

NUTRITION AND FERTILISATION OF ALTERNATIVE OIL PLANTS FOR NON-FOOD PURPOSES

VÝŽIVA A HNOJENÍ ALTERNATIVNÍCH OLEJNIN PRO NEPOTRAVINÁŘSKÉ ÚČELY

Ryant P.

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

E-mail: ryant@mendelu.cz

ABSTRACT

In search for new trends in agricultural land use in the present situation of overproduction of foodstuffs, growing unconventional species of oil plants for non-food purposes (production of paints, varnishes, soaps etc.) appears to be an alternative. The present paper summarises the information primarily related to the provision of optimum nutrition for such plants, which is a significant constituent of the cultivation technology. The paper describes the options of affecting seed yields, the oil content of seeds, and/or the composition of fatty acids in safflower (*Carthamus tinctorius*), flax (*Linum usitatissimum*), holy thistle (*Silybum marianum*) and false flax (*Camelina sativa*) when the above plants are fertilised with selected macro- and also microelements.

Key words: plant nutrition, fertilisation, alternative oil plants, safflower, *Carthamus tinctorius*, flax, *Linum usitatissimum*, holy thistle, *Silybum marianum*, false flax, *Camelina sativa*, seed yields, oil content, fatty acids

ABSTRAKT

V rámci hledání nových směrů využití zemědělské půdy při nadprodukcii potravin se jeví možnou alternativou pěstování netradičních druhů olejnin pro nepotravinářské účely (výroba barev, laků, fermeží, mýdel apod.). Příspěvek shrnuje poznatky především o zabezpečení optimální výživy těchto plodin, významné součásti jejich pěstitelské technologie. Je popisována možnost ovlivnění výnosu semen, obsahu oleje v semeni, popř. složení mastných kyselin u světlice barvířské (*Carthamus tinctorius*), lnu olejného (*Linum usitatissimum*), ostropestřece mariánského (*Silybum marianum*) a lničky seté (*Camelina sativa*) při hnojení vybranými makro- i mikroelementy.

Klíčová slova: výživa rostlin, hnojení, alternativní olejnin, světlice barvířská, *Carthamus tinctorius*, len olejný, *Linum usitatissimum*, ostropestřec mariánský, *Silybum marianum*, lnička setá, *Camelina sativa*, výnos semen, obsah oleje, mastné kyseliny

Ve vyspělých Evropských zemích i v ČR dochází v současné době k nadvýrobě obilnin a dalších tradičních plodin. Řešení spočívá buď v regulovaném útlumu produkce nebo ve výrazné restrukturalizaci zemědělství s rozvojem nepotravinářské produkce, tzn. v produkci surovin pro průmyslové a energetické zpracování. Jednou z možností je využití rostlinných olejů, protože dlouhé nepřerušované řetězce molekul mastných kyselin nabízejí svou rozdílnou délkou a rovněž svými substituenty velký počet možností chemických přeměn. Průmyslové využití rostlinných olejů dává široký prostor pro výrobu celé řady produktů (glycerolu, vyšších MK, jejich solí a esterů apod.), které se používají k výrobě plastických hmot, pryskyřic, laků, detergentů, umělých vláken, mazacích prostředků, aditiv aj.

K produkci rostlinných olejů pro chemický průmysl v podmínkách střední Evropy je vhodná řepka, slunečnice, len olejný, hořčice, popř. sója, z netradičních pak saflor, krambe, roketa setá, lnička setá, ostropestřec mariánský aj. (Šimon, Stražil, 1999; Moudrý, Stražil, 1999).

Pro dosažení dostatečných výnosů semen, výnosu oleje, popř. optimální skladby mastných kyselin je důležitá mj. harmonická výživa rostlin. V příspěvku je pozornost zaměřena na čtyři z nich: světlici barvířskou, len olejný, ostropestřec mariánský a lničku setou.

Světlice barvířská (*Carthamus tinctorius*)

Světlice barvířská neboli saflor je prastará kulturní rostlina pocházející z východní Indie. Znali ji už staří Egypťané, Řekové a Římané. V současnosti je nejvíce rozšířena ve střední Asii, Indii a Středomoří a je typickou plodinou stepních a polostepních oblastí. U nás je rozšířena převážně v suchých podmínkách jižní Moravy (PELIKÁN, HOFBAUER, 1999).



Nažky safloru dosahují olejnatosti 17 až 50 % (odslupkované semeno 45 až 50 %). Poněkud problematické je zatím odslupkování nažek. V polovysychavém oleji dominuje kyselina linolová - vitamín F (63 – 80 %) a olej je tedy velmi vhodný pro lidskou výživu. Vedle toho má i využití technické (výroba mýdel, fermeže, tiskařské černě, laků, kosmetických přípravků), popř. v lidovém léčitelství (ZELENÝ BARANYK, 1992; ŠIMON, STRAŠIL, 1999).

Nejrozšířenější je pěstování světlice v oblasti jejího původu, tzn. v Indii. V tomto regionu je také nejpropracovanější technologie jejího pěstování včetně systému výživy a hnojení. V pokusech se stupňovanými dávkami hlavních živin (N, P, K) zjistil ZAMAN (1988a,b), že

výnos nažek roste s rostoucí dávkou dusíku (0, 60, 120 kg.ha⁻¹), avšak při stupňovaných dávkách P, resp. K dosahuje maxima již při 17,5 kg P, resp. 33,2 kg K na ha. Obsah oleje v nažkách je potom nejvyšší při dávce 60 kg N na ha, roste s dávkou fosforu a není ovlivněn dávkou draslíku.

