

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

---

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: 4101R018 Zemědělství

**Technologie pěstování Ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* L.  
Gaertn.) a hnojení s cílem maximální kvality produktu a jeho využití**

**Bakalářská práce**

Vedoucí bakalářské práce:

**Prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.**

Autor:

**Jana Gubišová**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana GUBIŠOVÁ**  
Osobní číslo: **Z12833**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělství**  
Název tématu: **Technologie pěstování Ostropestřece mariánského (*Silybum marianum* L. Gaertn.) a hnojení s cílem maximální kvality produktu a jeho využití**  
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 :

Rostlina *Silybum marianum* (SM) obsahuje značné množství účinných látek ze skupiny flavonolignanů, tzv. silymarinový komplex, který vykazuje hepatoprotektivní vliv na jaterní buňky. Směs silybinu, silydioninu a silikristinu se nazývá silymarin a pod tímto označením je známa jako hlavní obsahová část velké řady komerčně vyráběných přípravků. Silymarin chrání játra zejména antioxidačním účinkem před škodlivými vlivy jako jsou např. chemické přídavky potravin, léky, alkohol, toxické látky z hub, virové infekce, při aplikaci steroidních hormonů a dalších látek, které mohou negativně zatížit organismus. Jsou prokázány pozitivní účinky při léčbě některých druhů rakoviny. Cílem práce je studium technologie pěstování ve vztahu k obsahu biologicky aktivních látek v rostlinách a jejich využití.

Vypracujte rešerši: a) botanická charakteristika, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám; b) chemické složení a účinné látky; c) metody stanovení některých účinných látek v SM; d) farmakologické účinky účinných látek; e) využití rostliny SM; f) vliv technologie pěstování a elicitorů na obsah účinných látek ostropestřece mariánského.


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

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

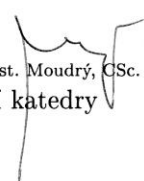
Tůmová L. a kol.: *Silybum marianum* in vitro-flavonolignan production. *Plant Soil Environ.*, 52, 2006 (10): 454-458; Jegorov A. (1996): Flavonolignany - novověká chemie léčivé rostliny známé již před Kristem. *Chem. listy*, 90, 859-862; Slanina J. (2000): Biologická a farmakologická aktivita lignanů. *Chem. listy*, 94, 111-116; Kurkin V. et al. (2001): Flavonolignans of *Silybum marianum* Fruit. *Chemistry of natural compounds*, 37 (4), 318-321; Kvasnička F. a kol. (2003): Analysis of the active components of silymarin. *Journal of Chromatography A*, 990, 239-245; Andrzejewska J. et al. (2010): Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) grown on light soil in a moderate climate. *Industrial crops and Products*. Journal homepage: [www.Elsevier.com](http://www.Elsevier.com), doi: 10.1016/j.indcrop.2010.10.027; 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 S., Cígler P., Hrubý M. (2006): "Přípravek pro indukci zvýšení tvorby bioaktivních sloučenin". CZ-296300, ÚPV Praha, 24. 2. 2006; Nam-Cheol Kim et al. (2003): Complete isolation and characterization of silybins and isosilybins from milk thistle (*Silybum marianum*) Org. *Biomol. Chem.*, 1, 1684-1689; Quaglia M.G. et al. (1999): Determination of Silymarin in the Extract from the dried *Silybum marianum* by high performance liquid chromatography and capillary electrophoresis. *J. of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 19, 435-442; Hammouda F.M. et al. (1993): Evaluation of the silymarin content in *Silybum marianum* (L.) Gaertn. cultivated under different agricultural conditions. *Phytoterapy research*, 7 (1): 90-91. Další materiály od vedoucího práce.

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

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2014**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**

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

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

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

V Českých Budějovicích dne 26. března 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma **Technologie pěstování Ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* L. Gaertn.) a hnojení s cílem maximální kvality produktu a jeho využití** vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. 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 odevzdání 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 databází a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne.....

Podpis.....

**Poděkování:**

Tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc., za metodické vedení a pomoc při zpracování této práce.

## ABSTRAKT

Ostropestřec mariánský (*Silybum marianum* L. Gaertn.) je léčivá rostlina známá již tisíce let. V České republice byl záměrně pěstován od 70. let a v poslední době o něj zájem stále roste. A to zejména díky farmaceutickému průmyslu u nás i v zahraničí, který využívá pokrutiny po lisování nažek k izolaci účinných látek. Výhodou této rostliny je nenáročnost na prostředí, ve kterém je pěstována a v případě vhodně zvolené agrotechniky a kvalitní půdy také vysoké výnosy.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo shromáždit dostupné informace o technologii pěstování ostropestřce mariánského a seznámení se s jeho botanickou charakteristikou, chemickým složením a účinnými látkami, agrotechnikou, využitím, hnojením a ochranou před škůdci. Dále byla práce zaměřená na shrnutí metod pro stanovení některých účinných látek, objasnění farmakologických účinků látek a vlivu elicitorů a techniky pěstování na obsah účinných látek.

V závěru práce byla shrnuta problematika pěstování ostropestřce mariánského a navržena technologie pro pěstování v praxi a jeho využití. A to zejména technologie přípravy půdy, zvolení vhodné předplodiny, setí, hnojení a sklizeň, která bývá u této léčivé rostliny nejnáročnější. Dále byl vytvořen návrh pro využití semen ostropestřce mariánského v potravinářství, kde byl jeho výskyt shledán nedostatečným. Potenciál této léčivé rostliny by byl např. ve využití při výrobě funkčních potravin.

Klíčová slova: Ostropestřec mariánský, *Silybum marianum*, elicitory, silymarin, hepatoprotektivní účinky, funkční potraviny

## ABSTRACT

Milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) a medicinal plant known for thousands years. In the Czech Republic is purposely planted since the 70s of last century. Last few years increased worldwide interest about this plant mainly due to the pharmaceutical industry, which uses isolated of the active ingredients. The advantage of this plant is low demands on environment and high yields if suitable agrotechnics aspects and soil quality are provided.

The main objective of this thesis was to gather available information about milk thistle, growing technology, and familiarity with its botanical characteristics, chemical composition and active ingredients, farming techniques, use, fertilization and past management. Furthermore the study was focused on summarizing the methods for the determination of certain active substances clarification the pharmacological effects and the influence of elicitation and cultivation techniques for the active substances.

In the conclusion was summarized the problem of the cultivation of milk thistle and technology designed for growing in practice and of its use. Especially as a technology of soil preparation, choosing suitable proceeding crop, seeding, fertilizing and the most demanding plant harvest. Furthermore there was given a proposal for the use of seeds of milk thistle in the food industry, where is considered as insufficient. The potential of this medicinal plant would be for example for the production of functional foods.

Key words: Milk thistle, *Silybum marianum*, elicitors, silymarin, hepatoprotective effects, functional foods

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
1.1	Úvod do problematiky .....	11
1.2	Cíl práce .....	12
<b>2</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED .....</b>	<b>13</b>
2.1	Léčivé rostliny .....	13
2.1.1	Definice léčivých rostlin .....	13
2.1.2	Léčivé a aromatické rostliny .....	13
2.1.2.1	Situace v České republice .....	14
2.2	Ostropestřec mariánský .....	15
2.2.1	Historie .....	15
2.2.2	Ostropestřec mariánský v České republice .....	16
2.2.3	Původ a výskyt .....	16
2.2.4	Botanická charakteristika .....	16
2.2.4.1	Vývojové fáze jsou u ostropestřce .....	18
2.2.5	Agrotechnika .....	19
2.2.5.1	Klimatické a půdní podmínky .....	19
2.2.5.2	Příprava půdy .....	20
2.2.5.3	Předplodina a místo v osevním sledu .....	20
2.2.5.4	Setí .....	20
2.2.5.4.1	Úprava semen před setím .....	21
2.2.5.5	Hnojení .....	21
2.2.5.6	Ošetřování během vegetace .....	23
2.2.5.7	Plevele, choroby, škůdci .....	23
2.2.5.7.1	Plevele .....	23
2.2.5.7.2	Choroby .....	23
2.2.5.7.3	Škůdci .....	25
2.2.5.8	Sklizeň .....	25



2.2.5.8.1	Předsklizňová úprava.....	26
2.2.5.8.2	Posklizňové zpracování produktu .....	27
2.3	Chemické složení rostliny Ostropestřec mariánský .....	27
2.3.1	Účinné látky .....	29
2.3.1.1	Lignany .....	29
2.3.1.2	Flavonolignany .....	30
2.3.1.3	Silybin .....	31
2.3.2	Kultivar silyb .....	31
2.4	Metody stanovení některých účinných látek.....	32
2.4.1	Chromatografie.....	32
2.4.1.1	Plynová chromatografie (GLC).....	32
2.4.1.2	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) .....	34
2.4.1.3	Chromatografie na tenké vrstvě TLC .....	35
2.5	Farmakologické účinky účinných látek .....	37
2.5.1	Hepatoprotektivní účinky.....	37
2.5.2	Další účinky.....	38
2.5.3	Vedlejší účinky.....	39
2.6	Využití silymarinu – přípravky, léčiva .....	39
2.6.1	Léčiva.....	39
2.6.1.1	Seznam některých schválených a používaných léčiv z rostliny Ostropestřec mariánský v České republice .....	40
2.6.1.1.1	Doporučené dávkování .....	41
2.6.2	Přípravky, doplňky stravy .....	42
2.6.2.1	Seznam některých přípravků a doplňků stravy .....	42
2.6.3	Využití u hospodářských zvířat .....	43
2.6.4	Využití u koní.....	43
2.6.4.1	Seznam přípravků pro koně .....	43

2.7	Vliv technologie pěstování a elictorů na obsah účinných látek ostropestřce mariánského.....	44
2.7.1	Vliv agrotechniky .....	44
2.7.2	Vliv elictorů .....	44
2.7.2.1	Elicitory.....	44
2.7.2.1.1	Paraquat .....	45
2.7.2.1.2	Kyselina acetylsalicylová .....	46
2.7.2.1.3	NanoFYT SI.....	47
2.7.2.2	Elicitace.....	47
<b>3</b>	<b>NÁVRH TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ OSTROPESTŘCE MARIÁNSKÉHO V ZEMĚDĚLSKÉ PRAXI A VYUŽITÍ SILYMARINU .....</b>	<b>49</b>
3.1	Návrh technologie .....	49
3.2	Využití silymarinu.....	50
<b>4</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>59</b>

# 1 ÚVOD

## 1.1 Úvod do problematiky

Moderní člověk tohoto století žije nezdravým životním stylem. Jeho den se skládá ze stresujících situací, nezdravého jídla a nedostatku spánku. Toto všechno se promítá na jeho zdravotní stav. Naštěstí si dnešní lidé začali uvědomovat svou situaci a znovu objevují léčivé účinky některých rostlin.

Léčivé účinky rostlin znali lidé od nepaměti. Již člověk v pravěku zjistil, že některé rostliny jsou prospěšné jeho zdraví, proto se o ně začal zajímat. Prohlubovali se znalosti o rostlinách přinášejících nemocným úlevu. Přitom se začala vyčleňovat skupina rostlin nazývaných rostlinami léčivými. Ty se staly objektem současných vědeckých farmaceutických disciplín např.: chemie přírodních látek (zkoumající obsah rostlin), farmakologie a toxikologie (sledující jejich biologický účinek a možnosti léčebného využití) a zejména fytotherapie zabývající se praktickým využitím produktů rostlin ve formě léčivých přípravků. Tyto rostliny jsou všeobecně označovány jako léčivé, aromatické a kořenové rostliny souhrnně se nazývající LAKR.

Do skupiny LAKR se řadí také ostropestřec mariánský (*Silybum marianum* L. Gaertn.). Tato přes 2000 let známá léčivá rostlina má významné místo v českém i v zahraničním farmaceutickém průmyslu. Využívají se hlavně jeho plody, které obsahují účinné látky ze skupiny flavonolignanů tzv. silymarinový komplex. Tyto účinné látky mají hepatoprotektivní vliv na jaterní buňky a při mnoha dalších onemocněních např.: při žlučnickových potížích, při léčbě rakoviny. Mají také antioxidační účinky, kdy chrání jaterní buňky např.: před toxickými látkami z hub, alkoholem, vedlejšími vlivy léků.

Při pěstování ostropestřce mariánského je kladen veliký důraz na kvalitu semen (obsahu a složení silymarinového komplexu). K získání co nejkvalitnější drogy je možné použít správné technologické postupy a látky které ovlivňují růst a vývoj rostlin např.: elicitory.

## **1.2 Cíl práce**

Cíl této práce je studium technologie pěstování *Ostropestřce mariánského*, jeho botanická charakteristika, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám, chemické složení a účinné látky, metody stanovení některých účinných látek, farmakologické účinky účinných látek, využití rostliny, vliv technologie pěstování a elicitorů na obsah účinných látek.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Léčivé rostliny

#### 2.1.1 Definice léčivých rostlin

Jsou to rostliny obsahující ve svých morfologických orgánech sloučeniny schopné léčit určité choroby, předcházet jim nebo zmírňovat jejich průběh. Tyto rostliny se používají k přímému léčení v čerstvém nebo konzervovaném stavu jako tzv. vegetabilní drogy tj. usušené nebo jiným způsobem konzervované rostliny či jejich části, určené k podání člověku nebo zvířeti k prevenci, mírnění, léčení nebo k stanovení diagnózy choroby, případně tělesné abnormality, nebo jejich symptomů. Slouží též jako průmyslová surovina k výrobě čistých léčivých látek, případně se zpracovávají do různých léčivých přípravků (OPLETAL, VOLÁK, 1999).

Léčivé rostliny obsahují terapeuticky účinné látky nebo jejich prosektory (éterické oleje, hořčiny, glykosidy, saponiny, alkaloidy, flavonoidy, pryskyřice, třísloviny, silice, slizy, vitamíny aj.) využívané k dalším chemickým syntézám.

Produkty, které se nejčastěji získávají z léčivých rostlin: a) nálevy a výluhy

b) extrakty nebo tinktury

c) chemicky čisté látky

(MOUDRÝ, STRAŠIL, 1999)

#### 2.1.2 Léčivé a aromatické rostliny

LAKR – léčivé, aromatické a kořenové rostliny – je to skupina rostlin, která se vyznačuje velkou rozmanitostí a širokým využitím například v lékařství nebo potravinářství. Rostliny mohou být zároveň aromatické i léčivé (fenykl, máta, kmín apod.), některé druhy se pěstují jako zelenina, jiné jako okrasné rostliny (BRANŽOVSKÝ, 2007).

Do léčivých a aromatických rostlin řadíme 15 000 druhů rostlin z celosvětové systematické botaniky, která zahrnuje 380 000 druhů rostlin zařazených do 15 000 rodů (BRANŽOVSKÝ, 2007).

### 2.1.2.1 Situace v České republice

V České republice byly léčivé, kořenové a aromatické rostliny v roce 2011 pěstovány na 8 588 ha s produkcí 7016 t a výnosem 0,82 t/ha. V roce 2012 poklesly pěstební plochy o 6% na 7 225 ha. Nestabilní situací odbytu je určován rozsah pěstování. Narůstá počet zpracovatelských subjektů, také všeobecně roste poptávka po LAKR, ale pěstitelů je stále nedostatek. Důvodem je na jedné straně především ekonomická i odborná náročnost pěstování LAKR, na druhé straně stagnace výkupních cen. Důležitou roli hraje při zpracování LAKR do konečného výrobku zda jsou využívány sušené LAKR (drogy), nebo se zpracovávají meziprodukty (extrakty, výluhy, silice apod.) (TOŠOVSKÁ, BUCHTOVÁ, 2012).

