

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
KATEDRA APLIKOVANÝCH ROSTLINNÝCH BIOTECHNOLOGIÍ

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelný rozvoj hospodaření v krajině

**Agrotechnika pěstování a obsah některých biologicky aktivních látek
v rostlinách rodu *Echinacea***

Bakalářská práce

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

Autor:
Hana Gondeková

2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana GONDEKOVÁ**
Osobní číslo: **Z09261**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Agrotechnika pěstování a obsah některých biologicky aktivních látek v rostlinách rodu *Echinacea***
Zadávací katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

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

Rostliny rodu *Echinacea* obsahují značné množství fyziologicky účinných farmakologicky zajímavých látek. Extrakt z rostliny působí jako účinné agens proti zánětlivým onemocněním, proti bakteriím a především proti virům. Lze ho využít jako prostředku k posílení lidské imunity, jako antirevmatika a cytostatika. Šestnáct flavonoidů této rostliny má silný zhášecí účinek na volné radikály v lidském těle, které škodí reaktivními formami kyslíku.

Cílem práce je studium vlivu agrotechniky na obsah některých biologicky aktivních látek v rostlinách rodu *Echinacea*.

Vypracujte literární řešení:

- botanická charakteristika, způsob pěstování, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám rostlin rodu *Echinacea*
 - chemické složení a účinné látky v rostlinách rodu *Echinacea* a jejich působení
 - vliv elicitorů na zvýšení obsahu biologicky aktivních látek v rostlinách
 - vliv agrotechniky, hnojení, hustoty porostu na obsah některých účinných látek v rostlinách
- Prostřednictvím maloparcelkového pokusu odzkoušejte vliv hustoty porostu na obsah vybraných účinných látek v rostlině.

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

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

Bauer R., Wagner H. (1990): *Echinacea*. Handbuch für Ärzte, Apotheker und andere Naturwissenschaftler. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH Stuttgart, 182 s.

Shalaby A. S. (1997): Growth and Yield of *Echinacea purpurea* L. as Influences by Planting Density and Fertilization. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 1997, vol. 5, no. 1, 69-76.

Kužel S. a kol. (2008): Technologie pěstování a zpracování *Echinacea purpurea* na extrakt s požadovanými prvky jakosti a podklady pro jeho realizaci. *JU v Č. Budějovicích, ZF*, 116 s.

Kužel S. et al. (2009): Elicitation of Pharmacologically Active Substances in an Intact Medical Plant under Field-like Conditions. *J. Agric. Food Chemistry*, 57, (17): 7907-7911.

Kužel S., Cígler P., Hrubý M. (2006): "Přípravek pro indukci zvýšení tvorby bioaktivních sloučenin". CZ-296300, ÚPV Praha, 24. 2. 2006.


Vydra J. (2007): Vliv elicitorů na obsah účinných látek v rostlině *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Disertační práce, *ZF JU v Č. B.*, 112 s.

Vrchotová N. a kol. (2002): Extrakce a analýza fenolických látek z třapatky nachové *Echinacea purpurea* (L.) Moench. *Chemické listy*, 96, 7, 636-639.

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

Datum zadání bakalářské práce: **15. března 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2012**


prof. Ing. Miloš Soch, CSc.
děkan

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


prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Agrotechnika pěstování a obsah některých biologicky aktivních látek v rostlinách rodu *Echinacea*** vypracovala samostatně a na základě vlastních zjištění a materiálů, pod vedením Prof. Ing. Stanislava Kužela, CSc., které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích, dne

.....
Podpis studenta

Poděkování

Děkuji Prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za poskytnutý materiál, odbornou literaturu a pomoc při vypracování mé bakalářské práce.

Abstrakt

Tato práce popisuje vliv agrotechniky na obsah biologicky aktivních látek v rostlinách rodu *Echinacea*. Zabývá se botanickou charakteristikou, způsobem pěstování, agrotechnikou a ochranou před škůdci. V druhé části je uvedeno chemické složení a účinné látky rostlin rodu *Echinacea* a možnosti jejich zvýšení v rostlinách.

Klíčová slova

Echinacea, pěstování, obsah účinných látek

Abstract

This thesis describes the effect of agrotechnics on biologically active substances in *Echinacea* species. It deals with botanical characteristic, cultivation, agrotechnics and protection against pests. In the second part are described the chemical composition and active substances of *Echinacea* species and their options to improves the substances in the plants.

Key words

Echinacea, cultivation, content of substances

Obsah

1.	Úvod.....	11
2.	Metodika	13
3.	Literární přehled.....	14
3.1.	Charakteristika rostlinných drog	14
3.2.	Charakteristika druhu – <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench	16
3.2.1.	Historie pěstování	16
3.2.2.	Systematické zařazení.....	17
3.2.3.	Popis a morfologické znaky	17
3.2.3.1.	Vegetativní orgány	18
3.2.3.2.	Generativní orgány	19
3.2.3.3.	Rod <i>Echinacea</i>	20
3.3.	Agrotechnika a způsob pěstování.....	22
3.4.	Problematika počtu jedinců na ploše u rostlin rodu <i>Echinacea purpurea</i>	24
3.5.	Výživa a hnojení rostlin obecně	24
3.6.	Výživa a hnojení rostlin <i>Echinacea purpurea</i> s ohledem na tvorbu účinných látek	28
3.7.	Ochrana před škůdci a proti chorobám rostlin rodu <i>Echinacea</i>	29
3.8.	Elicitace	29
3.9.	Chemické látky obsažené v rostlinách rodu <i>Echinacea</i>	30
4.	Popis lokality.....	31
4.1.	Časový rozsah pěstitelského pokusu.....	31
4.2.	Charakteristika pozemku.....	31
4.3.	Půdní charakteristika lokality.....	31
4.4.	Klimatologická a hydrologická charakteristika lokality	32
4.5.	Zemědělská výrobní oblast v lokalitě	33
5.	Metodika pěstitelského pokusu	34
5.1.	Příprava půdy	34
5.2.	Příprava osiva.....	35
5.3.	Výsev osiva rostliny <i>Echinacea purpurea</i>	35
5.4.	Ošetřování porostu	35

5.5.	Sklizeň nadzemních částí	36
5.6.	Sklizeň podzemních částí.....	36
6.	Diskuse.....	36
7.	Závěr	39
8.	Použitá literatura	40

1. Úvod

Echinacea purpurea (L.) Moench., česky Rudbekie nachová nebo také Třapatka nachová, patří obecně mezi rostlinné drogy – léčivé rostliny, i když je někdy pěstována k jiným účelům, např. jako rostlina okrasná. Rostliny využívané pro obsah účinných látek jsou spojené s lidskou populací od pradávna a i nejmodernější farmacie je využívá ve značném rozsahu. Důvod je prostý i složitý zároveň. Rostlinné drogy jsou chemicky velmi složité, často obsahují stovky až tisíce různých sloučenin (např. u běžného chmele (*Humulus lupulus* L.) je popsáno na 1000 sloučenin, které jeho účinnou látku tvoří). Podobně chemicky složitou drogou je *Echinacea purpurea* a víme tedy, že na obsah účinných látek působí jak vlastnosti pěstované rostliny, tak i prostředí, ve kterém rostliny rostou, tedy klima, půda, výživa, zdravotní stav, agrotechnika atd.

Můžeme konstatovat, že léčivé rostliny a jejich využití rozdělují i současnou medicínu na dvě různé větve a to tradiční čínskou medicínu (ale i jinou), která empiricky využívá rostlinné drogy a v podstatě se neptá na jejich chemické složení. Zajímá se pouze o účinky na lidský, eventuálně zvířecí organismus. Na straně druhé stojí medicína evropská (západní), která se ptá po příčinách těchto účinků, zkoumá drogy chemicky a snaží se objevit klíčové sloučeniny, od kterých se odvozují i průmyslově vyráběná léčiva.

Echinacea purpurea má za sebou obě větve využití. V tradiční kultuře severoamerických indiánů, staré tisíce let a novou, moderní evropskou, která je stará zhruba 200 let. Jaké účinky na lidský, eventuálně zvířecí organismus tedy očekáváme od *Echinacea purpurea*?

V podstatě dva druhy účinků:

- 1.) účinky na celý organismus, jako je podpora imunitního systému a zvýšení odolnosti proti alergiím.
- 2.) účinky specifické zejména proti bakteriím (antibakteriální, baktericidní), účinky proti virům (antivirové), jsou i zmínky o působení proti nádorovému bujení (BAUER, R., 1990, HNILIČKA, F., 2003).

Můžeme namítnout, že zejména proti bakteriím a virům máme k dispozici celou řadu dnes průmyslově vyráběných léčiv, nejznámější jsou průmyslově

vyráběná antibiotika, užívaná v „západní“ medicíně zhruba do konce druhé světové války. Antibiotika znamenala opravdovou revoluci v medicíně. Když si uvědomíme, že ještě v 19. století umíralo téměř 80% zraněných na sepsi a ve 20. a 30. letech 20. století umírali lidé na tuberkulosu, pak představa, že bychom se mohli těchto léků vzdát, je nepředstavitelná. Přesto se v 21. století objevují zprávy o selhávání antibiotik i u „zvládnuté“ nemoci, jakou se zdála být tuberkulóza. A co děsivé zprávy o „ptačí“ nebo „prasečí chřipce“? Je zřejmé, že tento trend bude pokračovat. Proč? Protože základní biologickou vlastností všech mikroorganismů je schopnost přizpůsobit se čemukoliv a schopnost mutovat, tedy vytvářet v rámci druhu různé kmeny, schopné odolávat různým vlivům, tedy i nejmodernějším lékům.

Člověk těmto mutacím často nechtěně přispívá zneužíváním léků z různých důvodů. Víme, že málokterý nemocný virózou či bakteriózou se opravdu doléčí, tedy dostane do stavu, kdy poslední bakterie v těle zahyne. Ale také víme o téměř „přímé“ výchově k antibiotikům rezistentních kmenů ve velkochovech drůbeže, kde je antibiotikum součástí krmné dávky.