Vedle dusíku, fosforu a draslíku je často předmětem sledování také síra, popř. mikroelementy (např. zinek, bór, měď). Nejlepších výnosových výsledků na jílovito-hlinité půdě je dosahováno při aplikaci 20 kg S na ha společně s 26,4 kg P na ha (MOHD-ABBAS, 1995). Na vertisolích a aluviálních půdách bylo zvýšení výnosu nažek, obsahu oleje, výnosu oleje nejvyšší při aplikaci 30 kg S na ha a nejlepší formou síry se jevil síran amonný nejlépe v dělené aplikaci (VENKATESH *et al.*, 2002; SHARMA, BANSAL, 1998). BABHULKAR *et al.* (2000) popisuje významné působení aplikace síry v dávce 45 kg a současně zinku v dávce nad 15 kg na ha na výši výnosu nažek safloru. Kromě zinku působí pozitivně na zvýšení výnosu nažek a výnosu oleje také bór, který byl v pokusech BHILEGAONKARA *et al.* (1995), resp. PURVIMATHE *et al.* (1993) aplikován na vertisoly v dávkách 10, resp. 7,5 kg na ha spolu s dusíkem, fosforem a sírou. Bez efektu ovšem zůstala aplikace celé škály mikroelementů (Fe, Mn, Zn, B, Mo a Cu) jako přídatku k NPK hnojivu na zasolené pobřežní půdě (MAJÍ, BANDYOPADHYAY, 1989). Z hlediska správného načasování je podle EKSHINGEHO *et al.* (1995) nejvhodnější termín aplikace buď přímo při setí nebo 10 dnů před setím.

V Indii byla sledována také možnost listové výživy dusíkem ve formě 2% roztoku močoviny, ovšem bez vlivu na výnos nažek (HIREMATH *et al.*, 1993). Oproti tomu problematické zásobení rostlin fosforem na vápenitých půdách Egypta lze podle NEGMA *et al.* (1992) řešit opakovanou (4x) aplikací roztoku fosforu (1000 ppm).

Pro podmínky naší republiky je možné konstatovat, že safloru se daří především v suchých a teplých oblastech. Na půdu nemá specifické požadavky, vyhovuje mu půda s vyšším obsahem vápníku. Překážkou nejsou ani půdy zasolené, naopak na nich dosahuje vyšší olejnatosti. Neměl by se však pěstovat na půdách zamokřených a kyselých, nesnáší také čerstvý chlěvský hnůj. Za svoji odolnost vůči suchu vděčí mj. kořenům dorůstajícím do hloubky až 2,5 m, jimiž kromě vody získává také živiny splavené do hlubších vrstev (PELIKÁN, HOFBAUER, 1999; ZELENÝ, BARANYK, 1992; MOUDRÝ, STRAŠIL, 1999).

Průměrné dávky minerálních hnojiv se v našich podmínkách při výnosové hladině 2,0-2,5 t.ha⁻¹ pohybují v závislosti na úrodnosti půdy a předplodině v rozmezí 40-60 kg N, 13-18 kg P a 50-66 kg K na 1 hektar (ZELENÝ, BARANYK, 1992).

Len olejný (*Linum usitatissimum*)

Výsev této tradiční olejnině s původem v Přední Asii, vzniklé z *Linum angustifolium*, se v bývalém Československu od konce 50. let postupně snižoval. Teprve obnovený zájem

oleochemického průmyslu o vysychavý olej (k výrobě tiskařských a jiných barev, laků, fermeží a linolea, stabilizátorů PVC a jiných materiálů) a také zařazení lnu olejného mezi plodiny pěstované na půdě uváděné do klidu (tj. bez produkce potravin a krmiv), tzn. dotované (nařízení vlády č. 86/2001 Sb.), vedlo k rozšíření osevních ploch až na 2548 ha v roce 2002 (Len a konopí, 2003, Baranyk *et al.*, 1995).



Semena olejného lnu obsahují 30 – 48 % oleje bohatého na nenasycené mastné kyseliny, zvláště kyselinu α -linolenovou (40 – 68 %), kterou lze získat s technickou čistotou až 95 %.

Olejný len je možné pěstovat od kukuřičné po bramborářskou výrobní oblast na lehkých písčito-hlinitých půdách do nadmořské výšky 450 m n. m. (Štaud, 1999). Rostliny lnu vytvářejí silný hlavní kořen pronikající hluboko do půdy, což umožňuje pěstování olejného lnu v suchých oblastech (Baranyk *et al.*, 1995). Vyššího výkonu však dosahuje na hlubokých půdách s neutrální půdní reakcí (Honermeier, 1991). V osevním postupu je obvykle zařazován na konec tratě po hnojení organickými hnojivy. Vhodnou předplodinou je jetelotráva, ozimé obilniny a brambory. Méně vhodné až nevhodné předplodiny jsou jarní obilniny, rozorané louky, ozimá řepka, žito a kukuřice. Po sobě můžeme len pěstovat po šesti až sedmi letech (Štaud, 1999; Moudrý, Stražil, 1999).

Olejný len je plodina s nižšími nároky na přímé hnojení minerálními hnojivy. Sklízni 1,8 – 2,0 t semen a 2,0 – 4,5 t stonku z jednoho hektaru len odebere do konce fáze zelené zralosti 80 – 105 kg N, 43 – 50 kg P₂O₅, 90 – 110 kg K₂O, 50 – 63 kg CaO, 15 – 20 kg MgO. Detailnější rozdělení odběru semeny a stonky uvádí tab. 1.