Výši výkupní ceny v České republice i ve světě stanovují zpracovatelé. Ve většině případů nepřinášejí ekonomické zhodnocení náročného pěstování či sběru LAKR. Sdružení PELERO uvedlo, že výkupní ceny v ČR se drží na následujících hodnotách: 140 Kč/kg u květových drog, 55 Kč/kg u kořenových drog a 50 Kč/kg u naťových a listových drog (TOŠOVSKÁ, BUCHTOVÁ, 2012).

## 2.2 Ostropestřec mariánský

### 2.2.1 Historie

Ostropestřec mariánský je považován za jednu z nejdéle známých léčivých rostlin, jejíž semena obsahují účinné látky používané na léčení různých chorob jater. Zřejmě první zmínka o něm je ve spisech Theophrasta (4. st. p. n. l.) pod názvem „Pternix“, dále je popisován v Dioskurodově „Matria medica“ (1. st. n. l.) a ve spiscích Pliniových (1. st. n. l.) (JEGOROV, 1996), kde uvedl, že šťáva z rostliny podporuje „odtok žluči“ (CASTLEMAN, 2004). V dobách středověku se na tuto léčivou rostlinu téměř zapomnělo, pak byla znovu objevena. *Silybum marianum* je zmíněn téměř ve všech herbářích léčivých rostlin, např. abatyše Hildegardy z Bingenu (1098-1179), Hieronyma Bocka (1593), Mattioliho (1626), Jacobuse Theodoruse (1664), Valentiniho (1719), Von Hallera (1755) a dalších (JEGOROV, 1996). Z počátku se k léčení používala celá rostlina, které se přisuzovala moc všeléku. V roce 1851 německý lékař Rademacher doporučil proti jaterním onemocněním užívat tinkturu ze semen ostropestřce – Tinktura Cardui mariae (STARÝ, 2000).

V dnešní době se o něj opět začala zajímat farmacie, a to zejména po zavedení západoněmeckého hepatoprotektivního preparátu Legalon do léčebné praxe. Značný terapeutický efekt a spotřeba preparátů pro choroby této skupiny pomohly k rychlému rozšíření a intenzivnímu výzkumu ve státech s rozvinutým farmaceutickým výzkumem. V naší republice se také věnovala pozornost této problematice. Výsledkem bylo postavení ostropestřce ve farmaceutickém průmyslu se všemi atributy, které k tomu patří (SPITZOVÁ, 1991). Podle ANDRZEJEWSKÉ (2010) je v dnešní době největším producentem Polsko, kde se plocha, na které se tato bylina pěstuje, odhaduje až na 2000ha.

Podle STARÉHO (2000) vzniklo rodové jméno *Silybum* zřejmě z řeckého *silybon* - střepec, podle tvaru a velikosti úboru. Druhé jméno *marianum* se váže ke staré legendě, že bílé mramorování na listech pochází od mateřského mléka bohorodičky. Další možný výklad je, že Mariino jméno zdůrazňovalo významné léčivé účinky ostropestřce.

Lidové názvy této léčivé rostliny jsou bejlí panny Marie, bodlák mariánský, bodlák Marie, bodlák ostrý, bodlák pestrý, kotlačka, ostropec, podstřel, volčec. Na Slovensku je znám pod *Silybum mariánske* (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004).

### 2.2.2 Ostropestřec mariánský v České republice

V České republice se s pěstováním ostropestřce začalo začátkem 70. let na Pardubicku (MOUDRÝ, 2014). Ostropestřec zaznamenává v posledních letech výrazné zvýšení zájmu jak ze strany tuzemských tak i zahraničních zpracovatelů z farmaceutického průmyslu, kde se pokrutiny po lisování nažek používají k izolaci účinných látek (TOŠOVSKÁ, BUCHTOVÁ, 2012).

### 2.2.3 Původ a výskyt

Tato statná bodlákovitá rostlina pochází ze Středomoří (JAROŠ, 1992), její areál dosahuje dále na východ do Malé Asie, oblasti Kavkazu, Íránu a Sýrie. Zavlečen byl do dalších teplejších stepních oblastí střední Asie, kde vytváří souvislé porosty tzv. bodlákové lesy (STARÝ, 2000). Dále se tato bylina objevuje v severní Africe, na Madeíře, na Kanárských ostrovech. Ojediněle se vyskytuje v Severní a Jižní Americe a v jižní Austrálii kam byl také zavlečen lidmi. (HUSÁKOVÁ, LHOTSKÁ, 1981).

### 2.2.4 Botanická charakteristika

Říše:	rostliny ( <i>Plantae</i> )
Podříše:	vyšší rostliny ( <i>Cormobionta</i> )
Oddělení:	krytosemenné ( <i>Magnoliophyta</i> )
Třída:	vyšší dvouděložné ( <i>Rosopsida</i> )
Podtřída:	<i>Asteridae</i>
Řád:	Hvězdicotvaré ( <i>Asterales</i> )
Čeleď:	Hvězdicovité ( <i>Asteraceae</i> )
Rod:	Ostropestřec ( <i>Silybum</i> )
Binomické jméno:	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.

Zdroj: KOBLIC, 2012



Vědecká synonyma: *Carduus marianus* L.

*Mariana mariana* (L) Hill

Zdroj: [www.biolib.cz](http://www.biolib.cz)

Ostropestřec mariánský původem pochází ze středomoří jako dvouletá bylina (JAHODÁŘ, 2006). Dnes se v našich klimatických podmínkách, kromě výjimečných případů, vyskytuje jako jednoletá bylina z čeledi hvězdnicovité – *Asteracea* (MOUDRÝ, 2011). *Silybum marianum* nápadně vzhledem připomíná bodlákovitou rostlinu s mohutnou silnou větvenou lodyhou (KOLBELÁŘ, ENDRIS, 1985) dorůstající do výšky 150 až 190 cm (vlastní měření).

Lodyha je v ½ řídce větvená, zaobleně hranatá, vyplněná bílou dřeví. Na povrchu je olysáná, hustě mělce žebrovaná, žebra mají bělavý odstín (BĚLOHLÁVKOVÁ, 2004). Při poranění produkuje lodyha a listy mléčnou šťávu (CASTLEMAN, 2004).

Přízemní široce elipsovitě listy jsou uspořádány v růžici (MOUDRÝ, 2011). Listy jsou na této rostlině dvojího typu, první jsou lodyžní listy, které jsou přisedlé, druhým typem jsou listy přízemní, krátce řapíkaté. Tvar listu je podlouhlý nebo oválný, hrubě laločnatý s trojúhelným ostnem na konci listu (PODLECH, 2002). Podle BĚLOHLÁVKOVÉ (2004) je ostěn až 8 mm dlouhý. Vlastním měřením jsem zjistila, že ostěn je dlouhý od 12 mm až do 15 mm. Pro listy je charakteristické, že odvádějí dešťovou vodu ke kořenům, tím rostlině dodávají vláhu (STARÝ, 2000).

Značně variabilní je kořenový systém, většinou bývá kulovitěho tvaru (SPITZOVÁ, 1997).

Květenství je uspořádáno do terminálního úboru (NEUGEBAUEROVÁ, 2006). Úbory mají na vejčité bázi šídlovitě zašpičatělé zákrovní listeny, které jsou ukončené silným načervenalým trnem (PODLECH, 2002). Květy mají velmi dlouhou bílou korunní trubku v horní 1/3 baňkovitě rozšířenou. Červené až světle fialové barvy přecházející v čárkovitě špičaté cípy stejného odstínu (BĚLOHLÁVKOVÁ, 2004). Velikost květů je v průměru 50 až 80 mm (MOUDRÝ, 2014). Ostropestřec je cizosprašná bylina většinou opílována čmelákem nebo včelou, proto se tato rostlina uplatňuje jako medonosná. Termín květu je závislý na termínu výsevu, kvete od června do srpna (SPITZOVÁ, 1997).

Plod je nažka (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004). Nažky jsou tmavohnědé žíhané s průměrnou velikostí 6,5 \* 3 mm (SPITZOVÁ, 1997). Tvar semen je vejcovitý, mírně zploštělý s lesklým povrchem. Semeno se skládá z embrya (zárodku), klíčku, listu, základu radikuly a z dvou děložních listů bohatých na olej, dále z oplodí (*perikarp*) a osemení (*testa*) (GROMOVÁ, 1993). Na semeno přisedá 1,5 cm dlouhý chmýr (SPITZOVÁ, 1997). HTS (hmotnost tisíce semen) se pohybuje mezi 25 – 30 g ( ZIMOLKA, 2000). Semena dozrávají nestejně, záleží na termínu výsevu, od července do září (SPITZOVÁ, 1997). Semena rostlin se získávají se slupkou, protože účinné látky jsou bezprostředně pod osemením (KOLBELÁŘ, ENDRIS, 1990).

Ostropestřec mariánský lze využít jako jednoletý živý plod, který je těžko prostupnou překážkou. Vždy musíme mít na paměti, že tato bylina je silně ostnitá, proto při manipulaci musíme být opatrní, abychom si nepřidělali zbytečná poranění (KOUDELA, 2009). Květenství ostropestřce se dá využít k aranžování váz a do suchých kytic. Pro tyto účely se úbory odřezávají těsně před květem a suší se obráceně dolů na stinných vzdušných místech (HUSÁKOVÁ, LHOTSKÁ, 1981).

#### **2.2.4.1 Vývojové fáze jsou u ostropestřce**

Klíčení – trvá zpravidla 2 – 3 týdny (HRDLIČKOVÁ, 2013) a končí tím, že listové dělohy se vynoří na povrch půdy (MARTINELLI, 2014).

Vzcházení – trvá 10 až 22 dní, kdy velmi záleží na klimatických podmínkách a teplotě (HRDLIČKOVÁ, 2013).

Dva pravé listy – trvá 5 až 10 dnů. V tomto období je porost náchylný na zaplevelení (HRDLIČKOVÁ, 2013).

Přízemní růžice (HRDLIČKOVÁ, 2013) – tato fáze trvá zhruba 30 dní. Tato fáze je velmi důležitá pro tvorbu a složení silymarinu (GROMOVÁ, 1993).

Dlouhivý růst – jedná se o prodlužování a větvení rostliny. Nárůst biomasy vyžaduje velký odběr živin a vody (HRDLIČKOVÁ, 2013).

Tvorba květu – začíná 62 až 67 dní po vzcházení (HRDLIČKOVÁ, 2013).

Kvetení (HRDLIČKOVÁ, 2013) – doba kvetení je 74 až 90 dnů po setí. V této fázi je ukončen nárůst biomasy (GROMOVÁ, 1993).

Zrání semene - nastupuje asi 30 dní po kvetení. Plná zralost se pozná tím, že se objeví bílý chmýr (HRDLIČKOVÁ, 2013).

## **2.2.5 Agrotechnika**

### **2.2.5.1 Klimatické a půdní podmínky**

V našich klimatických podmínkách se pěstuje na polích, v zahradách na hlinitých a písčitohlinitých živinami bohatých půdách (BĚLOHLÁVKOVÁ, 2004). *Silybum marianum* není náročný na pěstitelské prostředí, ale je vděčný za půdy dobře zásobené vodou (GROMOVÁ, 1993).

Roste většinou na rumišťích, kompostech, okrajích polí, navážkách, kam byl zavlečen lidmi. Do blízkého okolí se může rozšířit z výsevu, kde se udržuje v půdě několik let (BĚLOHLÁVKOVÁ, 2004). Ojedinele se může vyskytovat na železničních náspech, pustých místech a vinicích (PODLECH, 2002). Moudrý (2011) uvádí, že je možné pěstovat ostropestřec v ŘVO (řepařská výrobní oblast) a snese podmínky podhorských oblastí.

Základem pro stabilní výnos je kvalitní půda. Trvalý půdní humus se všemi pozitivními vlastnostmi, struktura půdy a neutrální půdní reakcí vytvářejí příznivý teplený, vzdušný a vláhový režim. Extrémně suché půdy jsou nevhodné, jelikož zde trpí ostropestřec nedostatkem vody. Rovněž jsou nevhodné půdy trvale zamokřené se silně kyselou půdní reakcí. Pro kulovitý tvar kořene ostropestřce jsou zcela nevhodné mělké, skeletovité půdy (ZIMOLKA, 2000).

### 2.2.5.2 Příprava půdy

Půdu připravujeme stejně jako pro jarní obiloviny (MOUDRÝ, 2014). Na podzim provádíme střední orbu, bez přímého organického hnojení, popřípadě děláme doplnění živin na požadované hodnoty (NEUGEBAUEROVÁ, 2006). Pozornost musíme věnovat přípravě set'ového lůžka, která je závislá na půdních podmínkách (GROMOVÁ, 1993). Důležité je také urovnání povrchu, tak aby se dodržela stejnoměrná hloubka výsevu, hlouběji zasetá semena způsobují v dalších letech zaplevelení pozemku (MOUDRÝ, 2014). V sušších podmínkách volíme hloubku 40-50 mm. Po setí půdu válujeme (GROMOVÁ, 1993).

MOUDRÝ (2011) uvádí, že se před setím aplikuje proti plevelům Balan 6-8l/ha nebo Synfloran 3-4 l/ha, nebo po zasetí do tří dnů Gesagard 1,5-2 kg/ha.

### 2.2.5.3 Předplodina a místo v osevním sledu

Ostropestřec není náročný na předplodinu, nejvhodnější lze doporučit jetelovinu nebo organicky hnojenou plodinu (MOUDRÝ, 2014). Jako předplodinu můžeme zvolit okopaniny nebo luskoviny (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004). Není vhodné ostropestřec pěstovat po ostropestřci, ale praktikuje se z obavy ze zaplevelení. Pěstování dva roky po sobě zvyšuje výskyt houbových chorob (ZIMOLKA, 2000). Zařazuje se jako doběrná plodina s dobrými odplevelovacími vlastnostmi (NEUGEBAUEROVÁ, 2006).

### 2.2.5.4 Setí

Porost zakládáme přímým jarním výsevem od března do dubna (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004), (25. 3. – 10. 4.) (NEUGEBAUEROVÁ, 2006) přesným secím strojem do hloubky 2 – 3 cm a šířky řádků 45 cm s normou výsevu 6 kg.ha<sup>-1</sup> (ZIMOLKA, 2000), může být i 8–10–(15) kg.ha<sup>-1</sup>, při teplotě půdy 5°C (NEUGEBAUEROVÁ, 2006). Jiní autoři jako např. MIKEŠOVÁ a LUTOVSKÁ (2004) uvádí rozpětí hloubky od 2 do 5 cm a šířku řádek vzdálených 60 cm. Na 1m<sup>2</sup>

by mělo připadat 6 až 20 rostlin tj. 60 000 – 120 000 rostlin na hektar (NEUGEBAUEROVÁ, 2006).

Sejeme jen dobře vyzrálé a nepoškozené semeno. Nestejně vyzrálé semeno snižuje HTS na 22-23 g a klíčivost. Světlá semena mají 75-88% klíčivost, tmavá semena dosahují až 95% klíčivosti a HTS 29,8 g (GROMOVÁ, 1993).

