



Hodnocení jakosti ostropestřce mariánského
[*Silybum marianum* (L.) Gaertn.]
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Helena Pluháčková, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Pavla Cekovská



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autorka práce: Bc. Pavla Cekovská
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Obor: Technologie potravin

Vedoucí práce: Ing. Helena Pluháčková, Ph.D.
Konzultant: Ing. Antonín Vaculík, Ph.D.

Název práce: **Hodnocení jakosti ostropestřce mariánského [Silybum marianum (L.) Gaertn.]**

Zásady pro vypracování:

1. Diplomantka vypracuje literární rešerši k hodnocení jakosti ostropestřce mariánského.
2. Provede hodnocení nažek sklizených z pokusů s ostropestřcem v roce 2013.
3. Výsledky z pokusu srovná s kvalitou ostropestřce, pěstovaného pro komerční účely (od pěstitele) a ostropestřce, který je nabízen na trhu jako potravní doplněk (LÉROS s.r.o.).
4. Výsledky vyhodnotí statisticky.

Rozsah práce: 50

Literatura:

1. MOUDRÝ, J. a kol. *Alternativní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2011. 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3.
2. BRUNETON, J. *Pharmacognosy: Phytochemistry Medicinal Plants*. Paris: LONDERS, 1999. 1119 s. ISBN 2-7430-0316-2.
3. *Habán, M.; Otepka, P. (edit) Zborník príspevkov XIII. odborný seminár s medzinárodnou účasťou : Aktuálne aspekty pestovania, spracovania a využitia liečivých, aromatických a koreninových rastlín, 7. december 2007, SPU Nitra*. SPU Nitra: SPU, Nitra, 2007. ISBN 978-80-8069-974-1.
4. HABÁN, M. -- VAVERKOVÁ, Š. -- OTEPKA, P. *Liečivé rastliny*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita , 2009. 134 s. ISBN 978-80-552-0177-1.
5. RŮŽIČKOVÁ, G. -- KOCOURKOVÁ, B. -- NEUGEBAUEROVÁ, J. *Fifth Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries (5th CMAPSEEC) 2. -5. 9. 2008 Brno. 2. 9. 2008 - 5. 9. 2008, Brno (CZ)*.
6. KOLÁČKOVÁ, P. -- RŮŽIČKOVÁ, G. Popis a hodnocení genových zdrojů ostropestřece mariánského [SILYBUM MARIANUM (L.) GAERTN.]. In *MendelNet 2012 - Proceedings of International Ph.D. Students Conference*. 1. vyd. Brno, Czech Republic: Mendel University in Brno, Faculty of Agronomy, 2012, s. 95--103. ISBN 978-80-7375-656-7.
7. RŮŽIČKOVÁ, G. *Sborník příspěvků - 15. Odborný seminář s mezinárodní účastí - Aktuální otázky pěstování léčivých, aromatických a kořeninových rostlin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, Brno, 2009. ISBN 978-80-7375-364-1.

Datum zadání: říjen 2013

Datum odevzdání: duben 2015

Bc. Pavla Cekovská
Autorka práce

Ing. Helena Pluháčková, Ph.D.
Vedoucí práce

prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D.
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci *Hodnocení jakosti ostropestřce mariánského [Silybum marianum (L.) Gaertn.]* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 28. 4. 2015

.....
Pavla Cekovská

PODĚKOVÁNÍ

Diplomová práce byla vypracována za podpory projektu TAČR TE02000177 „*Centrum pro inovativní využití a posílení konkurenceschopnosti českých pivovarských surovin a výrobků*“.

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Heleně Pluháčkové, Ph.D. za její odborné vedení, za cenné rady a připomínky, které mi poskytla při zpracování této diplomové práce a také za pomoc při statistickém zpracování výsledků.

Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Blance Kocourkové, CSc., za poskytnuté informace a rady při psaní diplomové práce a také za čas věnovaný konzultacím. Ráda bych také poděkovala pracovníkům Ústavu pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství.

V neposlední řadě chci poděkovat své rodině, která mě podporovala během celého mého studia.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce na téma: „Hodnocení jakosti ostropestřce mariánského [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.]“ bylo zhodnotit ukazatele kvality nažek ostropestřce mariánského. K hodnocení byly použity nažky odrůdy Silyb, které byly pěstovány na pokusných pozemcích AGRITEC s.r.o. v Šumperku a sklizeny v roce 2013 v různých variantách herbicidního ošetření. V pokusech byly použity tyto herbicidy: STOMP 400, REFINE 50 SX, BUTISAN STAR, AFALON 45 SC, TARGA SUPER 5 EC, GARLAND FORTE, GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC. U sklizených nažek byly zhodnoceny tyto znaky: výnos nažek v g.m⁻², HTS v g, klíčivost nažek v %, obsah sušiny v %, množství oleje, kyseliny linolové, olejové a palmitové v % a obsah silymarinového komplexu v %. Získaná data byla statisticky zpracována v programu STATISTICA 10.