Řešení těchto problémů je různorodé. Jedna z možností je využití rostlinných drog (léčiv). Rostlinné drogy, na rozdíl od průmyslově vyráběných léčiv, jsou vždy směsicí známých a neznámých sloučenin, které působí na lidský či zvířecí organismus a proti jejichž působení je vznik rezistentního kmene mikroorganismů poměrně složitější než u látek chemicky snadno definovatelných.

V této vlastnosti rostlinných drog je možné vidět i jejich budoucí využití, přičemž je zde příslušný výzkum naprosto nezbytný. Začátek každého výzkumu musí nutně začít získáním příslušné drogy, ovšem to se dá jen těžko řešit sběrem příslušné rostliny v netknuté přírodě. Je nezbytné léčivou rostlinu pěstovat. Problematika technologie pěstování, výživa, ochrana, sklizeň, zpracování není u těchto rostlin zdaleka tak propracovaná jako u jiných, běžně pěstovaných kulturních plodin. A proto každý solidně získaný údaj v této oblasti stojí za námahu a příslušný výzkum.

2. Metodika

Cílem mé bakalářské práce je studium vlivu agrotechniky na obsah některých biologicky aktivních látek v rostlinách rodu *Echinacea*. Naplnění cíle práce umožnilo vykonávání následujícího doporučeného metodického postupu:

Provedení literární rešerše na téma botanická charakteristika, způsob pěstování, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám rostlin rodu *Echinacea*, chemické složení a účinné látky v rostlinách rodu *Echinacea* a jejich působení.

Vliv elicitorů na zvýšení obsahu biologicky aktivních látek v rostlinách, vliv agrotechniky, hnojení, hustoty porostu na obsah některých účinných látek v rostlinách.

V zadání této práce byl předpokládán maloparcelkový polní pokus pro získání nových údajů o agrotechnice *Echinacea purpurea*. Vzhledem k časovým možnostem práce, která byla zadána 15. 3. 2011 a má být zpracovaná a odevzdaná 15. 4. 2012 není v naší zeměpisné šířce možné založit a vyhodnotit polní pokus s příslušným opakováním. Práce je proto pojata jako podrobný popis stávajícího stavu problematika i s tím, že se pokusím shrnout některé zkušenosti praktického pěstitele rostliny *Echinacea purpurea*.

3. Literární přehled

3.1. Charakteristika rostlinných drog

Rostliny sbírané a pěstované ne pro produkci tuků, cukrů a bílkovin (potravin), ale využívané pro různé účinky na lidský organismus jsou známé odpradáвна prakticky ve všech kulturách.

Účinky omamné i léčivé nezaznamenali pouze lidé, ale i zvířata, která spontánně vyhledávala léčivé rostliny při různých potížích. Toto zaznamenal již HIPPOKRATES (440 – 377 př. n. l.), když vyslovil teorii, že „příroda ukazuje na léčivé účinky rostlin. Žlutá rebarbora léčí žloutenku, listy jaterníku působí na játra, plicník lékařský na choroby plic atd.

GALENUS (210 – 130 př. n. l.) vyráběl tak zvaná „galenika“ čili léčiva z drog. AVÍCENA (980 – 1037) rozlišoval a popsal 811 drog a minerálií s léčivými účinky. Svatá HILDEGARDA (1098 – 1179) popsala, jak se má léčit rostlinami a MATHIOLI (1501 – 1577) vytvořil slavný, dodnes citovaný herbář léčivých rostlin. V současné době je Švýcarsko jedním z největších světových producentů léčiv a zároveň dovozcem rostlinných drog.

Co to vlastně rostlinná droga je? Definice drogy je taková, že k přeměně rostliny na drogu, dochází nejčastěji sušením, kdy se z rostliny ztrácí nejenom voda, ale mění se i chemické složení a fyziologické účinky. Termínem droga byla původně označovaná surovina rostlinného nebo živočišného původu, která se používala k přípravě léků. Sušení rostlin na drogy se věnuje samostatný obor činností, kdy se suší při různých teplotách, v různé vrstvě, na světle nebo ve tmě, s větráním nebo bez větrání apod. Přeměna rostliny na drogu sušením je velmi podrobně zpracována např. u tabáku nebo u nás u chmele.

Účinné látky lze získat i jinými způsoby, např. extrakcí a opět záleží na způsobech a podmínkách této metody. Tím je dáno i množství a kvalita sklizené drogy. Účinky rostlinných drog můžeme dělit na terapeutické, dietetické, ale i různě toxické, přičemž účinek je dán kromě jiného i množstvím použité drogy. Jedno množství je léčivé, jiné množství je již toxické apod. Například droga získaná z kořene se označuje jako kořen (radix) s druhovým názvem rostliny. Podobně

oddenky – rhizoma, nať – herba, listy – folia, květy – flores (flos), plody – fructus, semena – semena, stonky – caulis, vrcholky – summitates, dřevo – lignum, kůra – cortex, blizny – stigma, bobule - baccae, oplodí – pericarpium, stopky – stipes, hlízy – tuber, cibule – bulbus, šištice – strobilus. Každá sklizená část rostliny může být dodávána v přirozeném stavu – naturalis nebo rozřezaná – concissa atd. (RUBCOV V. G., BENEŠ, K., 1985).

Chemický charakter drogy je dán převážně obsahem a druhem hlavních účinných látek. Nejběžnější rozdělení účinných látek podle hlavních skupin sloučenin, které účinnou látku tvoří, je následující:

ALKALOIDY – dusíkaté organické látky zásadité povahy, které se lehko rozkládají a tvoří s kyselinami soli. Mají silné fyziologické účinky a patří mezi ně nejsilnější rostlinné jedy (kurarové, námelové, opiové alkaloidy, atropin, nikotin).

TŘÍSLOVINY – bezdusíkaté organické látky rozpustné ve vodě a srážející bílkoviny, alkaloidy a těžké kovy.

SILICE – bezdusíkaté látky, prchavé tekutiny, podobné oleji. Nejdůležitější jsou terpeny, tvořící se na slunci, způsobující vůni rostlin (drog).

ROSTLINNÉ OLEJE – estery mastných kyselin a glycerolu. Vlastnosti jsou dány složením mastných kyselin.

GLYKOSIDY – esterové deriváty cukrů, které se dělí na cukernou a necukernou složku. Obsah glykosidů v droze je značně závislý na správné době sklizně a vhodném způsobu sušení.

HOŘČINY – bezdusíkaté organické látky dráždící chuť a povzbuzující činnost trávicího ústrojí a žláz s vnitřní sekrecí.

FYTONCIDY – rostlinná antibiotika, mají silné antimikrobiální účinky.

FYTOHORMONY – ovlivňují růst a látkovou přeměnu.

SAPONINY – látky glykosidické povahy, které ve vodě pění (JAROŠ, Z., 1992).

3.2. Charakteristika druhu – *Echinacea purpurea* (L.) Moench

3.2.1. Historie pěstování

Echinacea purpurea (L.) Moench je rostlina pocházející ze Severní Ameriky. Ve státech Arkansas, Missouri, Oklahoma a Kansas se nachází přibližně 40 příbuzných druhů. Léčebné účinky této rostliny využívali odpradávná staří indiáni (KAMÍR, P., 1991). O jejich znalosti jsme díky éře kolonizace přišli, neboť indiáni, coby původní obyvatelstvo amerického kontinentu, byli téměř vyhlazeni. V důsledku toho jsou známe pouze zlomky toho, co indiáni o rostlině *Echinacea* věděli (DOUGLAS, S., 1999). Víme, že používali častěji kořeny než zelené části rostliny *Echinacea angustifolia*, *E. pallia*, *E. purpurea* (KOHOUTOVÁ, V., 2003).

Indiáni tuto rostlinu využívali jako prostředek urychlující hojení a tišící bolest, dále jako lék na infekční choroby, ale hlavně jako protijed při hadích uštknutích (SCHAR, 1999).

Ovšem ve srovnání s jinými rostlinami, které se v lékařství využívají, má *Echinacea* relativně krátkou historii. Nejstarší zmínku o rostlině najdeme v knize *Flora Virginica* (L. T. Gronovius), která byla založena na terénních výzkumech anglického botanika Johna Claytona, jenž žil v letech 1693 - 1773. Clayton žil čtyřicet let ve Virginii, kde se setkal s druhem *E. purpurea*. Z jeho poznámek bylo zjištěno, že tato rostlina se používala u koní k ošetření odřenin od sedla. Zda to byla původně indiánská praktika či nikoli, není známo (DOUGLAS, S., 1999). V 18. století začala již být *Echinacea* lékaři s oblibou předepisována jako prostředek proti infekcím a zánětům (BAUER, R., 1990), (KOHOUTOVÁ, V., 2003).

Svého uznání ve farmacii dosáhla *Echinacea purpurea* až v druhé polovině 19. století, kdy byla použita k léčbě záškrtu a tyfu (KOHOUTOVÁ, V., 2003).

V Evropě začala být známá až kolem 20. století a využívána hlavně homeopaty, kteří používali kořeny. *E. angustifolia* a *E. pallia* byly zapsány do národních seznamů léků v mnoha evropských státech. O tyto rostliny začal být neobyčejný zájem a brzy se v Evropě staly nedostatkovým zbožím. Díky tomu se firma Dr. Madaus rozhodla pro pěstování *Echinacea*. Získala pouze semena rostliny

E. purpurea a ta se proto stala hodnotnou léčivou rostlinou (KOHOUTOVÁ, V.,2003).

V minulém století byla *Echinacea* rozsáhle zkoumána zejména v Německu. Zde zaujala hlavní místo mezi léky. Již počátkem 90. let bylo známo kolem 250 produktů s obsahem *Echinacea* (DOUGLAS, J., 1993).