Cílem přesného setí je vytvoření optimální organizace porostu a jí odpovídajícího habitu rostlin. Na běžném metru by mělo být 5-7 rostlin (ZIMOLKA, 2000).

Záhonové setí ostropestřce je provádí v první polovině dubna do hloubky 2 cm, u sušších půd i hlouběji. Spon by měl být 40-50 \* 20 cm. Na 1m<sup>2</sup> vyséváme okolo 10 semen (KOUDELA, 2009).

#### **2.2.5.4.1 Úprava semen před setím**

Před časným jarním výsevem při teplotě 5°C se semeno namočí na 6 hodin ve 40°C teplé vodě s následným opatrným usušením. Díky tomuto máčení se zkrátí vegetační doba až o tři týdny (BRABENEC, BORIK, 1990).

#### **2.2.5.5 Hnojení**

*Silybum marianum* vytváří velké množství biomasy, proto pro její tvorbu odebírá z půdy dost velké množství živin (RYANT, 2005). Na podzim je proto nutné pozemek přihnojit 5 – 6 kg NPK na 1 ar. Pokud po vzejití jsou slabé listové růžice, musí se přihnojit ledkem amonným nebo vápenatým a to dávkou 1 – 1,5 kg na 1 ar (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004).

Doporučené dávky dusíku se pohybují v rozmezí 60 až 90 kg.ha<sup>-1</sup>. Možná je dělená dávka, kdy ½ až 2/3 se zapraví do půdy v rámci předset'ové přípravy a zbytek ve fázi 6 – 8 pravých listů před zapojením porostu. Tyto dělené dávky jsou výhodné zejména ve srážkově bohatších oblastech. (ZIMOLKA, 2000).

RÁMCOVÁ METODIKA 2 (2003) pěstování ostropestřce mariánského Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži s. r. o. doporučuje aplikovat 45 až

60 kg N, 17,5 kg P a 33,2 kg K na ha. V praxi to tedy znamená, že na 1 ha musíme aplikovat 200 kg NPK, v případě velmi vysoké zásoby K v půdě 100 kg.ha<sup>-1</sup> Amofosu na podzim. Na jaře je vhodné aplikovat 100 až 150 kg dusičnanu amonného před setím nebo ihned po zasetí.

OMER (et al., 1998) uvádí, že v severní oblasti Egypta se zabývají problematikou optimální výživy. Na písčitých půdách v této oblasti je popisováno pozitivní působení dávek N (120 až 240 kg.ha<sup>-1</sup>) respektive P (62 kg.ha<sup>-1</sup>) na výnos nažek, oleje a silymarinu.

Největší výnos nažek při srovnání různých dusíkatých hnojiv jako je močovina, síran amonný a dusičnan amonný v dávce 143 kg.ha<sup>-1</sup> byl zjištěn u síranu amonného, kdy jeho dělená aplikace ve dvou termínech poskytuje vyšší výnos oleje a všech složek silymarinového komplexu (OMER, 1996).

V Egyptě je ostropestřec pěstován pod závlahami, kde dosahuje vyššího výnosu nažek, oleje a silymarinu při vyšších dávkách draselných a dusíkatých hnojiv (99 kg K na ha v síranu draselném a 476 kg N na ha v dusičnanu amonném), než při nižší úrovni hnojení draslíkem a dusíkem (50 kg K a 238 kg N na ha) (OMER, et al., 1995).

OMER (et al., 1993) popisuje, že při sledování vlivu dvou dávek dusíku (70 a 140 kg.ha<sup>-1</sup>) a tří dávek draslíku (46, 71 a 95 kg.ha<sup>-1</sup>) působí nejvyšší dávky na nárůst výnosu nažek, výnosu a obsahu oleje v nažkách ve srovnání s nižší dávkou hnojení, nemají však významný vliv na obsah flavonolignanů.

K největšímu odčerpání živin dochází ve fázi dozrávání rostliny, kdy odčerpá dusíku cca 93 kg.ha<sup>-1</sup>, fosforu 9,6 kg a draslíku až 200 kg. Semeno odčerpá dusíku cca 43 kg.ha<sup>-1</sup>, 11,4 kg.ha<sup>-1</sup> fosforu a draslíku cca 12,2 kg (GROMOVÁ, 1993).

Při volbě hnojiv se musí přihlížet na optimální pH, které se pohybuje od 5,8 do 7,2 (ZIMOLKA, 2000).

### 2.2.5.6 Ošetřování během vegetace

Základním způsobem ničení plevelů je mechanická kultivace, do fáze 6 pravých listů (MOUDRÝ, 2014), pomocí plečky (ZIMOLKA, 2000). Po zapojení porostu již plečkování nelze provádět (MOUDRÝ, 2014).

Pěstitelský spon by měl být po vyjednocení rostlin 40 \* 20 cm. Při sponu 45 \* 20 cm lze použít plečku určenou pro cukrovku (KOBLIC, 2012).

KOUDELA (2009), který se zabývá pěstováním ostropestřce na záhonech, uvádí, že během května a června záhony okopáváme, dokud se porosty nezapojí.

### 2.2.5.7 Plevelé, choroby, škůdci

#### 2.2.5.7.1 Plevelé

*Silybum marianum* se vyznačuje velmi dobrou konkurenční schopností vůči plevelům (MOUDRÝ, 2014), avšak za nízkých teplot rostou oproti ostropestřci rychleji (ZIMOLKA, 2000). Odběrem vláhy mu však škodí plevelé vytrvalé, jako je pýr, pcháč (MOUDRÝ, 2014).

Ostropestřec může být také škodlivý sám sobě, když se do blízkého okolí šíří z výsevu, nebo do větších vzdáleností pomocí okřídlených nažek, které se udržují v půdě několik let (BĚLOHLÁVKOVÁ, 2004).

#### 2.2.5.7.2 Choroby

Na ostropestřci, vzniká ideální mikroklima pro šíření chorob a to z toho důvodu, že vytváří velké množství nadzemní biomasy. Rychlá nekrotizace listů a lodyh má negativní vliv na vegetační dobu, výnos a na kvalitu sklizeného produktu (ONDŘEJ, ODSTRČILOVÁ, 1999).

Choroby napadají ostropestřec ve všech vývojových fázích. Poměrně vysoká je mikrobiální kontaminace semen, které jsou napadány houbami rodu *Mucor*

(*Mucor*, *Rhizopus*), bakteriemi (*Pseudomonas*, *xanthomonas*) a také běžnými saprofytickými houbami (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*) (ONDŘEJ, ODSTRČILOVÁ, 1999).

Klíčící a vzcházející rostliny jsou velmi citlivé na komplex půdních patogenů. Nejvíce jsou napadány houbami *Pythium ultimum* a *Rhizoctonia solani*, dále pak zástupci hub rodu *Fusarium* (*F. equiseti*, *F. avenaceum*, *F. oxysporum* aj.) a také houbami *Cylindrocarpon destructans*, *cellototrichum gloeosporioides* a vláknitou houbou *Hyphomycetes* a *Mycedinaceae*, jejich taxonomické zařazení je zatím neznámé. Z tohoto důvodu dochází k odumírání a opadávání klíčících rostlin (ONDŘEJ, ODSTRČILOVÁ, 1999).

V podhorských oblastech často bývá zdravotním problémem plíseň šedá (SPITZOVÁ, 1997) (*Botrytis cinerea*) (MOUDRÝ, 2014). Naopak v teplejších oblastech škodí houby rodu *Fusarium*. Čas od času se na ostropestřci vyskytne padlí čekankové a skvrnitost způsobená druhy rodu *Septoria* a *Alternaria* (SPITZOVÁ, 1997). *Alternaria* se projevuje hnědými, koncentrickými skvrnami na listech. Protože rostlinu napadá v konečných vývojových fázích, už rostlinu neohrožuje (ZIMOLKA, 2000).

Podle MOUDRÉHO (2014) je nejvážnější choroba *Tracheomykoza* – cévní vadnutí. Příznaky této choroby se projevují masově od fáze listové růžice. Celá rostlina postupně vadne, žloutne, až zhnědne. U dospělých rostlin dochází k zasychání poupat. Proto se doporučuje osivo mořit např. Fundazolem a používat biologicky vhodné osivo, které se časně zaseje.

Plíseň šedá je parazit, který napadá pletiva oslabených rostlin, kde se vyživuje jejich tkání. Za pomoci velkého počtu konidií se šíří v porostu. Z vyklíčených konidií vniká mycelium do napadené rostliny, kde přezimuje pomocí tzv. sklerocií, které se nacházejí na zbytcích rostlin v zemi, na semenech a plodech (BÖHRINGER, JÖRG, 1996). Plíseň šedá napadá listy, stonky, květy a plody, které jsou pokryté hustým šedým povlakem (BRADLEY, 2008). Proti plísni je nejspolehlivější ochranou rajonizace do teplých oblastí, moření osiva, dodržování normy výsevu, řádkové kultury a další pěstitelská doporučení (ZIMOLKA, 2000).

*Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) je vadnutí, při kterém listy blednou, žloutnou a opadávají (BÖHMER, WOHANKA, 2003). Příznaky *Fusarium* se



začínají projevovat od fáze listové růžice (ZIMOLKA, 2000), kdy se u kořenů krčků začne vytvářet bělorůžový povlak mycelia (BÖHMER, WOHANKA, 2003). Rozhodujícím faktorem pro výskyt choroby je pozdní výsev. Spolehlivým preventivním opatřením je včasný výsev biologicky hodnotného, mořeného osiva (ZIMOLKA, 2000).

### 2.2.5.7.3 Škůdci

Z živočišných škůdců jsou nejvýznamnější mšice. Mšice maková (*Aphis fabae*) a mšice bodláková (*Brachycaudus cardui*) způsobují škody sáním. Tyto škody nejsou většího charakteru (HRDLIČKOVÁ, 2013).

Byl zaznamenán také žír housenek polyfágních škůdců a babočky bodlákové (SPITZOVÁ, 1997).

Na klíčivých rostlinách mohou škodit drátovci. Nepravidelné otvory v listech způsobují nosatcovití brouci – štítonoši (*Cassida sp.*) a dlouháč plevelový (*Tanymecus palliatus Fabr.*), rostliny však zpravidla vážně nepoškozují (ZIMOLKA, 2000). Zasetá semena mohou vyzobávat bažanti, zralá semena jsou lákavá i pro četné ptáky (MOUDRÝ, 2014).

### 2.2.5.8 Sklizeň

Sklizeň je nejnáročnější operací v pěstování ostropestřce. Technické vlastnosti sklizně vyplývají z biologických zvláštností ostropestřce (ZIMOLKA, 2000). Důvodem je postupné nestejněmorné dozrávání, při kterém se musí sledovat barva úboru a nažky. Při dozrávání se mění barva úboru ze zelené na hnědou, současně dozrávají nažky, které přeměňují svou barvu ze světlé na fialovou, středně tmavou a při plné zralosti až na tmavohnědou. Při jednotlivých fázích zralosti stanovené podle barvy charakterizují také pevnost nažek v úboru. Fialové nažky jsou v úboru pevně uchycené a úbor je uzavřený. Mají-li nažky středně tmavé zabarvení, úbor se začne otevírat. Jsou-li nažky tmavohnědé, úbor se otevírá a nažky vypadávají, nebo jsou odneseny větrem (GROMOVÁ, 1993). Plody sklízíme v plné

zralosti, tj. když jsou úbory zralé na hlavní ose stonku (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004).

Podle ZIMOLKY (2000) je vhodný termín sklizně tehdy, když je porost jako celek zbarven bíle. Je-li porost zbarven do fialova, je sklizeň předčasná.

Ostropestřec mariánský sklízíme od srpna do září (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004). V teplých, jižních regionech se sklizeň kryje se sklizní ječmene jarního (červenec), v závislosti na nadmořské výšce se termín posouvá na září až říjen (ZIMOLKA, 2000).

Sklizeň lze provést pomocí techniky používané pro sklizeň obilovin (SPITZOVÁ, 1997).

Při sklizni sklízecí mlátičkou se musí žací lišta zvednout tak, aby procházela zhruba horní  $\frac{1}{3}$  –  $\frac{1}{2}$  rostlin. Důležité jsou otáčky přiháněče, které musejí být nastaveny tak, aby fungoval pouze jako opora rostlin proti liště. Jsou-li otáčky vyšší, dochází po úderu přiháněče na květní lodyhu k „vystřelování“ semen z úboru a tím k vyšším ztrátám (ZIMOLKA, 2000).

Důvod proč sklízet ostropestřec časně z rána, za rosy a za podmračeného počasí je takový, že za slunečného, větrného počasí dochází k otevírání úborů a vypadávání zralých, nejkvalitnějších semen (ZIMOLKA, 2000).

#### **2.2.5.8.1 Předsklizňová úprava**

Pěstování ostropestřce má svá úskalí, z nichž největší je sklizeň. Problémy vyplývají z postupného dozrávání. Úbory dozrávají odshora dolů, semena v úborech od středu k obvodu. Navíc zralá semena spontánně vypadávají. Z tohoto důvodu sklízíme rostliny v době, kdy ještě neukončily zcela vývoj, tzn., že sklízíme ne zcela zralá semena a velké množství zelené hmoty, které musí projít sklízecí mlátičkou. Tento problém lze do jisté míry řešit desikací. Desikace je agrotechnické opatření k odstranění velkého množství zelené hmoty v době sklizně. Lze ji však použít jen tehdy, pokud neovlivní obsah účinných látek a výnos, a u semenářských porostů biologickou hodnotu semen. Všechna tato kritéria musí sledovat výběr desikantu

(SPITZOVÁ, PLACR, 1994). Pro desikaci porostu je možné použít přípravky:

Roundup 3 l/ha

Reglone 3 l/ha

DAM 100 l/ha – nezanechává rezidua

Harvade 2 l/ha – pomalu působí (rostlina otevře průduchy a postupně usychá).

(MOUDRÝ, 2011)

ZIMOLKA (2000) však uvádí, že použití desikantu je nevhodné vzhledem k riziku přítomnosti reziduí použitých přípravků v droze. V ekologickém zemědělství je použití desikantů zakázáno (MOUDRÝ, 2011).

#### **2.2.5.8.2 Posklizňové zpracování produktu**

Po sklizni se ostropestřec uskladňuje na suchém, chladném a vzdušném místě, nejlepší jsou jutové pytle, nebo volně uložený v tenké vrstvě (GRAMOVÁ, 1993).

Sklizený produkt má vždy vysokou vlhkost (až 35%). Pro posklizňovou úpravu se používají zařízení, na kterých je možné ještě vlhký produkt předčistit a již čistý sušit. Je možné použít obrácený postup, tedy sušení a pak čišťení. V obou případech je nutné sušit teplotou do 50°C (ZIMOLKA, 2000). Možné je použití sušiček na obilí nebo roštů. V každém případě musí mít sklizený produkt konečnou vlhkost 12% (NEUGEBAUEROVÁ, 2006).

