed under conventional and reduced tillage.* In: Her Majesty the Queen in Right of Canada 2010, Plant Soil (2010) 333:337–350

HALDAR, Pallabendu. *Response of linseed (Linum usitatissimum L.) to different ratios and levels of nitrogen and phosphorus fertilizers under irrigation.* 2011. PhD Thesis. University of agricultural sciences.

HAMOUZ, Karel a kolektiv: *Cvičení z rostlinné výroby.* Praha: Vysoká škola zemědělská, H&H, 1993. ISBN 80-213-0140-6

HEINRICH, L. *The Magic of Linen: Flaxseed to Woven Cloth.* Orca Book, Victoria, B.C., 1992, 231 p.

HOCKING, P. J. Effects of nitrogen supply on the growth, yield components, and distribution of nitrogen in Linola. *Journal of plant nutrition*, 1995, 18.2: 257-275.

HOCKING, P. J.; PINKERTON, A. Phosphorus nutrition of linseed (*Linum usitatissimum* L.) as affected by nitrogen supply: effects on vegetative development and yield components. *Field Crops Research*, 1993, 32.1: 101-114.

HRAŠKA, Štefan, MARŠÁLEK Ladislav, BARTOŠ, Pavel: *Špeciálna genetika poľnohospodárskych rastlín: vysokoškolská učebnica pre vysoké školy poľnohospodárske*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1989, 211 s. ISBN 80-07-00022-4.

CHLOUPEK, O. *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. 2., uprav. a rozšíř. vyd. Praha: Academia, 2000, s. 208 – 209. ISBN 8020007792.

JHALA, Amit J., WESELAKE, Randall J., HALL, Linda M.: Genetically Engineered Flax: Potential Benefits, Risks, Regulations, and Mitigation of Transgene Movement. In: CROP SCIENCE, VOL. 49, November–December 2009, s. 1943 – 1954

Kolektiv autorů VŠÚTPL Šumperk: *Nové poznatky v pěstování, technologii sklizně a skladování lnu*. České Budějovice: Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, 1986

KOŁODZIECZYK, P.P., and FEDEC, P. *Processing flaxseed for human consumption*. In Cunnance, S.C., and Thompson, L.U. (eds), *Flaxseed in Human Nutrition*, AOCS Press, Champaign, IL, 1995 pp. 261 – 280

LAFOND, G. P.: *The effects of nitrogen, row spacing and seeding rate on the yield of flax under a zero-till production system*. *Can J. Plant Sci.*,73(2):375-382 (Apr. 1993)

LAZA, Adrian, POP, Georgeta: The influence of fertilization and seeding density on flax oil production duality. In: *Research Journal of Agricultural Science*, 44 (4), 2012

MORAGHAM, J.T. *Accumulation of cadmium and selected elements in flax seed grown on a calcareous soil*. In: Kluwer Academic Publisher. Printed in the Netherlands, *Plant and Soil* 150, (1993) s. 61-68.

- MUIR, Alister D.; WESTCOTT, Neil D. (ed.). *Flax: the genus Linum*. CRC Press, 2003.
- NEUERBURG, Wolfgang a Susanne PADEL a kol.,: *Ekologické zemědělství v praxi: přechod na ekologický způsob hospodaření. Pěstování rostlin a chov zvířat. Ekonomika podniku a odbyt*. Praha: Nadace FOA, 1994, 476 s.
- PAGEAU, Denis, LAJEUNESSE, Julie: *Effet de la date de semis sur la productivité du lin oléagineux cultivé en climat frais*. Can. J. Plant Sci. (2011) 91: 29-35
- PRUGAR, Jaroslav a kol., *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- ROJAS - CIFUENTES, Gonzalo A., JOHNSON, Burton L., BERTI, Marisol T. and NORVELL, Wendell A. : *Zinc fertilization effects on seed cadmium accumulation in oilseed and grain crops grown on North Dakota soils*. In: Chilean Journal of agricultural research 72(1) January-March 2012
- ROSSINI, F. and CASA, R. (2003), Influence of Sowing and Harvest Time on Fibre Flax (*Linum usitatissimum* L.) in the Mediterranean Environment. Journal of Agronomy and Crop Science, 189: 191–196. doi: 10.1046/j.1439 037X.2003.00034.x
- RYBÁČEK, Václav a kolektiv: *Rostlinná výroba 3: (praktikum)*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1965, 604 s.
- SMITH, B.D. *The Emergence of Agriculture*. Scientific American Library, New York, 1995 pp. 11- 13
- ŠIMON, Jaroslav a kolektiv: *Rostlinná výroba 2*. 1. vyd. Praha: SZN, 1964, 496 s.
- ŠPALDON, Emil a kolektiv: *Rostlinná výroba*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986, 714s.