3.2.2. Systematické zařazení

Čeleď: *Asteraceae* (hvězdnicovité)

Rod: *Echinacea*

Druh: *Echinacea purpurea* (L.) Moench

Česká synonyma: rudbécie nachová, třapatka nachová

3.2.3. Popis a morfologické znaky

Echinacea purpurea byla donedávna zařazovaná do rodu Rudbécia, kterému je značně podobná. V literatuře se doposud setkáváme se synonymickým názvem *Rudbécia purpurea*, stejně tak jako se vžitým českým názvem třapatka nachová (ŠUCHMANNOVÁ, I., 2006).

Podle KAMÍRA (1991) jsou Rudbécie okrasné trvalky, které se uplatňují jako jednobarevné či vícebarevné kobercové výsadby různé výšky (KAMÍR, P., 1991).

Název „Rudbeckia“ získala tato rostlina na počest švédského botanika Olafa Rudbecka. KLIKOVÁ, G., 1990). Pojmenování *Echinacea* bylo odvozeno z řeckého slova „echinos“ tedy ježek, protože květní terč je pichlavý (KLIKOVÁ, G., 1990).



Obrázek č. 1 - *Echinacea purpurea* (třapatka nachová), BUCHAROVÁ, J. 2009

3.2.3.1. Vegetativní orgány

Kořen

Kořen je základním orgánem kormusu cévnatých rostlin, většinou je radiálně symetrický a pozitivně geotropický. Jeho růst je neomezený do délky, což umožňuje činnost apikálního meristému. Na rozdíl od stonku se na kořeni nikdy nevytvářejí listy ani listové základy. Kořen má 3 základní funkce: upevňovací, absorpční a prodlužovací (PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S., 1993). Kořen *Echinacea purpurea* tvoří hustý pletenec světle hnědých svazčitých kořenů, které vytvářejí hustý kořenový systém (HARNISCHFLEGER, G., STOLZE, H., 1983).



Obrázek č. 2 - *Echinacea purpurea* (třapatka nachová) – kořen, BUCHAROVÁ, J. 2009

Stonk

Stonk je vegetativním orgánem rostlin, jehož základními funkcemi je růstem prodlužovat rostlinu ve směru pozitivního heliotropismu, nést listy a generativní orgány a rozvádět vodu a výživu oboustranně po celé rostlině. Stonk tedy spojuje mezi sebou dva základní orgány výživy – kořen a listy (PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S., 1993). Stonk s listy se souborně nazývá prýt.

Stonky rostlin je možné dělit podle různých kritérií – tvaru, povahy vnitřních pletiv, polohy v prostoru, průřezu stonku.

V místech svého původu jsou rudbeckie vytrvalé 70 – 120 cm vysoké byliny a KAMÍR (1991) uvádí, že ve výživné půdě dorůstají až 150 cm. Mají vzpřímenou drsnou a silnou, slabě větvenou lodyhu (GOLOVKIN, B. N., 1990).

List

List je postranním orgánem prýtu, který se zakládá exogenně na vzrostlém vrcholu stonku. Zpravidla jsou listy do plochy rozšířené a na stonku pravidelně rozestavěné. Listy vykonávají především funkci fotosyntetickou a transpirační. Jinak mají listy omezený růst i omezené trvání (PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S., 1993).

Echinacea purpurea má spodní listy oválné, dlouze řapíkaté, ostře zubaté nebo pilovité s dlouhou špičkou, hrubé a drsné. Stonkové listy jsou střídavá, téměř přisedlé a kopinaté.

3.2.3.2. Generativní orgány

Květenství

Květenstvím je označován soubor květů sestavených podle určitých pravidel na společné ose za účelem pohlavního rozmnožování (PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S., 1993).

Echinacea purpurea je systematicky zařazena do čeledi hvězdnicovitých, pro které je typické květenství úbor.

Úbor (anthodium) vzniká terčovitým rozšířením květního lůžka (ploché, duté, plné apod.), na němž nasedají jazykovité a trubkovité květy v různém uspořádání. Jsou-li v úboru obojí květy, pak jazykovité sterilní květy tvoří okraj úboru, tzv. paprsek, středové fertillní květy tvořící tzv. terč jsou trubkovité. U některých druhů je však úbor složen pouze z jazykovitých květů (pampeliška, čekanka, mléč apod.) nebo pouze z trubkovitých květů (např. chrpy). Zákrovní listeny pod úborem tvoří zákrov.

Echinacea purpurea rozkvétá na přelomu července a srpna. Úbory bývají až 15 cm velké. Mají rudohnědý homolovitý terč. Paprsky jazykových květů mívají růžové až karmínové zbarvení (GOLOVKIN, B., KLIKOVÁ, G., 1990).

Plod

Plod je mnohobuněčný rozmnožovací útvar krytosemenných rostlin, vzniklý z plodolistů a uzavírající semena (jedno nebo až mnoho), chránící semena při jejich zrání a často napomáhající k jejich šíření (PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S., 1993).

Plodem *Echinacea purpurea* je suchý, nepukavý plod, nažka. Nažky jsou se zakrnělým chmýrem (JANČA, J., 1996), jsou jednosemenné a přibližně 4 mm dlouhé a po usušení rostliny opadají (DACHLER, M., PELZMANN, H., 1989).



Obrázek 3 - *Echinacea purpurea* – plod, ANONYM 5 - 2012

Echinacea se množí výsevkem nebo vegetativně, kořenovými úkrojky (JANČA, J., 1996).

3.2.3.3. Rod *Echinacea*

Rod *Echinacea* zahrnuje mnoho variant a kříženců pěstovaných v zahradách jako okrasně rostliny (ŠÍCHA, J., 1989). *Echinacea purpurea* pro svou barvu a půvab vzbudila pozornost a díky šlechtitelům bylo vyšlechtěno mnoho odrůd např. „Sombrero“, „Král“, „Večerní slunce“, „Zářící hvězda“ a dokonce kultivary s bílými květy např. „Alba“, „Bílý princ“, „Bílý král“, „Bílý třpyt“ (DRESS, W. J., 1961), (FOSTER, S., 1985).

Nejznámější druhy rodu *Echinacea*:

Echinacea purpurea

Echinacea augustifolia

Echinacea pallida

Echinacea simulata

Echinacea paradoxa

Echinacea tennesseensis

Echinacea laevigata

Echinacea sanguina

Echinacea atrorubens

Echinacea gloriosa



Obrázek č. 4 - *Echinacea paradoxa*, ANONYM 6 - 2012

Podle GRADEONA (1999) existuje devět druhů, ale pouze tři *Echinacea augustifolia* - třapatka úzkostná, *Echinacea pallida* - třapatka bledá a *Echinacea purpurea* - třapatka nachová se používají jako rostlinné léky. K tomu, aby mohly být využívány i další druhy, je třeba znát složení jejich obsahových látek a také požadavky farmaceutického průmyslu a zpracovatelů (GRBAVČIČ, M., 2002).

Echinacea purpurea a *Echinacea augustifolia* jsou rostliny s diploidním počtem chromozomů ($n = 11$) a *Echinacea pallida* má tetraploidní ($n = 22$), (HARNISCHFLEGER, G., STOLZE, H., 1983).

Nejdůležitější botanické rozdíly (BAUER, R., REMIGER, P., 1988):

Tabulka č. 1 Botanické rozdíly rodu *Echinacea*

	<i>E. purpurea</i>	<i>E. augustifolia</i>	<i>E. pallida</i>
Výška rostliny	60 - 150 cm	40 - 60 cm	60 - 120 cm
Květy	2 - 4 cm dlouhé, visící	2,5 - 3 cm dlouhé, odstávající	6 - 9 cm dlouhé, visící
Barva pylu	Žlutá	Žlutá	Bílá
Listy	zubaté, široké s dlouhou špičkou	celé obroubené, lancetové	celé obroubené, lancetové
Počet chromozomů	n=11	n=11	n=22

3.3. Agrotechnika a způsob pěstování

Echinacea je rostlina vyskytující se v bezlesých, často v horských oblastech, okrajových lesních společenstvech, podél příkopů a cest, ale také v suchých oblastech nížin. V Apalačských horách na východě USA byla objevena stanoviště některých druhů ležících dokonce v nadmořské výšce 1500 m (BAUER, R., 1990).

Existují rozdílné požadavky na jednotlivé druhy. *E. purpurea* se svými velkoplošnými, na vodu bohatými listy a jemně rozvětveným kořenovým systémem zastupuje typ polostinných rostlin s vysokými nároky na vodní zásobení. Oproti tomu *E. augustifolia* může díky morfologické stavbě obývat i sušší biotopy (BAUER, R., 1990).

Ťřapatkám vyhovují slunná i polostinná stanoviště. Jsou to rostliny nenáročné, ovšem v chudých půdách je jejich kořenový systém slabý, méně kvalitní (KAMÍR, P., 1991). Podle BOMMEHO (1987) ťřapatkám vyhovují lehčí, nekamenité, hluboce humózní půdy, oprostěné od jiných rostlin. Půda by měla být

rovněž vlhká, ale neměla by zadržovat vodu. Příliš těžké půdy brání kořenové tvorbě. Do rodu *Echinacea* patří hlavně mesofyty, to jsou rostliny, které vyžadují mírně vlhkou půdu (BAUER, R., 1990). V dobré a kvalitní půdě se stonek větví, má více květů, které postupně rozkvétají a dozrávají (KAMÍR, P., 1991).

Třapatku lze úspěšně pěstovat i na poli, pouze je třeba dbát na dostatečnou závlivku hned po výsadbě. Požadavky na předplodinu jsou malé. Při víceletém pěstování porostu na stejném místě by měly následovat přestávky (DACHLER, M., 1989). Do osevního postupu lze třapatku úspěšně zařazovat i po obilovinách a okopaninách (BOMME, U., 1987).