### **2.3 Chemické složení rostliny Ostropestřec mariánský**

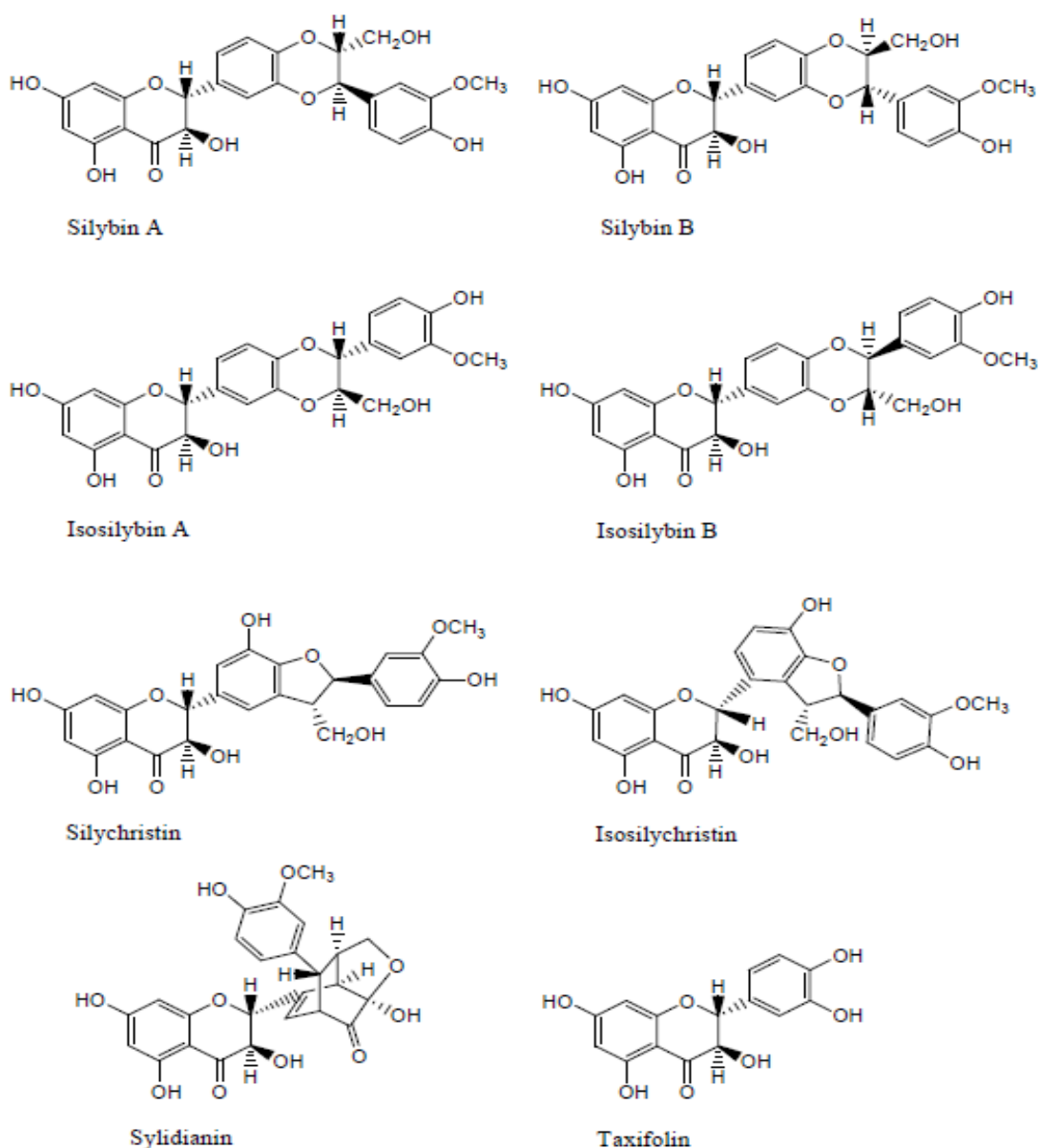
Hlavními obsahovými látkami *Silybum marianum* je skupina flavonolignanů komplexně se nazývajících silymarin (TŮMOVÁ, TŮMA, 2009) = silymarinový komplex (MOUDRÝ, 2014).

Silymarin je isomerická směs tvořená (TŮMOVÁ, TŮMA, 2009) silybinem A a B, isosilybinem A a B (VOSTÁLKOVÁ, 2008) v poměru 1:1 směsí deasteroisomerů (TŮMOVÁ, TŮMA, 2009), dehydrosilybinem, silychristinem,

silydianem, isosilychristinem a flavonoidem taxifolinem (VOSTÁLKOVÁ, 2008). Dále jsou zde zastoupeny flavonoidy (kvercetin, kemferol), aminy (tyramin, histamin), mastný olej (kyseliny listová, olejová, palmitová) tokoferol (0,6%), steroly (kampesterol, stigmasterol, beta-sitosterol) a bílkoviny (OPLETAL, VOKÁL, 1999).

Nažky obsahují 26 – 28% bílkovin, 25 – 35% oleje s vysokým podílem kyseliny linolové (55 – 72%), olejové (15 – 26%) a 8 až 12% nasycených mastných kyselin (SCHUSTER, 1992).

Obr. č. 1.: Chemická struktura hlavních složek silymarinového komplexu



Zdroj: Tůmová, Tůma, 2009.

## 2.3.1 Účinné látky

### 2.3.1.1 Lignany

Lignany patří do značně rozsáhlé skupiny sekundárních metabolitů cévnatých rostlin skládajících se ze dvou fenylypropanových jednotek, které jsou propojeny přes centrální ( $\beta$ ) uhlíky obou postranních řetězců (SLATINA, 2000). Jejich struktura je podmíněna vznikem zredukované formy základních, biogeneticky klíčových meziproductů šikimátové dráhy, to je z alkoholů pocházejících z kyseliny skořicové, *p*-kumarové a dalších biogenetických ekvivalentů (HARMATHA, 2005).

SLATINA (2000) uvádí, že název Lignany pro tuto skupinu přírodních látek byl odvozen, podle toho, že tyto sloučeniny byly původně považovány za meziproducty při biosyntéze ligninu  $(C_6-C_3)_n$  polymeru rovněž složeného z fenylypropanových jednotek jako lignany  $(C_6-C_3)_2$ .

Podle HARMATHY (2005) další strukturní variabilita vzniká zavedením dvojných vazeb na butanové části molekuly a také přítomností různého druhu a počtu substituentů (nejčastěji hydroxyl, methoxyl, methyendioxyl a glykosyl) na alifatické či aromatické části molekuly.

Lignany se vyskytují hojně u nahosemenných rostlin (jehličnany) a u dvouděložných rostlin. Pro čeledi *Podophyllaceae* a *Shisandraceae*, která je vývojově nejstarší čeledí dvouděložných rostlin, jsou lignany hlavními sekundárními metabolity. Lignany se v těchto čeledích nachází ve všech částech rostlin, typická je přítomnost ve dřevě a kůře stromů. U některých druhů byl největší výskyt lignanů v semenech (SLATINA, 2000).

Obecně biologickou funkci lignanů ještě nikdo plně neidentifikoval. Existují ovšem důkazy, že lignany hrají nezanedbatelnou roli v chemických interakcích mezi rostlinami a houbami, rostlinami navzájem a rostlinami a hmyzem, buď přímo, nebo zprostředkovaně formou společného působení s jinými účinnými rostlinnými látkami. Lignany vykazují velmi rozmanité spektrum účinku i na vyšší organismy, včetně člověka. V současnosti se zkoumají strukturně aktivní vztahy, mapuje se jejich působení, v konečném důsledku se zkoumá i vývoj nových farmakologických preparátů. Příkladem mohou být lignany Stein a podophyllotoxin a jeho cíleně

modifikované deriváty etoposid a teniposid, které dospěly až k aplikaci v klinické medicíně jako léčiva působící v širokém spektru chemoterapie rakoviny (HARMATHA, 2005).

Fyziologická funkce lignanů v rostlinách je málo známá, protože se jedná o sloučeniny, které vykazují antimikrobiální, antimitotické, antivirové, antioxidační a antinutriční vlastnosti, předpokládá se, že podobné jako jiné sekundární metabolity zvyšující rezistenci rostlin proti různým patogenům. Snadnou propustnost buněčných membrán a schopnost ovlivnit v buňkách řadu biologických dějů umožňuje nepolární charakter lignanů (SLATINA, 2000).

### 2.3.1.2 Flavonolignany

Flavonoidy jsou skupinou polyfenolových látek, odlišující se svou chemickou strukturou a charakteristikou. Vyskytují se hojně v rostlinách. Staly se nedílnou součástí lidské stravy, jelikož jsou přirozenou součástí zeleniny, ovoce, semen, ořechů a kůry. Skupina flavonoidů zahrnuje flavony, flavonoly, flavanoly, isoflavony, katechiny, antokyany, dihydroflavony a chalkony (GRAMANOVÁ, 2009).

Herzogovi a Hegedornovi se v roce 1952 povedlo zjistit, že aktivní složkou semen ostropestřce jsou látky flavonoidní povahy. O 8 let později byla objasněna struktura dvou flavanonů – silybinu a silydianinu Janiakem a Hänselem. Silychristin a isosilybin jsou tvořené flavanonem taxifolinem k němuž je oxidativní adicí připojená molekula koniferalalkoholu. Protože je obvyklou složkou lignanů, dostal tento nový typ flavonoidů souhrnné označení flavonolignany (JEGEROV, 1996).

Biosyntéza flavonoidů z fenylyalaninu zahrnuje řadu velmi specifických enzymatických reakcí, nízká stereospecifita následné oxidativní adice koniferylalkoholu je v souladu s předpokládaným radikálovým mechanismem této reakce probíhající jak *in vivo*, tak *in vitro*. Struktura flavanolignanů je neobyčejnou ukázkou stereochemických možností oxidativní adice olefinu (koniferylalkoholu) na fenol (taxifolin). Tvorba 1,4-benzodioxanů, v níž reagují obě sousední fenolické skupiny (3', 4'), poskytuje čtyři stereometry nalezené v přírodní směsi: dva silybiny,

kde je  $\alpha$ -uhlík koniferylalkoholu vázán na 3'-O a dva iso-silybiny u nichž je  $\alpha$ -uhlík koniferylalkoholu vázán na 4'-O náležející C-kruhu taxifolinu (JEGEROV, 1996).

Z bílé kvetoucí varianty *Silybum marianum* byly izolovány 3- deoxy-flavanolignany silandrin, silymonin, silyhermin a neosilyherminy A a B, které se v semenech fialově kvetoucího ostropestřce nevyskytují (JEGEROV, 1996).

Flavanolignany (silybin, silymarin, silydianin, silicristin) využívá farmaceutický průmysl ze semen, které mají hepatoprotektivní účinek (SCHUSTER, 1992).

### **2.3.1.3 Silybin**

Silybin, je sekundární metabolit, který byl izolován ze semen ostropestřce mariánského (*Silybum marianum*). V roce 1959 byl objeven jako první ze skupiny přírodních látek flavanolignanů. V průběhu let získal ve výzkumu pozornost mnoha organických chemiků. Zásadní průlom v chemii u látky silybin bylo určení absolutních konfigurací silybinu A a silybinu B a další vývoj metod pro jejich oddělení (BIEDERMANN, 2014).

### **2.3.2 Kultivar silyb**

Silyb je novým mladým kultivarem, který je ještě málo známý v odborné veřejnosti. Tato droga je výchozí surovinou pro výrobu hepatoprotektivního léčiva Flavobin. Využití kultivaru Silyb je však širší. Silymarinový komplex je šlechtěním pozměněn a to tak, že chybí silydianin při současném zvyšování obsahu silybinu zhruba na 2%, to znamená, že tento kultivar použitelný pro izolaci čistého silybinu, který lze použít ve veterinární a humánní praxi (SPITZOVÁ, 1991).

Nízká rozpustnost omezuje použití získání čistého silybinu. V současnosti je studována celá řada derivátů s vyšší rozpustností, např. silyb-fosfatidylcholinový, silybin- $\beta$ -cyklodextrinový komplex, silybin dihemisukcinát nebo silybin 11-O-fosfát (JEGEROV, 1996).

## **2.4 Metody stanovení některých účinných látek**

### **2.4.1 Chromatografie**

Chromatografie je jedna z nejvýznamnějších analytických metod, separačních metod. Umožňuje dělení, identifikaci a stanovení velkého počtu organických a anorganických látek (DRBAL, KŘÍŽEK, 1999). Základním principem této metody je rozdělování složek směsi mezi mobilní a stacionární fázi (CHROMATOGRRAFIE, 2015).

Existuje několik metod chromatografie například: Vysokoučinná kolonová kapalinová chromatografie (HPLC), plynová chromatografie (GLC), chromatografie na tenké vrstvě (TLC) (HOFÍREK, 2014), kdy jejich výstupem jsou kvantitativní a kvalitativní analýzy (COUFAL, 2004).

Chromatografie využívá dělení mezi fází mobilní a stacionární. Fáze mobilní (plyn nebo kapalina) je označována jako pohyblivá fáze. Stacionární fáze (nepohyblivá) je označována jako sorbent. Může mít rozdílnou formu. Může jí být částičky tuhé fáze o velikosti jednotek až stovek mikrometrů, dále to může být kapalina umístěná na povrch inertního nosiče, nebo film kapaliny na vnitřní stěně kapiláry (DRBAL, KŘÍŽEK, 1999).

#### **2.4.1.1 Plynová chromatografie (GLC)**

Plynová chromatografie je metoda určená k dělení a stanovení plynů, kapalin i látek pevných s bodem varu do cca 400 °C. V této chromatografii je mobilní fází plyn, neboli nosný plyn (ZACHAŘ, SÝKORA, 2015). Jako nosný plyn se mohou použít plyny He, Ar, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> (CHROMATOGRRAFIE, 2015). Ve stacionární fázi může být pevná látka (aktivní uhlí, silikagel, oxid hlinitý, polymerní sorbenty) nebo vysokovroucí kapalina nanosená na tenké vrstvě na pevném, inertním nosiči (ZACHAŘ, SÝKORA, 2015).

Plynová chromatografie je vhodná pro analýzu anorganických sloučenin, ale pouze těch, které jsou těkavé. V některých případech lze analyzovat i látky netěkavé,

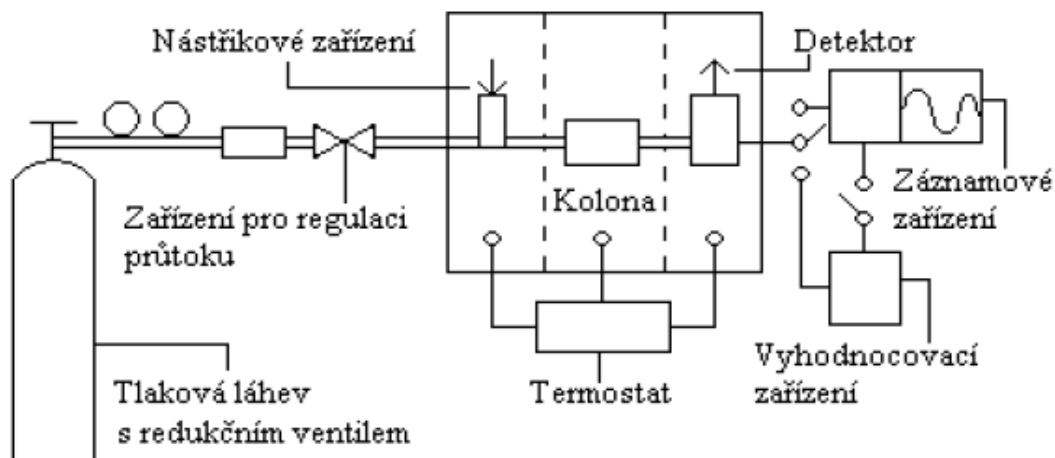


kdy jsou tyto látky převedeny na těkavější deriváty – derivatizace (KŘÍŽENECKÁ, SYNEK, 2014).