Tab. 1: Odběr živin sklízni v kg na 1 tunu sušiny lnu olejného (Moudrý, Stražil, 1999)

	N	P	K	Ca	Mg
semena	36,1	5,8	7,0	2,7	3,4
sláma	6,9	1,7	7,7	4,5	0,9

Aplikaci minerálních hnojiv provádíme pouze při předset'ové přípravě půdy. V některých provinciích Kanady (Growing Flax, 2003), největšího světového producenta olejného lnu, je doporučována aplikace malé dávky fosforu (20 kg P₂O₅) formou hnojení pod patu. Semeno lnu je ovšem velmi citlivé a hnojivo může způsobit poruchy klíčení a vzházení. Hnojení po zasetí nebo během vegetace lnu je zcela nevhodné, snižuje výnos semene, prodlužuje vegetační dobu a způsobuje větší pravděpodobnost polehnutí.

Metodika ZVÚ Kroměříž (Rámcová metodika 1, 2003) doporučuje aplikovat ke lnu cca 10 – 25 kg N, 40 – 60 kg P₂O₅, 60 – 80 K₂O na ha. To odpovídá výsledku pokusů Zubala (2001) na Slovensku, kde bylo nejlepšího výnosu dosaženo při dávkách 30 kg N, 25 kg P a 60 kg K na ha.

Na základě víceletých pokusů Štauda *et al.* (1996) jsou pro podmínky ČR doporučovány poměrně nízké dávky **dusíku** (max. 20 – 30 kg na ha). Hlavní zásadou je vypěstovat nepolehlý porost. Dávka dusíku se určí podle obsahu minerálního dusíku v půdě tab. 2. Při jeho střední zásobě v půdě by dávka neměla přesáhnout 20 kg N na ha. Využití dusíku z hnojiva je 15 – 70 % (Lahola, Králová, 1994). Vzhledem k nízkým dávkám je nutná přesná plošná aplikace. Nejvhodnější hnojiva jsou kapalný DAM 390, NP sol nebo ledek amonný s vápencem aplikovaný pneumatickým rozmetadlem.

Tab. 2: Stanovení předseťové dávky N pro hnojení olejného lnu podle obsahu minerálního dusíku v půdě (Štaud *et al.*, 1996)

Obsah N _{min} v půdě v mg.kg ⁻¹ zeminy	Dávky N kg.ha ⁻¹ podle nadmořské výšky lokality	
	do 350 m	350 – 500 m
do 8 nízký	25 – 30	15 - 25
8,1 – 12 střední	15 – 20	10 – 15
12,1 – 22 dobrý	10	do 10
nad 22 vysoký	-	-

Z pokusů Štauda (2000) v podmínkách ČR vyplývá, že výnos semene olejného lnu roste do 20 – 30 kg dusíku na hektar a při vyšších dávkách již klesá. Při použití močoviny ve dvou dávkách se v pokusech Shahidullaha *et al.* (1994) v Bangladéši výnos semen a obsah oleje zvyšoval až do dávky 75 kg dusíku na hektar a teprve pak klesal. Výsledky experimentů v Egyptě Kholosy *et al.* (1996) ukazují zvyšování výnosů semen s rostoucí dávkou dusíku (72 – 143 kg N) a redukcí olejnatosti při dávkách dusíku nad 72 kg na ha. Také Froment *et al.* (2000) při výzkumech ve Spojeném Království popisují snížení olejnatosti při vyšších dávkách N, pokles obsahu kyseliny linolové a naopak nárůst kyseliny olejové. Z hlediska distribuce dusíku popisuje Hooking (1995) akumulaci 57 – 76 % konečného obsahu dusíku v rostlině až po odkvětu. Remobilizace dusíku ze starých listů dosahuje 70 – 87 % a je vyšší u dusíkem deficitních rostlin. Dusík uvolněný z listů představuje asi 10 % dusíku akumulovaného v semenech.

Také jarní aplikace **fosforu** je nutná, i když jeho využití z hnojiva za vegetaci se pohybuje kolem 9 – 16 %. Nejvíce fosforu z hnojiva len přijímá do fáze stromečku (až 70 %). V dalších fázích převládá příjem fosforu z půdní zásoby, tzn. že využívá fosfor aplikovaný k předchozím plodinám (Growing Flax, 2003)). Podle Štauda *et al.* (1996) nemá přímé hnojení fosforem vliv na výnos semene a HTS, avšak v pokusech Asghara *et al.* (2002) v Pákistánu stupňované dávky

fosforu významně ovlivnily počet tobolek na rostlinu, počet semen na rostlinu, HTS, výnos semen a obsah oleje.

Rozhodující pro určení dávky fosforu je jeho zásoba v půdě. Pro jarní hnojení doporučují Štaud *et al.* (1996) při vyhovující a dobré zásobě 35 – 40 kg P₂O₅ a při nízké zásobě 45 – 60 kg P₂O₅ na ha. K hnojení doporučujeme Superfosfát, z kapalných hnojiv Fostim.

Spotřeba **draslíku** lnem je na druhém místě za dusíkem. Draslík má význam pro odolnost proti poléhání stonku a ovlivňuje vodní režim rostlin olejného lnu. Podle Fromenta *et al.* (2000) zvyšuje aplikace draslíku, popř. draslíku a síry, obsah kyseliny linolové v semeni a hodnotu jódového čísla indikujícího množství nenasycených mastných kyselin.