Podle PEXÍRA (2004) je *Echinacea* hodně adaptabilní, potřebuje dostatek závlivky i živin, aby rostliny předčasně nezašly. Při nedostatku živin a vláhly může dojít ke zhnědnutí spodních listů nebo i k jejich opadání (GOLOVKIN, B., KLIKOVÁ, G., 1990).

Z hlediska půdních podmínek rostlinám vyhovuje pH půdy mezi 6 - 8. Dokonce bylo úspěšné pěstování třapatky při pH 5,5 - 6 (PEXÍR, R., 2004).

Na území České republiky se pěstuje přibližně 50 druhů léčivých rostlin. Pěstují se na plochách o velikosti několik metrů čtverečních až po desítky hektarů (GRBAVČIC, M., 2002).

Echinacea se velmi dobře rozmnožuje semeny. Již v únoru je možné semena vysít do truhlíku. V dubnu či květnu je můžeme vysadit přímo na záhon. Někteří autoři považují za ideální pěstování rostliny rodu *Echinacea* také ve skleníku či pařeništích (MAZÚR, R., 1999). Substrát, do kterého se výsadba provádí, by měl obsahovat málo solí, jelikož *Echinacea* na soli reaguje citlivě (BOMME, U., 1987). Abychom zvýšili relativně špatnou klíčivost semen, je dobré provést jarovizaci a to po dobu jednoho měsíce při teplotě 0 °C. Důležitý je také dostatek světla. Bylo prokázáno, že je nezbytné pro klíčení, kdežto ošetření vodou nebo roztokem giberelinu (GA3) se v mnoha případech jeví jako neúčinné. *Echinacea purpurea* na rozdíl od ostatních třapatek dosahuje uspokojivé výsledky i při vysetí do volné půdy (SMITH-JOCHUM, C., ALBRECHT M. L., 1987, 1988).

Pro klíčení jsou ideální podmínky mezi 20 – 25 °C, později 16 °C přes den a 12 °C přes noc. Od poloviny dubna lze rostliny vysazovat ven a to ve vzdálenosti 40 x 30 cm. (DACHLER, M., 1989), (BOMME, U., 1987). Rostliny lze množit také

dělením neboli vegetativně. K tomuto účelu se používají kořenové řízky (VAŇEK, V., VAŇKOVÁ, J., 1982), (KAMÍR, P., 1991).

Všechny druhy *Echinacea* jsou nenáročné na pěstování, nemají přirozené nepřátele a jsou odolné vůči výkyvům počasí (GRBAVČIČ, M., 2002). V prvním roce vyroste z dobře vyvinutého kořene jen přízemní lisová růžice. V druhém roce již vyrůstají stonky a na každém z nich velký tmavě růžový květ. Semena se tvoří na velkém pichlavém květním lůžku (MAZÚR, P., 1999).

3.4. Problematika počtu jedinců na ploše u rostlin rodu *Echinacea purpurea*

Hustota porostu při setí či výsadbě patří k nejdůležitějším agrotechnickým opatřením při pěstování rostlin rodu *Echinacea purpurea*. V Německu je doporučováno 8 – 10 rostlin na m², v USA je obvyklá nižší hustota. Ukázalo se, že hlediska výnosu natě je vhodné německé doporučení, stejně jako pro výnos kořenů. Podíl sušiny kořenů k celkové sušině produkce se zvyšuje s vyšší hustotou, ale problémem je koncentrace produkovaných alkylamidů (PARMENTER, G. A., LITTLEJOHN, R. P., 1997).

Egyptští autoři sledovali vliv vzdálenosti rostlin 20, 40 a 60 cm od sebe v řádcích 50 cm vzdálených a zjistili, že nejvyšší výnos v g na rostlinu u natě, listů a kořenů je při vzdálenosti rostlin 60 cm. Při přepočtu na g sušiny na m² je ovšem nevyšší výnos při vzdálenosti rostlin 20 cm (SHALABY A. S., 1997).

3.5. Výživa a hnojení rostlin obecně

Od okamžiku, kdy lidé rostliny přestali sbírat a začali je pěstovat cca 10 tisíc let př. n. l. se setkávali se skutečností, že někde rostliny rostly lépe, byly třeba větší a někde rostly hůře. Není náhodou, že nejstarší nálezy o záměrné pěstitelské činnosti lidí pochází z povodí velkých řek (Eufrat, Tigris, Nil, Jordán), které svými pravidelnými záplavami obnovovaly (hnojily) půdu a umožňovaly soustavné sklizně. Pěstování

rostlin se postupně rozšířilo do oblastí, kde žádné záplavy nejsou a kde naopak vodní eroze odnáší velké množství úrodné půdy v podstatě až do moře.

Není tedy náhodou, že vyspělejší forma agrotechniky v současnosti dodává jednotlivým rostlinám optimální množství vody v korelaci s potřebami růstu. Konec konců je pravdou, že rostliny rostou z vody, vzduchu a světla. Voda je tedy stále nejdůležitější „živinou“. V místech, kde voda není, nerostou ani rostliny, byť by v půdě byly obsaženy různé výživné soli. Není ovšem možné jen pasivně čekat, co se na půdě urodí, je potřeba na půdě hospodařit tak, aby výnosy, které nás zajímají, byly co nejvyšší.

Než budeme pokračovat dál v otázkách výživy rostlin, je nutné upřesnit některé faktory. Především, jak změříme, že rostlina roste lépe, rychleji, nebo naopak neroste vůbec. Je několik možností, které si dovolím připomenout, tedy nejjednodušším měřítkem růstu rostlin je hmotnost jejího těla, tedy nadzemní, ale i podzemní části. Vzhledem k tomu, že rostlinná pletiva obsahují vždy vyšší nebo nižší obsah vody (10 – 90%) je přesnějším vyjádřením růstu hmotnost vyprodukované sušiny, tedy rostliny zbavené veškeré vody. Obvykle to, co získáme z nadzemní i podzemní části rostliny a máme k dispozici, označujeme jako výnos (sklizeň).

Sklizeň je záležitost lidská, může být velký rozdíl mezi tím, co naroste a co sklídíme (sklizňové ztráty). Je rozdíl i v tom případě, kdy z rostliny chceme získat jen určitou část nebo určitou látku, jako je tomu u drogy. Nepomůže nám veliká rostlina máku, nebo konopí, pokud v její sušině bude minimální, nebo žádný obsah účinné látky. Také v případě rostliny *Echinacea purpurea* nemůže být úspěšným měřítkem pouhá velikost rostliny, ale musíme se ptát, kolik žádoucích účinných látek jsme získali ve sklizené části. A tím vzniká další otázka po výživě a sice, v jaké půdě (kyselé, neutrální), s jakým obsahem a poměrem makro i mikroprvků máme rostliny *Echinacea p.* pěstovat tak, aby výnos účinných látek byl co nejvyšší. Máme stále na mysli, že podstatná část příjmu živin rostlinou se odehrává v podobě vody, vodního roztoku a to z půdy kořeny, kde proud vody z kořenů do listů tvoří transpirační proud končící v listech a ve vzduchu.

Je zajímavé, že čistě spekulativně DUCHOŇ (1962) napsal, že někteří filozofové před několika tisíci lety např. Thales Milétský proklamovali, že „vše jest

voda“ „pantá hydror estí“, neboť si všiml nezbytností vody pro výživu rostlin a zcela geniální je v tomto smyslu atomová hypotéza Demokrita z Abdery, který předpokládal malé dále nedědičné částice – atomy, které se neustále pohybují. Demokritova atomistická teorie poukazuje na to, že mezi půdou, rostlinou a zvířetem se neustále pohybují atomy a kde žák Demokritův Epikuros doslova říká: „matka země oplodňována deštěm rodí obilí, potravu člověka a zvířat. Ale vše, co pochází ze země, musí se do ní vrátit a vše co pochází ze vzduchu, musí se do něj zas vrátit. Smrt nezničí hmotu, pouze rozlomí vazbu elementů je tvořících, které vytvoří pak znovu nové formy (i života)“. Škoda, že tyto před mnoha tisíci lety odpozorované a experimentálně doložené pravdy, nejsou všichni naši současníci schopni pochopit.

Ještě jednu poznámku si dovoluji vyslovit, takovou, která postihuje „pokrok“ v této oblasti. Ovce, koně, krávy spásají stejnou píci a pijí stejnou vodu ze stejného pramene, ale přesto nejsou ve svém vzhledu a složení stejní. Dodávám, že stejné je to i s lidmi. Jsou si rovni v tom, co pijí a jedí, ale přece nejsou stejní. Jednoduché i nepřekonatelně složité zároveň.

Zpět k teoriím o výživě rostlin. V 18. a 19. století byly formulovány zákonitosti platné dodnes. Tedy Lomonosova „teorie zachování hmoty“, čili jestli v přírodě na jednom místě něco ubude, tak na jiném místě něco jiného přibude – rostliny čerpají potřebné látky pro svoji stavbu ze vzduchu a vody. A. D. Thaerova „humusová teorie“ říká, že „úrodnost půdy závisí převážně na obsahu humusu v půdě, neboť humus je mimo vody jedinou látkou, která může být považována za zdroj rostlinné výživy“. Dnes, kdy je možné pěstovat rostliny zcela bez půdy, můžeme tuto teorii zpochybňovat.