Princip separace látek plynovou chromatografií je následující. Kolonou se stacionární fází prochází stále nosný plyn. Vzorek se nastříkne do vyhřívaného bloku – nástřikové komory, kde se odpaří a ve formě par je unášen nosným plynem do kolony. Složky ze vzorku se sorbují na začátku kolony a pak desorbují čerstvým nosným plynem, který usnáší složky vzorku postupně ke konci kolony a dělicí proces se neustále opakuje. Látky postupně vychází z kolony v pořadí rostoucích hodnot distribučních konstant a vstupují do detektoru, který indikuje okamžitou koncentraci separovaných látek v nosném plynu. Výsledkem plynové chromatografie je grafický záznam závislosti signálu detektoru na čase = chromatogram (ZACHAŘ, SÝKORA, 2015).

Plynový chromatograf je složen ze základních částí (viz. obr. č. 2.). Jako zdroj nosného plynu je nejčastěji používána tlaková nádoba spojená se zařízením na čištění plynu, regulaci a měření tlaku. Následuje zařízení pro dávkování vzorku, které vzorek vpraví do proudu nosného plynu a pokračuje s ním do kolony. Rozdělená směs z kolony pokračuje do detektoru a poté následuje vyhodnocovací zařízení. Důležitou součástí je termostat potřebný k udržení přesné teploty dávkovače, kolony a detektoru (SCHNEEDORFEROVÁ, 2009).

Obr. č. 2.: Schéma plynového chromatografu



Zdroj: SCHNEEDORFEROVÁ, 2009

#### 2.4.1.2 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)

HPLC (High performance Liquid Chromatography) patří mezi nejčastěji používané separační metody pro vysokou účinnost, dobrou opakovatelnost a robustnost (ANONYM 1, 2015). Vysokoúčinná kapalinová chromatografie probíhá v uzavřeném systému. Oproti plynové chromatografii spočívá v minimální kompresibilitě mobilní fáze, vlivu teploty na separaci a velmi významné aktivní úloze mobilní fáze, přičemž mobilní fáze je kapalná (DRBAL, KŘÍŽEK, 1999).

Stacionární fázi tvoří film příslušné látky zakotvený na povrchu nosiče nebo na pevný absorbent (KOBALIC, 2012). Během separace dochází k mnoha typům interakcí, uplatňuje se interakce analytů s mobilní fází, interakce mobilní fáze se stacionární fází a sorpce analytů na stacionární fázi (ANONYM 1, 2015).

HPLC metoda je vhodná pro dělení organických méně těkavých kapalných a tuhých látek, které jsou rozpustné ve vodě, v organických nebo zředěných kyselinách (ANONYM 1, 2015).

Přístroj, ve kterém se provádí HPLC analýzy se nazývá kapalinový chromatograf (DRBAL, KŘÍŽEK, 1999).

Princip HPLC je, že jsou vzorky dávkovány dávkovacím ventilem do mobilní fáze. Ta unáší jednotlivé složky vzorku na kolonu, kde dochází k opakovanému ustanovení rovnováhy mezi mobilní a stacionární fází a k separaci analytů dle fyzikálně-chemických vlastností (ANONYM 1, 2015).

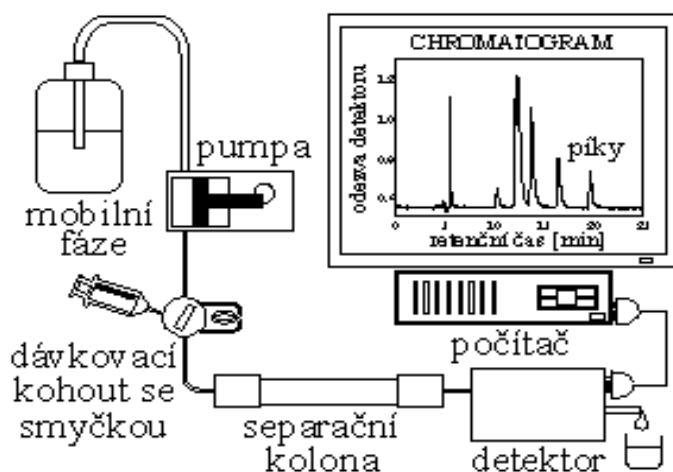
Po průchodu separační kolonou, která obsahuje mobilní fázi (eluent) a stacionární fázi (sorbent) (GRAMANOVÁ, 2009), jsou analyty v mobilní fázi detekovány v průtokové cele detektoru. Měřenou veličinou je fluorescence, absorbance, index lomu a elektrická vodivost. Výstupem z detektoru je chromatogram, což je grafický záznam závislosti odezvy detektoru na retenčním čase (ANONYM 1, 2015).

Jako náplně kolon se používají polární nemodifikované absorbenty (silikagel nebo oxid hlinitý) nebo náplně s chemicky vázanými stacionárními fázemi na silikagelovém nosiči. Jako mobilní fáze se většinou používá voda, organická rozpouštědla a jejich směsi. Je-li stacionární fáze polárnější než mobilní fáze, mluví

se o systémech s normálními fázemi. V opačném případě jde o systém s obrácenými fázemi (ANONYM 1, 2015)

Ve srovnání s GLC analýzou je mnohem méně citlivá na teplotu kolony a průtokovou rychlost mobilní fáze. Je však citlivá na složení a pH mobilní fáze. Výhodou HPLC je schopnost analyzovat termolabilní látky (např. vitamíny), které by při použití plynové chromatografie degradovaly a byly by tak neanalyzovatelné (CHROMATOGRRAFIE, 2009).

Obr. č. 3: Schéma vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC)



Zdroj: Coufal, 2004.

### 2.4.1.3 Chromatografie na tenké vrstvě TLC

TLC představuje jednoduchou, ale značně účinnou chromatografickou metodu (KUŽEL, et al., 2008). Podstatou je rozdělení jednotlivých složek směsi na základě jejich odlišné interakce se sorbentem, který je nanesen v tenké vrstvě na pevnou podložku (RICHTER, KRAITR, 2004). Mobilní fází tvoří např.: toluen, aceton, voda, metanol, amoniak, kyselina octová, chloroform, cyklohexan (COUFAL, 2004). Stabilní fází je buď kapalina zakotvená v tenké vrstvě na podložním materiálu, nebo pevná látka (absorbent) v podobě tenké vrstvy (CHROMATOGRRAFIE, 2009) např.: Oxid hlinitý, silikagel, celulóza (COUFAL, 2004). Tenká vrstva stacionární fáze je tvořená buď volně sypaným sorbentem

(KUŽEL et al. 2008), nebo je připravena jako fixovaná s použitím vhodného pojiva (škrob, sádra), které však ovlivňují dělicí schopnosti zhotovené vrstvy. Značnou dávku trpělivosti a zkušeností vyžaduje volba nejvhodnějšího sorbentu, detekčního činidla, dále pak rozpouštědla nebo směsi rozpouštědel za účelem co nejlepšího rozdělení jednotlivých složek reakční směsi (RICHTR, KRAITR, 2004)

TLC má dvě podoby:

1. Rozdělovací, kdy stacionární fáze je kapalina zachycená v tenké vrstvě a mobilní fáze je kapalná.
2. Adsorpční, kdy stacionární fáze je tuhý absorbent, který je součástí tenké vrstvy a mobilní fáze je kapalná (GRAMANOVÁ, 2009).

Chromatografie na tenké vrstvě se provádí na deskách, na které se nanese tenká vrstva sorbetu. Nanáší se 0,1% až 5% roztoky v množství 200nl a 20 $\mu$ l do skvrn o průměru 2 až 6 mm. Po odpaření rozpouštědla se deska umístí do chromatografické komory, do které se předem dá určité množství mobilní fáze a komora se nechá saturovat parami rozpouštědel. Vytvoření se obvykle provádí vzestupně, tzn., že okraj desky se ponoří do rozpouštědla šikmo tak, aby skvrna vzorku byla nad jeho hladinou. Rozpouštědlo vzlíná vrstvou sorbentu a unáší s sebou dělené složky. Deska se vyjme po určité době a nechá se odpařit. Proveďte se detekce vybarvením skvrn jednotlivých složek po postřiku chromatogramu vhodným činidlem, či se provede prohlížení chromatogramu v ultrafialovém světle (GRAMANOVÁ, 2009).

## 2.5 Farmakologické účinky účinných látek

Ostropestřec mariánský je jedna z nejžádanějších léčivek na trhu (ANONYM 2, 2015). Používá se hlavně jako účinný lék při ochraně a onemocnění jater více jak 2 000 let. V dřívějších dobách byl doporučen starořeckým lékařem Dioskoridem proti hadímu uštknutí. Zatímco v 17. století ho Nicholas Culpeper používal jako lék při žloutence projevující se žloutnutím kůže a bělma očí. V roce 1968 němečtí vědci izolovali ze semen ostropestřce látky mající ochranný vliv na játra. Těmto látkám se souhrnně říká silymarin. (CASTLEMAN, 2004).

Silymarin se svými léčivými účinky vede ke zlepšení metabolismu jaterní buňky, stabilizuje její buněčné membrány, podporuje regeneraci jaterní tkáně a je velmi důležitým antioxidantem. Dále podporuje syntézu bílkovin a reguluje i spotřebu glytathionu (látku tělu vlastní), který je velmi důležitý pro detoxikační účely (ANONYM 2, 2015).

### 2.5.1 Hepatoprotektivní účinky

Z hlediska hepatoprotektivního účinku při akutních otravách lze rozlišit dva hlavní účinky flavanolignanů a to ochranný efekt na jaterní buněčné membrány a antioxidační efekt.

Jako primární ochranný efekt se jeví vliv silymarinu na propustnost membrán. Tohoto je využito při akutní otravě muchomůrkou zelenou, kdy přítomnost silymarinu brání navázání toxinů na buněčný povrch a aktivnímu transportu dovnitř buňky (JEGEROV, 1996).

Antioxidační efekt je využit při dalších účincích jaterních jedů, např. thalných solí, etanolu, paracetamolu spočívá v tvorbě nových radikálů. Při těchto otravách převažuje účinek silymarinu jako lapače volných radikálů, jeho inhibiční účinek na různé oxygenasy a peroxidasy a naopak pozitivní efekt na stabilizaci koncentrace neredukovaného glytathionu (JEGEROV, 1996).

V dostatečně vysokých dávkách mohou játra poškozovat i běžné léky, jako je například paracethanol. Při jednom laboratorním pokusu ochránil silymarin játra zvířat, kterým se podávali vysoké dávky paracethanolu. V dalších studiích dokázala stejná dávka předejít vzniku poškození jater spojeného s antibiotiky, antidepresivy a lékům proti psychózám (CASTLEMAN, 2004).

### 2.5.2 Další účinky

Ostropestřec u lidí nemocných rakovinou snižuje lékové poškození jater při chemoterapii a urychluje zotavování uspišením procesů vedoucích k odstranění toxických látek, které se mohou hromadit v těle (ANONYM 2, 2015).

BERÁNKOVÁ (2009) ve svém článku uvádí, že tým profesora Vladimíra Křena z Mikrobiologického ústavu Akademie věd ve spolupráci s odborníky z olomoucké Univerzity Palackého zdokonaluje ve svých laboratořích substanci silybin do mimořádně nadějného léku na rakovinu. Princip spočívá v tom, že silybin nádor doslova vyhladoví tj. zabrání vývoji cév, které tumor vyživují. Tato metoda má ještě jednu přednost – může doplňovat klasickou chemoterapii, která sice nádor zabíjí, ale oslabuje zároveň imunitu člověka. Silybin nádor oslabí a chemoterapie jej dorazí. Nevýhodou silybinu je, že nezabírá na leukemii. (BERÁNKOVÁ, 2009).

V současné době narůstá počet a snižuje se věk nemocných rakovinou kůže. Ultrafialová složka slunečního záření způsobuje v kůži oxidační stres, poškození makromolekul, indukují zánětlivé procesy a rakovinu kůže. U silymarinu byla popsána jeho schopnost chránit kůži proti UV (VOSTÁLKOVÁ, 2008).

Může být také prospěšný u endometriózy, příčině ženské neplodnosti, protože pomáhá játrům zpracovávat hormon estrogen, jehož vysoká hladina zhoršuje bolesti a jiné příznaky tohoto onemocnění. Dále může být využíván při prevenci a léčení žlučových kamenů, zlepšuje otok žluče, trávicí šťávy nabitě cholesterolem, z jater do střev, kde pomáhá trávit tuky. Méně známé účinky jsou např. mírné zvyšování krevního tlaku, u některých lidí pomáhá při bolestech hlavy, dokonce může být využíván jako „přírodní kinedryl“ při cestovní nevolnosti (ANONYM 2, 2015).

### 2.5.3 Vedlejší účinky

Vedlejší účinky silymarinu/silybinu jsou jen výjimečné. U 2% až 10% lidí se objevily nežádoucí účinky – kožní a gastrointestinální podráždění, bolesti hlavy (KŘEN, WALTEROVÁ, 2005).

Těhotné a kojící ženy a osoby s onemocněními, která vyžadují hormonální léčbu, by měly ostropestřec užívat výjimečně. Dále může ostropestřec snižovat hladinu inzulínu diabetiků s alkoholickou cirhózou jater. Osoby trpící vysokým krevním tlakem by tuto léčivku neměly užívat vůbec (HOFÍREK, 2014).

## 2.6 Využití silymarinu – přípravky, léčiva

U silymarinového komplexu byla prokázána antihepatitická, antioxidační, protialergická a antiflogistická aktivita. Dále byly prokázány účinky antitumorové. Antialergická aktivita souvisí se stabilizací buněčných membrán, což souvisí s antioxidačním účinkem silymarinu, jeho schopností vylučovat volné radikály a inhibovat lipidickou peroxidasi (TŮMOVÁ, TŮMA, 2009).

### 2.6.1 Léčiva

Droga (*fructus Silybi mariae*) se používá k léčbě jater, žlučníku a dále také nemoci trávicího ústrojí. Tato droga napravuje poruchy krevního oběhu, prospívá při nízkém tlaku, tonizuje cévy, příznivě ovlivňuje rizika srdečně-cévních onemocnění. Posiluje organismus, pomáhá při alergiích např. kopřivce a senné rýmě a při astmatických záchvatech (KOPECKÁ, 2012).