Většina půd, na kterých se olejný len pěstuje, má dobrou zásobu draslíku. Přesto je střední dávkou draslíku udržována jeho dostatečná zásoba v půdě pro následující plodiny. Využití draslíku lnem z hnojiva je kolem 40 – 50 %. Potřeba hnojení draslíkem vychází z jeho zásoby v půdě. Při vyhovující a dobré zásobě doporučují Štaud *et al.* (1996) aplikovat 60 – 70 kg K₂O a při nízké zásobě 90 – 120 kg K₂O na ha.

Vápníkem se k olejnému lnu nehnojí, i když jeho potřeba je třetí nejvyšší. Dostačuje dodržení pravidelného vápnění mletým vápencem v osevním sledu. Případný nedostatek vápníku se projevuje až ve fázi rychlého růstu prohýbáním stonku pod vrcholem, později může vrchol i odumřít.

Len je považován za sorbenta těžkých kovů, zvláště Cd, Cu, Zn, Pb (tab. 3). Výsledky s ¹⁰⁹Cd prokázaly, že nejvíce kadmia je ukládáno v semeni a ve stonku, méně v listech a nejméně v kořeni. Příjem kadmia se zvyšuje zejména na kyselých půdách s pH pod 5 (Štaud, 1997).

Tab. 3: Obsah těžkých kovů v semeni lnu olejného v mg.kg⁻¹ (Štaud, 1997)

	Cd	Pb	Cu	Hg	As
limitní obsah	0,6	0,6	20	-	-
zjištěný obsah	0,1-0,9	0,3-0,7	11,5	0,003	0,01

Ostropestřec mariánský (*Silybum marianum*)

Až jeden a půl metru vysoká statná bylina původem z východního Středozeří a Přední Asie je především naší velkoplošně nejpěstovanější léčivou rostlinou (Buchtová, Drašnarová, 2003). Farmaceutický průmysl využívá obsahu flavonolignanů (silybin, silymarin, silydianin a silicristin) v jejich semenech, které mají hepatoprotektivní efekt. Vedle toho obsahují nažky ostropestřce také 26 až 28 % bílkovin, 25 až 35 % oleje s vysokým podílem kyseliny linolové (55 až 72 %) a olejové (15 až 26 %) a 8 až 12 % nasycených mastných kyselin (Schuster, 1992). V pokusech ČZU v Praze (Baranyk *et al.*, 1995) bylo dosaženo průměrné olejnatosti 24,5 %, přičemž značné rozdíly byly způsobovány rozbory nestejně zralých nažek.



Ostropestřec mariánský vytváří velké množství biomasy a pro její tvorbu odebírá z půdy poměrně velké množství živin. Problematikou optimální výživy této plodiny se detailně věnují především v oblasti severního Egypta. Na písčitéch půdách této oblasti je popisováno pozitivní působení dávek dusíku (120 až 240 kg.ha⁻¹), resp. fosforu (62 kg.ha⁻¹) na výnos nažek, výnos oleje a silymarinu (Omer *et al.*, 1998). Při srovnání různých druhů dusíkatých hnojiv (močovina, síran amonný a dusičnan amonný, všechny v dávce 143 kg N na ha) poskytuje nejvyšší výnos nažek síran amonný a jeho dělená aplikace ve dvou termínech poskytuje také vyšší výnos oleje a všech složek silymarinového komplexu (Omer, 1996). Také při sledování vlivu dvou dávek dusíku (70 a 140 kg.ha⁻¹) a tří dávek draslíku (46, 71 a 95 kg K na ha) působí nejvyšší dávky nárůst výnosu nažek, výnosu oleje a obsahu oleje v nažkách ve srovnání s nižší hladinou hnojení, avšak nemají významný vliv na obsah flavonolignanů (Omer *et al.*, 1993). Ostropestřec je zde pěstován také pod závlahami, kde při vysokých dávkách dusíkatých a draselných hnojiv (476 kg N na ha v dusičnanu amonném a 99 kg K na ha v síranu draselném) dosahuje vyššího výnosu nažek, výnosu oleje a silymarinu ve srovnání s nižší úrovní hnojení dusíkem a draslíkem (238 kg N na ha a 99 kg K na ha) (Omer *et al.*, 1995). Procentický obsah oleje v nažkách a také obsah silymarinu však vysokými dávkami dusíku již není ovlivněn (Omer *et al.*, 1995, 1998). Efekt dusíkatého hnojení ostropestřce mariánského byl zkoumán také v Německu, avšak výnos nažek byl ovlivněn negativně a obsah silymarinu se lišil od dusíkem nehnojených rostlin pouze o 0,03 % (Schunke, 1992).

Pro podmínky střední Evropy je doporučováno vysévat ostropestřec na půdu ve staré půdní síle. Dávky dusíku by měly být v rozmezí 60 - 90 kg, ve srážkově bohatších regionech je

výhodné dávku dusíku dělit. Jednu až dvě třetiny aplikovat při předset'ové přípravě a zbytek ve fázi 6-8 pravých listů. Paušálně je možné aplikovat cca 300 - 400 kg NPK předset'ově.

