

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra agroekosystémů

Vedoucí katedry: Doc. Ing. Petr Konvalina, Ph. D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technologie pěstování Leuzeey saflorové (*Leuzea carthamoides* DC.) a její využití

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Autor bakalářské práce: Petr Vytiska

České Budějovice, 2018

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

Jméno a příjmení: **Petr VYTISKA**
Osobní číslo: **Z14530**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Technologie pěstování Leuzezy saflorové (*Leuzea carthamoides* DC.) a její využití.**
Zadávající katedra: **Katedra agroekosystémů**

Zásady pro vypracování:

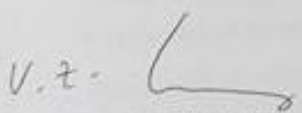
Leuzea saflorová (LS) je víceletý endemit hor Sibíře, Kazachstánu, Mongolska s dosahem až k Bajkalu. LS patří do čeledi hvězdnicovité (Asteraceae). Vzárustem připomíná bodlák. Usušené kořeny mají kolem 16% bílkovin, 2,45% tuku, 16% vlákniny, 10,88% minerálních látek. Suchá nadzemní část obsahuje 11,5-24,5% bílkovin, 3-9% sacharidů, 12,6-26% vlákniny, 8,2-17,4% minerálních látek, 35-45 provitaminu A a vitamínu C v mg na 100g-1 sušiny, 18,4% hrubého proteinu, 44,5% bezdusíkatých látek výtažkových, 3,3% tuku, 1,5% Ca, 0,7% P, 4,4% K a 2,8% Mg. Nadzemní hmota rostliny je po stránce obsahu esenciálních aminokyselin hodnocena jako plně srovnatelná s vojtěškou a jetelem. Rostlina obsahuje biologicky účinné látky: fytoekdysteroidy (20-hydroxyekdyson), flavonoidy, triterpenoidní glykosidy, deriváty thiofenu, seskviterpenické laktony, stilbeny, silice třísloviny, pryskyřice, kumariny atd. Cílem práce je studium technologie pěstování Leuzezy saflorové a její využití. Vypracujte rešerši a) botanická charakteristika, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám; b) chemické složení a účinné látky; c) metody stanovení účinných látek v LS; d) farmakologické účinky některých účinných látek; e) současné využití rostliny LS a jejích účinných látek v ČR a ve světě; f) vliv technologie pěstování a elicitorů na obsah účinných látek v Leuzezy saflorové. Na základě studia literatury navrhnete technologii pěstování Leuzezy saflorové pro malou farmu s návrhem využití produktu včetně ekonomiky pěstování. Ke zpracování bakalářské práce využijte skriptu *Technika zpracování bakalářských a diplomových prací* (Kareš J., Vaněček D., Burešová M., 2007), *Práce s VTI* (Milota J., Nýdl V., 1996), publikaci prof. Kalače - *Jak vypracovat diplomovou práci v zemědělských oborech*, 2009. Bakalářskou práci vypracujte dle Opatření děkana č. 4 ze dne 14. 3. 2014.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30-60 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


Kokoška L., Janovská D. (2015): Chemistry and pharmacology of *Rhaponticum carthamoides*: A review. *PHYTOCHEMISTRY*, Vol. 70, Is. 7, 842-855
Formisano, C. et al (2015): Flavonoids in Subtribe Centaureinae (Cass.) Dumort. (Tribe Cardueae, Asteraceae) Distribution and ¹³C-NMR Spectral Data. *CHEMISTRY & BIODIVERSITY*, vol 9., Is. 10, 2096-2158; Valíček P., Kokoška L., Holubová, K. (2001): Léčivé rostliny třetího tisíciletí. *Start*, 175 s; Janča J., Valíček P, Hlava B: (1992): Rostliny proti únavě a stresu. *Zem. nakl. Brázda radí*, 44 s.; Hajdu Z. et al.(1998): A stilbene from the roots of *Leuzea carthamoides*. *Journal of natural products (USA)*, 61 (10), 1298-1299; Piszczalka J. a kol. (1997): Návrh stroja na zber koreňov liečivých rastlín *Echinacea purpurea* (L.) a *Leuzea rhapontica* (L.). *Acta technologica Agriculturae (SK)*, 38,201-205; Baltayev U.A. et al. (1997): 24 (24 (1)) [Z] Dehydromarasterone B a phytoecdysteroid from seeds *Leuzea carthamoides*. *Phytochemistry (UK)*, 46(1), 103-105; Zentrich J.A. (2008): *Herbář léčivých rostlin*, 2. Díl. Eminent, 287 s. Jablonský I, Bajer J (2007): *Rostliny pro posílení organismu a zdraví*, Grada Publishing, Kužel S. a kol (2009): Elicitation of Pharmacologically Active Substances in an Intact Medical Plant under Field-like Conditions. *J. Agric Food Chemistry*. 57, (17): 7907-7911; Kužel P., Hrubý M., (2006): "Přípravek pro indukci zvýšení tvorby bioaktivních sloučenin". CZ-296300, ÚPV Praha, 24. 2. 2006; JAHODÁŘ, L.: *Farmakobotanika. semenné rostliny*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, 258 s.; SCHÖNFELDER, I., SCHÖNFELDER P.. *Léčivé rostliny. Překlad Jana Jindrová*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2010, 496 s. Ottův průvodce přírodou.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.
Katedra agroekosystémů

Datum zadání bakalářské práce: 15. března 2016
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2017


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Budejovická 1398, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 15. března 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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.

Datum

.....

Vytiska Petr

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za trpělivost, poskytnuté materiály a pomoc při sestavení bakalářské práce.

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární přehled.....	10
2.1. Botanická charakteristika	10
2.1.1. Význam pěstování	12
2.1.2. Agrotechnika	12
2.1.3. Technologie pěstování.....	16
2.1.4. Výsadba a výsev	16
2.1.5. Hnojení.....	18
2.1.6. Ochrana před škůdci a proti chorobám	18
2.1.7. Sklizeň a zpracování sklizeného materiálu	19
2.1.8. Sušení	22
2.1.9. Využití leuzeý saflorové ve výživě zvířat	22
2.2. Chemické složení a účinné látky	23
2.2.1. Fytoekdysteroidy	23
2.2.2. Triterpeny	25
2.2.3. Flavonoidy	26
2.2.4. Thiofeny (polyacetyleny)	27
2.2.5. Fenolové kyseliny	27
2.2.6. Ostatní obsahové látky	28
2.3. Metody stanovení účinných látek u leuzeý saflorové.....	28
2.3.1. Soxhletova extrakce	29
2.3.2. Ultrazvuková extrakce	29
2.3.3. Extrakce nadkritickou tekutinou	30
2.3.4. Chromatografie na tenké vrstvě	31
2.4. Farmakologické účinky některých účinných látek.....	32
2.4.1. Působením na lidský organismus.....	33
2.4.2. Biologická aktivita	34
2.4.3. Efekt na proteosyntézu a fyzickou výdrž	35
2.4.4. Vliv na kardiovaskulární systém a krev	36
2.4.5. Vliv na nervový systém	36
2.4.6. Vliv na reprodukci a sexuální činnost	37
2.4.7. Antimikrobiální a antiparazitický vliv	37
2.4.8. Vliv na hmyz	38
2.5. Současné využití leuzeý saflorové a jejich účinných látek v ČR a ve světě ...	38
2.5.1. Nové možnosti využití leuzeý saflorové v ochraně rostlin	38

2.5.2.	Využití leuzezy saflorové v České republice	39
2.6.	Vliv technologie pěstování a elicitorů na obsah účinných látek.....	40
2.6.1.	Biotické a abiotické faktory působící na rostliny	40
2.6.2.	Elicitace	41
2.6.3.	Biotické elicitory	42
2.6.4.	Abiotické elicitory	42
2.6.5.	Fytohormony.....	43
2.7.	Technologie pěstování leuzezy saflorové na malé farmě.....	44
2.7.1.	Výběr pozemku a příprava půdy	44
2.7.2.	Setí	44
2.7.3.	Chorob a škůdci	45
2.7.4.	Ošetřování porostu	45
2.7.5.	Hnojení	45
2.7.6.	Sklízení nadzemní hmoty.....	45
2.7.7.	Sklizěň kořene	46
2.7.8.	Posklizňová úprava produktu	46
2.7.9.	Ekonomické zhodnocení navrhované technologie.....	47
2.8.	Závěr	51
2.8.1.	Vlastní sběr informací	52
2.9.	Seznam literatury:.....	58
3.0.	Přílohy	67

Abstrakt

Tato práce pojednává o technologii pěstování leuzezy saflorové (*Leuzea carthamoides* DC.), o látkách, které obsahuje a o jejím možném farmaceutickém využití. Dále se v práci věnuji popisu některých látek, které nalezneme v nadzemních či podzemních částech rostliny. Mezi nejúčinnější látky, které leuzeza obsahuje se řadí fytoekdysteroidy, triterpeny, flavonoidy, thiofeny a fenolické kyseliny. Množství těchto obsahových látek se přímo odvíjí od způsobu pěstování, výběru vhodného stanoviště, použití elicitorů a použité technologie sušení a sklizně. V závěrečné části se zabývám průzkumem povědomí veřejnosti o leuzeze jako léčivé rostlině.

Klíčova slova: Leuzea saflorová, fytoekdysteroidy, triterpeny, flavonoidy, thiofeny a fenolické kyseliny, elicitory

Abstract

This bachelor thesis deals with the technology of growing leuzea *carthamoides* DC., the substances it contains and its possible pharmaceutical use. Next I deal with the description of some substances found in the above ground or underground parts of the plant. Among the most effective substances that leuzea contains are phytoecdysteroids, triterpens, flavonoids, thiophenes and phenolic acids. The quantity of these substances depends directly on the way of cultivation, selection of the appropriate habitat, the use of elicitors and the drying and harvesting technology. In the final part I deal with the research how the public is familiar with leuzea as a medical plant.

Key words: Maral root, phytoecdysteroids, triterpenes, flavonoids, thiophenes and phenolic acids, elicitors

1. Úvod

Leuzea saflorová se používá po staletí a možná i po tisíce let, je „nepostradatelnou“ legendární léčivou rostlinou východní medicíny, která má potenciál být rostlinou budoucnosti (Sláma, 1993). Její historie se datuje do dávných dob, kde byla více než před pěti tisíci lety používána pod názvem Lou lu a Lou cao (Guo a Lou, 1992). Její farmakologické využití je známé od pradávna v čínské, tibetské a mongolské medicíně, v posledních desetiletích i v Evropě. Z oblastí jejího výskytu je známá pod různými názvy *Sinops*, *Cnicus*, *Stemmacantha*, *Maralový kořen*, švýcarský *Centaury*. *Leuzea*, *Rhapontic*, *Rapontic*, *Rhaponticum carthamoides* apod. Extrakty z leuzezy se používají při léčbě onemocnění plic a ledvin, známé jsou i tonické a stimulující účinky, využívá se při léčbě nervových, duševních, kardiovaskulárních poruch, a i v endokrinní patologii (Mashkovsky, 1993; Rabinovich, 2000). Největší popularitu si získala v posledních letech jako adaptogen s povzbuzujícím účinkem centrální nervové soustavy, se zvyšující vytrvalostí při fyzických a psychických stresových podmínkách (Brekhman, 1980; Hobbs, 1996). Přípravky z leuzezy jsou slabě toxické a při správném dávkování nemají negativní vliv ani u starších lidí (Yakovlev et al., 1990; Novikov et al., 1992; Miller, 1998). V devadesátých letech se stala obzvláště populární v západních zemích, což vedlo k jejímu využití v potravinářství, nebo v doplňcích stravy. Spotřebitelský trh dnes z extraktů leuzezy nabízí celou řadu komerčních produktů.

2. Literární přehled

2.1. Botanická charakteristika

Leuzea saflorová je endemit hor jižní Sibiře (Altaje, západního a východního Sajanu), východního Kazachstánu a severního Mongolska, ale dosahuje až k Bajkalu (Bárnet et al., 2015). Je známá také pod názvem maralí kořen, který získala od ruských osadníků na Altaji. Ti viděli, jak „jeleni maralí“ (*Cervus elaphus sibiricus*) na podzim vyhrabávají kořeny této rostliny a požírají je.

Leuzea je mohutná víceletá léčivá rostlina, patřící do čeledi hvězdicovitých (*Asteraceae*). Přirozeně roste především na loukách, na lesních pastvinách i v souvislých porostech (monokulturách) v subalpínském pásu ve výškách 1200-200 m. n. m (Kužel et al., 2002). Během posledních několika desetiletí byla rostlina zavedena do různých oblastí Střední a Východní Evropy, kde se nyní široce pěstuje pro své léčivé účinky (Opletal et al., 1997)

Obrázek. 1 Leuzea saflorová (*Leuzea carthamoides* DC.)



Foto. Autor

V České republice je pěstována spíše okrajově v zahrádkách jako léčivá bylina, větší ucelené plochy jsou u nás spíše výjimečné. Ze sousedních zemí jsou omezené plochy na Slovensku, větší pak v zemi jejího původu v Rusku (Bárnet et al., 2015). V odborné literatuře se uvádějí dva poddruhy, a to subsp. *orientale*, který tvoří převažující porosty ve východní oblasti rozšíření, a subsp. *eucarthamodites*, vyskytuje se ve zbylých oblastech (Valíček a Horák, 1996). Po staletí se využívá kořene v lidové medicíně jako vhodného prostředku při úbytku sil. Léčivé účinky byly zaznamenány ve staré Číně, Tibetu i Mongolsku. Na Altaji panovala tradice, že léčí 14 chorob a omlazuje. Tataři jej používali jako afrodisiakum (Jablonský a Bajer, 2007)

O mimořádných účincích veřejnost poprvé informoval známý sibiřský etnograf G. N. Potanin na konci 19. století (Valíček a Horák, 1996).

Obrázek. 2 Nákres leuzezy saflorové: list¹, květenství², plod³, kořen⁴

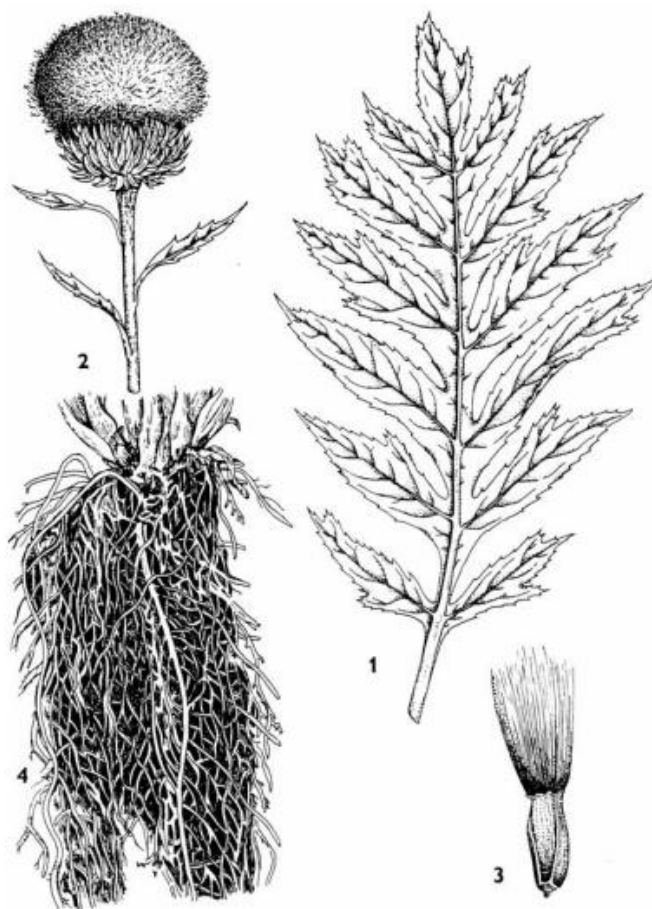


Foto. Valíček et al. (2001).

Celá rostlina připomíná pcháč oset, ale jednotlivé části má měkké a bez ostnů. Má hustě rozvětvené svazčité kořeny, které jsou krátké horizontálně rozvětvené, dřevnatější, tmavě hnědé se specifickou vůní (Bárnet et al., 2015). Lodyhy jsou nevětvené, vzpřímené 50–180 cm vysoké mělce rýhované a pavoučité chlupaté nebo lysé (Valíček a Horák, 1996). Lodyžní listy jsou střídavé, sbíhavě přisedlé, u báze řapíkaté, hluboce zpeřeně dělené s pilovitým okrajem. List je zelený z obou stran na spodu jemně pavučinatý, dlouhý až 40 cm (Kužel et al., 2002). Květenství je kulovitý úbor o průměru 4 až 8 cm, který se skládá z lůžka a hustě nahloučených trubkovitých jemných světle fialových květů. Květy jsou oboupohlavné s pěti tyčinkami a dvojklanou čnělkou (Valíček a Horák, 1996). Plodem je elipsoidní hnědošedá žebernatá nažka s dvouřadým chmýrem, 3-4 x 6-8 mm velká (Kužel et al., 2002).

2.1.1. Význam pěstování

Leuzea saflorová je adaptogenní rostlina s výrazným stimulačním efektem, který se projevuje schopností zvyšovat výkonnost po jednorázové aplikaci a tonickým účinkem (schopností zvyšovat výkonnost i při dlouhodobém podávání). Hlavní skupinou látek obsažených v rostlině, jež určují biologický účinek drogy, jsou ekdysteroidy. Účinek extraktu může být do jisté míry ovlivněn dalšími dvěma skupinami látek, a to flavonoidy a triterpenoidními glykosidy (Bárnet et al., 2015).

2.1.2. Agrotechnika

Leuzea není pěstivelsky náročná rostlina (Kužel et al., 2002).

Do nedávna se pěstovala ve velkém jen v bývalém SSSR. U nás se začala pěstovat v 60. letech minulého století. Největší pěstební plochy měla do nedávna firma ADAVO ve Velkém Oseku. V našich pěstivelských podmínkách leuzea roste bez větších problémů. Pěstování není příliš složité a značně připomíná pěstování řepy. Půdy vyžaduje lehčí, dobře propustné bohaté na živiny. Je citlivá na

nedostatek světla (Jablonský a Bajer, 2007), nebo na trvale zamokřené půdě (Bárnet et al., 2015).