**2.6.1.1 Seznam některých schválených a používaných léčiv z rostliny  
Ostropestřec mariánský v České republice (HUBENÁ, 2012)**

Název	Výrobce	Indikace	Forma	Druh léku
Apotheke Ostropestřec mariánský čaj	Mediate s.r.o. Dolní Libchavy	Podporuje látkovou výměnu, ovlivňuje tvorbu a vylučování žluče, napomáhá při doléčování chorob jater a žlučníku	Čaj	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
HERBEX Ostropestřec mariánský	Herbex Cechia, s. r. o., Nedašov	Onemocnění jater	Čaj	Fytofarmakum, Hepatoprotektivum
LEROS, Ostropestřec mariánský plod sypaný	Leros, s. r. o., Praha	Onemocnění jater	Čaj	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
Megafyt Ostropestřec mariánský bylinný čaj	Megafyt - R, Vrané nad Vltavou	Onemocnění jater	Čaj	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
Ostropestřec mariánský- granulovaný plod	Ostropestřec	Onemocnění jater	Čaj	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
Harmony Line - Ostropestřec blister tobolky	Favea s. r. o., Kopřivnice	Chrání játra před toxickými látkami, snižuje riziko vzniku žlučových kamenů. Má antioxidační účinky	Tobolky	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
LEGALON	Madaus GmbH, Köln, SRN.	Podpůrná léčba při toxickém poškození jater, chronickém zánětlivém onemocnění jater nebo při jaterní cirhóze	Tobolky	Hepatoprotektivum
Natrodale Ostropestřec tobolky	Vital Health Foods (ems) Bpk	Příznivě působí při jaterních chorobách, hlavně při cirhóze a zánětu jater, snižuje poškození jater alkoholem a pomáhá jako prevence a při žlučových kamenech	Tobolky	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
TOPVET	Topvet Dr. Jiří Pantuček, Česká u Brna	Působí příznivě při jaterních chorobách	Tobolky	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
LAGOSA	Mauermann, Arzneimittel KG, Pöcking, SRN, Dragenopharm Apotheker Püschl GmbH, Tittmoning, SRN	Toxická poškození jater, podpůrná léčba chronických jaterních onemocnění, zánětlivá onemocnění jater, cirhóza	Tablety	Fytofarmakum, hepatikum, hepatoprotektivum



Medin Terra – Ostropestřec tablety	Medinterra, s. r. o Brno	Při jaterních chorobách, cirhóze a zánětu jater, snižuje poškození jater alkoholem a pomáhá jako prevence při žlučových kamenech	Tablety	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
Silymarin maka	Favea s. r. o., Kopřivnice	Snižuje riziko aterosklerotických změn cévního systému a chrání játra před toxickými vlivy chemických škodlivin	Tablety	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
SILYMARIN emulgel	Favea s. r. o., Kopřivnice	Prevence poškození kůže, ekzémů, lupénky a akné	Emulgel	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
Bylinková žvýkačka – směs Ostropestřec Herb Plus	Herb Plus s. r. o.	Působí příznivě při jaterních chorobách	Žvýkačka	Fytofarmakum, hepatoprotektivum
IBEROGAST	Steigerwald Arzneimittel GmbH, Darmstadt, SRN	Poruchy funkce a mobility střev, křeče žaludku a střev	Kapky	Fytofarmakum, digestivum, hepatoprotektivum
LEGALON SIL inj. plv. sol.	Madaus GmbH, Köln, SRN.	Otrava muchomůrkou zelenou, příp. závažné intoxikace jinými hepatotoxickými látkami	Prášek pro přípravu injekčního roztoku	Hepatoprotektivum
Silymarin s vit.C+E na regeneraci jater	Favea s. r. o., Kopřivnice	Doplňěk stravy při potížích, které jsou způsobeny poruchami jaterních funkcí a zvýšené hladiny cholesterolu v krvi	Pastilky	Fytofarmakum, hepatoprotektivum

### 2.6.1.1.1 Doporučené dávkování

Doporučená denní dávka je do 200mg standardizovaného extraktu (obsahujícího 70% až80% silymarinu) třikrát denně. Nižší dávky jsou také účinné. Často se můžeme setkat s tím, že se bylina kombinuje s jinými léčivkami a živinami jako například s pampeliškou, Chopinem, metioninem nebo inozetolem. Tyto kombinace se pak mohou označovat jako „jaterní komplex“ nebo „lipotropní faktory“ což znamená, že přípravek má schopnost metabolizovat tuky (brání vyváření tukových látek v játrech). Přesné dávkování však bývá uvedeno na etiketě léku (ANONYM 3, 2015).

## 2.6.2 Přípravky, doplňky stravy

V dnešní době je na trhu celá řada přípravků z ostropestřce mariánského. Nejrozšířenější a nejúčinnější je olej ze semen. Dávkování oleje se řídí podle stavu člověka. Denní dávka oleje se doporučuje 1 – 2 lžičky (ANONYM 2, 2015)

### 2.6.2.1 Seznam některých přípravků a doplňků stravy (Jana Gubišvá)

Název	Výrobce	Indikace	Forma
Bio Ostropestřec mariánský	Irel spol. s r. o.	Detoxikace organismu	Granulovaný plod
Ostropestřec 100%	Virde	Doplňěk stravy	Olej
Silymar Plus	Virde	Doplňěk stravy	Tablety
Cardumis	Fin Club International	Doplňěk stravy po použití léku a žloutence	Olej
Ostropestřec	Grešík	Doplňěk stravy působící příznivě na játra a žaludek	Tinktura
Ostropestřec mariánský	Naděje Podhorná	Doplňěk stravy podporující látkou výměnu a funkci trávicího ústrojí	Výtažek z pupenů
Ostropestřec mariánský extrakt	Topvet Dr. Jiří Pantuček, Česká u Brna	Působí příznivě při jaterních chorobách	Extrakt
Ostropestřec extra	Solio	Podporuje tvorbu nových jaterních buněk	Olej
Panenský ostropestřecový olej	Equicentrum	Doplňěk stravy	Olej
Olej z ostropestřce lisovaný za studena	ASO zdravý život	Doplňěk stravy	Olej
Ostropestřec, silymarin 100mg	MedPharma	Doplňěk stravy pro posílení činnosti jater	tablety
Ostropestřecová směs JK	Dědek Kořenář	Působí na činnost jater	Směs

### 2.6.3 Využití u hospodářských zvířat

Silymarinový komplex, který se nejvíce vyskytuje v osemeni (perikarpu) plodu ostropestřce se získává po odlisování oleje a následné homogenizaci slupky semen ve formě krmného expeleru, je možné využít také ve veterinární medicíně. Výhodou zkrmování expeleru je vysoký obsah bezlepkových bílkovin (až 18%), 8% – 9% oleje s obsahem kyseliny linolové a 20% vlákniny. Bylo zjištěno, že po přidávání expeleru do krmné dávky došlo prokazatelně ke zvýšení odolnosti vůči některým chorobám, zlepšení funkce jater, stavu pokožky, srsti, kopyt a došlo k celkovému zlepšení zdravotního stavu zvířat (HOFÍREK, 2014).

### 2.6.4 Využití u koní

Bylina je vhodná pro aktivní detoxikaci a i prevenci. Dokáže snížit negativní vliv očkování, odčervení a posílit imunitu. Je cenným zdrojem mastných kyselin a pozitivně působí na růst kopyt a srsti. Je dobrým pomocníkem při schvácení kopyt, dušnosti, při dietě redukčního charakteru, různých onemocněních. Produkty z ostropestřce je vhodné podávat nejen koním ve sportu či chovu, ale také pro koně „v důchodu“. Dále pozitivně působí zejména u koní, kteří podávají fyzické výkony, u nich je potřebné chránit metabolické cesty v organismu podáváním látek, které pomohou rychle obnovit tělesnou rovnováhu (ANONYM 4, 2015)

#### 2.6.4.1 Seznam přípravků pro koně (Jana Gubišová)

Název	Výrobce	Indikace	Forma
Silyfeed A Ostropestřec	Amino centrum krmiv	Játra, srst, kopyta, při alergiích a dušnosti	Granule
Ostropestřecový olej	RajProKone.cz	Detoxikace, posílení imunity, celkové nastartování organismu	Olej
Extrudovaný ostropestřec	RajProKone.cz	Vhodné pro hubené a hůře krmitelné koně	Extrudovaná semena
Premin ® Plus	Premin.cz	Ochrana jaterních buněk	Směs
Mariendistel Granulát	EPONA	Pro celkovou detoxikaci organismu	Granulát
SILYFEED CLA	PROFARM	Ochrana organismu	Granulát

## **2.7 Vliv technologie pěstování a elicitorů na obsah účinných látek ostropestřce mariánského**

### **2.7.1 Vliv agrotechniky**

Nejvyšší výnosy jsou dosahovány na obecně nejkvalitnějších půdách odpovídajících hlavním půdním jednotkám: černozemě 02 a 03, hnědozemě 10, nivní půdy 56 a lužní půdy 60. Kvalitní půda je důležitou podmínkou stabilizace úrody. Velký význam má přítomnost organické hmoty, nejlépe trvalého půdního humusu se všemi jeho pozitivními vlastnostmi (KUBÍNEK, 1987).

Pro dobré výnosy je vhodné pěstovat Ostropestřec do nadmořské výšky 600m s průměrnou roční teplotou 6 – 7 °C a ročním úhrnem srážek 650 – 750mm. Výhodou teplých nížin je kratší vegetační doba a tím i větší jistota dozrání za příznivých podmínek, což ovlivňuje výnos (KUBÍNEK, 1987).

V pokusech provedených v Polsku je popisováno, že oddálení termínu setí od 1. dubna do 22. dubna způsobilo pokles výnosu o 0,23t.ha<sup>-1</sup>, ale obsah silymarinu se zvýšil z 0,3% na 0,5% (ANDRZEJEWSKÁ et al., 2010).

Při setí kolem 15. dubna se zajistí dobrý výnos a obsah silymarinu v nažkách, dosáhne na průmyslově požadovanou úroveň nejméně 2,0% sušiny (ANDRZEJEWSKA et al., 2010).

### **2.7.2 Vliv elicitorů**

#### **2.7.2.1 Elicitory**

Elicitory jsou látky působící jako stresové faktory, což znamená, že spouští obrannou odpověď exponovaných buněk. Dávají podnět k syntéze enzymů, expresi genů a tímto způsobem navozují zvýšení syntézy fytoalexinů i jiných sekundárních metabolitů a látek podílejících se na ochraně rostliny nebo explantátu (KAŠPAROVÁ et al., 2012).

Jedná se o široké spektrum látek zahrnující proteiny, peptidy, oligosacharidy i nízkomolekulární sloučeniny. Obvykle se váží na specifické receptory nebo vysokoafinitní místa nacházející se na povrchu buněčných membrán a následně dochází k aktivaci signálních drah, např. (chorismáto-šikimátová dráha), (KUŽEL et al. 2009), spouštějící vlastní obranné reakce rostlinných buněk (MORICOVÁ et al., 2014).

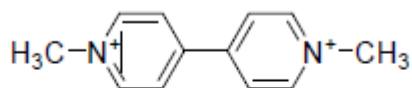
Rozdělují se na primární pocházející z patogenů a na sekundární což jsou látky uvolněné rostlinou po napadení patogenem. Další dělení je na specifické a nespecifické. Specifické elicitory jsou tvořeny konkrétním patogenem. Do nespecifických elicitorů řadíme látky vyskytující se u celé řady patogenů (např. polysacharidy buněčných stěn nebo některé nízkomolekulární látky jako jsou mastné kyseliny, steroly apod.) (KUŽEL et al., 2003; MORICOVÁ et al., 2014).

Elicitory se dále rozdělují na biotické (např. mikroorganismy, fytohormony) a abiotické (fyzikální, např. záření, nebo chemické např. těžké kovy) (CÍGLER et al., 1999; KUŽEL et al., 2004a; KAŠPAROVÁ et al., 2012).

### 2.7.2.1.1 Paraquat

Mezi bipyridilové herbicidy, které jsou využívány jako kontaktní herbicidy či vysušovačla polí lze zařadit Paraquat neboli methylviologen. Působením této látky se zvyšuje v rostlinách či kulturách *in vitro* množství aktivních forem kyslíku (ROS). Jako zdroj ROS je často používán ke sledování působení oxidativního stresu na rostliny a může ovlivnit produkci sekundárních látek. (TŮMOVÁ, TŮMA, 2009).

Obr. č. 4.: Chemická struktura methylviologenu (paraquat)



PQ (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridylium ion)

Zdroj: Tůmová, Tůma, 2009

Při elicitaci v kalusové kultuře *Silybum marianum* byl jako elicitor použit roztok methylviologen-dichloridu dihydrátu v ethanolu ve třech koncentracích a to  $c_1=10,0\text{mg}/100\text{ml}$  ( $2,19 \cdot 10^{-3} \text{mol l}^{-1}$ ),  $c_2=1,0\text{ml}/100\text{ml}$  ( $2,19 \cdot 10^{-4} \text{mol l}^{-1}$ ),  $c_3=0,1\text{ml}/100\text{ml}$  ( $2,19 \cdot 10^{-5} \text{mol l}^{-1}$ ). Pro zjištění vlivu elicitoru na obsah flavonolignanů byl použit t-test rozdílů dvou průměrů. Pro hladinu významnosti  $P=0,05$ , stupeň volnosti ( $v=4$ ) je kritická hodnota testovaného kritéria 2,78.

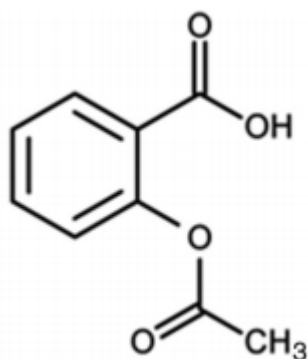
Po 6 hodinové elicitaci methylviogelem o koncentraci  $c_2=2,19 \cdot 10^{-4} \text{mol l}^{-1}$  byl nárůst obsahu flavonolignanů o 1250%. Po 12,24,48 a 72 hodinách se obsah flavonolignanů zvýšil jen nepatrně nebo významně poklesl. Nárůst produkce flavonolignanů u ostatních testovaných koncentrací byl minimální (TŮMOVÁ, TŮMA, 2009).

#### 2.7.2.1.2 Kyselina acetylsalicylová

Kyselina acetylsalicylová neboli 2 – acetoxybenzoová kyselina (Anon. č., 2015) je fenolickou kyselinou. Je to derivát kyseliny salicylové, vyskytující se v nejrozšířenějším léku- Aspirinu (KUŽEL et al., 2009; JANDA, VALENTOVÁ, 2015). Při pokojové teplotě je to krystalický prášek o hustotě  $1,40 \text{g.cm}^{-3}$ . Složení kyseliny acetylsalicylové je: 60% uhlíku, 35,5% kyslíku a 4,5% vodíku. Bod tání je  $136 \text{ }^\circ\text{C}$  a bod varu je  $140 \text{ }^\circ\text{C}$  (HOFÍREK, 2014).

V posledních letech se použití kyseliny acetylsalicylové jako elicitoru na hospodářské plodiny rozšiřuje. Experimentálně byla ověřována ASA ve vodném roztoku ( $0,02\text{--}2 \text{mg}/\text{rostlina}$  nebo  $1\text{--}2 \text{kg.ha}^{-1}$ ) na rostliny (ječmen, brambory, cukrovka), kdy byl prokazatelně zvýšený výnos a efektivita využití vody např. u ječmene až o 20% a u cukrovky o 10%. Účinek ASA byl porovnatelný s šesti ošetřeními fytohormonem kyselinou abscesovou (ABA). ASA se chovala v nestresových podmínkách jako antitranspirant a zvýšil se osmotický tlak (GRAMANOVÁ, 2009).