Klíčová slova: nažka, herbicid, klíčivost, silymarinový komplex, HTS

ABSTRACT

The aim of the thesis on topic: "Evaluation of the quality of milk thistle [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.]" was to evaluate the quality indicators achenes milk thistle. To ratings were used achenes Silyb varieties that were grown in experimental plots AGRITEC s.r.o. in Šumperk and harvested in 2013 in a variety of herbicide treatments. In experiments were used the following herbicides: STOMP 400, REFINE 50 SX, BUTISAN STAR, AFALON 45 SC, TARGA SUPER 5 EC, GARLAND FORTE, GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC. For harvested achenes were evaluated following characteristics: yield of achenes (g.m⁻²), HTS (g), germination of achenes (%), content dry matter (%), the quantity of oil, linoleic acid, oleic acid and palmitic acid (%) and the content silymarin complex (%). The obtained data were statistically processed in the program STATISTICA 10.

Key words: achene, herbicide, germination, silymarin complex, HTS

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 CÍL PRÁCE	9
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1 Jakost rostlinných produktů	10
3.1.1 Definice jakosti	11
3.2 Hodnocení jakosti LAKR z různých hledisek	12
3.2.1 Jakost pro farmaceutické zpracování	13
3.2.2 Jakost LAKR pro potravinářské zpracování	14
3.3 Jakost léčivých rostlin.....	15
3.3.1 Co je to lékopis	15
3.3.2 Členění lékopisu	16
3.3.3 Léčivé rostliny ve farmacii	16
3.3.4 Léčivé rostliny v potravinářství	17
3.4 Současný stav pěstování LAKR	18
3.4.1 Pěstování na světovém a Evropském trhu	18
3.4.2 Ekologická produkce LAKR v ČR	18
3.4.3 Produkce LAKR v ČR	20
3.5 Ostropestřec mariánský.....	25
3.5.1 Botanická a biologická charakteristika	25
3.5.2 Odrůdy ostropestřce mariánského	27
3.5.3 Složení nažek ostropestřce mariánského	27
3.5.4 Léčivé účinky nažek ostropestřce mariánského.....	28
3.5.5 Zpracování a využití nažek ostropestřce mariánského	29

4 MATERIÁL A METODIKA.....	34
4.1 Charakteristika použitého materiálu	34
4.2 Charakteristika pokusného místa v Šumperku.....	34
4.2.1 Charakteristika společnosti	34
4.2.2 Charakteristika stanoviště	35
4.3 Způsob odběru vzorků	35
4.4 Stanovení sušiny	36
4.5 Stanovení klíčivosti.....	37
4.6 Stanovení silymarinového komplexu.....	37
4.6.1 Kapalinová chromatografie.....	38
4.7 Stanovení obsahu oleje	38
4.7.1 NIR spektroskopie	39
4.7.2 Techniky měření NIR spekter.....	40
4.7.3 NIR spektrometr	40
4.7.4 Kalibrace	41
4.8 Statistické vyhodnocení	42
5 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY	43
6 DISKUSE.....	54
7 ZÁVĚR	55
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	63
10 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	64
11 PŘÍLOHY	65

1 ÚVOD

Nezbytnou součástí lidských životů byly, jsou a budou rostlinné produkty, kterých roste na světě asi 400 000 – 500 000, z toho 50 000 druhů má léčivé účinky (BUCHTOVÁ, TOŠOVSKÁ, 2012). Rostliny jsou lidmi využívány nejen jako součást potravy, ale také jako látky pro léčbu nejrůznějších nemocí. O významných způsobech a zkušenostech o léčení rostlinami jsou dochovány záznamy ve formě různých herbářů. Tyto informace jsou prověřovány vědeckými týmy na celém světě a zároveň jsou vyhledávány nové léčivé rostliny, u kterých se stanovuje obsah účinných látek a možný způsob použití. Pozornost je také věnována šlechtění, pěstování a agrotechnice, protože účinné přírodní látky obsažené v léčivých rostlinách nejsme schopni vyrobit, nebo by jejich průmyslová výroba byla nesmírně drahá. Zájem farmaceutického průmyslu o rostlinné drogy neustále roste, proto je pěstování léčivých rostlin důležité (PALAS, 2014).

Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny (LAKR) se řadí mezi speciální, protože se liší svým využitím od ostatních užitkových rostlin. Jsou pěstovány na menších plochách v porovnání s obilovinami, okopaninami a olejninami (POKLUDA a kol., 2010). Jejich pěstování se však neustále zintenzivňuje a rostou také požadavky na jejich kvalitu, proto pěstitelé požadují lepší kvalitu rozmnožovacího materiálu. V České republice je produkce některého osiva vlivem klimatických podmínek značně omezena, proto je nutné k zajištění legislativních, technických a technologických požadavků vyrábět osiva ve spolupráci se semenářskou firmou. Jejím úkolem je dodávat kvalitní rozmnožovací materiál a zajistit přehledky porostů z pohledu semenářského i fytopatologického, technologii posklizňových úprav, čištění a certifikaci vyrobeného osiva (PRÁŠIL, 2014).

Zatímco v roce 2012 se LAKR pěstovaly na ploše 7 225 ha, v následujících letech 2013 a 2014 se velikost plochy zmenšila na 5 659 ha a 5 566 ha. Nejvíce pěstovanými LAKR v posledních letech byly kmín kořený (*Carum carvi* L.), námel (*Claviceps purpurea* Tul.) a ostropestřec mariánský [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] (PŘIBYLOVÁ, 2014).

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo vypracovat literární rešerši k hodnocení jakosti ostropestřce mariánského. Byly zhodnoceny nažky ostropestřce mariánského odrůdy Silyb, které byly pěstovány na stanovišti společnosti AGRITEC s.r.o. v Šumperku a sklizeny v roce 2013. U těchto nažek bylo provedeno hodnocení následujících znaků: výnos nažek v g.m^{-2} , HTS v g, klíčivost nažek v %, obsah sušiny v %, množství oleje, kyseliny linolové, olejové a palmitové v % a obsah silymarinového komplexu v %. Byl zhodnocen také vliv herbicidů na jednotlivé ukazatele kvality.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Jakost rostlinných produktů

U rostlinných produktů je stále významnějším činitelem řízení jakosti, což je způsobeno stále rostoucími nároky spotřebitelů. Jakost se stává existenční nutností pěstitelských a zpracovatelských podniků a také obchodních řetězců. Požadavky na jakost a zdravotní nezávadnost potravin se mírně liší v legislativě u různých zemí světa, proto se objevují problémy v obchodování s potravinami a také je riziko poklesu jakosti. Vzhledem k propojování trhů s potravinami je důležité dodržovat legislativní požadavky. Je to zejména proto, aby nedocházelo k ohrožení bezpečnosti potravin jejich převážením po celém světě a nezvyšovalo se tak riziko jejich zkázy, šíření patogenů a alergenů (PRUGAR, 2008).

Metody péče o jakost se začaly objevovat nejdříve ve velkých průmyslových podnicích a postupně se jejich používání rozšířilo i v potravinářství a zemědělské výrobě. U zemědělské prvovýroby a zpracování se nejvíce uplatňují v ekologickém zemědělství. Na zlepšování kvality se velmi významně podílí Organizace pro mezinárodní standardizaci ISO (International Standard Organization) a CEN (European Committee for Standardization) vytvářením norem jakosti produktů, norem systémů managementu kvality řady ISO 9000 a dalších. Tyto standardy jsou součástí našich norem ČSN EN ISO. V zemědělské produkci je jakost řízena Organizací pro zemědělství a potravinu (FAO, Food and Agriculture Organization) při OSN, která se stará o jakost potravinových zdrojů. Společná komise FAO/WHO (World Health Organization – Světová zdravotnická organizace) vytváří směrnice správné agrotechnické, zpracovatelské a obchodní praxe, které jsou v souladu s kvalitou, zdravotní nezávadností, ekonomikou, etikou, ekologií a také sociálními vztahy v produkci potravin. Kvalita a bezpečnost potravinových surovin a potravin jsou prioritami pro zajištění zdravotního stavu populace, spotřebitelské důvěry i přístupu k mezinárodnímu obchodu. Zákazníci a spotřebitelé očekávají, že kvalita bude zajištěna v celém potravinovém řetězci (PRUGAR, 2008).

3.1.1 Definice jakosti

Zákon o potravinách definuje jakost jako „soubor charakteristických vlastností jednotlivých druhů, skupin a podskupin potravin a tabákových výrobků, jejichž limity jsou stanoveny tímto zákonem a prováděcí vyhláškou“.