Obrázek. 3 *Leuzea saflorová* (*Leuzea carthamoides* DC.)



Foto. Autor

Leuzea je víceletá rostlina, na jednom stanovišti vydrží až deset let. Má vysokou vitalitu, rozmnožovací schopnost a pěstitelskou jistotu (Kužel et al., 2002).

Obrázek. 4 Mladý porost – *Leuzea carthamoides* DC.



Foto. Autor

Příprava půdy spočívá na podzim v orbě do hloubky 25-30 cm, na jaře v prokypření a uvláčení pozemku. Leuzea se množí převážně generativně (semeny), ale je možné využít i vegetativního množení (kořenové oddenky) (Bárnet et al., 2015). Při pěstování na malých plochách se semena mohou nejdříve vysít do skleníku či pařeniště a pikýrované silné rostliny pak vysázet na záhony. Ve velkovýrobě se provádí přímý výsev (Kužel et al., 2002). Porovnáním přímého výsevu a pěstování z předpěstované sadby odrůdy „Lujza“ se nezjistili velké rozdíly ve výnosech nadzemní hmoty, ani kořenů. Doporučuje se proto nákladově příznivější technologie velkovýroby, přímý výsev (Bárnet et al., 2015).

Důležitá je také organizace porostu. Šířka řádku se uvádí 25 cm při využití leuzezy především jako pícniny (Kužel et al., 2002). Pro pěstování na kořeny se doporučuje spon 50-60 x 30 cm. U pěstování na semeno byly odzkoušeny meziřádkové vzdálenosti 12,5 a 25 cm (Bárnet et al., 2015).

V roce výsevu vytváří leuzea přizemní růžici listů dorůstajících až do výšky 50 cm s 6-12 listy v závislosti na době zasetí. Rostlina v prvním roce pěstování nekvete (Kužel et al., 2002). Po vyřádkování je potřebné uskutečnit meziřádkovou kultivaci (např. řepnou plečkou). Agrotechnické zásahy jsou podobné jako při pěstování cukrové řepy, a to zejména v prvních dvou letech. V druhém roce pěstování je možné provádět meziřádkovou kultivaci jev první polovině vegetace vzhledem k velké dynamice růstu porostu (Bárnet et al., 2015).

Růst leuzezy na jaře ve druhém a třetím roce pěstování začíná velice brzy. Je jednou z nejdynamičtějších rozvíjejících se kulturních rostlin v jarním období. Ve druhém roce začíná leuzea kvést, přibližně kvete 10-20 % rostlin (Bárnet et al., 2015). Na jedné rostlině se vytváří 1-5 okvětních os, nejčastěji však 3 jež jsou až 150 cm vysoké (Kužel et al., 2002). Třetím rokem kvete přes 90 % rostlin a ve čtvrtém téměř všechny rostliny (Bárnet et al., 2015). Rostliny kvetou v průběhu června až července, semena dozrávají v září (Valíček a Hlava, 1992). V jednom květenství je 180–280 semen, která jsou v okrajových částech květenství málo vyvinutá a málo klíčivá (Kužel et al., 2002).

Leuzea má dvě etapy růstu. První začíná na jaře a končí vytvořením květních lodyh. Druhá etapa začíná po dozrání semen, kdy rostlina začíná vytvářet novou nadzemní hmotu. Vegetace končí v říjnu. U kořene tyto etapy zjištěny nebyly, jeho růst je kontinuální (Bárnet et al., 2015).

2.1.3. Technologie pěstování

Výběr pozemku je jedním z nejdůležitějších kroků při velkoplošném pěstování leuzezy saflorové. Díky velkému množství drobných a hustých kořenů je separace a následné vymývání zeminy závažným problémem při sklizni a posklizňové úpravě. Leuzeu je ekonomicky a agrotechnicky výhodnější sít do lehčích půd (hlinitopísčítých) kde se kořen snadno sklízí. Pozemek by měl mít dostatečně hlubokou orniční vrstvu, aby kořen mohl dobře růst. Výskyt dlouhodobých mokřin na pozemku je nežádoucí, neboť je leuzea nesnáší. Jako možná předplodina se uplatňuje některá z obilovin z důvodu malé tvorby konkurenčního vztahu obilniny s leuzeou, k němuž by došlo zařazením po okopanině či jiné vhodné předplodině obilovin, leuzea zde hraje roli přerušovače obilného sledu. Také při správné technologii pěstování obilnin zaměřené na potlačení plevelných druhů rostlin je možné daný pozemek udržet vhodnými herbicidy čistý, bez plevelů.

Po sklizni předplodiny by mělo následovat kvalitně provedené zpracování půdy s podmínkou a střední orbou se zaoráním hnoje a průmyslových hnojiv. Na jaře příštího roku provádíme předseťovou přípravu, která je spojena se zapravením dusíkatých hnojiv (Bárnet et al., 2015).

2.1.4. Výsadba a výsev

Leuzea se množí semeny, ale je možné využít i kořenových oddělků (Bárnet et al., 2015). Ve velkovýrobě se provádí přímí výsev. Semena klíčí při teplotě 5-6 °C, optimum je 12-20 °C jejich klíčivost je až 90 % (Valíček a Hlava, 1992; Kužel et al., 2002). Setí se provádí v dubnu nebo v srpnu. Vhodnost setí je časně z jara z důvodů využití zimní vláh, ale doba setí nemá přímí vliv na kvalitu přezimování. Hloubka setí je 3 cm a výsevek na jeden hektar je 5-6 kg, Jablonský a Bajer (2007) uvádí 3-15 kg na jeden hektar. Osivo vzchází za 8-20 dní v závislosti na vlhkosti půdy (Bárnet et al., 2015).

Obrázek. 5 Mladý porost – *Leuzea carthamoides* DC.



Foto. Autor

2.1.5. Hnojení

Velmi dobrá je účinnost hnojení hnojem (Kužel et al., 2002). Vhodná je hluboká orba včetně zásobní dávky hnoje, draslíku a fosforu (hnůj 50 t/ha, fosfor 100 kg P/ha a draslík 50 kg K/ha). Na jaře budoucího roku se doporučuje předseťová přípravu se zapravením dusíkatých hnojiv, a to v dávce 50 kg N/ha. V průběhu vegetace se doporučuje přihnojovat leuzeu minerálními hnojivy (Bárnet et al., 2015), NPK v poměru 1:2:1 (Valíček a Hlava, 1992; Kužel et al., 2002). Nejvyššího výnosu čerstvé nadzemní hmoty bylo dosaženo při dávce 100 kg N/ha (Bárnet et al., 2015). Nejvyššího výnosů kořenů a koncentrace β -ekdysonu bylo dosaženo dávkou 50 kg N/ha (Kužel et al., 2002).

2.1.6. Ochrana před škůdci a proti chorobám

Leuzea saflorová zatím nemá žádné závažné choroby a škůdce, z tohoto hlediska lze předpokládat bezproblémové pěstování. Pouze ve vlhkých letech a době kvetení, dochází k hnilobě květního lůžka a tím ke snížení výnosu semene. V pozdním létě je leuzea náchylnější k padlí listů. Pokud by docházelo k následném zpracování hmoty, je nutné provést sklizeň v dostatečném předstihu.

Meziřádková kultivace plečkou se doporučuje v případě zajištění bezplevelného stavu porostu. V prvním roce je potřeba této pracovní operace alespoň šestkrát během celé vegetace. V následujících letech se doporučuje kultivace pouze v první polovině vegetace, než je porost zcela zapojen. Další možností je použití mulčovacích fréz, které by nadrtily celý řádek včetně plevelů, leuzea po této pracovní operaci opět bez problémů obrůstá.

V praxi bude asi nejvhodnější použít kombinovanou technologii s použitím herbicidních přípravků. Základní předpokladem bude intenzivní regulace hlavně vytrvalých druhů plevelných rostlin v předplodině. S výhodou se dají použít preemergentní herbicidy. V průběhu vegetace je možné bez problémů použít selektivní přípravky na trávovité plevele. Největším problémem bude regulace plevelů z čeledi *Asteraceae*. Při nízkých dávkách přípravků na bázi ROUNDUPU na již regenerované rostliny sice odumře nadzemní hmota, ale následně rostliny obrazí

a pokračují ve svém vývoji. Tento postup je však nutné vždy ověřit, jelikož se může lišit podle použitého genetického materiálu na stanovišti (Bárnet et al., 2015).

Obrázek. 6 Květy – *Leuzea carthamoides* DC.



Foto. Autor

2.1.7. Sklizeň a zpracování sklizeného materiálu

Sklizeň nadzemní hmoty pro přípravu drogy a následné využití do čajů, potravinářských doplňků případně pro další zpracování je nejvhodnější v časných fázích kvetení. Pro krmivářské účely je vhodné sklízet již před květem. Při sklizni je nutné dbát, aby nedocházelo ke kontaminaci materiálu zeminou. Sklizená hmota musí být následně zpracována vhodným způsobem.

Nadzemní hmotu lze zpracovat při využití na krmivo, jako seno, sennou moučku, senáž či krmit v zeleném stavu (Bárnet et al., 2015). Výnos sena v jednotlivých letech pěstování v závislosti na užitkovém roce a počtu sečí dosahoval až 9 t na hektar. Výnos zelené nadzemní hmoty činil 40-50 t z hektaru.

(Kužel et al., 2002). Krmení zelené hmoty je značně problematické, jelikož množství živin kolísá v závislosti na vegetační fázi rostliny. Dochází též k postupnému růstu obsahu vlákniny a k poklesu stravitelnosti bílkovin i ostatních živin. Proto není tento způsob využití nadzemní hmoty příliš vhodný. Jako nejlepší varianta se jeví zpracování na senáž, nebo seno. Méně ekonomické jsou úsušky vzhledem k energetické náročnosti pro výživu zvířat.

Nejvýhodnější doba pro sečení porostu z hlediska obsahu živin a jejich stravitelnosti je fáze před kvetením. Vzhledem k vysokému obsahu bílkovin v poměru k sacharidům bude leuzea patřit mezi hůře konzervovatelné pícniny. Proto bude nutné použít stejnou technologii zpracování jako u ostatních pícnin, např. vajtěšky.

Sklizeň kořene patří mezi nejnáročnější úkon při pěstování leuzezy. Důležité je získat kořen co nejčistší, bez zeminy. To samozřejmě již závisí na volbě pozemku, ale také na povětrnostních podmínkách v době sklizně. Při sklizení kořene na podzim je nutné nejdříve odstranit nadzemní hmotu. Kořen lze sklízet jednořádkovým vyorávačem brambor s následným ručním sběrem, nebo stojem na sběr kořenu (Příloha 1).

Pokud by na podzim byly takové podmínky, které by znemožňovaly kvalitní provedení sklizně, lze uskutečnit sběr v jarním období, a to na počátku vegetace rostliny. Půda na jaře rychleji osychá a snáze se odstraňuje. Kužel et al. (2002) uvádí že na počátku vegetace je obsah ekdysteroidů vyšší než na podzim. Problém však nastane s využitím pozemku, neboť čas na jeho přípravu pro následnou plodinu bude velmi krátký.

Po sklizni je nutné kořeny ošetřit např. bubnovou pračkou (Příloha 2). Úprava spočívá v promytí kořene vodou a následném sušení (Bárnet et al., 2015). Průměrný výnos suchých kořenů činí 2-3 t z hektaru (Kužel et al., 2002). Při využití dobrého pozemku a správné sklizně, můžeme předpokládat, že kořen bude poměrně čistý a následné mytí nebude příliš dlouhé, což by mělo zabránit ztrátám účinných látek. Dlouhé mytí a máčení ve vodní lázni výrazně snižuje obsah účinných látek a dochází k jejich následnému výluhu do vody. Po mytí by mělo bezprostředně následovat sušení např. v pásových sušárnách (Příloha 3), až do vlhkosti 13 % z důvodů zabránění plesnivění produktu (Bárnet et al., 2015). Kořeny se suší při teplotě 40-45 °C (Kužel et al., 2002).

Semena je možné sklízet klasickými žacími mlátičkami při použití vhodného nastavení (Bárnet et al., 2015). Výnos semen z hektaru dosahuje 200-300 kg (Valíček a Hlava, 1992; Kužel et al., 2002).

Obrázek. 7 Porost – *Leuzea carthamoides* DC.



Foto. Kokoška a Janovská (2009).

2.1.8. Sušení

Sklizená nadzemní hmota se ihned suší na dobře větraných místech ve stínu, v tenkých vrstvách, přirozeným nebo umělým teplem v sušárnách s teplotou do 40 °C. Správně usušená droga by měla mít světle zelenou barvu. Poměr sesychání je 4-5:1 (Bárnet et al., 2015).

2.1.9. Využití leuzezy saflorové ve výživě zvířat

Výzkumy z minulých desetiletí prokázaly, že nadzemní část leuzezy obsahuje obdobné stimulační látky, jež jsou obsaženy v kořenech (Šelepová et al., 1995). Leuzea má velice příznivé aminokyselinové složení, které je srovnatelné s běžnými píceňmi. Abychom však získali kvalitní krmivo, je nutné provést včasnou sklizeň píce ve správném termínu. Porost sklizený v posledních fázích kvetení má značně vyšší obsah vlákniny, což snižuje celkovou stravitelnost u monogastrických zvířat.

Získanou nadzemní hmotu lze přidávat do siláží, zkrmovat v zeleném stavu, nebo sušit (Bárnet et al., 2015). Ve 100 g sušiny listů se nachází 5–10 mg bílkovin a sacharidů, 25–40 mg vitamínu C a 33–45 mg karotenu. Před květem obsahuje nadzemní hmota 21 g bílkovin. Z výživářského hlediska je tedy srovnatelná s píčí jetelovin, obsahem bílkovin převyšuje kukuřiči dvakrát. Látky obsažené v siláži z leuzezy byly několikanásobně vyšší než u siláže kukuřičné (Jablonský a Bajer, 2007). Běžně připravovaná siláž z této rostliny je charakteristická vysokým obsahem kyseliny mléčné a nízkým obsahem kyseliny máselné (Bárnet et al., 2015). U testovaných dojníc se zvýšila tučnost mléka a zlepšilo se i procento zabřeznutí (Jablonský a Bajer, 2007). Zařazení senných mouček do krmné dávky se osvědčilo u menší drůbeže a hospodářských zvířat (prasata, králíci). Semena se ukázala, jako vhodný doplněk stravy u drůbeže (Bárnet et al., 2015).

Dle Šelepová (1993) zkrmování objemných krmiv z leuzezy do 10 % krmné dávky má pozitivní vliv na vývoj a zdravotní stav zvířat. Maso a mléko v testované skupině vykazovalo vyšší obsah fytoekdysteroidů, po následném podávání klasické píce se naměřené hodnoty vrátily do normálu.

2.2. Chemické složení a účinné látky

Dle Valíček et al. (1992) obsahuje sušina kořenů kolem 16 % bílkovin, 2,45 % tuku, 16 % vlákniny a 10,88 % minerálních látek. Vysušená nadzemní část 11,5-24,5 % bílkovin, 3-9 % sacharidů, 12,6-26 % vlákniny, 8,2-17,4 % minerálních látek, 35-45 mg/100 g sušiny provitamínu A a 24-40 mg/100 g sušiny vitamínu C. Jurčák a Řepka (1990) dále uvádí 18,4 % hrubého proteinu, 44,5 % bezdusíkatých látek výtažkových, 3,3 % tuku, 1,5 % vápníku, 0,7 % fosforu, 4,4 % draslíku a 2,8 % hořčíku. Obsah sušiny v zelené hmotě se pohybuje v závislosti na růstové fázi mezi 12,7-19,2 % (Bárnet et al., 2015). Nadzemní hmota leuzey je po stránce obsahu esenciálních aminokyselin srovnatelná s vojtěškou či jetelem (Šelepová, 1996).

Hlavní skupinou obsahových látek leuzey jsou: fytoekdysteroidy, (20-hydroxyekdyson, polypodin B), flavonoidy (kemferol, kvercetin, kvercetagenin, kvercetin 3,3'-dimethylether, kvercetin-5O-glukosid, isorhamnetin-5O-glukosid, luteolin), triterpeny, thiofeny, fenolové kyseliny, terpenoidy, sekviterpenové laktony a ostatní látky (Sagdullaev et al., 1999; Skiba et al., 2001).

2.2.1. Fytoekdysteroidy

Hlavní skupinou obsahových látek leuzey saflorové jsou fytoekdysteroidy neboli látky steroidní povahy určující charakter biologického účinku drogy (Opletal a Opletalová, 1990). Dosud bylo analyzováno přes 40 druhů fytoekdysteroidů (Sagdullaev et al., 1999). Rostlinné ekdysteroidy jsou analogy hmyzího metamorfozního hormonu ekdysonu. Jsou to hormony, které řídí růst, vývoj a množení buněk u hmyzu a jiných bezobratlých (Bárnet et al., 2015). Z nejasných důvodů se vyskytují v různých nepříbuzných rostlinách. Doposud nebyla objevena jejich žádná funkce. V určitých případech se vyskytují ekdysteroidy ve vysokých koncentracích v kořenech, listech a semenech (Sláma et al., 1996).

Nejrozšířenějším fytoekdysteroidem je 20-hydroxyekdyson, který vykazuje insekticidní účinky. Metamorfozní účinky dnes vykazuje většina ekdysteroidů, známe jich více než 300. Ekologický význam ekdysteronu v rostlinách, z hlediska chemické interakce rostliny a hmyzu, nebyl zatím vysvětlen. Je komplikován značnou polaritou ekdysteronů, jejich nepropustností kutikulou hmyzu a také

omezeným potravním účinkem. Proto se zatím nevyužívá k ochraně rostlin proti škůdcům. Přírodní ekdysteroidy byly připraveny fotochemickou, nebo chemickou přeměnou 20-hydroxyekdysonu.