Podle rámcové metodiky pěstování ostropestřice mariánského Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž (Rámcová metodika 2, 2003), s.r.o. je pro podmínky ČR doporučováno aplikovat 45 až 60 kg N, 17,5 kg P a 33,2 kg K na ha. V praxi to znamená aplikovat 200 kg.ha⁻¹ NPK (19-19-19) a v případě vysoké nebo velmi vysoké zásoby K v půdě 100 kg Amofosu na ha na podzim. Na jaře je potom vhodné aplikovat 100 až 150 kg dusičnanu amonného před setím nebo ihned po zasetí. Jako nejvhodnější regiony pro pěstování ostropestřice je popisována zemědělská výrobní oblast řepařská nebo obilnářská s hlubší hlinitou půdou a s velmi dobrou zásobou živin.

Lnička setá (*Camelina sativa*)

Jedna z nejstarších kulturních rostlin původem pravděpodobně z Přední Asie a jihovýchodní Evropy. Ačkoliv byla lnička v Evropě pěstována již v době bronzové (Schutze-Motel, 1979), je její využití v současnosti nedostatečné. Zkoumání agronomického využití tohoto druhu probíhá současně v Evropě (Zimmermann, Kuechler, 1961; Marquard, Kuhlmann, 1986) a v severní Americe (Plessers *et al.*, 1962; Robinson, 1987). Podle Putnama *et al.* (1993) je lnička vhodnou plodinou pro trvale udržitelné zemědělství vzhledem k minimálním požadavkům na zpracování půdy, vysoké konkurenceschopnosti s plevely a díky vegetačnímu pokryvu půdy přes zimní období.



Na Moravě byla doporučována již v roce 1847 a v letech 1935 až 1936 byla zařazena do pokusů semenářské sekce Zemského výzkumného ústavu zemědělského v Brně (Chmelař, Šimon, 1937). V 50. letech minulého století se u nás pěstovala asi na 3 000 ha, postupně však byla opuštěna. Po vyšlechtění nových odrůd, zejména v Německu (Seehuber, 1984; Seehuber *et al.*, 1987), se nyní rozšiřuje jako alternativní olejovina v zemích západní Evropy.

Pokusy Baranyka *et al.* (1995) prokázaly průměrnou olejnatost semen lničky přes 30 %, ačkoli se v literatuře uvádí až 42 %. Olej je charakterizován vysokým podílem kyseliny linolenové (35 až 40 %) a eikosenové (15-20 %) s méně než 4 % kyseliny erukové, což předurčuje jeho využití hlavně k technickým účelům (vysychavý olej pro výrobu barev, laků, fermeží, mýdel, maziv) (Seehuber, 1984; Luehs, Friedt, 1993; Budin *et al.*, 1995).

Z agrotechnických opatření předurčuje kvalitu semen, výnos oleje a složení mastných kyselin zejména vyrovnaná výživa a hnojení lničky seté (Zdernowski *et al.*, 1999; Honermeier,

Agegnehu, 1996). V literatuře je popisován pozitivní účinek dusíkatého hnojení na výnos semen lničky. Szczebiot (2002) uvádí nejvyšší výnos semen při dělené aplikaci dusíku v celkové dávce 80 kg.ha⁻¹, přičemž skupenství aplikované močoviny výnos neovlivnilo. Na základě výzkumů prováděných ve Spojeném království a také ve Francii je pro lničku doporučována dávka dusíku ve výši 100 kg.ha⁻¹ při setí na konci března a výsevu kolem 350 semen na m² (Pearson *et al.*, 1999; Merrien, Chatenet, 1996). Podobně také Agegnehu a Honermeier (1997) popisují nárůst výnosotvorných prvků a výnosu semen se vzůstající dávkou aplikovaného dusíku, přičemž nejvyššího výnosu dosáhli při 120 kg dusíku na ha a výsevu 400 semen na m². Výsledky vlivu hnojení sírou (Pearson *et al.*, 1999), resp. sírou a hořčíkem (Szczebiot, 2002) na výnos semene lničky seté nejsou přesvědčivé.

Obsah oleje a složení mastných kyselin zkoumal v podmínkách ČR Stražil (1997) a z jeho výsledků vyplývá, že hnojení dusíkem nemělo významný vliv na tyto parametry. Také pokles výnosu semen při redukcí dávky dusíku v pokusech v Německu snižovalo výnos méně než se očekávalo (Muller *et al.*, 1999).

Tab. 4: Odběr živin sklizní v kg na 1 tunu sušiny lničky seté (Moudrý, Stražil, 1999)

	N	P	K	Ca	Mg
semena	40,7	7,1	9,6	3,5	3,2
sláma	8,0	1,5	10,4	8,3	1,4

Obecně lze konstatovat, že lnička není náročná na výživu a lze ji zařadit mezi tzv. low-input plodiny. Lze ji pěstovat na téměř všech stanovištích s výjimkou těžkých, zamokřených, kyselých půd a zaplevelených pozemků. Na živinami dobře zásobených půdách se obejde bez hnojení, její nároky jsou podobné jako u ostatních křížatých rostlin se stejným výnosovým potenciálem. Odběr živin semeny a slámou uvádí tabulka 4. Na hnojení dusíkem reaguje lnička obdobně jako hořčice nebo len (Robinson, 1987), při vyšších dávkách hrozí nebezpečí polehnutí porostu. Jako předplodina je nejlepší luskovina nebo organicky hnojená okopanina. Bramm *et al.* (1990) zjistili, že lnička je schopna kompenzovat počáteční vláhový deficit lépe než len nebo mák. Kromě vysoké odolnosti vůči suchu snáší dobře i nízké teploty (do vytvoření pravých lístků ji nepoškodí ani mráz -10°C) (Zelený, Baranyk, 1993). Se zřetelem na velmi krátkou vegetační dobu postačí hnojení před setím, při pokusném pěstování v Rakousku byla lnička hnojena ve dvou termínech – základní hnojení na konci února (50 kg N, 20 kg P, 20 kg K a 8 kg Mg na ha) a přihnojení dusíkem (41 kg.ha⁻¹) v polovině května (Mayr, 1999). Je možné použít i menší dávky organických hnojiv a lze ji zařadit také jako druhou plodinu např. po raných bramborách (Putnam *et al.*, 1993; Moudrý, Stražil, 1999; Dostálek *et al.*, 2000).