Obr. č. 5.: Kyselina acetylsalicylová



Zdroj: JANDA, VALENTOVÁ, 2014

### 2.7.2.1.3 NanoFYT SI

Je to přípravek s obsahem stabilizované nanočástice SiO<sub>2</sub>, který je určen pro mimokořenovou výživu postřikem na list. NanoFYT SI je určen k rychlému dodání křemíku do rostlin. Křemík zvyšuje u rostlinných buněk pevnost stěn, což se projevuje zvýšením tuhosti kutikuly listů a zvýšenou tolerancí ke škůdcům a nemocem. Důsledkem toho se snižuje výpar vody v suchém období. Tento přípravek obsahuje jako formulační látky také přírodní estery, které působí v kombinaci s nanočásticemi příznivě na kondici pěstovaných kultur a výrazně přispívá k omezení biotických a abiotických stresů během vegetace (AGRA GROUP a. s., 2015).

### 2.7.2.2 Elicitace

Elicitace je metoda, při které je možné stimulovat produkci sekundárních metabolitů v rostlinách a i v rostlinných kulturách *in vitro*. K elicítaci používáme látky se signálním účinkem tzv. elicitory (KAŠPAROVÁ, 2012).

Elicitace dokáže vyvolat stres, který aktivuje obranné reakce rostliny (KUŽEL et al., 2004b) či rostlinného explantátu, které vedou ke změně transkripce genů kódujících enzymy ovlivňující biosyntézu sekundárních metabolitů. V současné době je pro svou jednoduchost studována elicítace rostlinných kultur za účelem

zvýšené produkce sekundárních látek. Tato metoda je ekonomicky výhodná bez velkých nároků na prostory (TŮMOVÁ, TŮMA, 2009).

Nalezením vhodného elicitoru, optimální doba jeho působení na rostlinnou kulturu *in vitro* (ve skle) a jeho koncentrace je mimo jiné základním předpokladem úspěšné elicítace (KUŽEL et al., 2004a; TŮMOVÁ, TŮMA, 2009).



### 3 NÁVRH TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ OSTROPESTŘCE MARIÁNSKÉHO V ZEMĚDĚLSKÉ PRAXI A VYUŽITÍ SILYMARINU

#### 3.1 Návrh technologie

V poslední době se začíná v ČR věnovat zvýšená pozornost alternativním - ekologickým způsobům hospodaření na zemědělské půdě. Jednou z možných alternativ je pěstování léčivých rostlin, které se mohou používat buď jako surovina pro farmaceutický průmysl, nebo se z jejich extraktů mohou vyrábět potravní doplňky. Jednou z těchto léčivých rostlin je ostropestřec mariánský.

Ostropestřec mariánský je na půdní podmínky relativně nenáročný, ale je vděčný za půdy dobře zásobené vodou. V našich podmínkách se pěstuje na hlinitých a písčitohlinitých živinami bohatých půdách. Z klimatických podmínek mu nejvíce vyhovují podmínky pro řepařskou výrobní oblast, ale snese i podmínky podhorských oblastí do 600 m. n. m.

Půdu pro setí připravujeme tak, že na podzim provedeme střední orbu bez přímého organického hnojení. Pozor při přípravě půdy musíme věnovat set'ovému lůžku, tak aby byla dodržována stejnoměrná hloubka setí, protože hlouběji zasetá semena působí v dalších letech zaplevelení. Na předplodinu není ostropestřec náročný, nejvhodnější je ho pěstovat po jetelovině nebo organicky hnojené plodině. Z tohoto důvodu je možné ostropestřec snadno začlenit do osevního postupu.

Setí lze provádět od března do dubna. Zde musíme přihlížet ke klimatickým podmínkám, kdy pozdní výsev může negativně ovlivnit výnos nažek, ale pozitivně obsah silymarinu. Setí provádíme přesným secím strojem do hloubky 2 – 3cm a šířky řádků 45cm s normou 6 až 8 kg.ha<sup>-1</sup>.

Ostropestřec mariánský vytváří velké množství biomasy, proto je důležité dostatečné hnojení. Na podzim je proto nutné pozemkem přihnojit 5 až 6kg NPK na 1 ar. Důležité je hnojení dusíkem, kdy se dávky pohybují od 60 do 90kg.ha<sup>-1</sup>. Tuto dávku je možné rozdělit tak, aby ½ až 2/3 byly zapraveny v rámci předset'ové přípravy a zbytek ve fázi 6-8 pravých listů.

Sklizeň je u této léčivé rostliny nejnáročnější. Důvodem je nestejnóměrné postupné dozrávání, při kterém musíme věnovat pozornost barvě úboru a nažky.

Dalším důvodem náročnosti sklizně je velké množství biomasy, která se problematicky sklízí. Sklizeň provádíme od srpna do září upravenou sklízecí mlátičkou, která se musí zvednout tak, aby byla v horní  $\frac{1}{3}$  až  $\frac{1}{2}$  rostliny.

Posklizňová úprava spočívá ve vyčištění a usušení, tak aby konečná vlhkost byla 12%.

### 3.2 Využití silymarinu

Na základě zjištění při vypracování této práce v kapitole „využití rostliny“ jsem zjistila, že na trhu s funkčními potravinami se nenachází žádná funkční potravina obsahující silymarin. Veškeré produkty, které jsem našla, byly jen doplňky stravy nebo léčiva.

Proto bych navrhovala, aby se ostropestřec začal pěstovat ve větší míře a byl používán k výrobě funkčních potravin. Pod tímto pojmem se nacházejí potraviny vyrobené z takových surovin, jejichž přirozené složení poskytuje konzumentovi kromě energie a prosté výživové hodnoty i zdraví prospěšné látky.

Podle mého názoru by bylo vhodné, aby se extrakt z ostropestřce mariánského začal dávat do mléka, tvarohu, jogurtů, kefirů a jiných mléčných výrobků. Dále by se mohla drcená semena přidávat do müsli, celozrnného pečiva. Výtažky z této byliny by se mohly také přidávat do různých nápojů např.: limonád, šťáv nebo balených vod. Tímto způsobem by lidé chránili ledviny dodržováním pitného režimu, ale také játra tím, že by konzumovali účinnou látku na jejich ochranu.

## 4 ZÁVĚR

Cílem této práce byla studie ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* L. Gaertn.), který se jako léčivá rostlina používá asi 2000 let jako lék choroby jater.

Pro lepší seznámení s touto rostlinou byla z dostupných zdrojů prostudována botanická charakteristika, technologie pěstování, chemické složení a účinné látky silymarinového komplexu, který se skládá ze silybinu A a B, silydianinu, silychristinu, isosilybinu A a B, isosilychristinu, dehydrosilybinu. Silymarinový komplex se využívá k léčbě chorob jater, žlučníku. Je užitečný při akutních otravách např.: muchomůrkou zelenou, dále pak chrání játra před nežádoucími účinky léků, pomáhá v boji proti rakovině, nebo při léčbě endometriózy. Dále byly v této práci prostudovány účinné látky a popsány metody stanovení těchto látek. Pro studii vlivu elicitorů byly použity tři látky paraquat, kyselina acetylsalicylová, NanoFYT Si.

V návrhu technologie pěstování byla tato práce zaměřena na technologii pěstování a využití semen ostropestřce mariánského v potravinářství se zaměřením na produkci funkčních potravin.

V poslední kapitole této práce je uvedeno doporučení produkovat funkční potraviny s ostropestřcem mariánským. Tímto způsobem by se ostropestřec mariánský dostal více do podvědomí lidí a lidé by nenásilnou formou pečovali o své zdraví, především o játra a žlučník.

## 5 POUŽITÁ LITERATURA

**AGRA GROUP a. s.,** *NanoFYT Si.* [online] 2015 [ cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.agra.cz/stimulatory/nanofyt-si.html>

**ANDRZEJEWSKÁ, J., SADOWSKA, K., MIELCAREK, S.,** *Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits of milk thistle (Silybum marianum L. Gaertn.) grown on light soil in a moderate climate. Industrial Crops and Products.* 2010, vol. 33, issue 2, s. 462-468. DOI:10.1016/j.indcrop.2010.10.027. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669010002724>

**ANONYM 1. 2015.,** *HPLC (vysokoúčinná kapalinová chromatografie).* [online] [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://labmet.zshk.cz/vyuka/hplc.aspx>

**ANONYM 2. 2015.,** *Ostropestřec mariánský.* [online] [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.dia-potravin.cz/ostropestrec.html>

**ANONYM 3. 2015.,** *Ostropestřec mariánský.* [online] [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.beltina.cz/bylinka/ostropestrec-mariansky/>

**ANONYM 4. 2015.,** *Bodlák, který nepíchá, aneb nastartujte své koně.* [online] [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.distanc.cz/bodlak-ktery-nepicha-aneb-nastartujte-sve-kon/>

**ANONYM 5. 2003** *Rámcová metodika 2., Pěstování ostropestřce mariánského.* Zemědělský výzkumný ústav v Kroměříži s.r.o. 2003

**BERÁNKOVÁ, J.,** *Ostropestřec mariánský – nadějný lék na rakovinu.* [online] 2009 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=118&ch=1&typ=1&val=89914>

**BĚLOHLÁVKOVÁ, R.,** *Květena České republiky.* Vyd. 1. Praha: Academia, 2004, s. 407-408. ISBN 80-200-1161-7

**BIEDERMANN, D., VAVŘÍKOVÁ, E., CVAK, L., KŘEN, V.,** *Chemistry of silybin.* Natural Product Reports. 2014, vol. 31, issue 9, s. 1138-1157. DOI: 10.1039/C3NP70122K. Dostupné z: <http://xlink.rsc.org/?DOI=C3NP70122K>

**BÖHMER, B., WOHANKA, W.,** *Atlas chorob a škůdců okrasných rostlin, ovoce a zeleniny*. Vyd. v češtině 1. Praha: Brázda, 2003, s. 240. ISBN 80-209-0317-8.

**BÖHRINGER, M., JÖRG, G.,** *Ochrana rostlin*. Ostrava: Blesk, 1996, s. 155. ISBN 80-8606-000-4.

**BRABENEC, M., BÔRIK, J.,** *Pestovanie liečivých a a koreninových rastlín na malých plochách*. Praha: Svépomoc, 1990, s. 324. ISBN 80-85168-09-X

**BRADLEY, S.,** *Nemoci rostlin a jejich léčba: informace odborníka na dosah ruky: škůdci, choroby, jiné poruchy zdraví*. České vyd. 1. Praha: Svojtka, 2008, s. 144. ISBN 978-80-7352-702-0.

**BRANŽOVSKÝ, I.,** *Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny - příležitost pro zemědělce*. Ministerstvo zemědělství. Úroda, 2007, roč. 55, č.8, s. 43-45. ISSN 0139-6013.

**CASTLEMAN, M.,** *Velká kniha léčivých rostlin: klasický průvodce nejlepšími přírodními léčivy představující ty nejlepší - časem i vědou prověřené - léčivé rostliny*. 1. vyd. Praha: Columbus, 2004, s. 635. ISBN 80-7249-177-6

**CÍGLER, P., HRUBÝ, M., KUŽEL, S.,** *Influence of some fertilizer chemical properties on magnesium resorption from leaf surface of oats*. Journal plant of nutrition. 1999, Vol. 22, Iss 8, pp. 1241-1251

**COUFAL, P.,** *Separation methods* [online]. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 2004 [cit. 2015-02-24]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/sepmet.html>

**DRBAL, K., KRÍŽEK, M.,** *Analytická chemie*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1999, 185 s. ISBN 80-7040-352-7.

**GRAMANOVÁ, H.,** *Technologie pěstování ostropestřce mariáského Silybum marianum ve vztahu ke kvalitě produktu a jeho zpracování*. České Budějovice, 2009. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

**GROMOVÁ, Z.,** *Pestovanie špeciálnych plodín*. Skripta Vysoká škola polnohospodárská v Nitre, Agronomická fakulta, Katedra rastlinnej výroby. Nitra: Vydavateľské a edičné stredisko VŠP, 1993. 165 s. ISBN 80-7137-115-7.

**HARMATHA, J.,** *Strukturní bohatství a biologický význam lignanů a jim příbuzných rostlinných fenylypropanoidů*. Chemické listy. 2005, č. 99, s. 622-632. ISSN 1213-7103.

**HRDLIČKOVÁ, H.**, *Vliv ošetření osiva ostropestřce mariánského na výnos nažek*. České Budějovice, 2013. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

**HOFÍREK, P.**, *Pěstování Ostropestřce mariánského (Silybum marianum L. Gaertn.). Obsah biologicky aktivních látek a jejich využití*. České Budějovice, 2014. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

**HUBENÁ, L.**, *Význam adaptogenních a imunogenních rostlin v boji proti civilizačním chorobám, jejich agrotechnika, hnojení, sklizeň a zpracování*. České Budějovice, 2012. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

**HUSÁKOVÁ, J., LHOTSKÁ, M.**, *Ostropestřec mariánský - okrasná a léčivá rostlina*. Živa: časopis pro biologickou práci. 1981, roč. 28, č. 4. ISSN 0044-4812. s. 133.

**CHROMATOGRRAFIE** [online] 2009 [cit. 2015-02-05]. Dostupný z: [http://old.lf3.cuni.cz/chemie/cesky/materialy\\_B/chromatografie.doc](http://old.lf3.cuni.cz/chemie/cesky/materialy_B/chromatografie.doc)

**JAHODÁŘ, L.**, *Farmakobotanika: semenné rostliny*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, s. 278. ISBN 80-246-1225-9.

**JANDA, M., VALENTOVÁ, O.**, *Kyselina salicylová*. Bioprospect, 2014, roč. 24, č. 1, s. 9-12. ISSN 1210-1737.

**JAROŠ, Z.**, *Léčivé látky z rostlin*. Vyd. 1. České Budějovice: Dona, 1992, s. 79. ISBN 80-85463-04-0.

**JEGOROV, A.**, *Flavanolignany - novověká chemie léčivé rostliny známé již před Kristem*. Chemické listy. 1996, č. 90, s. 859-862. ISSN 1213-7103.

**KAŠPAROVÁ, M., SIATKA, T., KLIMEŠOVÁ, V., DUŠEK, J.**, *Vliv syntetického benzyl-sulfalpyridinového derivátu na produkci suspenzní kultury *Trifolium pratense* L.* Chemické listy. 2012, č. 106, s. 660-664. ISSN 1213-7103.

**KOBLIC, P.**, *Agrotechnika pěstování a obsah některých biologicky aktivních látek v rostlinách *Silybum marianum* (L.) Gaertn.* České Budějovice, 2012. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

**KOPECKÁ, Z.**, *Hodnocení produkce ostropestřce mariánského [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.]*. Brno, 2012. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.

**KORBELÁŘ, J., ENDRIS, Z.**, *Naše rostliny v lékařství*. 7. vyd. Praha: Avicenum, 1990, s. 504. ISBN 80-20100-09-1.

**KOUDELA, M.,** *Ostropestřec mariánský*. Zahrádkář. 2009, č. 9, str. 23.

**KŘÍŽENECKÁ, S., SYNEK, V.,** *Základy analytické chemie*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014, 143 s. ISBN 978-80-7414-804-0.

**KŘEN, V., WALTEROVÁ, D.,** *Silybin and silymarin – new effects and applications*. Biomedical Papers [online] 2005, vol. 149, issue 1, s. 29-41 [cit. 2015-01-20] DOI: 10.5507/bp.2005.002. Dostupné z: <http://biomed.papers.upol.cz/doi/10.5507/bp.2005.002.html>

**KUBÍNEK, J.,** *Ostropestřec mariánský – metodika pěstování*. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR. 1987, s. 21.