Obrázek. 8 20-hydroxyekdysonu

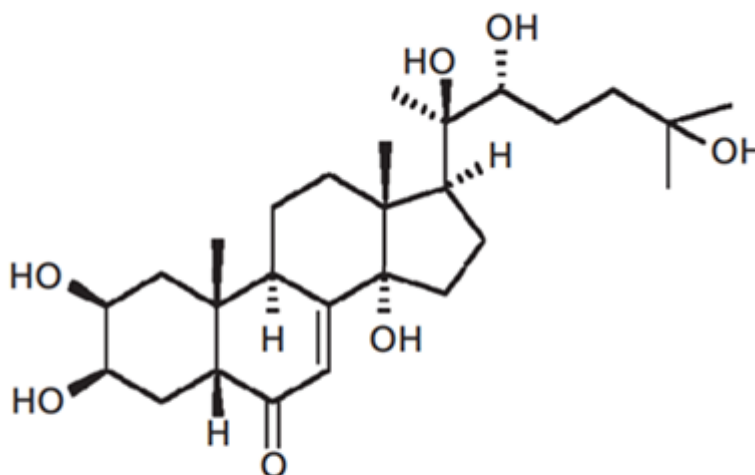


Foto. Peschel et al. (2011).

Leuzea saflorová obsahuje podstatné množství 20-hydroxyekdysonu. Tato sloučenina se považuje za hlavního nositele insekticidních účinků z extraktů. Byla také uvedena přítomnost inokosteronu, který je příbuzný ekdysteroidů. Publikované koncentrace ekdysteronu v kořenech jsou značně variabilní, a to od 0,1 % do 0,62 %. Jablonský a Bajer (2007) uvádí rozmezí od 0,12-0,20 % v kořenech a 0,006-0,10 % v listových částech. Co se týče sekundárních metabolitů v nadzemních částech se autoři značně rozcházejí a uvádí rozmezí od 0 do 0,3 %, ale všichni se shodují na velkém rozptylu hodnot (Bárnet et al., 2015).

- V roce 1987 Baltaev a Abubakirov identifikovali Ekdysteron-2,3-monoacetonid, Ekdysteron-20,22-monoacetonid v kořenech.
- Dále byla izolována sloučenina Rhapisteron B, obsažená v semenech (Baltaev, 1991).

- Baltaev (1992) izoloval ze semen leuzezy sloučeninu Rhapisteron C (23x-Ethylekdysteron).
- V roce 1996 izolovali Syrov a Khushbaktová, látku Cyasteron R během studie účinků leuzezy saflorové na hojení ran (Zhang et al., 2010).
- Sloučeniny Rhapisteron D a Polypodin B 22-O-benzoate byly získány ze semen leuzezy (Zhang et al., 2010).
- V roce 1997 Ramazanov et al. izolovali dvě nové sloučeniny Carthamosteron A a Carthamosteron B ze semen rostliny (Ramazanov et al., 1997).
- Dále sloučenina 24(24')(Z)-Dehydroamarasteron B byla také získána ze semen (Baltayev et al., 1997).
- Sloučenina Lesteron (2a,3a,11b,14a,20R,22R,25-Heptahydroxy-5b-cholest-7-en-6-one) byla identifikována v semenech, pomocí spektrometrické nukleární magnetické rezonance (NMR) a hmotnostní spektrometrie (MS).
- Bu et al. (2004) izolovali sloučeninu inokosteron z kořenů rostliny.
- Dále byla získána sloučenina 2-Deoxyekdysteron z kořenových částí (Zhang et al., 2010).

2.2.2. Triterpeny

Triterpeny jsou přírodní látky, sekundární metabolity, které je možné najít především v rostlinách. V menších koncentracích se vyskytují téměř ve všech organismech. Doposud bylo izolováno tisíce triterpenů z přírodních zdrojů a velké množství z nich je biologicky aktivních (Hill a Connolly, 2015). Vyznačují se celou řadou aktivit, jako je cytotoxická, antimikrobiální, protivirová, analgetická a další (Sarek et al., 2010; Zuo et al., 2011; Yano et al., 1989; Dang et al., 2013; Gaertner et al., 1999). Vereskovskii et al. (1977) dále zjistili přítomnost, triterpenoidních glykosidů, a to rhaponticosides A, B, C, D, E, F, G a H v kořenových a nadzemních částech leuzezy.

- V roce 2002 Zhang et al. izolovali čtyři nové triterpenoidní saponiny a kyselinu 2a,3a,19a,25-Tetrahydroxyurs-12-ene-23,28-dioic obsaženou v kořenech. Sloučenina Hederagenin byla nalezena během studia aktivních složek leuzezy v oblasti Xingjiang v Číně (Wang et al., 1999).

2.2.3. Flavonoidy

Flavonoidy patří mezi sekundární metabolity. Zvířata nejsou schopna syntetizovat aromatické sloučeniny s benzenovým kruhem z alifatických prekurzorů. Z tohoto důvodu zvířata a lidé musí přijímat tyto organické antioxidanty v potravě (Hässig et al., 1999).

Ve velmi širokém spektru se flavonoidy vyskytují v listech, květech a pylu, méně často v kořenech, semenech, kůře a plodech. Společně s anthokyany vytvářejí flavonoidy růžové, červené, světle fialové a modré zbarvení květin, ovoce a zeleniny. Nejvíce flavonoidů je v nadzemních částech rostlin. V částech pod povrchem půdy byla nalezena pouze stopová množství (Hertog et al., 1992 a, b).

V cévnatých rostlinách bylo nalezeno více než 10 000 druhů flavonoidních látek (Berhow et al., 1999), které se liší typem a množstvím. Je to způsobeno odlišností podmínek, ve kterých rostliny vyrůstají a také stupněm zralosti rostlin. Rostliny využívají flavonoidy k ochraně proti houbovým parazitům, býložravcům a patogenům. Flavonoidy se účastní redoxních procesů a obranných reakcí rostlin (Kolesnikov a Gins, 2001).

- V roce 1979 izoloval Vereskovskii tyto sloučeniny: Quercetin, Quercetagenin, Luteolin, Kaempferol, Isorhamnetin, Quercetin 3-O-methyl ether, Apigenin 3-O-methyl ether (Chen, 1997).
- Baltaev et al. (1981) izolovali sloučeniny Flavanol 5-glykosidového typu Quercetin 5-O-glucosid, Isorhamnetin 5-O-glucoside, Quercetin 3,3'-dimethyl ether, které byly obsaženy v kořenech (Baltaev et al., 1981).
- Sloučeniny Hesperidin, Hesperetin byly také obsaženy v kořenových částech (Zhang et al., 2010).
- Během identifikace sloučenin metodami: kapalinovou chromatografií (LC), detekcí diodovým polem (DAD), extrakcí na pevnou fázi (SPE), spektrometrickou nukleární magnetickou rezonancí (NMR) byly z kořenů leuzezy izolovány sloučeniny: Quercetagenin 7-b-glucopyranosid, Quercetagenin 7-(6''-acetyl-b-glucopyranosid), 6-Hydroxykaempferol 7-b-glucopyranosid, 6-Methoxykaempferol 3-b-glucopyranosid, 6-Hydroxykaempferol 7-(6''-acetyl-bglucopyranosid). Sloučenina 6-Hydroxykaempferol 7-(6''-acetyl-bglucopyranosid) byla nově objeveným přírodním produktem (Miliauskas et al., 2005; Koleckar et al., 2008).

- V roce 2008 byly tři flavonoidní sloučeniny: Eriodictyol, Patuletin, Eriodictyol 7-b-glucopyranosid nalezeny v kořenech (Koleckar et al., 2008).
- Mezi poslední objevené flavonoidní sloučeniny se řadí: Chrysanthemín, Cyanin, Catechin, které byly izolovány z kořenů (Zhang et al., 2010; Zhang et al., 2002).

2.2.4. Thiofeny (polyacetyleny)

Výskyt thiofenů není v rostlinách příliš častý, vykazují biologickou aktivitu. U vyšších živočichů působí někdy neurotoxicky, analgeticky, sedativně či antibakteriálně. (Opletal a Opletalová, 1990). V roce 1984 Szendrei et al. popsali přítomnost šesti polyacetylenů, z nichž čtyři byli již známé (DHT, DHT-II,III, IV) a dva nové (DHT-I, DHT-V), (Szendrei et al., 1984).

- Sloučenina 2-(1,2-Dihydroxyethyl)-5-[(E)-heptene1,3-diyne-1-yl]thiophene byla izolována z kořenů leuzezy (Zhang et al., 2010).
- V roce 2006 byla získána sloučenina 1-{5-[(E)-5,6-Dimethylhept-5-en-1,3-diyne]-2-thienyl}ethan-1,2-diol (Chobot et al., 2006).

2.2.5. Fenolové kyseliny

Fenolické kyseliny jsou látky, které obsahují jedno, nebo více benzenových jader. Fenolické látky se řadí mezi látky s antioxidačními vlastnostmi (mají schopnost vychytávat volné radikály). Díky těmto vlastnostem mají schopnost chránit organismus před mnoha druhy onemocnění jako je: kardiovaskulární onemocnění nebo různé druhy rakoviny (Slanina a Táborská, 2004). Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka snižují hladinu cholesterolu v krevním séru a játrech a zvyšují životaschopnost spermií (Mussatto et al., 2007).

- V roce 2001 izolovali Skiba a Weglarz tyto fenolové kyseliny: Kyselina benzoová, kyselina salicylová, kyselina m-hydroxybenzoová, kyselina p-hydroxybenzoová, kyselina o-hydroxyfenyloctová, kyselina p-

hydroxyfenyloctová, kyselina protocatechová, kyselina vanilová, kyselina kaleinová, kyselina ferulová, kyselina chlorogenová, kyselina neochlorogenová kyselina galová, kyselina helagová, kyselina gentisová, kyselina syringová, kyselina o-kumarová, kyselina p-kumarová obsažené v kořenech leuzezy.

- Čtyři další kyseliny: Kyselina ferulová, kyselina chlorogenová, kyselina neochlorogenová, kyselina isochlorogenová byly získány z kořenů leuzezy (Zhang et al., 2010).

2.2.6. Ostatní obsahové látky

Z dalších látek bylo nalezeno v nadzemní části rostliny několik seskviterpenových laktonů: cynaropicrin, chlorojanerin, jenerin, celebin E a repdiolide (Nowak et al., 1988). Geszprych a Weglarz (2002) uvádí obsah esenciálního oleje v sušeném rostlinném materiálu od 0,07 % do 0,11 % a od 0,08 % do 0,09 % v kořenech a listech. Hajdu et al. (1998) identifikovali deriváty stilbenu a dle Valíček et al. (1992) obsahují kořeny ještě třísloviny, silice, pryskyřice a kumariny

2.3. Metody stanovení účinných látek u leuzezy saflorové

Úprava vzorků před stanovením analytů je nejdůležitější úkon, který vede ke konečnému zjištění obsahu látky v matrici (Rouhová et al., 2004).

Základní typy extrakcí, kdy je látka převáděna z tuhé fáze do kapaliny, jsou:

- Macerace – neboli louhování do jedné dávky kapaliny při normální teplotě
- Digesce – zde jde o louhování do jedné látky kapaliny při zvýšené teplotě (čaj)
- Perkolace – představuje louhování za normálních teplot do protékající kapaliny
- Kontinuální extrakce – perkolace v průmyslovém provedení (Sklenák, 2003).

Klasickou metodou pro stanovení vzorků je Soxhletova metoda, která je považována za standardní a zároveň slouží jako srovnávací technika mezi ostatními extrakčními metodami (Rouhová et al., 2004).

2.3.1. Soxhletova extrakce

Soxhletova metoda byla vyvinuta von Soxhletem v roce 1879 a je považována za standardní extrakční metodu pro extrakci cenných látek z různých rostlin. Její časová náročnost, pracnost a velká spotřeba organického rozpouštědla je nevýhodou. Vzhledem k tomu, že je tento proces velmi pomalý, rozmohly se extrakční techniky jako ultrazvuková extrakce a další, kde je možno uplatnit využití různých sloučenin z různých zdrojů (Bimark et al., 2012).

Ve většině případů se jako rozpouštědlo používá vodný acetonitril, metanol nebo směs hexan-aceton s obsahem acetonu pohybujícím se mezi 25–75 % (Bimark et al., 2012; Bielská, 2006).

Pro získání extraktu z leuzezy je vhodnější využít methanol případně etanol (Bárnet et al., 2015).

K laboratorní extrakci se převážně používá suchý nadrcený materiál. Extrahuje se nejčastěji 60 % ethanolem. Bauer a Remiger (1989) popisují postup extrakce, 1 g suché drogy s 50 ml methanolu se extrahuje po dobu jedné hodiny (Bauer a Remiger, 1989).

2.3.2. Ultrazvuková extrakce

Tato technika je zajímavá díky své jednoduchosti, rychlosti a nízkým pořizovacím nákladům v porovnání s jinými metodami jako je SFE a MAE. Vzorek se v ultrazvukové lázni intenzivně pohybuje, a tím dochází k rozpadu shluků částic, přičemž je redukován tepelný rozklad (Bimark et al., 2012; Bielská, 2006).

Zvýšená účinnost ultrazvukové extrakce je výsledkem narušení buněčných stěn, snížením velikosti částic a zvýšením účinnosti přenosu hmoty buněčného obsahu při tvorbě a zániku kavitačních dutin (Bimark et al., 2012).

Působení ultrazvuku na buněčné stěny rostlin můžeme rozdělit na dva způsoby:

- Ultrazvuk může usnadnit bobtnání a hydrataci rostlinných materiálů, což způsobuje rozšíření pórů buněčné stěny. To zvyšuje rychlost přenosu hmoty, a může dojít i k narušení buněčných stěn, což má za následek zvýšenou účinnost extrakce a snížení extrakčního času.
- Některé rostlinné buňky jsou součástí vnějších nebo vnitřních žláz zaplněných esenciálním olejem. Vnější žlázy jsou charakterizovány velmi tenkým povrchem, který může být ultrazvukem lehce narušen. Tím dojde k uvolnění esenciálního oleje do extrakčního rozpouštědla (Huie, 2002).

Esenciální oleje jsou těkavé, přírodně-komplexní směsi sloučenin charakterizovány silným aroma a jsou produkovány aromatickými rostlinami jako sekundární metabolity. Chemicky jsou esenciální oleje velmi složité přírodní směsi, které mohou obsahovat desítky složek ve zcela odlišných koncentracích. Ty jsou (Bielská, 2006), ale charakterizovány dvěma nebo třemi hlavními složkami v poměrně vysokých koncentracích okolo 20–70 %. Tyto složky zahrnují dvě skupiny, kde první skupina se skládá z terpenů a druhá z aromatických a alifatických složek, které jsou charakterizovány nízkou molekulovou hmotností (Abad et al., 2012).

Optimalizace výkonu ultrazvuku, teploty a času jsou klíčovými kroky k účinné extrakci (Bimark et al., 2012). V ultrazvukové extrakci je možné použít jako extrakční rozpouštědlo vodný roztok obsahující neiontový surfaktant. Tento roztok poskytuje rychlejší extrakční kinetiku a vyšší návratnost ve srovnání s methanolem a vodou (Huie, 2002).

2.3.3. Extrakce nadkritickou tekutinou

Nadkritická fluidní extrakce (SFE) je izolační metoda, která redukuje některé nedostatky kapalinové extrakce kapalin a pevných látek. Je používána po mnoho let v průmyslovém měřítku pro extrakci těkavých složek (éterických olejů a

aromatických sloučenin z rostlinných materiálů). V poslední době se aplikace této techniky rozmohla i v analytickém měřítku (Huie, 2002).

V SFE extrakce využívá superkritickou tekutinu s nad kritickou teplotou a tlakem. Tato poměrně rychlá extrakce je důsledkem vyšší difuzivity a nižší viskozity usnadňující transport hmoty, snížení použití nebezpečných rozpouštědel (např. oxid uhličitý je běžně používaný jako extrakční rozpouštědlo, je netoxický, levný a snadno dostupný), snadný průnik do pórů matrice, který umožňuje nízké povrchové napětí superkritické kapaliny (SF), vysoký stupeň automatizace a výsledek čistého a koncentrovaného extraktu jsou výhody této techniky.

Další důležitou výhodou SFE extrakce aktivních látek z léčivých rostlin je, že zamezíme degradaci v důsledku dlouhého vystavení zvýšeným teplotám a atmosférickému kyslíku. Přídavek organického rozpouštědla, k CO₂ umožňuje extrakci velkého množství molekul o různé polaritě (Huie, 2002; Bielská, 2006; Bielská, 2008).

Curcuma Zedoaria (2002) zjistil, že hustota CO₂ a objem kapaliny procházející rostlinnou maticí patří mezi nejdůležitější faktory ovlivňující účinnost extrakce, zatímco zvýšená teplota má jen malý účinek (Huie, 2002; Bielská, 2008).

Nadkritickou fluidní extrakci můžeme provádět dvěma způsoby:

- Off-line způsobem, kdy dochází k zachycení extraktu do rozpouštědla, na sorbent nebo inertní materiál.
- On-line provedení, kdy je SFE přímo spojena s analytickou jednotkou (kapalinovou, plynovou nebo superkritickou fluidní chromatografií). Díky tomu nemusíme se vzorkem před provedením analýzy nijak manipulovat (Bielská, 2008).

2.3.4. Chromatografie na tenké vrstvě

Jde o metodu, která umožňuje použití většího množství stacionárních fází, než je tomu u chromatografie na papíře. Nepohyblivou fází tvoří vrstva adsorbentu uložená na rovné podložce. Touto pórovitou vrstvičkou je nasáváno rozpouštědlo mobilní fáze, která vyluhuje látky nanesené na start ve formě skvrny. Mají-li dělené

látky dostatečně rozdílné adsorpční izotermy pro daný systém fází, dojde po projití rozpouštědla do určité vzdálenosti od startu k jejich úplnému rozdělení. Dělení látek probíhá na základě různých mechanismů, podle toho, jaký materiál je zvolen pro tenkou vrstvu. Pro adsorpční chromatografii je vhodný silikagel, oxid hlinitý, kyselina křemičitá, polyamid. Pro rozdělovací chromatografii je to především celulóza, silikagel a další (Davídek, 1981; Zýka, 1972; Lábler et al., 1965).