Proti této humusové teorii v r. 1840 vydal svou stěžejní publikaci J. Liebig „Die Naturgesetze des Feldbaues“. Produkce plodin znamená úbytek plodin, které je třeba nahradit hnojením. Úkolem zemědělství není dosáhnout dočasných nejvyšších výnosů, ale udržet výnosy na stabilní úrovni. Základem je, aby půda dostala vše, co jí bylo odňato. Liebig vytvořil zákon o nejmenším množství, nutnost zesilovat nejslabší článek v komplexu faktorů výživy rostlin. Slabinou jeho teorie byla výživa dusíkem. Konstatování, že rostliny jsou dusíkem živeny ze vzduchu, kde je v podobě amoniaku, brzy neobstála. V roce 1888 publikoval Hellriegell s Wilfathem článek:

Welche Stickstoffquellen stehen Pflanzen zu Gebote (Které zdroje dusíku mají rostliny k dispozici) a tím se stali objeviteli dnešní biologické fixace vzdušného dusíku. Zjistili a dokázali, že molekulární dusík obsažený ve vzduchu, není pro rostliny přijatelný a použitelný pro jejich výživu. Je použitelný pouze pro mikroorganismy buď volně žijící v půdě, nebo v symbióze s vyššími rostlinami (rody *Rhizobium* a další). Pouze mikroorganismy jsou schopné v procesu takzvané biologické fixace měnit molekulární dusík na klíčový produkt, kterým je amoniak a teprve v podobě amoniakální nebo dusitanové a dusičnanové je tento dusík asimilovatelný vyššími rostlinami. Tím bylo také vysvětleno pozitivní působení leguminóz (rostlin čeledi bobovitých) na půdní úrodnost a na výživu rostlin dusíkem.

Dusík je mnohdy klíčovým prvkem v půdní úrodnosti a ve výživě rostlin a nejenom v ní. Dusíkaté sloučeniny tvoří zásadní složku všech živých organismů (bílkoviny, krev, nervy, DNA) a mají tu zvláštnost, že se nedají v těle tvořit, ani skladovat, ale musejí být přijaty v hotové formě a daném množství, jinak všichni konzumenti, ať už zvířata nebo lidé nejsou dobře živeni.

Rostlinné bílkoviny jsou problémem v tom smyslu, že jejich kvalita daná obsahem esenciálních aminokyselin není vždy stejná a je poměrně málo tzv. plnohodnotných rostlinných bílkovin (výjimku tvoří sója).

Dusík a sloučeniny dusíku sloužící k výživě rostlin mají další nevýhodnou vlastnost a to, že jsou velice pohyblivé v půdách. Vyplavují se do vody (dusičnanové znečištění vod) a jejich hnojení není možné do zásoby. Na druhé straně průmyslově vyráběné sloučeniny dusíku používané ve výživě rostlin znamenaly kvalitativní zlom v celém moderním zemědělství a zvýšily výnosy hlavních obilovin několikanásobně.

Je třeba konstatovat, že živiny z půdy a hnojiv nabízené (dodané) rostlině se nepodílí na tvorbě výnosu přímo, ale zprostředkovaně. Musíme rozlišovat živiny dodané a živiny skutečně rostlinou odebrané. Tvorba výnosu vyjádřená množstvím vytvořené sušiny biomasy je závislá na procesu nazývaném fotosyntetická asimilace. Fotosyntéza může být definována jako fotochemická reakce (probíhá pouze na světle) fixující, zachycující energii slunečního záření a přeměňující tuto energii na energii chemickou.

Pro praktické pěstování můžeme vycházet z těchto konstatování: fotosyntetická aktivita rostlin je daná velikostí asimilační plochy vyjádřené v tzv.

pokryvnosti listoví LAI (leaf area index), což je v metrech čtverečních velikost listů na jednom metru čtvereční půdy. Toto LAI je pro každý rostlinný druh známo jako optimální a každá odchylka od optima směrem nahoru i dolů vede k poklesu výkonu. Tyto vztahy jsou dobře prostudovány u většiny pěstovaných druhů kulturních rostlin, ale je velmi málo údajů o rostlinách jako je *Echinacea purpurea*. Dále záleží na kvalitě listové plochy, která ovlivňuje rychlost fotosyntézy. Ta se v průběhu vegetace mění v závislosti na řadě vegetačních faktorů jako je teplo, délka dne, intenzita slunečního záření, ale také na aktivitě kořenového systému, který má za úkol dodávat rostlině potřebnou vodu a v ní rozpuštěné živiny (udržuje transpirační proud).

Výkon asimilační plochy je dán druhem a odrůdou pěstované rostliny, strukturou porostu (počtem a velikostí rostlin na ploše), ekologickými podmínkami a vlastní agrotechnikou a také úrovní ochrany rostlin.

3.6. Výživa a hnojení rostlin *Echinacea purpurea* s ohledem na tvorbu účinných látek

Optimální hodnoty hnojiv uvádí BOMME (1987): 150 – 180 kg N/ha, 70 – 100 kg P₂O₅/ha, 220 – 250 kg K₂O/ha, což odpovídá 31 – 44 kg P a 183 – 207 kg K. Dospěl k závěru, že nejvyšší výnosy natě i kořene dosahuje rostlina při hnojení 100 kg N/ha.

Podle DACHLERA a PELZMANN (1989) je hrubý odhad dávek základních prvků při hnojení na dobře zásobených půdách 120 kg N/ha v dělené dávce, 70 kg P₂O₅/ha a 150 kg K₂O/ha.

PAŠEK (1997) uvádí, že nejvyšší produkci účinných látek v rostlinách *Echinacea* lze dosáhnout hnojením s neharmonickým poměrem živin. Tato neharmonická výživa stimuluje u rostlin tvorbu obranných látek, které rostlinám zajišťují přežití v obtížných podmínkách a jsou ve vazbě na tvorbu látek farmakologicky významných pro člověka.

Z těchto důvodů se uvažuje o pěstování rostliny *E. purpurea* jako alternativní rostliny v marginálních oblastech ČR, kde by mohla pomoci udržet zemědělskou výrobu s dobrým ekonomickým výsledkem (KOLÁŘ, L., 1998).

3.7. Ochrana před škůdci a proti chorobám rostlin rodu *Echinacea*

Při pěstování léčivých rostlin je žádoucí nepoužívat pesticidy, ale řešit pěstování jinými agrotechnickými opatřeními, například ruční kultivací nebo meziřádkovou kultivací mechanizací. Ruční kultivace je metoda velmi účinná, ale nevýhodou této operace je její vysoká náročnost a také nákladnost. Lze ji s úspěchem využívat na malých plochách (PEXÍDR, R., 2004).

KUCHARSKI (1997) označil jako nečastější škůdce vyskytující se na rostlinách rodu *Echinacea* *Philenus spumarius*, *Phytomyza atricornis*, *Liriomyza* a *Lygus* sp.

3.8. Elicitace

V literatuře se využívání stresorů označuje jako tzv. metoda elicítace, která se začala používat teprve nedávno a to v důsledku rozvoje metod kultivace rostlin *in vitro*. Jedná se tedy o metodu, která profituje na schopnostech rostlin reagovat na různá agens celou řadou reakcí, na jejichž konci nastává zvýšená tvorba sekundárních metabolitů, které se stávají důležitými surovinami pro farmaceutický průmysl.

Rostlinné buňky jsou schopny bránit se stresovým faktorům vnějšího prostředí a při tomto stresu dochází k uvolňování elicitorů z buněčných stěn rostlin za následného vytváření nízkomolekulárních látek – fytoalexinů, které představují obrannou reakci rostliny. Součástí reakce obranného mechanismu rostliny na přítomnost patogenu je tvorba sekundárních metabolitů. Fytoalexiny mohou být jednou z možností iniciace genové aktivity za vzniku určitých enzymů, které katalyzují vytváření antibakteriálně působících sekundárních metabolitů. Můžeme sem zařadit např. flavonoidy, isoflavonoidy, terpeny, steroidy, stilbeny aj.

TŮMOVÁ a DUŠEK (2000) rozdělují elicitory používané při kultivaci rostlin *in vitro* podle původu na organické a anorganické. Mezi organické elicitory můžeme zařadit homogenity inaktivovaných kultur mikroorganismů – hub, bakterií, případně jejich frakce. HNILÍČKA (2003) rozděluje elicitory do dvou skupin na elicitory exogenní a endogenní. Exogenními elicitory jsou látky, které vznikají činností patogenu, a jedná se o jeho metabolity. Po chemické stránce sem můžeme zařadit

některé polysacharidy, specifické enzymy a peptidy. Endogenní elicitory se uvolňují z narušených buněčných stěn obou organismů. Mezi ně patří oligomery chitinu, oligoglukany a glykoproteiny uvolňované hydrolyzou buněčné stěny patogenních hub nebo oligogalakturonany uvolňované z buněčné stěny napadené buňky.

Účinnost elicitace závisí na různých faktorech, které často působí synergicky, jako je věk kultury, koncentrace elicitoru a v jakých časových periodách byl elicitor podáván. Velmi důležitou podmínkou je, aby elicitor nesnižoval životaschopnost celé kultury, z tohoto důvodu se obecně používají nižší koncentrace elicitorů (KUŽEL, S., 2003). Účinné látky lze sice komplikovanými metodami dělit, izolovat a stanovit, ale jednotlivá, pracně izolovaná látka z rostliny je většinou fyziologicky zcela neúčinná (KUŽEL, S., et al. 2000).

3.9. Chemické látky obsažené v rostlinách rodu *Echinacea*

Chemické látky obsažené v rostlinách rodu *Echinacea* tvoří velmi pestrou směsici látek. Jednotlivé druhy z rodu *Echinacea* mají podobné účinky, ale jiné složení. Z tohoto důvodu je obecně uznáván názor, že léčivý účinek je dílem celého komplexu látek (JANČA, J., ZENTRICH, J. A., 1996).