Ve světě i u nás se sledují ještě další netradiční rostliny, které mohou poskytnout olej. Patří k nim např. *Lallemantia iberica* - lallemancie iberská – olejnička (Moudrý, Stražil, 1999), *Cucurbita pepo* – tykev olejná (Bartoška, 1999), *Oenothera* – pupalka, *Euforbia* – pryšec (Portner, 1993; Rotenhan, 1993; Zech, 1993), *Madia* – madie, různé druhy rodu *Brassica*: *B. nigra* – hořčice černá, *B. juncea* – hořčice sareptská, *Calendula officinalis* – měsíček (Štolcová, Zukalová, 1999), *Lepidium sativum* – řeřicha setá, *Vernonia galamensis*, *Lesquerella fendleri* (Angelini *et al.*, 1997; Ust'ak, Honzík, 1996), *Eruca sativa* – roseta setá (Cerný *et al.*, 1997), dále některé druhy stromů a další.

POUŽITÁ LITERATURA

- Agegnehu, M. – Honermeier, B.: *Effects of seeding rates and nitrogen fertilization on seed yield, seed quality and yield components of false flax (Camelina sativa Crtz.)*. Bodenkultur. 1997, 48: 1, 15-21.
- Angelini, L. G. – Moscheni, E. – Colonna, G. – Belloni, P. – Bonari, E.: *Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in central Italy*. Industrial crops and Products 1997, 6 (3-4): 313-323.
- Asghar, Ali - Mumtaz-Hussain - Asif-Tanveer – Nadeem, M. A. – Haq, T.: *Effect of different levels of phosphorus on seed and oil yield of two genotypes of linseed (Linum usitatissimum L.)*. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 2002, 39: 4, 281-282.
- Babhulkar, P.S. – Dinesh, K. a. r. – Badole, W. P. – Balpande, S. S. – Kar, D.: *Effect of sulphur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in Vertisol*. Journal of the Indian Society of Soil Science. 2000, 48: 3, 541-543.
- Baranyk, P. – Zelený, V. – Zukalová, H. – Hořejš, P.: *Olejnatost vybraných druhů alternativních olejnin*. Rostlinná výroba, 41, 1995 (9): 433-438.
- Bartoška, J.: *Tykev olejná – zajímavá jarní olejнина*. Úroda, 1999, 3:11.
- Bhilegaonkar, M. W. – Ekshinge, B. S. – Karle, B.G.: *Effects of phosphorus, sulphur and boron levels on dry matter and grain yield of safflower*. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 1995, 20: 1, 132.
- Bramm, A. - Dambroth, M. - Schulte-Korne, S.: *Analysis of yield components of linseed, false flax, and poppy*. Landbauforschung Volkenrode 1990, 40:107-114.
- Budin, J. T. - Breene, W. M. – Putnam, D. H.: *Some compositional properties of camelina (Camelina sativa L. Crantz) seeds and oils*. J. Am. Oil Chem. Soc. 1995, 72: 309-315.
- Buchtová, I. – Drašnarová, Z.: *Léčivé, aromatické a kořenové rostliny (Situční a výhledová zpráva)*. MZe ČR, Praha, 2003, 46 s.
- Cerný, M. S. – Taube, E. – Battaglia, R.: *Identification of bis(4-iso-thiocyatobutyl) disulfide and its precursor from Rocket salad (Eruca sativa)*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44, 1997, 12: 3835-3839.