Adsorbenty jsou tuhé látky schopné reverzibilně vázat na svém povrchu jiné chemické sloučeniny v kapalně nebo plynné fázi, a to buď působením fyzikálních sil, nebo chemických sil. Tenká rovnoměrná vrstva adsorbentu se nanáší na hladkou desku ze skleněného, hliníkového nebo z plastického materiálu několika způsoby, roztíráním, nastříkáním, nebo litím suspenze adsorbentu. Každá sloučenina má v daných podmínkách charakteristickou rychlost pohybu, určující její polohu na chromatogramu. K vyjádření rychlosti pohybu se používají hodnoty retardačního faktoru (R_f). Jedná se o poměr vzdálenosti středu skvrny od startu a vzdálenosti čela rozpouštědla od startu. To znamená, že se hodnoty retardačního faktoru pohybují v rozmezí od nuly do jedné. (Gasparič a Churáček, 1981).

2.4. Farmakologické účinky některých účinných látek

První vědecká studie zabývající se leuzeou proběhla během II. světové války, kdy se vědci v sovětském svazu pokoušeli z rostlin dostat takové látky, které rychle obnovují kondici vojáků, rychle hojí rány a potlačují stress. Tento vojenský výzkum probíhal pod přísným utajením. Vědecké expedice v této době odjížděli na Sibiř, kde se seznamovali s použitím rostliny u tamních léčitelů. Výzkum se dále soustředil na získávání účinných látek u dovezené leuzezy. A skutečně, během krátké doby byly vyvinuty první přípravky z této rostliny, které se podávali vojákům. Po válce tajný vědecký program v Sovětském svazu dále pokračoval a roku 1965 byla z extraktů leuzezy izolována aktivní látka ekdysteron. Vedle pokusů na vojácích bylo toto anabolikum testováno i v rámci vesmírného programu. Proto nebyla z důvodů utajení většina tehdejších výsledků publikována.

O několik let později zjistila skupina lékařů antidopingového střediska Ruského olympijského výboru, že leuzea značně zvyšuje proteosyntézu neboli tvorbu svalové hmoty. Po roce 1989 se ruská věda otevřela světu, a ten se seznámil

s účinnými látkami leuzeey. V roce 1995 se staly obsahové látky z leuzeey oficiálním doplňkem stravy (adaptogenem), (Jablonský a Bajer, 2007).

2.4.1. Působením na lidský organismus

Působením na lidský organismus je leuzea podobná ženšenu. V roce 1947 jako první upozornil na její léčivé účinky A. A. Saratikov, který ji zkoušel u pacientů trpících všeobecnou slabostí a depresí. Biologický účinek nevykazují pouze rostliny ze své domoviny, ale též rostliny vypěstované v odlišných geografických podmínkách a monokulturách.

Leuzea se používá převážně jako neurostimulátor a afrodiziakum, při psychických a fyzických zatížení organismu. V případech vyčerpání zvyšuje vitalitu pacientů. Při intenzivní práci se zlepšují funkční ukazatele organismu: zvyšuje se celková práce schopnost, síla zádoových svalů, hbitost rukou a jejich schopnost vykonávat statickou práci, přesnost a koordinaci pohybů, zvyšuje se také vitální kapacita plic a zkracuje regenerační perioda organismu. U osob s normální zásobou energie má jen nepatrný vliv. Nepůsobí na posun hranice maximálních možností organismu, ale na její efektivní vyplnění. Stabilizuje obsah makroergních fosfátů ve svalech a ekonomičtěji využívá glykogen.

Leuzea velmi dobře působí při astenii a depresích, což její význam předurčuje ve využití v psychiatrické a neurologické praxi, kde zlepšuje náladu pacientů a podstatně snižuje intenzitu depresivních projevů. Leuzea byla také s úspěchem použita při léčbě lehčích forem diabetu. Užívá se při rekonvalescenci a bolestech hlavy. Zlepšuje trávení a odstraňuje nechutenství. V některých případech snižuje i zvyšuje krevní tlak, tyto výsledky potvrdili různé klinické testy. Zaznamenány byli i dobré výsledky při léčbě impotence.

Leuzea saflorová působí anabolicky, snižuje hladiny cukrů, tuku a cholesterolů v krvi, má příznivý vliv na činnost jater a kardiovaskulární systém. Její extrakty mají vliv na syntézu bílkovin obdobně jako anabolické hormony na bázi testosteronu, ovšem bez vedlejších nežádoucích účinků. Leuzea snižuje obsah glukózy v krvi při adrenalinové hyperglykémii, zároveň však brání rozvinutí hypoglykemické reakce navozené aplikací inzulínu. Pomáhá při urychlení

reparačních procesů a normalizací struktury jaterní tkáně při hepatitidě. Při užívání leuzezy dochází k lepšímu zásobení mozku kyslíkem, jež je pravděpodobně způsobeno dilatací cév, které mají nutritivní funkci.

Na rozdíl od jiných adaptogenních rostlin jsou rizika spojená s užíváním leuzezy prakticky zanedbatelná. Větším rizikem v některých případech byl nízký krevní tlak. U některých osob nastávalo po vyšších než doporučených dávkách ke zvýšenému podráždění mozku, které bylo vystředáno spavostí. Čisté extrakty, které obsahovaly ekdysteroidy a flavonoidy, byly prakticky bez vedlejších účinků.

Nejpoužívanější částí leuzezy je kořen, listová část, květ, případně i semena. Nejvíce obsažných látek z rostliny vyluhujeme formou tinktury, nadzemní části se využívají jako čajovina, která se sklízí v době kvetení (Bárnet et al., 2015).

2.4.2. Biologická aktivita

Brekhman a Dardymov (1969) označili leuzezu saflorovou za adaptogen, což je termín běžně používaný bylinkáři pro označení přírodního bylinného produktu, který zvyšuje odolnost těla před stresy jako trauma, úzkost a tělesná únava (Winston a Maimes, 2007).

Jak je shrnuto níže, experimentální farmakologické a klinické zkoušky provedené během posledních 25 let ukázaly, že extrakt a jednotlivé sloučeniny (zejména ekdysteroidy), izolované z různých částí rostliny, mají specifické biologické vlastnosti, které naznačují značeným adaptogenním vlastnostem včetně imunostimulace, eliminace volných radikálů, zvýšená biosyntéza bílkovin, fyzický výkon a větší vytrvalost, zlepšení kardiovaskulárních funkcí a duševní rovnováhy.

Nicméně, protože některé vlastnosti, které se přisuzují rostlině jsou stejné jako ty, které se přisuzují ekdysteroidům, je zapotřebí dále studovat literaturu, abychom byli schopni získat lepší porozumění farmakologického potenciálu rostliny, která se zaměřuje na obecné biologické vlastnosti sloučenin ekdysteroidů, jako je například recenze Lafonta a Dinana (2003).

2.4.3. Efekt na proteosyntézu a fyzickou výdrž

Několik *in vivo* testů na zvířatech a klinické testy na sportovcích, hlavně v bývalém Sovětském svazu a zemích Ruské federace prokázalo významný vliv extraktu leuzezy saflorové a složek ecdysteroidů (hlavně 20E) na zvýšení proteosyntézy bílkovin a fyzické výdrže testovaných subjektů, které následně vedly k výrobě několika formulí na zvýšení síly, výdrže a zvýšení svalové hmoty u sportovců (Gadzhieva et al., 1995; Azizov, 1997; Azizov et al., 1997, 1998).

Od roku 1970 byl anabolický efekt leuzezy saflorové potvrzen v několika experimentech na laboratorních zvířatech, hlavně na myších a krysách. Podle výsledků dřívějších experimentů Syrov a Kurmukov (1976) je zřejmé, že podání 20E extrahovaného z leuzezy saflorové v množství 5 mg/kg krysám po dobu 7 dní ukázalo zvýšení hmotnosti jater, srdce, ledvin a *Musculus tibialis anterior*.

V jiné studii bylo zjištěno, že 20E extrahovaný z leuzezy saflorové aplikovaný denně jako intraperitoneální injekce (vpich do břicha) myším, zlepšil růst mladých samic, ale neměl účinek na mladé samce (Stopka et al., 1999). Růst způsobující vlastnosti 20E extrahovaného z leuzezy saflorové také byly popsány v experimentu s Japonskými křepelkami (Sláma et al., 1996) a prasaty (Krátký et al., 1997). Významné zvýšení živé váhy čerstvě vylíhnutých mladých křepelk se projevilo až po 37 dnech zkrmováním semen leuzezy saflorové, které obsahovaly 20E (Koudela et al., 1995).

V experimentu na samcích bílých myší, které běhaly na běhadle každý den, bylo po 20ti dnech orálního užívání 20E extrahovaného z leuzezy saflorové s vitamínem C a E pozorováno zvýšení fyzické výdrže a následné regenerace o 56%.

Podobné výsledky přinesla studie zkoumající výdrž v plavání u mladých bílých samců myší (Azizov a Seifulla, 1998).

V roce 2000 Todorov et al. (2000 a,b) zjistil, že intraperitoneální podání vodného roztoku leuzezy saflorové s 20E aktivuje biosyntézu makromolekul (bílkovin, RNA, DNA) v organech myší.

V klinických testech, preparáty jako Ecdysten (s aktivní složkou 20E), Leveton a Prime Plus (kombinace 20E s nerafinovaným cukrem a kaseinem), které se užívali orálně 20 dní ve 3 oddělených skupinách sportovců s denním aerobním a

anaerobním tréninkem se výrazně snížil obsah tuku a zvýšil se obsah svalové hmoty v porovnání s kontrolní skupinou (Gadzhieva et al., 1995).

2.4.4. Vliv na kardiovaskulární systém a krev

Kořenový ethanolový extrakt vykazoval výrazné antidiabetické vlastnosti snížením hladiny glukózy v krvi a zvýšením snížené hladiny glykogenu v játrech v experimentech na myších a potkanech s indukovaným diabetem. (Molokovskij et al., 1989).

Suchý extrakt byl zkoumán pro hemorologické vyšetření aktivity u spontánně hypertenzních potkanů. Pětidenní léčba testovaných krys s akutním infarktem myokardu s denní dávkou 150 mg/kg zlepšila reologické vlastnosti krve, jako je snížená viskozita krve a plazmy (Plotnikov et al., 1999, 2001).

Nedávná studie také ukázala inzulin stimulující a antihyperglykemickou aktivitu (Molokovskij et al., 2002). Opakované podání extraktu 20E z *R. carthamoides* zvýšil obsah erytrocytů a hemoglobinu v krvi a má výrazný vliv na regeneraci krve v hemotoxické fenylyhydrazinové anémii u potkanů (Srov et al., 1997).

2.4.5. Vliv na nervový systém

Ethanolový kořenový extrakt prokázal významné zlepšení učení a paměťové schopnosti, stejně jako úplné odstranění poruchy paměti vyvolané skopolaminem pomocí metody bludiště (Mosharrof, 1987). Perorální podání 150 mg/kg sušeného kořenového extraktu z kardamamidu, připraveného extrakcí 40 % ethanolu, krysám s cerebrální ischemií po dobu 5 dnů, zabránilo destruktivním změnám a snížilo hustotu synapsí v mozkové kůře (Logvinov et al., 2001).

Jen v jedné studii o nervovém systému prováděné na lidech, odvar z kořene leuzezy saflorové (polovina sklenice, 4 až 5x denně po dobu 2 měsíců) podpořila nápravu deprese u alkoholiků s depresivními stavy, a také zlepšila zdravotní stav pacientům s gastrointestinální bolestí somatického původu.

Odvar byl připraven následujícím způsobem: vroucí voda se nalije do sklenice se lžící práškového rostlinného materiálu s dodatečným varem 30 minut v laboratorní vodní lázni, poté chlazená na pokojovou teplotu po dobu 10 minut, filtrována, doplněna vodou do plného objemu a ochucena čajovou lžičkou medu (Ibatov, 1995).

2.4.6. Vliv na reprodukci a sexuální činnost

Afrodisiakální pověst rostliny byla studována v roce 2004 několika experimenty demonstrujícími pozitivní vliv 20E na sexuální funkce lidských subjektů, ale současně ukazuje nekonzistentní výsledky testů na zvířatech. Například Mirzaev et al. (2000) uvádějí, že 10denní podávání 20E (5 a 10 mg/kg) výrazně zlepšily vlastnosti chování sexuální funkce potkanů, zatímco při provedených experimentech od Stopka et al. (1999) byly denně aplikovány peritoneální injekce 20E z leuzezy saflorové, které inhibovaly produkci spermií u samců, ale způsobily poruchy estrálních cyklů u samic myši.

V klinických studiích na lidech byl podáván přípravek Ecdysten mužům s diagnostikovanou neplodností (narušená spermatogeneze jako komplikace některých urologických onemocnění), kdy se zvýšila kopulativní funkce a zlepšila se kvalita spermií a sexuální funkce pacientů (Mirzaev et al., 2000).

2.4.7. Antimikrobiální a antiparazitický vliv

Co se týče protiinfekčních účinků leuzezy saflorové, byla provedena pouze jedna studie s lidskými subjekty. Studie ukázala, že přípravek Ecdysten má významný účinek při léčbě pacientů s perzistentní a akutní giardiózou (Osipova et al., 2002).

Růstový inhibiční účinek 20E na bakterie a plísně byl pozorovaný při poměrně vysokých koncentracích v rozmezí 100–400 lg / ml (Ahmad et al., 1996), některé další účinné sloučeniny dříve izolované z rostliny, jako jsou polyacetyleny se zdají být zodpovědné za antimikrobiální účinky. Nicméně, ekdysteroidy se mohou také podílet na obecném protiinfekčním účinku leuzezy saflorové, zvláště s ohledem na jeho antiparazitické vlastnosti.

2.4.8. Vliv na hmyz

V současné době je obecně uznáváno, že určité ekdysteroidy hrají klíčové role v kontrole růstu, vývoje, metabolismu, metamorfóze a reprodukci. 20E je principiální steroidní hormon u hmyzu, nicméně poslední údaje však naznačují, že ostatní ekdysteroidy mohou mít podobné účinky (Simonet et al., 2004). Ekdysteroidy jsou steroidní hormony všech tříd arthropodů a nejpravděpodobněji i jiných bezobratlých. Funkce analogů ekdysteroidů (fytoekdysteroidů) v rostlinách je stále málo prozkoumaná, zdá se ale, že poskytují určitý stupeň ochrany proti neadaptovanému fytofágnímu hmyzu (Dinan, 2001). Navzdory známému vlivu fytoekdysteroidů na hmyz, účinky leuzezy saflorové na bezobratlé organismy byly pouze částečně studovány.

2.5. Současné využití leuzezy saflorové a jejích účinných látek v ČR a ve světě

2.5.1. Nové možnosti využití leuzezy saflorové v ochraně rostlin

Botanické insekticidy jsou zajímavou alternativou pro ochranu skleníkových kultur, při ochraně před parazity u domácích a hospodářských zvířat, ale také v ochraně ovoce a zeleniny. Na světovém trhu se objevilo několik privátních společností s těmito přípravky.

V prospěch botanických insekticidů hovoří několik skutečností:

Mají relativně nízké náklady na aktivní složku, při použití nejsou v zásadě toxické, jejich biologická účinnost je obvykle univerzální (fungicidní, baktericidní a insekticidní), přípravky na bázi nepřímé insekticidní účinnosti (protipožerové účinky, repelence atd.) jsou vysoce selektivní, rezidua se rychle rozkládají a obvykle nepůsobí negativně na přirozené nepřátele škůdců.

Přípravky, které obsahují extrakt z leuzezy saflorové nejsou v České republice zatím registrovány. Jejich potenciál využití pro ochranu rostlin před hmyzími škůdci se dá označit za preventivní, tak i kurativní, především proti sviluškám, mšicím, molicím housenkám, larvám a listožravým broukům. Aplikace se provádí postřikem,


jak na otevřených plochách, tak i v pařeništích, sklenících i v domácnostech (Bárnet et al., 2015).

2.5.2. Využití leuzezy saflorové v České republice

V České republice se leuzeza především využívá jako doplněk stravy, minimálně jako krmná plodina. V internetových obchodech jí můžeme najít v různých lékových formách např. čaje, tinktury, tablety, sušené kořenové i nadzemní části atd.

Tab. 1 Přehled produktů z leuzezy saflorové prodáváných v České republice

Obrázek	Název produktu	m.j.	Léková forma	Cena
	Leuzea – Maralí kořen	50 ml	tinktura	99 Kč
	Maral – Leuzea saflorová	500 g	sušené kořeny	415 Kč
	Maral – Leuzea	120 Kč	kapsle	339 Kč

	Rakytník s leuzeou	100 g	Čaj	105 Kč
---	--------------------	-------	-----	--------

Zdroj: www.srovnanicen.cz

2.6. Vliv technologie pěstování a elicitorů na obsah účinných látek

2.6.1. Biotické a abiotické faktory působící na rostliny

Rostliny se v průběhu svého vývoje setkávají s různými vlivy okolního prostředí, které mění jejich základní metabolismus. Aby rostlina dokončila svůj životní cyklus úspěšně, musí se potýkat s ekologickými omezeními, která zahrnují patologické napadení, výkyvy teplot, vysokou intenzitu světla a vodní deficit. Při překročení kritické meze, mohou být rostliny vystaveny tlaku, nebo stresu. Tato změna podmínek prostředí pak vede ke změnám rychlosti růstu, nižší produktivitě a v extrémních případech k fatálním účinkům. Faktory, které ovlivňují životní prostředí rostlin se dělí do dvou hlavních skupin na biotické a abiotické (Bartwal et al., 2013).

Mnoho biologických činitelů může fyzicky napadat rostliny, mezi nejvýznamnější zástupce řadíme houby, viry, bakterie a hlístice, které způsobují u rostlin stres (biotický stres), (Verma a Shukla, 2015).

Biotické faktory dále zahrnují také patogenní mikroorganismy, jako jsou plevele, hmyz, býložravci a další predátoři (Bartwal et al. 2013; Zhao et al. 2005).