ŠROLLER, Josef. a kolektiv: *Speciální fytotechnika: Rostlinná výroba*. 1.vyd. Praha: ČZU, 1997, 205 s. ISBN 80-86119-04-1.

ŠTAUD, Jindřich, VAŠÁK, Jan, PROCHÁZKA, Otakar: *Základy pěstování přadného a olejného lnu*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997, 64 s. ISBN 80-7105-130-6.

VAVILOV, Nikolaj Ivanovič: *Teoretické osnovy selekci*, Moskva : Nauka, 1987

VAISEY-GENSER, Marion, MORRIS, Diane H. : *Introduction: history of the cultivation and use of flaxseed*. In: MUIR, Alister D., WESTCOTT, Neil D.: *Flax: the genus Linum*. London: Routledge, 2003, 307 s. ISBN 0-415-30807-0.

WILKINSON, J.G. *A Popular Account of the Ancient Egyptians*. Bonanza Book, New York. (1988). 468 p.

YALCIN, Hasan, ÖZTÜRK, Ismet, TULUKÇU, Eray, SAĞDIC, Osman: *Influence of the harvesting year and fertilizer on the fatty acid composition and some physicochemical properties of linseed (*Linum usitatissimum* L.)*. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. (2011) 6:197–202

YANG, Sheng -Mao, MALHI, S. S., SONG, Jian-Rong, XIONG, You- Cai, YUE, Wei-Yun, LU, Li Li., WANG, Jian-Guo, GUO, Tien-Wen. (2006). Crop yield, nitrogen uptake and nitrate-nitrogen accumulation in soil as affected by 23 annual applications of fertilizer and manure in the rainfed region of Northwestern China. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 76(1), 81-94.

ZOHARY, Daniel, HOPF, Maria: *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europa and the Nile Valley*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2000, 11316 s. ISBN 0-19-850356-3.

ZUBAL, P. *Pestovanie olejní*. Piešťany: Výskumný ústav rastlinnej výroby, 1998, s. 61 – 69. ISBN 80-88720-02-8.

### **Elektronické zdroje:**

České technické normy, Olejnatá semena - Část 1: Společná ustanovení [cit. 2013-12-28]. Dostupné z ([www.cni-normy.cz/normy/normy-skup.php?trida=4623](http://www.cni-normy.cz/normy/normy-skup.php?trida=4623))

EAGRI ZEMĚDĚLSTVÍ, 2014 Len, konopí. [cit. 2014-01-7]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinne-komodity/len-konopi/situacni-a-vyhledove-zpravy/>

JEŽKOVÁ, Edita: Len setý olejný (*Linum usitatissimum* L.). *Biom.cz* [online]. 2002-03-12 [cit. 2014-01-29]. Dostupné z WWW <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/len-sety-olejny-linum-usitatissimum-l> ISSN: 1801-2655.

MILLIS, P.: Nutrition, cooking and health: Let's eat flax. Wholeness and wellness Journal of Saskatchewan.2002, 8, 8-9 [Online], [cit. 2014-02-9]. Available: [http://www.wholife.com/issues/8\\_3/02\\_article.html](http://www.wholife.com/issues/8_3/02_article.html)

RYANT, PAVEL, 2003: Len olejný. Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně, [online]. [cit. 2014-03-15]. Dostupné na [www](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/alterolejniny.htm#len).  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/olejniny/alterolejniny.htm#len](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/alterolejniny.htm#len)

ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ, 2013 Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15.6. 2013 [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné na [www](http://eagri.cz/public/web/file/247586/F_OlejninyAPradne13KV.pdf).  
[http://eagri.cz/public/web/file/247586/F\\_OlejninyAPradne13KV.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/247586/F_OlejninyAPradne13KV.pdf)