- Dostálek, P. – Michalová, A. – Škeřík, J. – Hutař, M. – Mitáček, T.: *Netradiční plodiny*. Bulletin ekologického zemědělství. PRO-BIO Šumperk, 2000.
- Ekshinge, B. S. – Sondge, V. D. – Shelke, V. B. – Arthamwar, D. N.: *Studies on safflower varieties as influenced by different fertilizer levels*. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 1995, 20: 2, 255-258.
- Froment, M. A. – Turley, D. – Collings, L.V.: *Effect of nutrition on growth and oil quality in linseed*. Tests of Agrochemicals and Cultivars. 2000, No.21, 29-30.
- Growing Flax – Fertilizer Practices. [on/line] www.flaxcouncil.ca/19.htm, last reviewed 03/29/02.
- Hiremath, S. M. – Chittapur, B. M. – Hosmani, M. M.: *Effect of population and planting geometry on the seed yield of late sown safflower under rainfed condition*. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 1993, 6: 3, 294-296.
- Honermeier, B.: *Aktuelles zum Ambau von Öllein*. Feldwirtschaft, 32, 1991 (4): 189-190.
- Honermeier, B. – Agegnehu, M.: *Camelina has a future as a non-food crop*. Neulandwirtschaft. 1996, No. 12, 44-46.
- Hooking, 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.
- Chmelař, J. – Šimon, V.: *Vyhličky na pěstování v Československu u hořčice, lničky a olejné ředkve podle pokusů v letech 1935-1936*. In: Sbor. Čs. Akad. Zeměd., 12, 1937: 22-31.
- Kholosy, A. S. – Negm, A. Y. – Ibrahim, H. M. – Moshtohry, M. R.: *Effect of nitrogen fertilization and weed control in flax*. Annals of Agricultural Science, Moshtohor. 1996, 34: 1, 93-106.
- Lahola, J - Králová, M.: *Vliv různých forem dusíkatých hnojiv na výnos a odběr dusíku lnem*. Len a konopí, 1994, 12: 3-13.
- Len a konopí, Ministerstvo zemědělství ČR. Praha, 2003.
- Luehs, W. - Friedt., W.: *Non-food uses of vegetable oils and fatty acids*. p. 73-130. In: D.J. Murphy (ed.), Designer oil crops, breeding, processing and biotechnology. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1993, Germany.
- Mají, B. – Bandyopadhyay, B. K.: *Effect of micronutrients on yield and nutrient uptake by safflower on coastal saline soil of Sundarban, West Bengal*. Journal of the Indian Society of Coastal Agricultural Research. 1989, 7: 1, 77-80.
- Marquard, R. – Kuhlmann, H.: *Investigations of productive capacity and seed quality of linseed dodder (Camelina sativa Crtz.)*. Fette Seifen Anstrichmittel 1986, 88: 245-249.
- Mayr, W.: *Production of Camelina sativa*. [on line] last update: June, 11, 1999. <http://btgs1.ct.utwente.nl/eeci/archive/biobase/B10373.html>
- Merrien, A. – Chatenet, F.: *Camelina sativa: yield development*. Oleoscope. 1996, 35: 24-27.

- Mohd-Abbas, Tomar, S. S. – Nigam, K. B. – Abbas, M.: *Effect of phosphorus and sulphur fertilization in safflower (Carthamus tinctorius)*. Indian Journal of Agronomy. 1995, 40: 2, 243-248.
- Moudrý, J. – Stražil, Z.: *Pěstování alternativních plodin*. ZF JU v Českých Budějovicích, 1999, 165 s.
- Muller, M. – Ordon, F. – Friedt, W.: *Perspectives for efficient cereal and oilseed production in marginal areas*. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung. 1999, 40: 5-6, 275-281.
- Negm, M. A. - Abdel-Reheem, M. A. – Montasser, S. Y.: *Effect of different rates and frequencies of foliar applications of phosphorus on safflower growing on calcareous soils*. Egyptian Journal of Soil Science. 1992, 32: 4, 513-521.
- Omer, E. A. – Ibrahim, M. E. – Razin, A. M. – Ahmed, S. S.: *Effect of spacing, nitrogen and potassium fertilization of Silybum marianum L. cultivated in newly reclaimed lands*. Egyptian Journal of Horticulture. 1995, 22: 1, 97-108.
- Omer, E. A. – Ahmed, S. S. – Fayed, T. B. – Ezzel-Din, A. A.: *Seed yield of Silybum marianum L. as affected by row spacing and fertilization in new reclaimed lands of Egypt*. Egyptian Journal of Horticulture. 1998, 25: 3, 281-293.
- Omer, E. A.: *Effect of different nitrogen sources on Romanian Silybum marianum cultivated in sandy and clay soils*. Egyptian Journal of Horticulture. 1996, 23: 1, 63-76.
- Omer, E. A. – Refaat, A. M. – Ahmed, S. S. – Kamel, A. – Hammouda, F. M.: *Effect of spacing and fertilization on the yield and active constituents of milk thistle, Silybum marianum*. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 1993, 1: 4, 17-23.
- Pearson, N. – Walker, K. C. – Barrow, A. (ed.) – Biddle, A. (ed.) – Cook, S. (ed.) – Knott, C. M. (ed.) – Lainsbury, M. A. (ed.) – Walker, K.: *The performance of Camelina sativa in the UK*. Protection and production of combinable break crops, Royal Agricultural College, Cirencester, UK, 14-15 Dec. 1999. Aspects of Applied Biology. 1999, No. 56, 249-255.
- Pelikán, J. - Hofbauer, J.: *Saflor má široké použití*. Úroda 1999, 1: 32-33.
- Plessers, A. G. - McGregor, W. G. - Carson, R. B. – Nakoneshny, W.: *Species trials with oilseed plants, II. Camelina*. Can. J. Plant Sci. 1962, 42: 452-459.
- Portner, J.: *Erfahrungen mit dem Praxisanbau von Euforbia lathyris in Niederbayern*. In: Tagungsband zum Fachgespräch *Euforbia lathyris*. Triesdorf, 1993, s. 11-15.
- Purvimath, S. S. – Manure, G. R. – Badiger, M. K. – Kavallappa, B. N.: *Effect of fertiliser levels of N, P, S and B on the seed and oil yield of safflower on Vertisol*. Journal of the Indian Society of Soil Science. 1993, 41: 4, 780-781.
- Putnam, D. H. - Budin, J. T. - Field, L. A. – Breene, W. M.: *Camelina: a promising low-input oilseed*. p. 314-322. In: Janick, J. – Simon, J. E. (eds.), *New crops*. Wiley, New York, 1993.