K abiotickým zdrojům stresu se řadí látky znečišťující ovzduší, extrémní výkyvy teplot, sucho, vysoká intenzita světla, mechanické poškození a salinita (Bartwal et al., 2013).

Z toho vyplývá, že každý ze zde popsaných biotický či abiotický stres má určitý vliv na nadprodukcii reaktivních forem kyslíku, vytvářející se v rostlině (Shabala, 2012).

Tyto formy kyslíku mají tendenci oxidovat různé buněčné biomolekuly, např. bílkoviny, lipidy, nukleové kyseliny a další. Proto si rostliny zajistily vlastní obranný antioxidační systém, který zajišťuje odbourávání reaktivních forem kyslíku. Tento obranný systém se skládá z různých enzymatických a neenzymatických molekul, které jsou produkovány proti nepříznivým vlivům okolního prostředí. Označují se jako sekundární metabolity (Bartwal et al., 2013).

2.6.2. Elicitace

Obranná reakce rostlin může být spuštěna celou řadou sloučenin, které se nazývají elicitory. Původní označení elicitor bylo použito pro molekuly, které byli schopné indukovat produkci fytoalexinů, ale v současné době se používají pro všechny podněty, které vyvolávají obrannou schopnost rostliny. První z nich byli popsány na začátku roku 1970 (Angelova et al., 2006).

Elicitory jsou látky, které vyvolávají stress, fyziologické změny v rostlině. Rostliny reagují na tyto podněty aktivací řady obraných mechanismů, které jsou srovnatelné s napadením patogenními infekcemi, podněty z okolí zásahem do metabolismu a ke zvýšení syntézy fytochemikálií v rostlině.

Elicitory jsou tedy nástroje, které zvyšují produkci fytochemických látek v rostlinách. Používají se samostatně, nebo v kombinaci v různých růstových fázích rostliny. Jsou to komplexní biologické přípravky, ve kterých je různá struktura účinných látek. Příkladem mohou být kvasinkové extrakty a mikrobiální přípravky z buněčných stěn.

Koncentrace aplikovaných elicitorů vyvolává různé reakce charakteristické pro daný rostlinný druh, což je dobré zohlednit a hledat odpovídající účinnou dávku a dobu aplikace.

Elicitace se může provádět postřikem na list, nebo před vysetím, namáčením semen (sazenic) do naředěného přípravku u hydroponií přidáním elicitorů do vodního oběhu.

Komerčně v potravinářství se také využívají po sklizni, kdy u mnoha druhů ovoce a zeleniny dodatečně zvyšují obsah fytochemických látek. Jako příklad se dá uvést působení nízkých a vysokých teplot, ultrafialové záření, nebo kombinací s plynem.

Důležitou roli při elicitaci také hrají fyziologické podmínky. Přítomnost regulátorů růstu v intenzivní fázi růstu rostliny zvyšuje koncentraci biologicky aktivních látek (Baenas et al., 2014).

V současné době je elicitace považována za jednu z neúspěšnějších metod, která vede ke zvýšení produkce sekundárních metabolitů (Bourgaud et al., 2001).

Elicitory se rozdělují na biotické a abiotické. Avšak za elicitory lze považovat také rostlinné hormony (Baenas et al., 2014).

2.6.3. Biotické elicitory

K biotickým elicitorům se řadí:

- Polysacharidy
- Lipopolysacharidy
 - celulózy a pektin, chitin a glukany, chitosan, alginát, arabská guma, guarová guma, karobová guma
- Oligosacharidy
 - glukuronidy, guluronát, manan, manuronát
- Proteiny
 - celulóza, cryptogein, oligandrin, glykoproteiny, pektolyáza, laktoferin
- Komplexní přípravky
 - buněčná stěna mycelia, plísňové spory, buněčné stěny
- Patogenní toxiny
 - koronatin, (Baenas et al., 2014).

2.6.4. Abiotické elicitory

Abiotické elicitory se dělí na chemické a fyzikální.

Chemické elicitory:

- Kyselina octová
- Ethylen a Ethanol
- Silikon

- Benzothiadiazol
- Bioregulátor prohexadione
- Anorganické soli
 - Chlorid rtuťnatý, chlorid vápenatý, síran měďnatý, síran vanadylu
- Kovové ionty
 - Ag, Ag²⁺, Co²⁺, Fe²⁺, Al³⁺, Mn²⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺, Zn²⁺, (Baenas et al., 2014).
 - ionty lanthanu, europia, vápníku
- Polyaminy
- Oxid dusnatý (Akula a Ravishankar, 2011).
- Přípravky na bázi titanu (Kužel et al., 2003).

Fyzikálními elicitory:

- Sucho
- Mechanické poškození
- Extrémní teplotní šok
- Vysoký tlak
- CO₂
- UV záření
- Salinita
- Ozon (Baenas et al. 2014)
- pH (Bourgau et al. 2001)
- Vysoká nebo nízká teplota
- Zaplavení (Akula a Ravishankar, 2011).

2.6.5. Fytohormony

Jsou přírodní produkty s nízkou molekulovou hmotností, které působí v nízkých koncentracích a regulují v podstatě všechny fyziologické a vývojové procesy během životního cyklu rostliny. Mezi nejvýznamnější zástupce se řadí:

Kyselina abscisová, auxiny, brassinosteroidy, cytokininy, gibereliny, ethylen (Piotrowska a Bajguz, 2011), kyselina salicylová (Kužel et al., 2009), methylsalicylát

(Kužel et al., 2009; Baenas et al., 2014) a kyselina acetylsalicylová (Kužel et al., 2009).

2.7. Technologie pěstování leuzezy saflorové na malé farmě

2.7.1. Výběr pozemku a příprava půdy

Jedním z nejdůležitějších kroků při velkoplošném pěstování leuzezy saflorové je správný výběr pozemku. S ohledem na velké množství drobných kořenů je separace a následné vymývání zeminy velkým problémem při sklizni a posklizňové úpravě. Leuzezu je ekonomicky a agrotechnicky výhodnější sít do lehčích hlinitopísčitých půd. Špatně snáší dlouhodobě zamokřené pozemky. Vhodnou předplodinou se jeví některá z obilovin, méně vhodnou pak okopaniny, které tvoří s leuzezou konkurenční vztah. Pozemek by měl být nezaplevelený, bez trvalých plevelů, které komplikují pěstování. Příprava půdy spočívá v kvalitně provedené podmítce a jejím ošetřením prutovými, nebo cambridžskými válci. Po podmítce by měla následovat hluboká orba 25-30 cm se zaoráním hnoje v dávce 50 t/ha. Spolu s hnojem je vhodné zaorat draselná a fosforečná hnojiva v dávce 100kg fosforu a 50 kg draslíku. Na jaře příštího roku se provádí předseťová příprava, která je spojena se zapravením dusíkatých hnojiv. Dávka dusíku 50 kg/ha.

2.7.2. Setí

Setí se provádí od jara až do podzimu. Jako nejvýhodnější termín se jeví polovina března až polovina dubna, z důvodů využití zimní vláh. Výsev se provádí secím strojem s utužovacím válcem. Šířka řádku závisí na účelu pěstování. Jedním z hlavních produktů je kořen a nať. V ideálním případě se ještě provádí dvě seče nadzemní hmoty pro krmivářské účely za rok. Vzdálenost řádků by tedy měla být 60 cm. Výsevek činí přibližně 6 kg na jeden ha, hloubka setí se udává 3 cm.

2.7.3. Chorob a škůdci

Leuzea nemá žádné podstatné choroby a škůdce, v tomto ohledu je bezproblémovou plodinou. Pouze ve vlhkých letních měsících ve fázi kvetení se může vyskytnout hniloba květního lůžka, následkem toho se snižuje výnos semena. Důležité je však uskutečnit včas druhé seče vzhledem k tomu, že jsou rostliny v pozdních měsících náchylné na padlí listů.

2.7.4. Ošetřování porostu

Při vzejití plevelů je vhodné použít meziřádkovou kultivaci plečkou. Meziřádkovou kultivaci provádíme několikrát v průběhu vegetačního období, a to nejméně 6krát. V druhém roce se dynamika růstu zrychluje. Plečkování se teď provádí přibližně třikrát, a to jen v první polovině vegetace. Ošetřování porostu ve třetím roce je obdobné jako ve druhém. Během celé doby pěstování se nepoužívají herbicidní přípravky, neboť se jedná o léčivou rostlinu, kde je užívání těchto látek nevhodné.

2.7.5. Hnojení

Vzhledem k nárůstu nadzemní hmoty v dalších letech je efektivní provádět další přihnojování NPK v poměru 1:2:1. Předpokládané dávky hnojiv by byly 50 kg N/ha, 100 kg P/ha a 50 kg K/ha. Celková dávka by se měla aplikovat ve dvou fázích. První na začátku vegetace a druhá a druhá po provedení první seče.

2.7.6. Sklizení nadzemní hmoty

Nadzemní hmota se zpracovává na seno, sennou moučku, senáž, nebo se přidává do siláží. Nejpříznivější doba pro sečení porostu, z hlediska obsahu živin a jejich stravitelnosti, je doba před kvetením. Při sušení sena je nutné počítat se ztrátami způsobenými odroly. Proto je v hodné posečenou leuzeu sušit na poli. Seno se pak může přidávat do krmné dávky skotu. Konzervace píce je stejná jako u

ostatních bílkovinných píce, např. vojtěšky. Po pokosení se píce nechá zavadnout na 35 % obsahu sušiny. Poté se provede sběr samo sběracím vozem, hmota by se měla ošetřit silážním aditivem a uložit zrát do PE vaku.

Leuzeu je také vhodné využít v krmných směsích v menších hospodářských chovech, např. u prasat, drůbeže a králíků, ve formě senné moučky, nebo úsušků.

Výroba úsušků by probíhala umělým teplem v bubnových sušičkách a případně úpravou v kladívkovém šrotovníku na moučku.

2.7.7. Sklizeň kořene

Sklizeň kořene patří mezi nejnáročnější pracovní operaci při pěstování leuzeu. Zapotřebí je získat kořen co nejčistší, bez zeminy. To samozřejmě závisí na povětrnostních podmínkách v době sklizně. Sklizení kořene na podzim je problematické s ohledem na vlhkost půdy a jeho následnou posklizňovou úpravu. Při sklizení kořene na podzim je nutné nejdříve odstranit nadzemní hmotu. Kořen lze sklízet jednořádkovým vyorávačem brambor s následným ručním sběrem. Pokud by na podzim byly takové podmínky, které by znemožňovaly kvalitní provedení sklizně, lze uskutečnit sběr v jarním období, a to na počátku vegetace rostliny. Půda na jaře rychleji osychá a snáze se odstraňuje. uvádí že na počátku vegetace je obsah ekdysteroidů vyšší než na podzim. Problém však nastane s využitím pozemku, neboť čas na jeho přípravu pro následnou plodinu bude velmi krátký.

2.7.8. Posklizňová úprava produktu

Po sklizni je nutné kořen vhodně ošetřit. Posklizňová úprava spočívá v promytí a následném sušení kořene. Samotné mytí nesmí být příliš dlouhé, mohlo by docházet k vyplavování účinných látek, které jsou nejvíce obsaženy ve svrchních částech kořene. Ideálním prostředkem k této operaci se jeví bubnová pračka. Po mytí by mělo následovat sušení až do 13 % vlhkosti. K tomuto procesu je vhodná pásová sušárna, která je určená k sušení rostlinného materiálu.

2.7.9. Ekonomické zhodnocení navrhované technologie

V tabulce 1. jsou uvedeny jednotlivé pracovní operace. Teoretická výměra pozemku je 1 ha.

Nejprve byli stanoveny náklady na pěstování leuzey po dobu tří let, každý rok zvlášť. Cena uvedených operací je orientační a zhotovená podle ceníku služeb společnosti AGRODOS s.r.o.

Zdroj: www.agrodos.cz

Tab. 2 Náklady na pracovní operace v 1. roce pěstování

Pracovní operace	Cena	Počet provedení	Náklady na 1 ha
Podmítka	560	1	560
Rozmetání hnoje	2750	1	2750
Rozmetání prům. hnojiv	250	1	250
Hluboká orba	1400	1	1400
Předseťová příprava	600	1	600
Setí	1100	1	1100
Meziřádková kultivace	650	6	3900
Celkem	-	-	10 560 Kč

Tab. 3 Náklady na pracovní operace ve 2. roce pěstování

Pracovní operace	Cena	Počet provedení	Náklady na 1 ha
Rozmetání prům. hnojiv	250	2	500
Meziřádková kultivace	650	3	1950
Celkem	-	-	2 450 Kč

Tabulka. 4 Náklady na pracovní operace ve 3. roce pěstování

Pracovní operace	Cena	Počet provedení	Náklady na 1 ha
Rozmetání prům. hnojiv	250	2	500
Meziřádková kultivace	650	2	1300
Mulčování	700	1	700
Sklizeň kořene	10000	1	10000
Celkem	-	-	12 500 Kč

Součet jednotlivých pracovních operací za 3 roky:

1. rok 10 560 Kč

2. rok 2 450 Kč

3. rok 12 500 Kč

Celkem: 25 260 Kč**Dále je nutné počítat s cenou hnojiv a osiva.**

Tab. 5 Náklady na osiva a hnojiva v 1. roce pěstování

Položka	m.j	Cena za m.j.	Počet m.j na ha	Náklady na 1 ha
Osivo	kg	1250	6	7500
Hněj	t	250	50	12500
LAV 27,5 %	t	7000	0,18	1260
Superfosfát 45 %	t	11250	0,26	2925
Draselná sůl 60 %	t	10000	0,08	800
Celkem	-	-	-	24 985 Kč

Tab. 6 Náklady na hnojiva ve 2. roce pěstování

Položka	m.j	Cena za m.j.	Počet m.j na ha	Náklady na 1 ha
LAV 27,5 %	t	7000	0,18	1260
Superfosfát 45 %	t	11250	0,26	2925
Draselná sůl 60 %	t	10000	0,08	800
Celkem	-	-	-	4 985 Kč

Tab. 7 Náklady na hnojiva ve 3. roce pěstování

Položka	m.j	Cena za m.j.	Počet m.j na ha	Náklady na 1 ha
LAV 27,5 %	t	7000	0,18	1260
Superfosfát 45 %	t	11250	0,26	2925
Draselná sůl 60 %	t	10000	0,08	800
Celkem	-	-	-	4 985 Kč

Součet celkových nákladů na hnojiva a osivo za 3 roky:

1. rok: 24 985 Kč

2. rok: 4 985 Kč

3. rok: 4 985 Kč

Celkem: 34 955 Kč

Mezi další položky se řadí posklizňová úprava. Odstranění zeminy, promytí kořenů a následné sušení.

Náklady na mytí kořene:

Náklady na mytí 1 t kořene: 500 Kč

Množství kořenů z 1 ha: 6 t

Náklady na 1 ha celkem: 3 000 Kč

Náklady na sušení kořene:

Měrný náklad: 95 Kč/t/%

Množství kořenů z 1 ha:	6 t
Potřebné snížení vlhkosti:	65 %
Výpočet:	$(65 \times 6) \times 95 = 37\,050$ Kč

Součet nákladů na posklizňovou úpravu:

Mytí:	3 000 Kč
Sušení:	37 050 Kč
Celkem:	40 050 Kč

Po sečtení jednotlivých nákladů dostaneme celkové náklady na pěstování leuzezy.

Celkové náklady na 1 ha = 25 260 + 34 955 + 40 050 = 100 265 Kč

2.8. Závěr

Leuzea saflorová je bylina, která má široké využití a perspektivu do budoucna. Ačkoli není naším původním druhem, v našich podmínkách se jí daří dobře. Její obsahové látky stojí za to dále zkoumat. Hlavním tvrzením spojeným s leuzeou je zvýšení fyzické síly a syntéza svalových bílkovin. Důkazy podporující toto tvrzení jsou v tomto okamžiku omezené pouze na studie prováděné na hlodavcích, které se zaměřuje na ekdysteroidy (20-hydroxyekdyson), také známý jako ekdyson. Nicméně omezené důkazy naznačují dobré výsledky při orálním podávání látky.

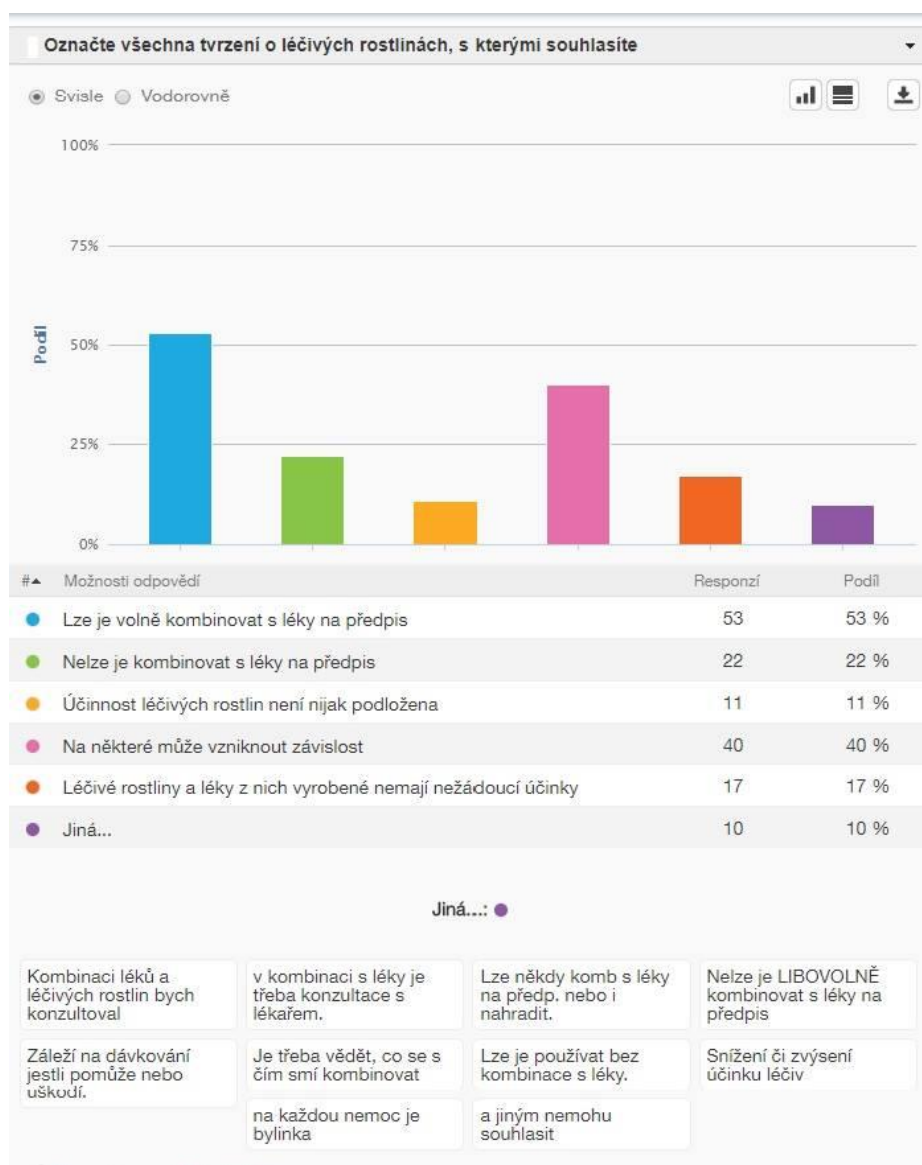
Hlavní nevýhodou při orálním užití 20-hydroxyekdyson je však rychlý poločas rozpadu 20-hydroxyekdysonu v séru (ekdyson se rozkládá přibližně do 8 minut po aplikaci), což vede k omezené vstřebatelnosti látky. Injekční podání obchází nedostatky, které nastávají při ústní podání séra, avšak působí lokálně v místě aplikace.