Chemické látky obsažené v rostlinách rodu *Echinacea* se dají dle BAUERA, R., WAGNERA, H. (1990) rozdělit do následujících skupin:

- polysacharid I obsahující arabinosu, xylosu, galaktosu, glukosu a 4-O-ethylglukuronovou kyselinu polysacharid II (arabinorhamnogalaktický) obsahující rhamnosu, arabinosu, galaktosu echinacosid (glykosid nalezen v *Echinacea angustifolia* koncentrace v kořenu asi 1 %), echinacin B, kyselina cichorová, betain, inulin, inuloid, fruktosa, sacharosa, xylosa, neidentifikované glykosidy, kyselina glukuronová, deriváty kyseliny kávové
- esenciální olej obsahující onkolytickou látku – 1,8 pentadekadien echinacen (izobutylamid, tvořící 0,01% sušeného kořene *Echinacea angustifolia* a 0,001% alifatické sesquiterpeny, mastné kyseliny s vyšším počtem dvojných vazeb, polyacetylenové sloučeniny, terpenické uhlovodíky, ketoalkeny

- 6,9% proteinů v sušených kořenech *Echinacea angustifolia* a 5,3% v *Echinacea purpurea*.
- vitamín C, E, A
- měď, draslík, železo, síra, zinek
- tanin, enzymy, pryskyřice, flavonoidy, silice, třísloviny

4. Popis lokality

Pěstitelský pokus byl realizován v podniku Ing. Petr Nouza - Zemědělská výroba v obci Dolní Pěna. Obec Dolní Pěna leží přibližně 15 km jižně od města Jindřichův Hradec ve stejnojmenném okrese. Ing. Petr Nouza je majitelem podniku a současně v něm působí jako hlavní agronom.

4.1. Časový rozsah pěstitelského pokusu

Tento pěstitelský pokus probíhal v letech 2001 – 2005. V prvním roce pokusu proběhl výsev plodiny a po ukončení vegetační doby, byla sklizena nadzemní část rostlin. V letech 2002 – 2004 probíhala pouze sklizeň nadzemních částí rostlin, v posledním roce pokusu poté došlo i ke sběru podzemních částí.

4.2. Charakteristika pozemku

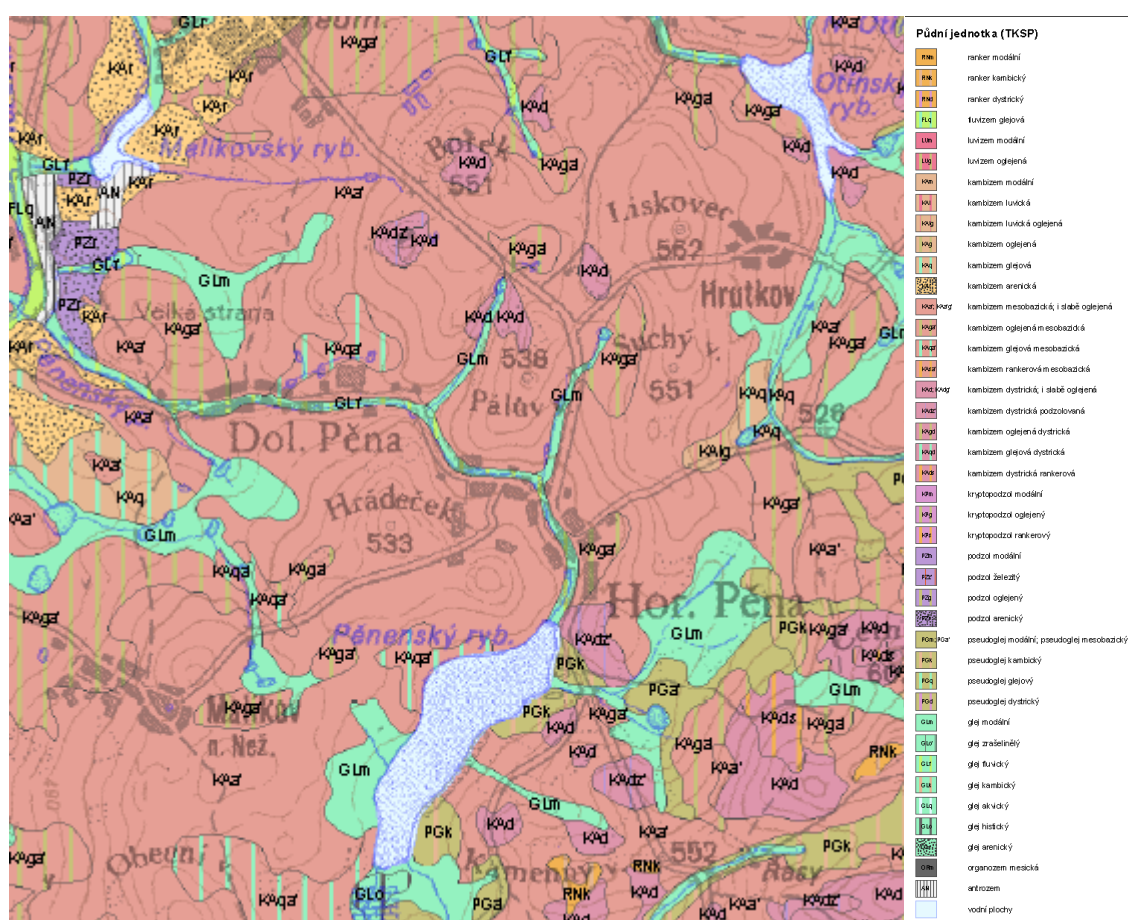
Dle slov majitele a hlavního agronoma podniku pana ing. Nouzi se pěstitelský pokus realizoval na okrajovém mírně svažitém pozemku s jižní expozicí. Tento pozemek byl z části od severní strany chráněn lesním porostem a ukončen cestou. Velikost pozemku, kde byl realizován pěstitelský pokus, byla zhruba 0,3 ha.

4.3. Půdní charakteristika lokality

Dle Taxonomického klasifikačního systému půd v ČR se v této lokalitě, ve které byl realizován pokus, se jedná o půdní typ kambizem mesobazická i slabě oglejená.

Taxonomický systém půd ČR klasifikuje tyto půdy jako půdy se stratografií O-Ah nebo Ap-Bv IIC, s kambickým hnědým horizontem, vyvinutým převážně v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a sedimentárních hornin, ale i jim odpovídajících souvrstvích. I výrazněji vyvinuté pedy v kambickém horizontu postrádají jílové povlaky – argilany.

Půdy se vytvářejí ve svažitéch podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin v menší míře v rovinatém reliéfu. Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska trofismu, zrnitosti a skeletovitosti. Výskyt půd v takto širokém rozmezí klimatických a vegetačních podmínek určuje diference v akumulaci humusu a jeho kvalitě (ANONYM 3 - 2011).



Půdní mapa ČR, zdroj: ANONYM 4 - 2012

4.4. Klimatologická a hydrologická charakteristika lokality

Území České republiky se rozděluje na 3 přirození klimatické oblasti. Lokalita, kde se realizoval pěstitelský pokus, se nachází v mírně teplé oblasti MT4, která zaujímá v rámci České republiky většinu území. Je charakterizována průměrnou teplotou v červenci 15 °C a je považována za oblast rentabilního pěstování pšenice (Anonym 2 - 2012).

Dle slov hlavního agronoma je průměrný úhrn srážek na daném území pohybuje kolem 600 mm.

Tabulka č. 2 - Klimatický region MT4

Symbol regionů	Kód regionů	Označení regionů	Suma teplot nad 10 °C	Vláhová jistota	Suchá vegetační období	Průměrné roční teploty v °C	Roční úhrn srážek v mm
MT 4	7	Mírně teplý, vlhký	2200-2400	Nad 10	5-15	6-7	650-750

Zdroj: ANONYM 1 - 2012, <http://tilia.zf.mendelu.cz>

4.5. Zemědělská výrobní oblast v lokalitě

Území ČR je rozděleno do 5 zemědělských výrobních oblastí. Lokalitu, ve které byl realizován pokus, je možné zařadit do oblasti bramborářské, kterou charakterizuje následující tabulka.

Tabulka č. 3 - Zemědělská výrobní oblast bramborářská

Reliéf terénu	Středně zvlněný až silně svažité
Nadmořská výška	400 - 650 m
Klimatický region	MT 2, MT 3, MT 4, MCCH
Průměrná roční teplota	5 - 8 °C
Průměrné roční srážky	550 – 900 mm
Suma teplot na 10°C	1000 – 2600
Výskyt suchých veget. období	5 - 30%
Hlavní půdní jednotky	Převažují hnědé půdy, hnědé podzolové a hnědé půdy kyselé
Zrnitostní složení	Většinou hlinitopísčité až písčitohlinité, s nižším podílem mělkých a silně skeletovitých půd

Stupeň zornění	Zastoupení trvalých kultur	Lesnatost	Hlavní zemědělské plodiny	Zastoupení na zemědělském půdním fondu
Větší než 60%	2,5 - 3%	Střední až vysoká	Konzumní, průmyslové a sadbové brambory, krmné	18,50%

Zdroj: ANONYM 1 - 2012, <http://tilia.zf.mendelu.cz>

5. Metodika pěstitelského pokusu

5.1. Příprava půdy

Obecně lze říci, že způsob přípravy závisí na druhu a době sklizně předplodiny. Jiná příprava je po jetelovinách, jiná po okopaninách nebo zrninách.

Pěstitelský pokus s výsevem rostlin *Echinacea purpurea* byl realizován po obilovinách. Nejprve byla realizována podmínka, která redukuje především výpar a zaplevelení. Po mezíporostním období, které trvá zpravidla 4 – 5 týdnů následovala seťová orba do hloubky cca 20 cm (DIVIŠ, J., 2000).

5.2. Příprava osiva

Dle slov hlavního agronoma bylo osivo získáno od zadavatele pěstitelského pokusu, tedy již žádná příprava osiva v podniku Ing. Nouzi nebyla prováděna. Literatura uvádí, že pro rod *Echinacea* je typická horší vzcházivost při přímých výsevech. Hlavní příčinou bývá většinou dormance semen, kterou lze eliminovat právě užitím stratifikace – vystavení navlhčených semen chladu (HONSOVÁ, H., 2011).

5.3. Výsev osiva rostliny *Echinacea purpurea*

V podniku Ing. Nouzi byl výsev na pozemek činěn do bramborových řádků, které se v současné době používají v šíři 750 mm, které mají určité výhody při zvýšení produktivity práce při sázení a ošetřování porostů. Samotný výsev byl prováděn pomocí ručního sazeče na traviny zhruba do hloubky 20 - 40 mm. Tento způsob sázení do bramborových hrůbků byl zvolen z důvodu dostupnosti zemědělské techniky a zároveň se tento způsob výsevu zdál výhodný i z důvodu dalšího postupu při ošetřování porostů.