- Rámcová metodika pěstební technologie olejného lnu. [on line]
http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/RAM_METOD/RAM_METOD_LEN_OLEJNY.pdf, citováno dne 8.10.2003.
- Rámcová metodika pěstební technologie ostropestřce mariánského. [on line]
http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/RAM_METOD/RAM_METOD_OSTROPESTRE_C_MARIANSKY.pdf, citováno dne 8.10.2003.
- Robinson, R. G.: *Camelina: A useful research crop and a potential oilseed crop*. Minnesota Agr. Expt. Sta., 1987, Univ. Minnesota. Bul. 579.
- Rotenhan, F.: *Züchtungsstand und Ziel der Arbeiten an der Euforbia lathyris*, In: Tagungsband zum Fachgespräch *Euforbia lathyris*. Triesdorf, 1993, s. 32-33.
- Seehuber, R.: *Genotypic variation for yield- and quality-traits in poppy and false flax*. Fette Seifen Anstrichmittel 1984, 86: 177-180.
- Seehuber, R. - Vollmann, J. – Dambroth, M.: *Application of the single-seed-descent method in false flax to increase the yield level*. Landbauforsch. Voelkenrode 1987, 37: 132-136.
- Shahidullah, M. – Huq, M. F. – Islam, U. – Karim, M.A. – Nada, M. K. – Hossain. M.: *Response of linseed to different levels of nitrogen*. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research. 1994, 29: 4, 33-39.
- Sharma, U. K. – Bansal, K. N.: *Influence of different levels and sources of sulphur on yield and nutrient uptake by safflower grown on alluvial soils*. Crop Research Hisar. 1998, 16: 3, 306-308.
- Schultze-Motel, J.: *Die Anbaugeschichte des Leindotters, Camelina sativa (L.) Crantz*. Archaeo-Physika 1979, 8: 267-281.
- Schunke, U.: *Holy thistle. First experiences with cultivation and harvest*. Landtechnik. 1992, 47: 11, 548-550.
- Schuster, W. H.: *Ölpflanzen in Europe*. Frankfurt am Main, 1992.
- Stražil, Z.: *Obsah oleje a jednotlivých mastných kyselin u některých druhů alternativních olejnin*. Rostlinná výroba, 43, 1997 (2): 59-64.
- Szczebiot, M.: *Effect of mineral fertilization on yielding of spring false flax and crambe*. Rosliny Oleiste. 2002, 23: 1, 141-150.
- Šimon, J. - Stražil, Z.: *Perspektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely*. ÚZPI, Praha, 1999, 50s.
- Štaud, J.: *Přádné rostliny*. In: Richter, R. – Poulík, Z. – Tesařová, M.: *Výživa a hnojení rostlin, díl II (Studijní materiál pro vzdělávací kurz)*., MZLU v Brně, 1997, 54-63.
- Štaud, J.: *Olejný len – stále aktuální plodina*. Úroda 1999, 2: 36.
- Štaud, J.: *Faktory ovlivňující výnosy olejného lnu*. Úroda 2000, 2: 32-33.
- Štaud, J. – Ondřej, M. – Šmirous, P.: *Olejný len – Nové směry v pěstování a využití*. ÚZPI, Praha, 1996, 32 s.

- Štolcová, M. - Zukalová, H.: *Měsíček lékařský jako olejnina pro průmyslové zpracování*. Úroda, 1999, 3: 12.
- Ust'ak, S – Honzik, R.: *Jednoleté a vytrvalé rostliny pro energetické využití*. [Závěrečná zpráva]. VÚRV Praha-Ruzyně, 1996, 76 s.
- Venkatesh, M.S. – Hebsur, N. S. – Satyanarayana, T.: *Evaluation of sulphur carriers for safflower in vertisol of North Karnataka*. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 2002, 15: 2, 284-287.
- Zadernowski, R. – Budzynski, W. – Nowak-Polakowska, H. – Rashed, A. A. – Jankowski, K.: *Effect of fertilization on the composition of lipids from false flax (Camelina sativa L. Cr.) and crambe (Crambe abissinica Hochst.)*. Rosliny-Oleiste. 1999, 20: 2, 503-510.
- Zaman, A.: *Effect of N, P and K fertilizers on seed yield and oil content of safflower in drought prone lateritic tract of West Bengal*. Journal of Oilseeds Research. 1988a, 5: 2, 179-182.
- Zaman, A.: *Effect of nitrogen and phosphorus on yield attributes, seed yield and oil content of irrigated safflower in laterite soil*. Annals of Arid Zone. 1988b, 27: 1, 37-40.
- Zech, W.: *Erfahrungsbericht Euforbia lathyris Öl, eine Stellungnahme von Seiten der Fettchemie.*, In: Tagungsband zum Fachgespräch *Euforbia lathyris*. Triesdorf, 1993, s. 61-62.
- Zelený, V. - Baranyk, P.: *Staronová olejnina – saflor*. Úroda 1992, 7: 323-326.
- Zelený, V. – Baranyk, P.: *Lnička – jedna z nejstarších užitkových rostlin*. Úroda, 1993 (10-11): 328-331.
- Zimmermann, H.-G. – Kuechler, M.: *Die Ertraege von Leindotter und Oellein und Untersuchungen ueber den Einfluss der Saatstaerke auf den Anbauerfolg bei einer Landsorte und Zuchtstaemmen des Leindotters [Camelina sativa (L.) Cr.]*. Albrecht Thaer Archiv (Germany) 1961, 5: 622-636.
- Zubal, P.: *The effects of sowing date, seeding rate and nutrition on yields of the oilseed flax cultivars (Linum usitatissimum L.)*. Vedecke práce Vyskumneho Ustavu Rastlinnej Vyroby Piest'any. 2001, No.30, 33-38.