## 5. Seznam příloh:

Obrázek 1: Kořen lnu setého.....	13
Obrázek 2: Květ lnu setého .....	14
Obrázek 3: Tobolka lnu setého .....	15
Obrázek 4: Semeno lnu setého.....	16
Obrázek 5: Růstové fáze lnu .....	17
Obrázek 6: Dřepčík lnový .....	28
Obrázek 7: Třásněnka lnová.....	29
Obrázek 8: Porost lnu.....	59
Obrázek 9: Přímá sklizeň .....	60
Obrázek 10: Svinování balíků.....	61
Tabulka 1: Autoři věnující se vlivu N hnojení na kvalitu produktu lnu setého v posledních letech.....	45
Tabulka 2: Charakteristika forem lnu (podle Šrollera a kol., 1997) .....	55
Tabulka 3: Makrofenologická stupnice pro přadný a olejný len (podle Štauda, Vašáka a kol., 1997).....	56
Tabulka 4: Přadný len v ČR (upraveno dle Situačních a výhledových správ pro len a konopí) .....	58
Tabulka 5: Olejný len v ČR (upraveno dle Situačních a výhledových správ pro len a konopí a Situačních a výhledových správ pro olejniny) .....	58

**Tabulka 2: Charakteristika forem lnu (podle Šrollera a kol., 1997)**

<b>Znak</b>	<b>Len přadný</b>	<b>Len olejný</b>
Celková délka rostlin (mm)	700 – 1100	500 – 900
Výnos odsemeněných stonků (t.ha <sup>-1</sup> )	4 – 6	3 – 6
Obsah celkového vlákna (%)	do 30	do 26
Obsah dlouhého vlákna (%)	10 – 21	do 15
Kvalita vlákna	střední a velmi dobrá	nízká, hrubé vlákno
Velikost květů	Malé	Velké
Průměr tobolky (mm)	5 – 8	7 – 10
Počet tobolek (ks. rostlinu <sup>-1</sup> )	1 – 4	7 – 25
Počet semen v tobolce (ks)	do 10	do 10
HTS (g)	3,4 – 5,5	5,7 – 8,5
Výnos semene (t.ha <sup>-1</sup> )	0,5 – 1,1	1,2 – 2,3
Olejnatost (%)	37- 40	38 – 44
Výnos tuku (kg.ha <sup>-1</sup> )	180 – 440	450 – 1010
Střední vegetační doba (dny od vzejití do trhání přadného či sečení olejného lnu)	90 – 105	110 – 120
Způsob slizně	trhání, rosení, odvoz	sečení, odvoz
Počet rostlin při běž. Pěstování (ks.m <sup>-2</sup> )	1600 – 2100	600 – 900

**Tabulka 3: Makrofenologická stupnice pro prádny a olejny len (podle Štauda, Vařáka a kol., 1997)**

Růstová období	Etapa organogeneze	Charakteristika	Další údaje	Fáze DC
Klíčení		Suché semeno		00
		Nabobtnalé semeno	1 -3°C po 3 -7 dnů,	03
		Vyrašení kořínku	probíhá tepelné stadium při 5 - 8°C 5 – 8 dnů	05
Vzcházení	I.	Obloukovitě prodlužující se podděložní článek (hypokotyl)	8°C teplota po 3-5 dnů vzejití za 10 -15 dnů	10
	I.	Rozvinuté děložní listy		12
	I.	Diferenciace pupenů v úžlabí děložních listů		13
Stromeček	II.	Diferenciace vzrostného vrcholu s pravými listy, tvorba stonku a pravých listů. Ke konci fáze rostliny dosahují 5 – 8 cm, je vytvořeno cca 20 pravých listů se vzdálenostmi min. 5mm od sebe	Rozvinutí 2 pravých listů, citlivost rostlin, rozvoj kořenu	20
			Rozvinutí 4 pravých listů, vzrostný vrchol je ve shluku nejpozději diferencovaných listů	22
			Rozvinutí 8 pravých listů, délka stonku 7 -12 cm, probíhá při 10°C po dobu 10-14 dnů	24
Období rychlého růstu	III.	Další postupná diferenciace vzrostného vrcholu s listy, prodlužování vzdálenosti mezi listy	Prodlužování stonku, formování a prodlužování pravláken, tvoří se 70% hmoty rostl., doba trvání 25. – 55. den po setí	35
	IV.	Nárůst délky stonku		
	V.		Zakládání květních orgánů trvá 20 – 25 dnů při 10 - 14°C (rostl. dlouhého dne)	37
Butonizace	VI.	Diferenciace pupenů na vzrostném	Citlivost na sucho a složení	40