5.4. Ošetřování porostu

5.4.1. Mechanické ošetřování porostu

V průběhu prvního vegetačního období po vzcházení rostlin prováděno ruční jednocení porostu. Vzdálenost jednotlivých rostlin byla dána přibližně 20 cm. V průběhu vegetace byl poté porost ještě mechanicky oborán zemědělskou technikou používanou k oborávání brambor, byla kladena důležitost zejména na to, aby porost zůstal nezaplevelen. Vzhledem k tomu, že porost rostlin *Echinacea* byl pěstován na hrůbcích, nedocházelo již v podzimním období k přihrnování zeminy ke kořenovému systému pro podporu lepšího přezimování rostlin, jak uvádí pan Nouza. Dle jeho pozorování nebyl porost poškozen v průběhu pěstitelského pokusu vymrznutím.

5.4.2. Chemické ošetřování porostu

Porost byl ošetřován ručním postřikovačem opatřeným chráničem, který zabraňoval nechtěnému postřiku kulturní rostliny. Chemický postřik byl aplikován pouze v kolejových řádcích a byl zaměřen na plevy. Umístění rostlin do hrůbků tedy bylo výhodné i z hlediska aplikace chemických postřiků.

5.5. Sklizeň nadzemních částí

Vzhledem k tomu, že celý pěstitelský pokus byl zaměřen na získání kvalitního kořenového systému pro další zpracování, nebyla nadzemní část věnována taková pozornost.

Sklizeň nadzemních částí probíhala ke konci vegetačního období po odkvětu rostlin. Sklizeň probíhala ručně kosou. Posečená nadzemní část zůstávala do zavaznutí na pozemku a poté byla převážena na sušičku, kterou podnik Ing. Nouzi používá k sušení máku, kmínu a dalších plodin. Sušení probíhalo na roštech pomocí přivádění nepředehřívajícího vzduchu.

5.6. Sklizeň podzemních částí

Po ukončení vegetačního období ve čtvrtém roce věku porostu došlo po sklizni nadzemních částí k vyorání kořenových systémů pomocí vyorávače brambor. Kořenový systém byl poměrně malý oproti celé rostlině. Kořenový systém se nesusil, protože sušení by bylo velmi ekonomicky náročné oproti sušení nadzemních částí rostliny. Kořeny byly dále použity k dalšímu výzkumu - obsahu alkaloidních látek. Výsledky dalšího výzkumu nebyly hlavnímu agronomovi známy.

6. Diskuse

Rostliny rodu *Echinacea*, zejména *Echinacea purpurea*, která se u nás pojmenovává českým názvem třapatka nachová, je původem ze severoamerických plání. Zde ji

využívali původní obyvatelé, severoameričtí indiáni, jako léčivou bylinu. Do Evropy se dostala vlastně až po objevení Ameriky spolu s dalšími rostlinami jako slunečnice, brambory, rajčata a další. Přesto, že se jedná o nepůvodní druh, je na našem území dobře pěstitelná.

Z původních stanovišť, okrajových společenstev lesa, je dobře pěstitelná i na polních pozemcích, ale vyžaduje lehkou nekamenitou, hluboce humózní půdu, jak uvádí BOHME (1987). Na pozemku, kde probíhal pokus, odpovídal půdní profil (kambiem kyselá, písčitohlinitá) požadavkům rostliny. Rostlinám vyhovují středoevropské klimatické podmínky s relativně mírnými zimami, takže poměrně dobře rostliny přezimují. Proti vymrzání doporučuje na podzim přihrnování zeminy ke kořenovému systému, při pokusu bylo využito pěstování v bramborových řádcích, takže množství zeminy bylo u kořenového systému dostatečné, nemuselo docházet k dalšímu zásahu do porostu a zároveň tento způsob pěstování snížil celkové náklady na pěstování.

Echinacea potřebuje dostatek zálivky, jak uvádí PEXÍDR (2004). Na pozemku, kde byla pěstována, se podle hlavního agronoma pohybuje roční úhrn srážek kolem 600 mm, což bylo pro pěstování dostatečné, nedocházelo tedy k dalším umělým zálivkám, tento způsob by pochopitelně pěstování velmi prodražoval.

Pěstování na bramborových řádcích přineslo ještě další pozitiva, pěstitel nemusel používat odlišnou techniku na setí a další ošetřování porostu než jakou používá u plodin, které patří k nosným plodinám jeho podniku.

Nevýhodnou a ekonomicky náročnou operací v pěstování rostlin *Echinacea purpurea* bylo její ruční jednocení na požadovanou vzdálenost, z hlediska porostu to byla značná výhoda, rostliny dosahovaly vysokého vzrůstu, i kořenový systém byl kvalitní, i když proporcionálně byl k celkové rostlině poměrně malý. Tato operace byla spíše časově a ekonomicky náročná.

Výhodou rostliny rodu *Echinacea* je i to, že k léčebným účelům lze použít celou rostlinu, tedy květ stonek i kořen. Z tohoto pohledu je výhodné a žádoucí pěstovat rostliny *Echinacea* na pozemku po několik let a v prvních letech sklízet a využívat pouze nadzemní části rostlin.

Echinacea má také jednu agrotechnickou zvláštnost. Obsah účinných látek využitelných ve farmakologii není v přímé závislosti na harmoničnosti hnojení jako

je tomu u jiných druhů rostlin. Jak uvádí PAŠEK (1997), nejvyšší produkce účinných látek v rostlinách lze dosáhnout hnojením při neharmonickém poměru živin, zejména dusíku. Protože pěstitelský pokus konaný na sledované lokalitě se věnoval zejména otázkám agrotechniky pěstování, hlavní agronom již neznal výsledky dalšího zkoumání, nelze tuto skutečnost na sledovaném pokusu ověřit.

7. Závěr

Závěrem lze říci, že *Echinacea purpurea* patří mezi velmi zajímavou, i když ne ještě dokonale prozkoumanou rostlinu. Dle dosavadních zjištění je poměrně nenáročná na pěstování, má ráda lehké, propustné, hluboce humózní půdy. V našich podmínkách poměrně dobře zimuje. Jako léčivá rostlina jde použít prakticky celá – květ, stonek i kořen a lze ji s úspěchem používat i v domácím léčitelství.

Pěstování rostliny *Echinacea* je možné jak u drobných pěstitelů, kde se často používá jako okrasná květina, tak u větších producentů zaměřených na pěstování léčivých rostlin nebo v zemědělské výrobě a to zejména v okrajových částech naší republiky, kde by mohla udržet zemědělskou výrobu s dostatečným ekonomickým výsledkem.

Možná doporučení pro pěstitele:

- Vybírat vhodná stanoviště – co do půdy a vláhových poměrů.
- Volba způsobu výsevu v návaznosti na využití stávající zemědělské techniky, eliminace ruční práce.
- Nesnažit se o harmonické hnojení dusíkem, čímž se zvyšuje produkce účinných látek.

Echinacea purpurea dává mnoho podnětů k dalším výzkumům, zejména v oblasti zvyšování obsahu účinných látek.

8. Použitá literatura

- 1.) ANONYM 1, Klimatický region MT4 (cit. 2012-01-05). Dostupné na [www.http://tilia.zf.mendelu.cz](http://tilia.zf.mendelu.cz).
- 2.) ANONYM 2, *Echinacea purpurea* (L.) Moench – třapatka nachová, Agrokom.cz (cit. 2012-03-20). Dostupné na <http://www.agrokom.cz>.
- 3.) ANONYM 3, Klasifikace půd, Klasifikace.pedologie.czu.cz (cit. 2011-11-30). Dostupné na [www.http://klasifikace.pedologie.czu.cz](http://klasifikace.pedologie.czu.cz).
- 4.) ANONYM 4, Půdní mapa ČR, Nature.cz (cit. 2012-02-20). Dostupné na www.nature.cz/monitoring-pud.
- 5.) ANONYM 5, *Echinacea purpurea* (L.) Moench – třapatka nachová a *Echinacea angustifolia* DC. – třapatka úzkolistá. Mendelova univerzita v Brně (cit. 2012-03-30). Dostupné na [www.http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/553/lakr/_private/data/ECHINACEA%20PURPUREA.htm](http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/553/lakr/_private/data/ECHINACEA%20PURPUREA.htm).
- 6.) ANONYM 6, *Echinacea paradoxa*. Yaymicro.com (cit. 2012-03-30). Dostupné na [www.http://yaymicro.com/stock-image/echinacea-paradoxa--yellow-coneflowers/152417](http://yaymicro.com/stock-image/echinacea-paradoxa--yellow-coneflowers/152417).
- 7.) BAUER, R., REMIGER, P., WRAY, V., Germacrene Alcohol from Fresh Aerial Parts of *Echinacea purpurea*. *Planta Medica*, 1988, vol. 54, p. 478-479.
- 8.) BAUER, R., WAGNER, H., *Echinacea* Handbuch für Apotheker und andere Naturwissenschaftler. 1 Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 1990. 182 s. ISBN 3-8047-0999-0.