Lidské studie v tomto okamžiku neexistují, zdá se však že 20-hydroxyekdyson má potenciál stát se terčem v hledáčku budoucích studií, včetně výzkumu zachování jeho stability v séru.

Mezi obyvateli České republiky, jak je patrné z grafu níže je leuzea spíše méně známou bylinkou, což je škoda. I přesto se u nás najde spousta drobných pěstitelů, kteří vyrábí tinktury, extrakty a sypané čaje.

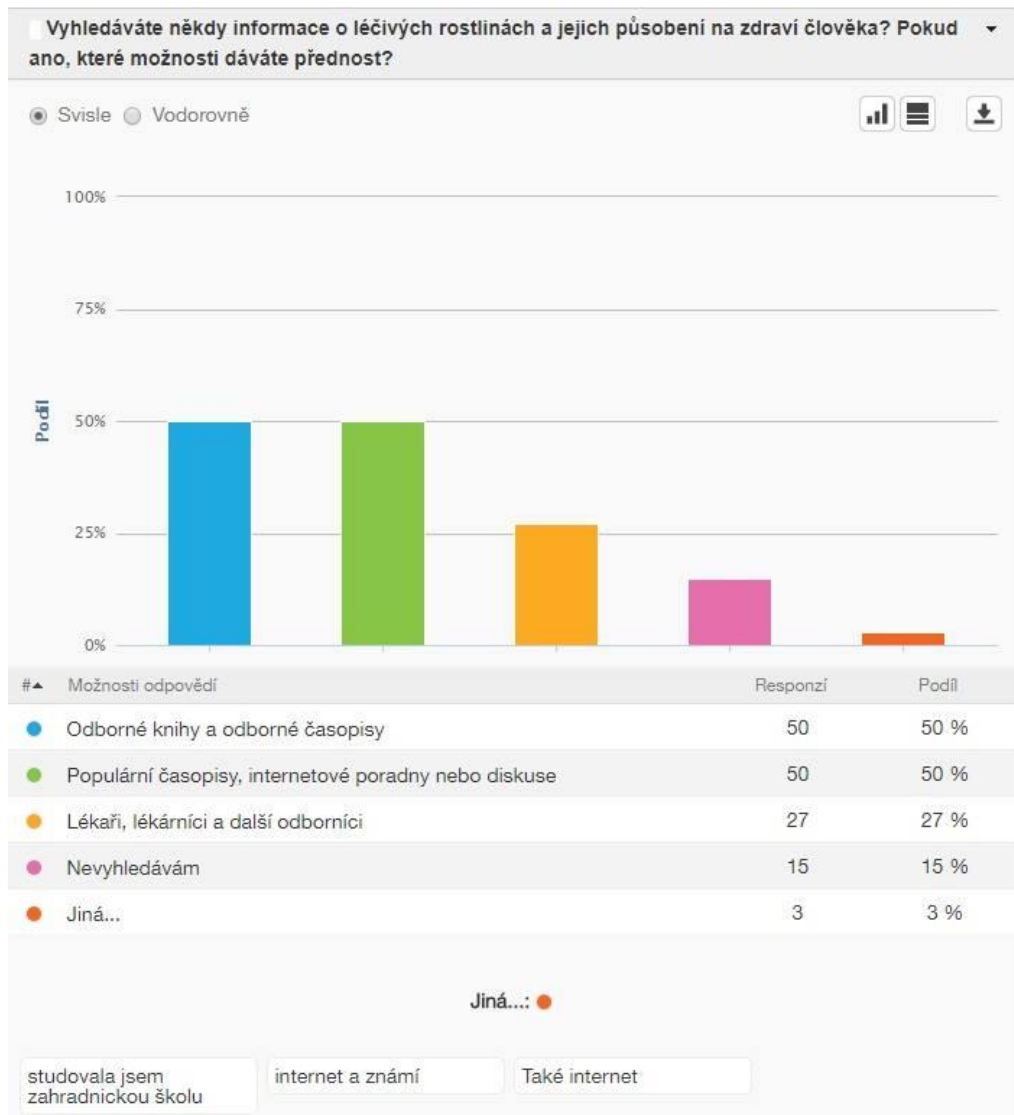
2.8.1. Vlastní sběr informací

Obrázek. 9



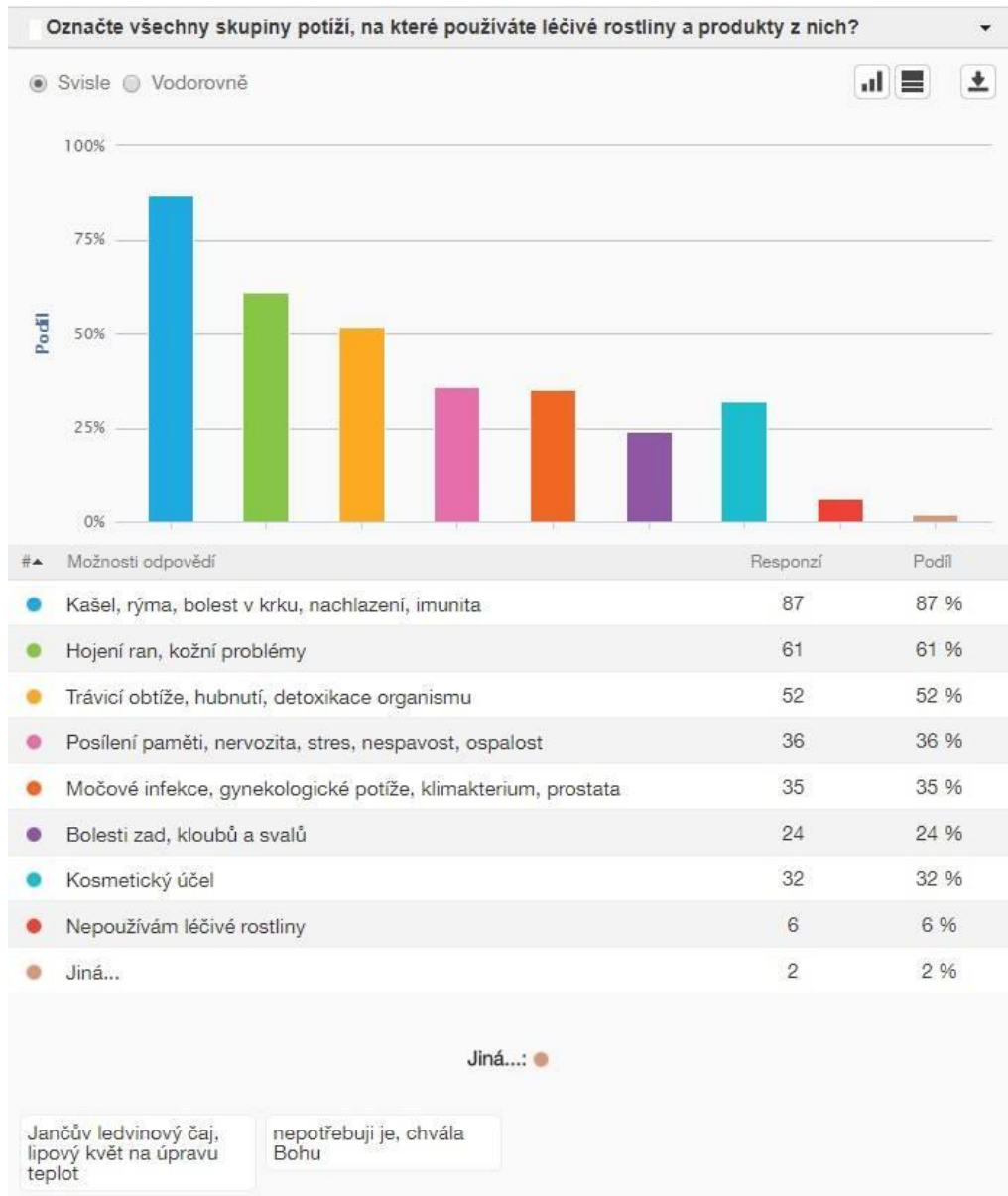
Zdroj. Autor

Obrázek. 10



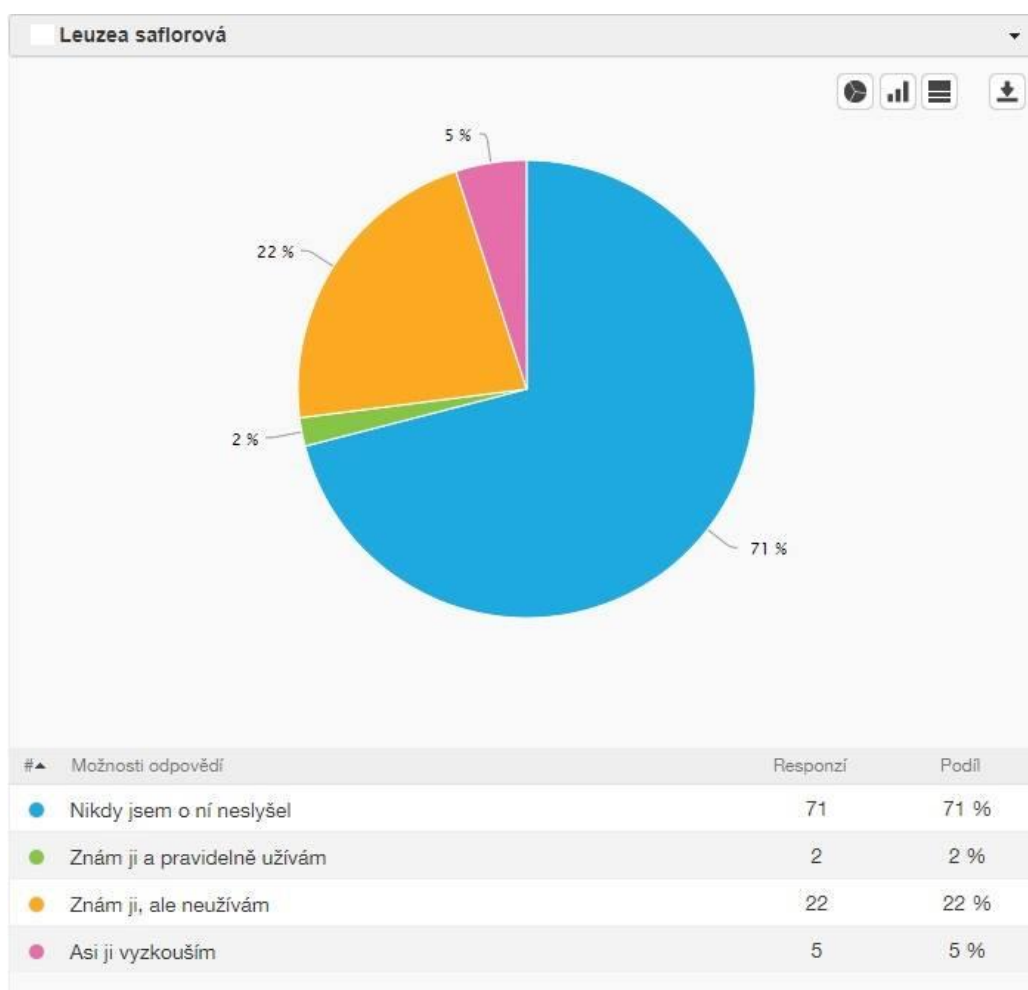
Zdroj. Autor

Obrázek. 11



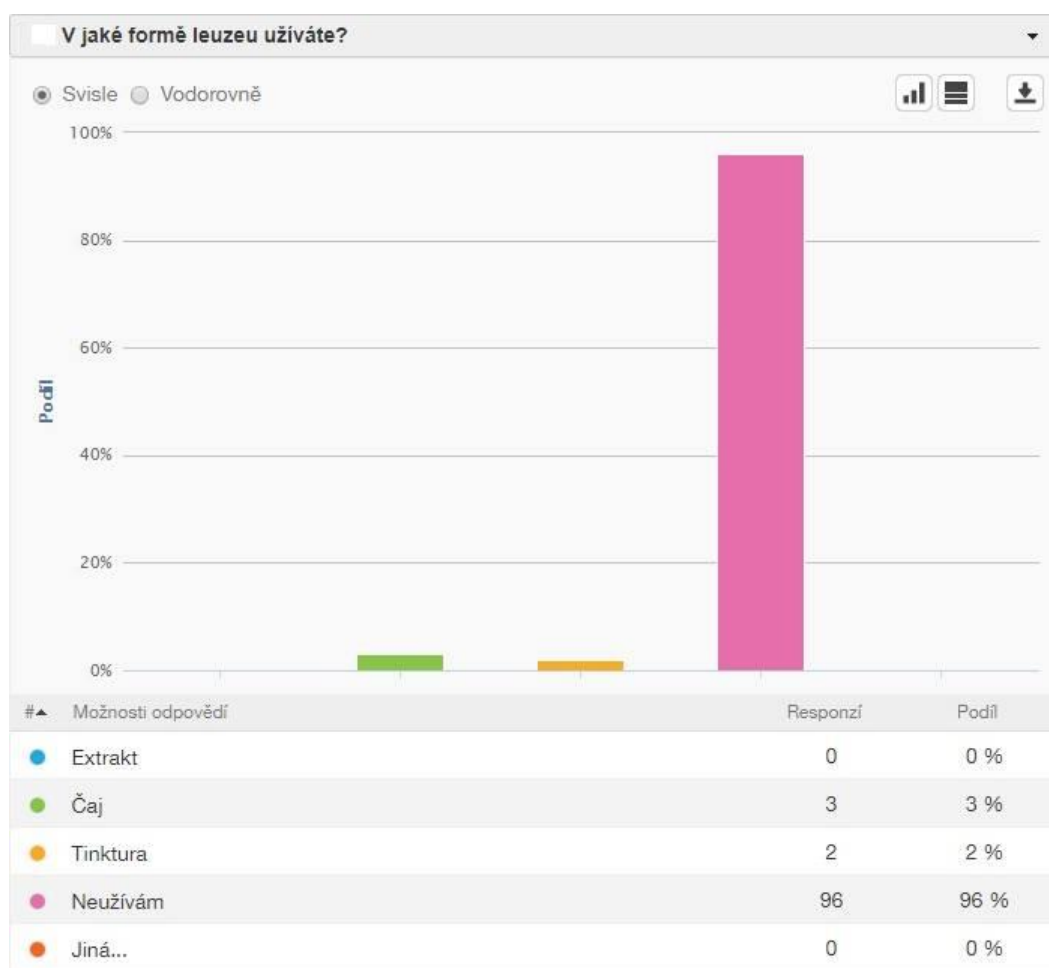
Zdroj. Autor

Obrázek. 12



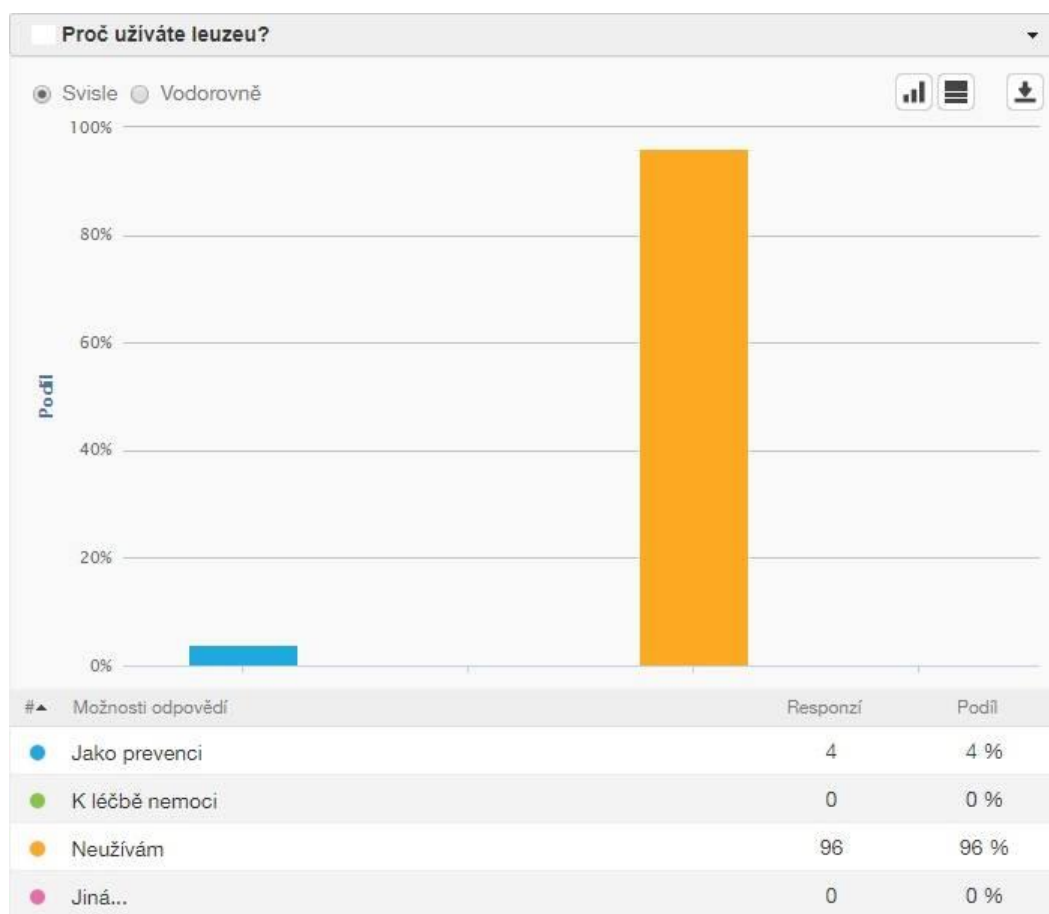
Zdroj. Autor

Obrázek. 13



Zdroj. Autor

Obrázek. 14



Zdroj. Autor

2.9. Seznam literatury:

1. **Abad, M. J., Bedoya, L. M., Apaza, L., & Bermejo, P.** (2012). The Artemisia L. genus: a review of bioactive essential oils. *Molecules*, 17(3), 2542-2566.
2. **Ahmad, V. U., Khaliq-Uz-Zaman, S. M., Ali, M. S., Perveen, S., & Ahmed, W.** (1996). An antimicrobial ecdysone from *Asparagus dumosus*. *Fitoterapia*, 67(1), 88-91.
3. **Akula, R., & Ravishankar, G. A.** (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 6(11), 1720-1731.
4. **Angelova, Z., Georgiev, S., & Roos, W.** (2006). Elicitation of plants. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 20(2), 72-83.
5. **Angelovič M.**, (2002). Návrh stroje na sběr kořenů léčivých rostlin, In: *Technika v procesech trvale udržitelného hospodaření a produkce bezpečných potravin*. Brno, MZLU.
6. **Azizov, A. P.** (1997). Effects of eleutherococcus, elton, leuzea, and leveton on the blood coagulation system during training in athletes. *Eksperimental'naia i klinicheskaia farmakologija*, 60(5), 58-60.
7. **Azizov, A. P., Seifulla, R. D., & Chubarova, A. V.** (1997). Effects of leuzea tincture and leveton on humoral immunity of athletes. *Eksperimental'naia i klinicheskaia farmakologija*, 60(6), 47-48.
8. **Azizov, A. P., & Seifulla, R. D.** (1998). The effect of elton, leveton, fitoton and adapton on the work capacity of experimental animals. *Eksperimental'naia i klinicheskaia farmakologija*, 61(3), 61-63.
9. **Azizov, A. P., Seifulla, R. D., Ankudinova, I. A., Kondrat'eva, I. I., & Borisova, I. G.** (1998). The effect of the antioxidants elton and leveton on the physical work capacity of athletes. *Eksperimental'naia i klinicheskaia farmakologija*, 61(1), 60-62.
10. **Baenas, N., García-Viguera, C., & Moreno, D. A.** (2014). Elicitation: a tool for enriching the bioactive composition of foods. *Molecules*, 19(9), 13541-13563.
11. **Brekhman, I. I., & Dardymov, I. V.** (1969). New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. *Annual review of pharmacology*, 9(1), 419-430.

12. **Baltaev, U. A., & Abubakirov, N. K.** (1987). PHYTOECDYSTEROIDS OF RHAPONIICUM-CARTHAMOIDES. *Khimiya Prirodnkh Soedinenii*, (5), 681-684.
13. **Baltaev, U. A.** (1992). PHYTOECDYSTEROIDS OF RHAPONTICUM-CARTHAMOIDES. 3. RAPISTERONE-C. *Khimiya Prirodnkh Soedinenii*, (2), 231-233.
14. **Baltaev, U. A.** (1991). PHYTOECDYSTEROIDS OF RHAPONTICUM-CARTHAMOIDES. 2. RHAPISTERONE-B. *Khimiya Prirodnkh Soedinenii*, (6), 806-808.
15. **Baltayev, U. A., Dinan, L., Girault, J. P., & Lafont, R.** (1997). 24 (241)[Z]-dehydroamarasterone B, a phytoecdysteroid from seeds of *Leuzea carthamoides*. *Phytochemistry*, 46(1), 103-105.
16. **Baltaev, U., Gorovits, M. B., & Abubakirov, N. K.** (1981). PHYTOECDYSTEROIDES OF PLANTS IN THE RHAPONTICUM-GENUS. 5. *KHIMIYA PRIRODNYKH SOEDINENII*, (4), 526-526.
17. **Bárnet, M., Pavela, R., Pilař, M., Mráz, J., Pluhař, P., Vosátka, M.** (2015): Alternativní plodina parcha saflorovitá (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) liljin) pěstování, význam, využití v ochraně rostlin, Botanický ústav AV ČR, 23 str.
18. **Bartwal, A., Mall, R., Lohani, P., Guru, S. K., & Arora, S.** (2013). Role of secondary metabolites and brassinosteroids in plant defense against environmental stresses. *Journal of plant growth regulation*, 32(1), 216-232.
19. **Bauer, R., & Remiger, P.** (1989). TLC and HPLC analysis of alkamides in *Echinacea* drugs1, 2. *Planta Medica*, 55(04), 367-371.
20. **Berhow, M. A., & Vaughn, S. F.** (1999). Higher plant flavonoids: biosynthesis and chemical ecology. *Principles and Practices in Plant Ecology, Allelochemicals Interactions*. CRC Press, Boca Raton, 423-438.
21. **Bielská, L.** (2006). Metody analytické extrakce persistentních organických polutantů z pevných matric (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta).
22. **Bielská, L.** (2008). Využití metody superkritické fluidní extrakce k extrakci organických polutantů (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta).
23. **Bimakr, M., Rahman, R. A., Taip, F. S., Adzahan, N. M., Sarker, M. Z. I., & Ganjloo, A.** (2012). Optimization of ultrasound-assisted extraction of crude oil from winter melon (*Benincasa hispida*) seed using response surface

- methodology and evaluation of its antioxidant activity, total phenolic content and fatty acid composition. *Molecules*, 17(10), 11748-11762.
24. **Bourgaud, F., Gravot, A., Milesi, S., & Gontier, E.** (2001). Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant science*, 161(5), 839-851.
 25. **Brekhman, I. I.** (1980). *Human and Biologically Active Compounds*. Nauka, Moscow.
 26. **Dang, Z., Ho, P., Zhu, L., Qian, K., Lee, K. H., Huang, L., & Chen, C. H.** (2013). New betulinic acid derivatives for bevirimat-resistant human immunodeficiency virus type-1. *Journal of medicinal chemistry*, 56(5), 2029-2037.
 27. **Davídek, J.** (1981). *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 2. Vyd. Praha: SNTL, 718 s.
 28. **Dittrich, M.** (1973). Proposal to conserve the generic name *Rhaponticum* Hill (1762) ("Rhapontica"), orth. mut. Lam.(1779). *Taxon*, 22(2-3), 314-315.
 29. **Gadzhieva, R. M., Portugalov, S. N., Paniushkin, V. V., & Kondrat'eva, I. I.** (1995). A comparative study of the anabolic action of ecdysten, leveton and Prime Plus, preparations of plant origin. *Ekspierimental'naia i klinicheskaia farmakologiiia*, 58(5), 46-48.
 30. **Gaertner, M., Müller, L., Roos, J. F., Cani, G., Santos, A. R. S., Niero, R., ... & Cechinel-Filho, V.** (1999). Analgesic triterpenes from *Sebastiania schottiana* roots. *Phytomedicine*, 6(1), 41-44.
 31. **Gasparič, J., Churáček, J.,** (1981). *Papírová a tenkovrstvá chromatografie organických sloučenin: laboratorní příručka*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 320 s.
 32. **Geszprych, A., & Weglarz, Z.** (2002). Composition of essential oil from underground and aboveground organs of *Rhaponticum carthamoides* [Willd.] Iljin. *Herba polonica*, 4(48).
 33. **Guo, D., & Lou, Z.** (1992). Textual study of Chinese drug loulu. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica*, 17(10), 579-81.
 34. **Hajdu, Z., Varga, E., Hohmann, J., Kalman, A., Argay, G., & Guenther, G.** (1998). A Stilbene from the Roots of *Leuzea c arthamoides*. *Journal of natural products*, 61(10), 1298-1299.
 35. **Hässig, A., Linag, W. X., Schwabl, H., & Stampfli, K.** (1999). Flavonoids and tannins: plant-based antioxidants with vitamin character. *Medical hypotheses*, 52(5), 479-481.

36. **Hertog, M. G., Hollman, P. C., & Venema, D. P.** (1992a). Optimization of a quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(9), 1591-1598.
37. **Hertog, M. G., Hollman, P. C., & Katan, M. B.** (1992b). Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *Journal of agricultural and food chemistry*, 40(12), 2379-2383.
38. **Hill, R. A., & Connolly, J. D.** (2015). Triterpenoids. *Natural product reports*, 32(2), 273-327.
39. **Hobbs, CH.** (1996). Adaptogens herbal gems to help us adapt. L.: Let's live magazine.
40. **Hlava, B., & Valíček, P.** (1992). Rostliny proti únavě a stresu. Praha, Zeměděl. nakl. Brázda. str. 26-27 ISBN: 80-209-0223-6
41. **Huie, C. W.** (2002). A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medicinal plants. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 373(1-2), 23-30.
42. **Chen, L.** (1997). Studies on the Chemical Constituents of Uniflower Swisscentaury (*Rhaponticum uniflorum*). *CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS*, 28, 648-653.