		vrcholu	světla-spektrální stádium	
	VII.	Zvětšování poupat	Nejcitlivější období na dostatek srážek	50
	VIII.	Prodlužování květních stopek s poupaty, vzrostný vrchol přebírá funkci při tvorbě květních pupenů	Rozhodující fáze pro tvorbu vlákn	53
		S ukončením diferenciac květních pupenů se končí diferenciac listů na stonku	Napřimování vrcholové části	56
Kvetení	IX.	Prosvítání korunních plátků, za 24 – 48 hod. otevření květu se současným opylením a oplozením, během několika hodin opad korunních plátků	Rostlina kvete 3 – 5 dnů	60
			Porost kvete 7 – 10 dnů	65
			Pokračuje tvorba vlákn	69
Tvorba tobolek	X.	Od oplození zvětšování tobolek		72
		Od 7. dne po oplození zřetelné znaky děloh a kořínků, od 15. dne po oplození semeno je schopno již klíčit	Ukončuje se formování a tvorba vlákn, začátek zelené zralosti	75
Zrání	XI.	Zelená zralost semeno zelené, měkké, nevyvinuté, vlákno obsahuje 0,5% ligninu	Přeměna zásobních látek v semeni, mění se barva, olistění a chemické složení vlákn, obsah vody v rostlině 60%	77
		Ranná žlutá zralost – semeno nevyvinuté, žluté, na špičce hnědne, vlákno obsahuje 1 – 1,3% ligninu	Zralosti se dosahuje za 85 – 95 dnů od zasetí	80
		Žlutá zralost- semen žluto-hnědé, vyvinuté, plně vyzrálé, vlákno obsahuje 1,6 – 2% ligninu	Semeno plně dozrává za 35 dnů po opálení, obsah vody v rostlině 40% následuje za 7 – 10 dnů po předešlé zralosti	90
		Plná zralost – tobolka hnědá, ve špičce se otevírá, semeno plně vybarvené, vlákno obsahuje až 4% ligninu	Stonk bez listů, tobolky a semeno hnědé	98

**Tabulka 4: Přádný len v ČR (upraveno dle Situačních a výhledových správ pro len a konopí)**

rok	Osetá plocha (ha)	Sklizeno roseného stonku (t)	Průměr na ha (t/ha)	Tex	Podíl dlouhého vlákna (%)	Podíl krátkého vlákna (%)	Předpoklad výroba vláken (t)	Krátké vlákno (t)	Dlouhé vlákno (t)
2009	153	490	3,20	120 – 125	10	18	130	81	49
2008	140	440	3,14	125 - 84	14	16	132	71	61
2007	824	2800	3,45	125 - 92	15	18	910	500	410
2006	2752	9000	3,3	125 - 92	16	18	3100	1650	1450
2005	4368	15000	3,4	125- 92	13,3	19,3	4900	2900	2000
2004	5499	19 290	3,6	125 - 92	15,2	14,8	5780	2850	2930

**Tabulka 5: Olejný len v ČR (upraveno dle Situačních a výhledových správ pro len a konopí a Situačních a výhledových správ pro olejninu)**

rok	Osetá plocha	Výnos t/ha	Produkce celkem t
2013	1513 ha	1,45t/ha	2194 t
2012	1683 ha	1,29t/ha	2402 t
2011	2475 ha	1,39t/ha	3433 t
2010	4094 ha	0,96t/ha	3928 t
2009	2631 ha	1,63t/ha	42911 t
2008	1171 ha	1,2t/ha	1405 t

Obrázek 8: Porost Inu



Zdroj: [http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com\\_phocagallery&view=category&id=4%3AInu&Itemid=63&lang=cs&limitstart=20](http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=4%3AInu&Itemid=63&lang=cs&limitstart=20)

Obrázek 9: Přímá sklizeň



Zdroj:

[http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com\\_phocagallery&view=category&id=4%3A1en&Itemid=63&lang=cs&limitstart=60](http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=4%3A1en&Itemid=63&lang=cs&limitstart=60)

Obrázek 10: Svinování balíků



Zdroj:

[http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com\\_phocagallery&view=category&id=4%3A1en&Itemid=63&lang=cs&limitstart=60](http://www.agritec.cz/new/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=4%3A1en&Itemid=63&lang=cs&limitstart=60)