**KUŽEL, S., VYDRA, J., TRÍSKA, J., VRCHOTOVÁ, N., HRUBÝ, M., CÍGLER, P.,** *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, 2008, 116 s. Malotechnologie. ISBN 978-80-7394-103-1.

**KUŽEL, S., VYDRA, J., TRÍSKA, J., VRCHOTOVÁ, N., HRUBÝ, M., CÍGLER, P.,** *Elicitation of Pharmacologically Active Substances in an Intact Medical Plant*. Journal of agricultural and food chemistry. 2009, vol. 57, issue 17, pp. 7907-7911.

**KUŽEL, S., HRUBÝ, M., CÍGLER, P., TLUSTOŠ, P., VAN, P. N.,** *Mechanism of physiological effects of titanium leaf sprays on plants grown on soil*. Biological trace element research. 2003, vol. 91, issue 2, pp. 179-189.

**KUŽEL, S., CÍGLER, P., HRUBÝ, M.,** *Přípravek pro indukci zvýšení tvorby bioaktivních sloučenin v rostlinách a jeho použití*. CZ- 296300 český patent, 2004a

**KUŽEL, S., CÍGLER, P., HRUBÝ, M.,** *The preparation for the induction of increased formation of bioactive compounds in plants and its use*. Evropský patent: \*EP 05744660.1, \*PCT/CZ2005/000045 (PV 2004-687), 2004b

**MARTINELLI, T., ANDRZEJEWSKA, J., SALIS, M., SULAS, L.,** *Phenological growth stages of Silybum marianum according to the extended BBCH scale*. Annals and Applied Biology. 2014, vol. 166, issue 1, s. 53-66. DOI: 10.1111/aab.12163.

**MIKEŠOVÁ, I., LUTOVSKÁ, M.,** *Léčivé rostliny: o sběru a pěstování*. 1. vyd. Praha: Dokořán, 2004, s. 234. ISBN 80-86569-68-3.

**MORICOVÁ, P., LUHOVÁ, L., LOCHMAN, J., KAŠPAROVSKÝ, T., PETŘIVALSKÝ, M.,** *Elicitiny: Klíčové molekuly interakcí rostlin a patogenů*. Chemické listy. 2014, č. 108, s. 1133-1139. ISSN 1213-7103.

**MOUDRÝ, J.,** *Ostropestřec mariánský (Silybum marianum)* [online] 2014 [cit. 2014-11-26]. Dostupný z:  
[http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Ostropestrec\\_mariansky.htm](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Ostropestrec_mariansky.htm)

**MOUDRÝ, J.,** *Alternativní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2011, s. 142. ISBN 978-80-86726-40-3

**MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z.,** *Pěstování alternativních plodin (učební texty)*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1999, s. 165, ISBN 80-7040-383-7

**NEUGEBAUEROVÁ, J.,** *Pěstování léčivých a kořeninových rostlin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova lesnická a zemědělská univerzita, 2006, s. 122. ISBN 80-7157-997-1.

**ODSTRČILOVÁ, L., ONDŘEJ, M.,** *Choroby ostropestřce*. Agro – ochrana, výživa, odrůda. 1999, vol. 4, no. 7, s. 15-16.

**OMER, E., AHMED, A., FAYED, S. S., EZZEL-DIN, T. B.,** *Seed yield of Silybum marianum L. as affected by row sparing and fertilization in new reclaimed lands of Egypt*. Egyptian Journal of Horticulture. 1998, vol. 25, no. 33, s. 281-293.

**OMER, E. A.,** *Efect of different nitrogen sources of Romanian Silybum marianum cultivated in sandy and clay soils*. Egyptian Journal of Horticulture. 1996, vol. 23, no. 1, s. 63-76.

**OMER, E. A., IBRAHIM, M. E., RAZIM, A. M., AHMED, S. S.,** *Effect of spacing, nitrogen and potassium fertilization of Silybum marianum L. cultivated in newly reclaimed lands*. Egyptian Journal of Horticulture. 1995, vol. 22, no.1, s. 97-108.

**OMER, E. A., REFAAT, A. M., AHMED, S. S., KAMEL, A., HAMMOUDA, F. M.,** *Effect of spacing and fertilization on the yield and active constituents of milk thistle, Silybum marianum*. Journal of herbs, Spices and Medicinal Plants. 1993, vol 1, no. 4, s. 17-23.

**OPLETAL, L., VOLÁK, J.,** *Rostliny pro zdraví*. Vyd. 1. Praha: Aventinum, 1999, s. 176. ISBN 80-7151-074-2.

**PODLECH, D.,** *Léčivé rostliny: praktická příručka k určování léčivých rostlin s návody na přírodní léčbu*. 2. české vyd. Praha: Slovart, c2002, s. 254. Kapesní atlas. ISBN 80-7209-412-2.



**RICHTR, V., KRAITR, M.,** *Tenkovrstvá chromatografie ve výuce chemie*. Sborník katedry chemie Západočeské univerzity v Plzni. [online]. 2004 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: [https://fpe.zcu.cz/kch/dokumenty/Priloha\\_III.pdf](https://fpe.zcu.cz/kch/dokumenty/Priloha_III.pdf)

**RYANT, P.,** *Alternativní olejniny*. Agrochemická fakulta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně [online]. 2005 [cit. 2015.03.28]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/olejniny/alterolejniny.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/alterolejniny.htm)

**SCHNNEEDORFEROVÁ, I.,** *Analýza mastných kyselin v diglyceridech a triglyceridech tělních tekutin pomocí plynové chromatografie*. České Budějovice, 2009, 74 s. Bakalářská práce. Zdravotně sociální fakulta Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

**SCHUSTER, R.,M.,** *The Hepaticae and Anthocerotae of North America east of the hundredth meridian*. 1992, s. 854. ISBN 0-914-86820-9.

**SLATINA, J.,** *Biologická a farmakologická aktivita lignanů*. Chemické listy. 2000, č. 94, s. 111-116. ISSN 1213-7103.

**SPITZOVÁ, I.,** *Ostropestřec mariánský – staronová léčivá rostlina*. Úroda. 1997 č. 8, s. 28-29.

**SPITZOVÁ, I.,** *Kultivar Sylib, nová rostlina farmaceutického průmyslu*. Živa 1991, č. 3. s. 116-117.

**SPITZOVÁ, I., PLACR, M.,** *Vliv desikantů na biologickou hodnotu semen a kvality drogy Ostropestřce mariánského [Silybum marianum (L.) Gaertn.]*. Zahradnictví. 1994, roč. 21, č. 2, s. 208-210. ISSN 0044-867X.

**STARÝ, F.,** *Léčivé bodláky: Ze světa léčivých rostlin 5*. Živa: časopis pro biologickou práci. 2000, č. 5, s. 208-210.

**TOŠOVSKÁ, M., BUCHTOVÁ, I., MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ.** *Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny: Situační a výhledová zpráva* [online]. Praha, 2012 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/188525/SVZ\\_2012\\_konecna\\_verze.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/188525/SVZ_2012_konecna_verze.pdf)

**TŮMOVÁ, L., TŮMA, J.,** *Ovlivnění produkce sekundárních metabolitů v buněčné kultuře Silybum marianum přípravkem elicitoru paraquat*. Chemické listy. 2009, č. 103, s. 503-510. ISSN 1213-7103.

**VOSTÁLKOVÁ, J.**, *Nové biologické aktivity silymarinu a jeho obsahových složek*. Chemické listy. 2008, č. 102, s. 623-633. ISSN 1213-7103.

**ZACHAŘ P., SÝKORA, D.**, *Plynová chromatografie* [online]. 2015 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/anl/lach2/GC.pdf>

**ZIMOLKA, J a kol.**, *Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba: (Polní a zahradní plodiny, základy pícninářství)* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000, 245 s. ISBN 80-7157-451-1.

## 6 PŘÍLOHY

Obr. č. 1. Rostlina ve fázi tvorby listové růžice



Foto: prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Obr. č. 2. Fáze dlouhivého růstu

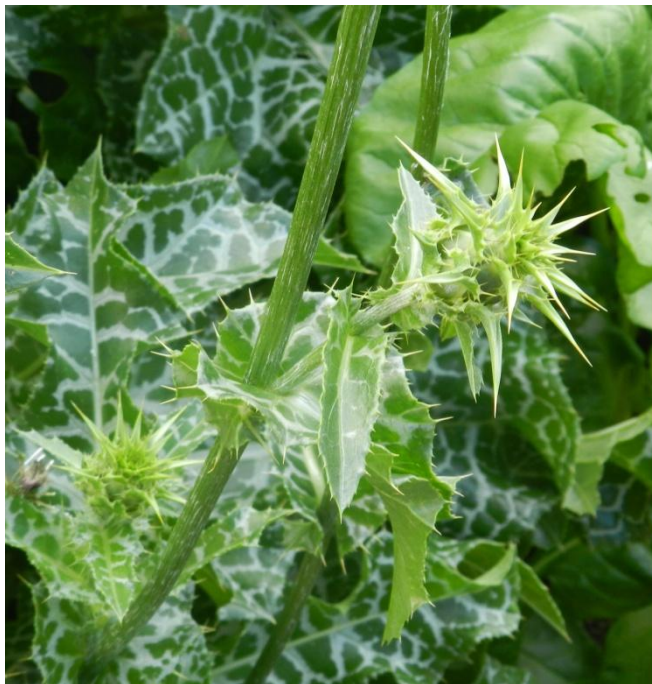


Foto: Jana Gubišová

Obr. č. 3. Detail květu 1.

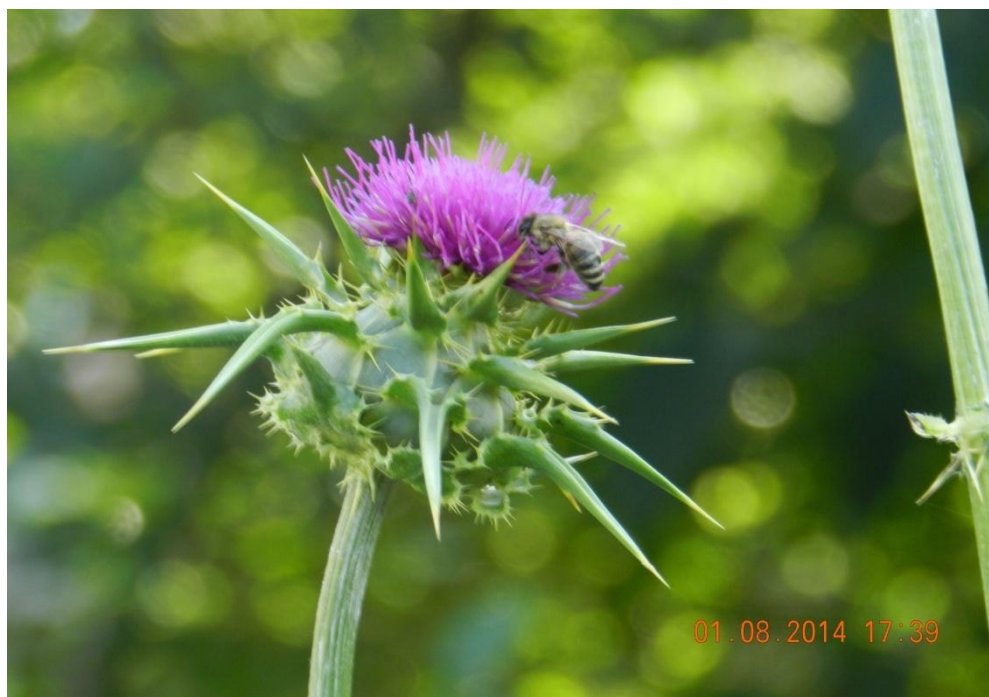


Foto: Jana Gubišová

Obr. č. 4. Detail květu 2. – nestejnoměrné dozrávání



Foto: Jana Gubišová

Obr. č. 5. Celá rostlina



Foto: Jana Gubišová

Obr. č. 6. Nažka



Foto: Jana Gubišová

Obr. č. 7. Typické mramorování listu.



Foto: Jana Gubišová

Obr. č. 8. Detail zralého úboru

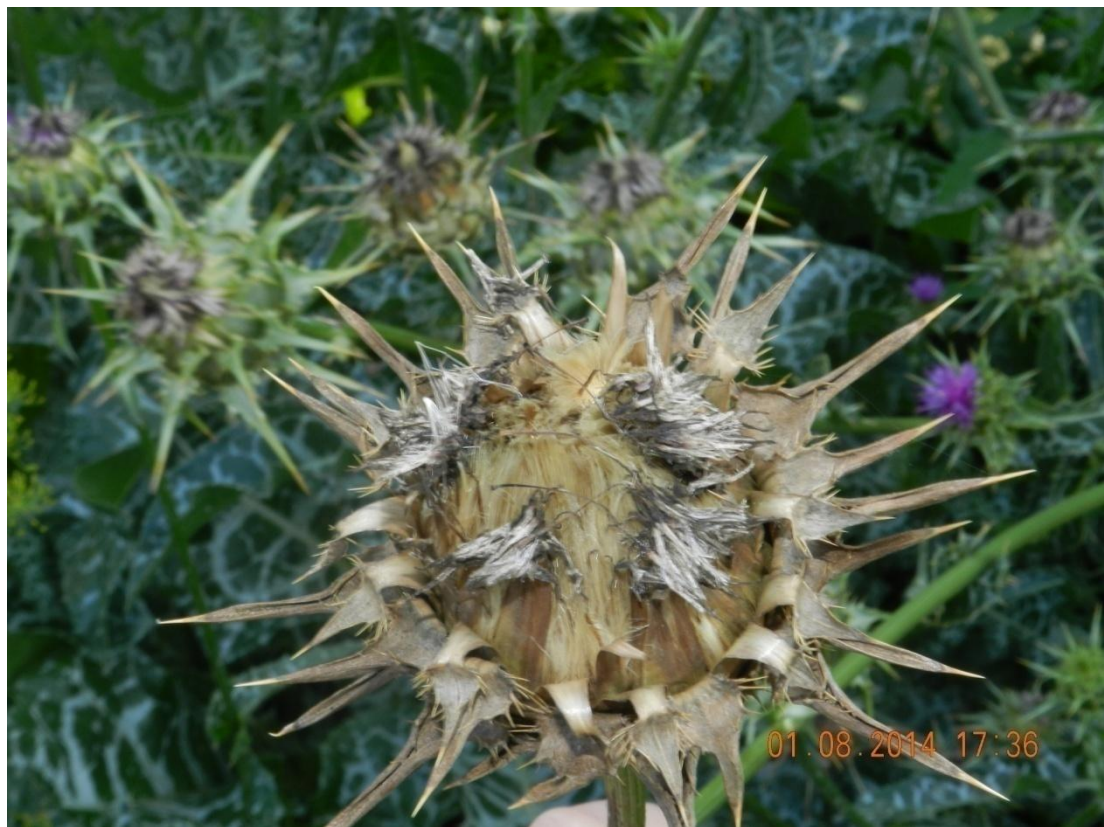


Foto: Jana Gubišová

Obr. č. 9. Detail květu - ostny



Foto: Jana Gubišová