43. **Chobot, V., Vytlačilová, J., Kubicová, L., Opletal, L., Jahodář, L., Laakso, I., & Vuorela, P.** (2006). Phototoxic activity of a thiophene polyacetylene from *Leuzea carthamoides*. *Fitoterapia*, 77(3), 194-198.
44. **Ibatov, A. N.** (1995). Application of *Leuzea carthamoides* rhizome decoction in therapy of alcoholic patients with depressive state. *Журнал неврологии и психиатрии им. СС Корсакова*, 95(4), 78-79.
45. **Jablonský, I. Bajer, J.** (2007). Rostliny pro posílení organismu a zdraví. Grada Publishing as. str. 44-48.
46. **Jurčák S., & Řepka F.**, (1990). Technológia pestovania *Rhaponticum carthamoides-leuzey* šustivej. In: Vedecké práce Výzkumneho ústavu ovocných a okrasných drevín v Bojniciach. 8. Bojnice, SEMEX, str. 69-75.
47. **Kokoska, L., & Janovska, D.** (2009). Chemistry and pharmacology of *Rhaponticum carthamoides*: a review. *Phytochemistry*, 70(7), 842-855.
48. **Koleckar, V., Brojerova, E., Rehakova, Z., Kubikova, K., Cervenka, F., Kuca, K., ... & Opletal, L.** (2008). In vitro antiplatelet activity of flavonoids from *Leuzea carthamoides*. *Drug and chemical toxicology*, 31(1), 27-35.

49. **Kolesnikov, M. P., & Gins, V. K.** (2001). Phenolic substances in medicinal plants. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 37(4), 392-399.
50. **Koudela, K., Tenora, J., Bajer, J., Mathova, A., & Sláma, K.** (1995). Stimulation of growth and development in Japanese quails after oral administration of ecdysteroid-containing diet. *European Journal of Entomology*, 92, 349-349.
51. **Kratky, F., Hejhalek, J., Kucharova, S., & Opletal, L.** (1997). Effect of 20-hydroxyecdysone on the protein synthesis in pigs. *Zivocisna Vyroba-UZPI (Czech Republic)*.
52. **Kužel, S., Kopřiva, Z., Grbavčić, M., Volek, T.** (2002) *Leuzea saflorová (Rhaponticum carthamoides) – alternativní rostlina pro marginální zemědělské oblasti. Agroregin 2002: konference FYTO – trvale udržitelné hospodaření na zemědělské půdě.* 43. 89-91.
53. **Kužel, S., Hruby, M., Cígler, P., Tlustoš, P., & Van Nguyen, P.** (2003). Mechanism of physiological effects of titanium leaf sprays on plants grown on soil. *Biological trace element research*, 91(2), 179-189.
54. **Kužel, S., Vydra, J., Triska, J., Vrchotova, N., Hruby, M., & Cigler, P.** (2009). Elicitation of pharmacologically active substances in an intact medical plant. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(17), 7907-7911.
55. **Kužel, S., Vydra, J., Tříška, J., Vrchotová, N., Hrubý, M., Cígler, P.,** (2008). *Technologie pěstování a zpracování Echinacea purpurea na extrakt s požadovanými prvky jakosti a podklady pro jeho certifikaci: vědecká monografie. 1.vyd V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, s. 116, Malotechnologie.*
56. **Lábler, L., Schwarz, V., Cífka, J.,** (1965). *Chromatografie na tenké vrstvě. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 465 s.*
57. **Lafont, R., & Dinan, L.** (2003). Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans: and update. *Journal of Insect Science*, 3(1).
58. **Logvinov, S. V., Pugachenko, N. V., Potapov, A. V., Krasnov, E. A., Plotnikov, M. B., Maslov, M. Y., ... & Tyukavkina, N. A.** (2001). Ischemia-induced changes in synaptoarchitectonics of brain cortex and their correction with ascovertin and *Leuzea* extract. *Bulletin of experimental biology and medicine*, 132(4), 1017-1020.
59. **Mashkovsky, M. D.** (1993). *Drugs: Reference book for clinicians. Meditzina, Moscow, 110-116.*

60. **Miller, L. G.** (1998). Herbal medicinals: selected clinical considerations focusing on known or potential drug-herb interactions. *Archives of internal medicine*, 158(20), 2200-2211.
61. **Miliauskas, G., van Beek, T. A., de Waard, P., Venskutonis, R. P., & Sudhölter, E. J.** (2005). Identification of Radical Scavenging Compounds in *Rhaponticum c arthamoides* by Means of LC-DAD-SPE-NMR. *Journal of Natural Products*, 68(2), 168-172.
62. **Mirzaev, I., Syrov, V. N., Khrushev, S. A., & Iskanderova, S. D.** (2000). Effect of ecdystene on parameters of the sexual function under experimental and clinical conditions. *Eksperimental'naia i klinicheskaia farmakologiya*, 63(4), 35-37.
63. **Molokovskii, D. S., Davydov, V. V., & Tiulenev, V. V.** (1989). The action of adaptogenic plant preparations in experimental alloxan diabetes. *Problemy endokrinologii*, 35(6), 82-87.
64. **Molokovskij, D. S., Davydov, V. V., & Khegay, M. D.** (2002). Comparative estimation of antidiabetic activity of different adaptogenic vegetative preparations and extractions from plant material of some official medicinal plants. *Rastit. Resur*, 38, 15-28.
65. **Mosharrof, A. H.** (1987). Effects of extract from *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Iljin (*Leuzea*) on learning and memory in rats. *Acta physiologica et pharmacologica Bulgarica*, 13(3), 37-42.
66. **Mussatto, S. I., Dragone, G., & Roberto, I. C.** (2007). Ferulic and p-coumaric acids extraction by alkaline hydrolysis of brewer's spent grain. *Industrial Crops and Products*, 25(2), 231-237.
67. **Novikov, V. S., Shamarin, I. A., Bortnovsky, V. N.** (1992). Experience on pharmacological correction of seamen sleep disturbances during navigation // *Voenno-meditsinsky zhurnal*, N. 8. P. 47-49.
68. **Nowak, G., Holub, M., & Buděšínský, M.** (1988). Sesquiterpene lactones. XXXIV. Guaianolides in the genus *Leuzea* DC. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 57(1), 157-163.
69. **Opletal, L., & Opletalová, V.** (1990). Adaptogeny rostlinného původu.- Miroslav Středa-František Perlík: Farmakoterapie interních chorob ve stáří. Avicenum. 224 s
70. **Opletal, L., Sovova, M., Dittrich, M., Solich, P., Dvorak, J., Krátký, F., ... & Hofbauer, J.** (1997). Phytotherapeutic aspects of diseases of the circulatory system. 6. *Leuzea carthamoides* (WILLD.) DC: the status of research and possible use of the taxon. *Ceska a Slovenska farmacie*:

casopis Ceske farmaceuticke spolecnosti a Slovenske farmaceuticke spolecnosti, 46(6), 247-255

71. **Osipova, S. O., Islamova, Z., Syrov, V. N., Badalova, N. S., & Khushbaktova, Z. A.** (2002). Ecdysten in the treatment of giardiasis. *Meditinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni*, (1), 29-33.
72. **Peschel, W., Kump, A., & Prieto, J. M.** (2011). Effects of 20-hydroxyecdysone, *Leuzea carthamoides* extracts, dexamethasone and their combinations on the NF- κ B activation in HeLa cells. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 63(11), 1483-1495.
73. **Piotrowska, A., & Bajguz, A.** (2011). Conjugates of abscisic acid, brassinosteroids, ethylene, gibberellins, and jasmonates. *Phytochemistry*, 72(17), 2097-2112.
74. **Plotnikov, M. B., Aliev, O. I., Vasil'ev, A. S., Maslov, M., Dmitruk, S. E., & Krasnov, E. A.** (2001). Effect of *Rhaponticum carthamoides* extract on hemorheological properties of blood in rats with arterial hypertension. *Ekspperimental'naja i kliničeskaja farmakologija*, 64(6), 45-47.
75. **Plotnikov, M. B., Aliev, O. I., Vasiljev, A. S., Maslov, M. Y., Chernyshova, G. A., Krasnov, E. A., & Zibareva, L. N.** (1999). Haemorheological activity of extracts of the aboveground parts of *Lychnis chalconica* L. and *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin under experimental myocardial infarction. *Rastitelnye Resursy*, 35, 103-107.
76. **Ramazanov, N. S., Makshimov, E. S., Saatov, Z., Mamatkhanov, A. U., & Abdullaev, N. D.** (1997). Phytoecdysteroids of plants of the genus *Rhaponticum* I. Carthamosterone a from *Rh. carthamoides*. *Chemistry of natural compounds*, 33(3), 301-304.
77. **Rabanovich, A. D.** (2000). *Drugs plants on the personal farm: Cultivation and application in medicine and veterinary*. M.: Publications House MSP, 329 pp.
78. **Rouhová, M., Mikulčíková, P., Ventura, K.** (2004). Extrakce a stanovení kortikosteronu z biologického materiálu. In: *Sborník prací 7. ročníku soutěže o nejlepší studentskou vědeckou práci v oboru analytické chemie o cenu firmy Merck*. Praha: Česká společnost chemická, s. 67-71.
79. **Sagdullaev, S. S., Sultanov, S. A., Nigmatullaev, A. I., Saatov, Z., & Mamatkhanov, A. U.** (1999). *Rhaponticum integrifolium* as a producer of ecdysteroids. *Chemistry of natural compounds*, 35(2), 219-220.