- 9.) BERANOVÁ, M., KUBAČÁK, A., Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě. Libri, Praha 1. Vydání, 2010, s. 430, ISBN 978-80-7277-113-4.
- 10.) BOMMEH U. Sonenhut –Pflanze mit Marktchancen? Die Landwirtschaftliche Zeitschrift, 1987, vol 38, p. 384-386.
- 11.) BUCHAROVÁ, J., *Echinacea purpurea* (třapatka nachová), *Echinacea* chrání proti infekcím (cit. 2009-10-31). Dostupné na [www.http://www.ireceptar.cz/zdravi/echinacea-chrani-proti-infekcim/](http://www.ireceptar.cz/zdravi/echinacea-chrani-proti-infekcim/)
- 12.) DACHLER, M., PELZMANN, H. Heil-und Gewürzpflanzen, 1.Aufl.Wien:Österreichische Agrarverlag, 1989, 244 s., ISBN 3-7040-1024-3.
- 13.) DACHLER, M., PELZMANN, H., Heil – und Gewürzpflanzen. 1. vydání, Wien: Österreichische Agra, 1989.
- 14.) DIVIŠ, J. a kol., Pěstování rostlin. 1. vydání. České Budějovice, JU ZF, 2000. 258 s., ISBN 80-7040-456-6.
- 15.) DOUGLAS, J., *Echinacea – the purple coneflowers* (online). 1993 Juli (cit. 2004-02-18). Dostupný na www.crop.cri.nz/psp/broadshe/echinacea.htm.
- 16.) DOUGLAS, S., Léky z přírody, *Echinacea*, Třapatka, Rostlina, která posílí váš imunitní systém, Pragma, Hodkovičky1999, ISBN 80-7205-110-5.
- 17.) DRESS, W. J., The Coneflowers: Dracopis, echinacea, Ratibida und Rudbeckia. Notes on cultivated Compositae 1961, vol 6., no.9, p 67-83.
- 18.) DUCHOŇ, F., Agrochemie: úvod do studie chemie užití v rostlinné výrobě. 2. vydání, Praha, 1962.
- 19.) FOSTER, S., *Echinacea: Zhe Purple Coneflowers*. American Horticulturist, 1985, vol. 64, no. 8, p. 14-18.

- 20.) GOLOVKIN, B. N., KLIKOVÁ, G., Trvalky – rozkvetlá zahrada I., 1. vydání, Praha: Lidové nakladatelství 1990, 349 s., ISBN 80-7022-052-X.
- 21.) GRADEON, J., The people's pharmacy guide to home and herbal remedies. 1 edition. N. Y.: St. Martin's Press 1999, 428 p., ISBN 0-312-20779-4.
- 22.) GRBAVČIČ, M., Druhy rodu *Echinacea* a *Leuzea* jako tonizující rostliny. Úroda 2002, roč. 50, č. 9, s. 9.
- 23.) HARNISCHFLEGER, G., STOLZE, H., Bewährte Wirksubstanzen aus Naturstoffen-Sonnenhut. Bad Homburg/Melsungen, Notamed Verlag. 1980, s. 484-491.
- 24.) HONSOVÁ, H., Možnosti zvýšení klíčivosti osiva rodu *Echinacea* stratifikací, Zahradaweb (cit.2011-09-01). Dostupné na http://www.zahradaweb.cz/Moznosti-zvyseni-klicivosti-osiva-rodu-Echinacea-stratifikaci__s514x58738.html
- 25.) HNILIČKA, F., HNILIČKOVÁ, H., BLÁHA, L., Působení vnějších negativních faktorů na rostliny, abiotické stresory, 2003. In. Rostlina a stres, Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, s. 9 - 33, ISBN 80-86555-32-1.
- 26.) JAHODÁŘ L., Léčivé rostliny v současné medicíně, co Mattioli ještě nevěděl. 1. vydání, Havlíček Brain Team, Praha, 2010, 233 s., ISBN 978-80-87109-22-9.
- 27.) JANČA, J., ZENTRICH, J., Herbář léčivých rostlin, 4. díl, 1. vydání, Praha: Eminent, 1996. 287 s., ISBN 80-858776-20-5.
- 28.) JANČA, ZENTRICH, Herbář léčivých rostlin, 1. díl, 1. vydání, Praha: Eminent, 1994, 287 s., ISBN 80-858776-20-7.

- 29.) JAROŠ, Z., Léčivé látky z rostlin. 1. vydání. České Budějovice, Dona, 1992, 79 s., ISBN 80-85463-04-0.
- 30.) KALÁČ, P., Přirozené antinutriční látky ze zemědělských plodin. Sbor. ČZU AF Racioální použití průmyslových hnojiv – 2. část. Praha: ČZU, 1995, s. 12 - 14.
- 31.) KAMÍR, P., Bylinář – rostlinné stimulatory fyzických a duševních sil. 1. vydání, Brno 1991, 138 s., ISBN 80-900327-1-0.
- 32.) KLIKOVÁ, G., Trvalky – rozkvetlá zahrada I., 1. vydání, Praha: Lidové nakladatelství 1990, 352s., ISBN 80-7022-052-X.
- 33.) KOHOUTOVÁ, V., Echinamax (online). Finclub plus, a. s., 2003 (cit. 2004-02-20). Dostupný na [www.http://finclub.cz/webkatalogy.nsf/0/c7674fe668c74d934125683b0057038?Open](http://finclub.cz/webkatalogy.nsf/0/c7674fe668c74d934125683b0057038?Open)
- 34.) KOLÁŘ, L., Vliv nadbytku dusíku ve výživě *Echinacea purpurea* (L.) Moench. na tvorbu jejich účinných látek. Rostlinná výroba, 1998, roč. 44, 4. 11, s. 489-495.
- 35.) KORBELÁŘ, J., ENDRIS, Z., Naše rostliny v lékařství. Avicenum, Praha, 6. vydání, s. 504, ISBN 08-001-85.
- 36.) KUCHARSKI, W. A., Anbatechnologie und Pflanzenschulz von *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Drogenreport, 1997, vol. 16, no. 10, p. 33-36.
- 37.) KUŽEL, S., KOLÁŘ, L., *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Perspektivní technická plodina a pícnina, In: Mezinárodní konference IV. Dny výživy a veterinarnej dietetiky, Košice: UVL, 5. - 6. 9. 2000, s 240-243.

- 38.) KUŽEL, S., Technologie pěstování rostliny *Echinacea purpurea* a *Schizandra chinensis* a extrakce účinných látek. Závěrečná zpráva o realizaci projektu ME 704. České Budějovice: JČU ZF, 2004, s. 102.
- 39.) Léčivé rostliny. Ottův průvodce přírodou. Ottovo nakladatelství, Praha, 2010, překlad Jana Jindrová, 496 s., ISBN 978-80-7360-588-9.
- 40.) MAZÚR, R., *Echinacea purpurea*. Zahrádkář, 1999, č. 4, s. 64, ISSN 0139-7761.
- 41.) NOVÁK, J. SKALICKÝ, M., Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. 2. vydání, Powerprint Praha, 2009, s. 336, ISBN 978-80-904011-5-0.
- 42.) Nouza. P., Pěstitelský pokus. *Osobní rozhovor s Ing. Nouzou*, Hluboká nad Vltavou, 20. 1. 2012
- 43.) PAŠEK, J., Návrh výroby imunogenního sirupu z fyziologicky účinné látky *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Diplomová práce. České Budějovice, ZF JCU, 1997, s. 69.
- 44.) PARMENTER, G. A., LITTLEJOHN, R. P., Planting density effects on root yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1997, vol. 25, p. 169-175.
- 45.) PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S., Botanika I., obecná část. České Budějovice, Dona, 1993, 173 s., ISBN 80-85463-28-8.
- 46.) PEXÍR, R., Vliv kyseliny acetylsalicylové na obsah účinných látek ve vybraných léčivkách, Diplomová práce, Jihočeská univerzita České Budějovice 2004, 57s.

- 47.) PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., ŠEBÁNEK a kol., Fyziologie rostlin. Academia Praha, 1998, 1. vydání, s. 484, ISBN 80-200-0586-2.
- 48.) ROSYPAL, S., a kol., Nový přehled biologie. Scientia, Praha, 2003, 1. vydání, s. 797, ISBN 80-71-83-268-5.
- 49.) RUBCOV, V. G., BENEŠ, K., Zelená lékárna. 2. vydání. Praha, Lidové nakladatelství, 1985, 309 s., ISBN 26-046-85.
- 50.) SHALABY, A. S., Growth and Yield of *Echinacea purpurea* L- as influences by planting density and fertilization. Journal of Herbs, Spices a Medicinal Plants, 1997, vol. 5, no. 1, p. 69-76, ISSN 1540-3580.
- 51.) SCHAR, Léky z přírody – *Echinacea*, Praha, Pragma 1999, 133 s., ISBN 80-7205-110-5.
- 52.) SMITH-JOCHUM, C., ALBRECHT, M. L., Germination of three *Echinacea* species. Acta Horticulture, 1987, vol. 208, p. 115-120, ISSN 0567-7572.
- 53.) SMITH-JOCHUM, C., ALBRECHT, M. L., Transplanting or seeding in raised beds aids field establishment of some *Echinacea* species, Hort Science, 1988, vol. 23, p. 1004-1005, ISSN. 0018-5345.
- 54.) ŠÍCHA, J., KUBÍK, J., DUŠEK, J., Obsahové látky rodu *Echinacea* - potencionální antivirotika a imunostimulancia, Československá farmacie, 1989, roč. 38, č. 9, 424-428 s.
- 55.) ŠTOLL, I., Dějiny fyziky. 1. vydání, Prometheus, Praha, 2009, s. 582, ISBN 978-80-7196-375-2.

- 56.) ŠUCHMANNOVÁ, I., Suchomilné trvalky. Grada a. s., 2006, s. 54 - 56,
ISBN 80-247-0968-6.
- 57.) TŮMOVÁ, L., DUŠEK, J., Vliv kyseliny linolové na produkci sekundárních
metabolitů, Česká a Slovenská farmacie., 2000, roč. 49, č. 2, s. 78-81, ISSN
1210-7816.
- 58.) VAŇEK, V., VAŇKOVÁ, J., Trvalky. 1. vydání, Praha: Státní zemědělské
nakladatelství, 1982, 299 s.
- 59.) VONDRYS, J., Symbiotická fixace dusíku u hrachu setého. JU ZF, Sborník
referátů z mezinárodní konference k 35. výročí založení fakulty, s. 105-115.