80. **Sarek, J., Kvasnica, M., Vlk, M., & Biedermann, D.** (2010). Semisynthetic lupane triterpenes with cytotoxic activity. Pentacyclic triterpenes as promising agents in cancer, 159-189.
81. **Selepcova, L., Sommer, A., & Vargova, M.** (1995). The effect of feeding on a diet containing varying amounts of *Rhaponticum carthamoides* hay meal on selected morphological parameters in rats. *EUROPEAN JOURNAL OF ENTOMOLOGY*, 92, 391-391.
82. **Shabala S.** (2012). (ed.). *Plant stress physiology*. Wallingford: CABI.
83. **Simonet, G., Poels, J., Claeys, I., Van Loy, T., Franssens, V., De Loof, A., & Broeck, J. V.** (2004). Neuroendocrinological and molecular aspects of insect reproduction. *Journal of Neuroendocrinology*, 16(8), 649-659.
84. **Skiba, A., Z. Weglarz, Acta Hortic.** (2003). 597, 119 (Proceedings of the International Conference on Medicinal and Aromatic Plants, Part II, 2001).
85. **Sklenák, L.** (2003). *Experimentální metody biofyziky. Učební texty KFY PŘF OU*. Ostrava: Ostravská univerzita, 61 s.
86. **Sláma, K.** (1993). Ecdysteroids: insect hormones, plant defensive factors, or human medicine?. *Phytoparasitica*, 21(1), 3-8.
87. **Sláma, K., Koudela, K., Tenora, J., & Mařhová, A.** (1996). Insect hormones in vertebrates: anabolic effects of 20-hydroxyecdysone in Japanese quail. *Experientia*, 52(7), 702-706.
88. **Slanina, J., & Taborska, E.** (2004). Přijem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolu u člověka. *Chemické listy*, 98(5), 239-245
89. **Stopka, P., Stancl, J., & Sláma, K.** (1999). Effect of insect hormone, 20-hydroxyecdysone on growth and reproduction in mice. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 63, 367-378.
90. **Syrov, V. N., & Kurmukov, A. G.** (1976). Anabolic activity of phytoecdysone-ecdysterone isolated from *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin. *Farmakologija i toksikologija*, 39(6), 690-693.
91. **Syrov, V. N., Nasyrova, S. S., & Khushbaktova, Z. A.** (1997). The results of experimental study of phytoecdysteroids as erythropoiesis stimulators in laboratory animals. *Ekspierimental'naia i klinicheskaia farmakologija*, 60(3), 41-44.
92. **Szendrei, K., Reisch, J., & Varga, E.** (1984). Thiophene acetylenes from *Leuzea* roots. *Phytochemistry*, 23(4), 901-902.

93. **Šelepová L.**, (1993) *Leuzea šustivá (Rhaponticum carthamoides Willd)* a jej využitie v krmovinárstve. (Habilitační práce). Košice, 142 str. – Univerzita veterinárneho lekárstva v Košiciach.
94. **Šelepová L.**, (1996) *Leuzea šustivá (Rhaponticum carthamoides Willd)*, vo výžive monogastických zvierat, In: Problémy bielkovinej výživy zvierat. Zborník z vedeckého seminára s medzinárodnou účasťou. Nitra, AGROTAR, str. 180-182
95. **Todorov, I. N., Mitrokhin, Y. I., Efremova, O. I., & Sidorenko, L. I.** (2000) a. The effect of ecdysterone on the biosynthesis of proteins and nucleic acids in mice. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 34(9), 455-458.
96. **Todorov, I. N., Mitrokhin, Y. I., Efremova, O. I., & Sidorenko, L. I.** (2000) b. Effect of extract from *Rhaponticum carthamoides* on RNA and protein biosynthesis in mice. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 34(9), 479-481.
97. **Valíček, P., a Horák, V.** (1996), *Leuzea saflorová*, Institut tropického a subtropického zemědělství, Česká zemědělská univerzita v Praze, REMEDIA 6, č. 6, str. 352-355.
98. **Valíček, P., Kokoška, L., & Holubová, K.** (2001). Léčivé rostliny třetího tisíciletí. *Start*.
99. **Vereskovskii, V. V.** (1979). Flavonoid aglycones of the roots of *Rhaponticum carthamoides*. *Chemistry of Natural Compounds*, 15(5), 637-638.
100. **Vereskovskii, V. V., Kintya, P. K., Shapiro, D. K., & Chekalinskaya, I. I.** (1977). Triterpene glycosides of *Rhaponticum carthamoides* cultivated in Belorussia. *Chemistry of Natural Compounds*, 13(4), 484-485.
101. **Verma, N., & Shukla, S.** (2015). Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2(4), 105-113.
102. **Wang, H., Sha, Y., Ba, H., Duo, L., & Ji, T.** (1999). Studies on the effective constituents of Xingjiang *Rhaponticum carthamoides* (willa) Iljin. *Natural Product Research and Development*, 11(2), 4-7
103. **Yakovlev, G. M., Novikov, V. S., & Khavinson, V. K.** (1990). Resistance, Stress, Regulation.
104. **Yano, S., Harada, M., Watanabe, K., Nakamaru, K., Hatakeyama, Y., Shibata, S., ... & Nagata, N.** (1989). Antiulcer activities of Glycyrrhetic acid derivatives in experimental gastric lesion models. *Chemical and pharmaceutical bulletin*, 37(9), 2500-2504.

105. **Zhang, X. P., Zhang, J., Dong, M., Zhang, M. L., Huo, C. H., Shi, Q. W., & Gu, Y. C.** (2010). Chemical constituents of plants from the genus *Rhaponticum*. *Chemistry & biodiversity*, 7(3), 594-609.
106. **Zhang, Y. H., Cheng, J. K., Yang, L., & Cheng, D. L.** (2002). Triterpenoids from *Rhaponticum uniflorum*. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 49(1), 117-124.
107. **Zhao, J., Davis, L. C., & Verpoorte, R.** (2005). Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnology advances*, 23(4), 283-333.
108. **Zuo, W. J., Dai, H. F., Chen, J., Chen, H. Q., Zhao, Y. X., Mei, W. L., ... & Wang, J. H.** (2011). Triterpenes and triterpenoid saponins from the leaves of *Ilex kudincha*. *Planta medica*, 77(16), 1835-1840.
109. **Zýka, J.**, (1972). *Analytická příručka*. 2., dopl. a upr. vyd. Praha: SNTL, 1037 s.
110. **Winston, D., & Maimes, S.** (2007). *Adaptogens: herbs for strength, stamina, and stress relief*. Inner Traditions/Bear & Co.

3.0. Přílohy

Příloha 1:

Stroj na sběr kořenů léčivé rostliny leuzey saflorové:

Kopírovací kolo¹, kotoučová krojidla², vyorávací radlice³, vrhací a prosévací dopravník⁴, odhazovací bubny⁵, zásobník kamenů⁶, dopravník kamenů⁷, separátor zeminy⁸⁻⁹, prstový dopravník⁸, plnicí dopravník⁹, zásobník kořenů¹⁰, vyprazdňovací dopravník¹¹

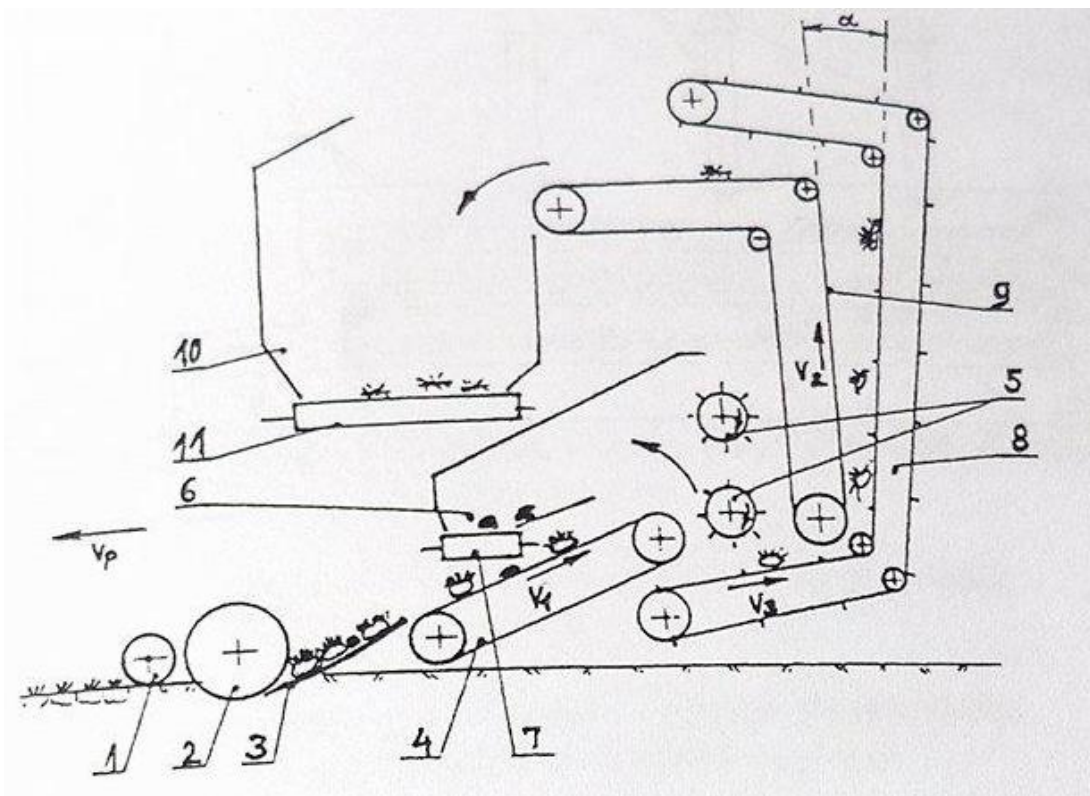


Foto. Angelovič (2002).

Kopírovací kolo¹ udržuje vyorávací radlici³ v hloubce 10-20 cm. Šířku řádku dvě kotoučová krojidla² po obou stranách vyorávací radlice³. Vyorávaný řádek dále přepadá přes zadní část radlice³ na vrhací dopravník⁴, kdy dochází k trhání řádku. Tento dopravník⁴ částečně prosévá volnou zeminu a dopravovaný materiál směřuje na rychle rotující bubny⁵, ty oddělují kameny od trsů. Tyto trsy rostlin jsou bubny⁵ vráceny zpět do vrhacího dopravníku⁴, nebo jsou bubny⁵ strženy a přemístěny do separátoru^{8,9}. Bubny⁵ odhazují kamenitý materiál do zásobníků kamenů⁶. Ten se vyprazdňuje buď kontinuálně nebo periodicky pomocí dopravníku⁷. Separátory^{8,9} tvořené dopravníky pracují ve svislé poloze pod nastavitelným úhlem. Prstový dopravník⁸ pomocí řídkých prstů dále unáší trsy podle ubývající půdy stále výše. Trsy padají zpět dolů mezi dopravníky⁸ a ⁹. Přes prstový dopravník jsou trsy bez zeminy vyneseny až na vodorovnou část plnicího dopravníku⁹, ten je vrhá do zásobníku kořenů¹⁰. Vyprazdňovací dopravník¹¹ tvoří dno a jednu stěnu zásobníku. Klopení vyprazdňovacího dopravníku¹¹ do vodorovné polohy umožňuje vyprázdnění obsahu zásobníku (Angelovič 2002).

Na stroji se nastavuje:

- vyorávací hloubka,

- pracovní rychlost,
- rychlost vrhacího dopravníku⁴,
- rychlost dopravníku separátoru^{8,9}, a jejich zpětný chod,
- intenzita separace (změnou úhlu a rychlosti)^{8,9} a místo plnění zásobníku.

Příloha 2:

Bubnová pračka:

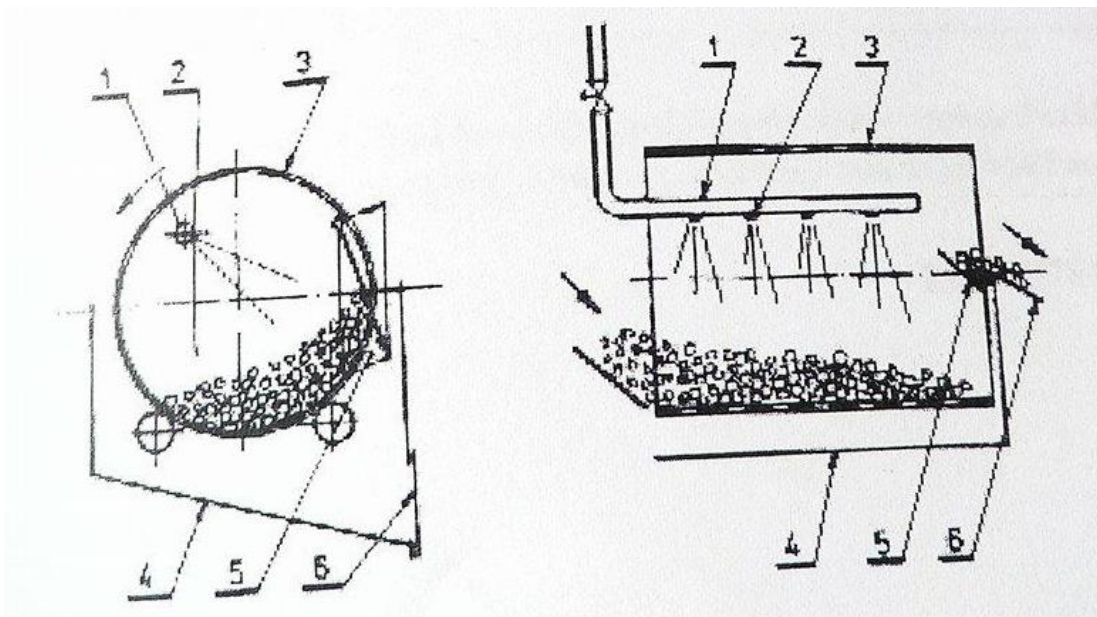


Foto. Kužel et al. (2008).

Přívod vody do bubnu¹, trysky², roštový buben³, vana⁴, vynášecí lopatky⁵, skluzová plocha na výpad materiálu⁶ (Kužel et al., 2008).

Příloha 3:

Pásová sušárna:

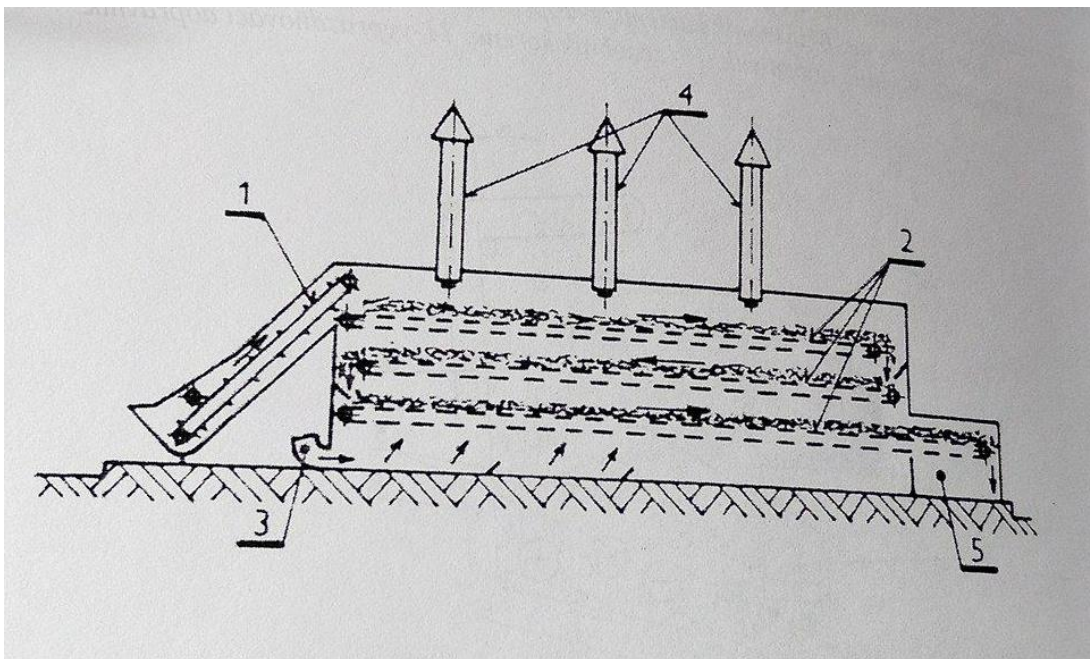


Foto. Kužel et al. (2008).

Plnicí dopravník¹, sušící dopravníky², vstup horkého vzduchu³, odsávací ventilátory⁴, výpad usušeného materiálu⁵ (Kužel et al., 2008).