Jakost rostlinných produktů je dána jednotlivými znaky, které mohou obsahovat hlediska funkce (senzorická, nutriční, technologická, hygienická hodnota), hlediska využitelnosti, spolehlivosti (výtěžnost, uchovatelnost), bezpečnosti (zdravotní nezávadnost), životního prostředí (spotřeba energie, vody, likvidace odpadů při výrobě), hospodárnosti, estetiky a také hlediska sociální (péče o pracovní podmínky, zdraví, odměny pracovníků). Jakost rostlinných produktů je ovlivňována a vytvářena již při šlechtění a v osivářství, během pěstování, při posklizňové úpravě a skladování. Jakost může být významně ovlivněna producentem nebo i obchodním řetězcem. U těchto produktů se vyskytují některé specifické znaky, protože jsou to materiály biologického charakteru a jejich jakost je výslednicí mnoha ekofyziologických, často neovlivnitelných faktorů. Jedním z těchto faktorů je biologická variabilita, jejímž vlivem je nemožné dosáhnout stoprocentní jakosti celé produkce. Dalšími jsou variabilita klimatických a půdních podmínek, míra spolehlivosti (schopnost produktu plnit požadovanou funkci), uchovatelnost (počet dní, po které si produkt udrží za daných podmínek svou jakost). U biologických produktů je nutné, aby byla prováděna senzorní analýza kvalifikovanými hodnotiteli a spolehlivými metodami. Aby bylo dosaženo požadované jakosti, musí se dbát i na jakost výrobního prostředí. Produkt by měl být tedy vypěstován z kvalitních osiv, na ideálním stanovišti a zpracován dle pokynů správné technologické praxe (PRUGAR, 2008).

3.2 Hodnocení jakosti LAKR z různých hledisek

Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny (LAKR) vyžadují zvláštní podmínky na pěstování a jejich využití je různorodé. Pěstují se na omezených plochách a mohou mít různou užitkovost. Jsou používány jako zelenina, okrasné rostliny, dále se využívají ve farmacii, potravinářství, kosmetice, likérnictví a také jako biologická ochrana proti chorobám a škůdcům. V současnosti u nás nedochází ke šlechtění léčivých rostlin. Registrační zkoušky se provádějí u materiálů z expedic a následně přemnožené. V zahraničí provádějí šlechtění LAKR zpracovatelé. Producent osiv není zavázaný žádnou normou, podle které by musel deklarovat zachování druhu a u druhů zachovat obsah účinných látek (PRUGAR, 2008).

Jinak je tomu u léčivých rostlin, kde kvalita těchto rostlin zpracovávaných farmaceutickým průmyslem je uvedena v Českém a Evropském lékopisu a Českém farmakologickém kodexu. Zpracovatelé si tak mohou na základě evropských předpisů vytvářet vlastní podnikové normy. Zpracovatelé, kteří mají výrobky registrovány jako léčiva, jsou kontrolováni Státním úřadem pro kontrolu léčiv (SÚKL). Jednotlivé léčivé, aromatické a kořeninové rostliny využívané v potravinářství musí splňovat požadavky potravinářské legislativy. Na to dohlíží Státní zemědělská a potravinářská inspekce (PŘIBYLOVÁ, 2014).

LAKR obsahují mnoho účinných látek, mezi významné patří především produkty tzv. sekundárního metabolismu. Jsou to zejména silice, alkaloidy, glykosidy, hořčiny, pryskyřice a další. Dále jsou v těchto rostlinách obsaženy sacharidy, tuky, kyseliny, aminokyseliny, enzymy, vitamíny, což jsou produkty primárního metabolismu. Jednotlivé složky se vyskytují ve větším množství vždy v určité části rostliny. Kromě prospěšných látek obsahují tyto rostliny i látky, které ve větším množství působí na člověka toxicky. Jedná se o látky přirozeně obsažené v rostlině, vznikající rozkladem jiných látek nebo také interakcemi různých složek. Některé ze škodlivých složek je možné eliminovat nebo snížit jejich obsah pomocí šlechtění, případně agrotechnickými postupy během vegetace, vhodnou dobou sklizně, ošetřením po sklizni a skladováním.

Při hodnocení kvality léčivých a kořeninových rostlin je nutné přihlížet k mikrobiální kontaminaci, protože tyto rostliny mohou být kontaminovány již z prostředí, ve kterém byly pěstovány, a které je vhodné pro rozvoj mikroorganismů.

Navíc kořeninové rostliny jsou k nám často dováženy ze zemí s tropickým a subtropickým podnebím, pro které jsou charakteristické vysoké teploty a vlhkost. Množství vyskytujících se mikroorganismů je závislé na typu sklizených rostlin a dalších faktorech. Za normálních podmínek převažují neškodné mikroorganismy, ale mohou se vyskytovat i klostridie, bacilly, salmonely, listerie, stafylokoky. Také není vyloučena přítomnost plísní, které se ve vlhkých a teplých klimatických podmínkách rychle množí a produkují mykotoxiny. Základním opatřením pro zabránění styku kontaminovaného zboží a spotřebitelem je analytická kontrola, která je však náročná vzhledem k nerovnoměrnému rozptýlení mikrobiální kontaminace (PRUGAR, 2008).

3.2.1 Jakost pro farmaceutické zpracování

Na základě zmocnění § 11 písm. c) zákona č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách a doplnění některých souvisejících zákonů, vydalo Ministerstvo zdravotnictví České republiky Český lékopis 2009, podle kterého se závazně postupuje od 1. června 2009, naposledy doplněného Doplnkem 2014, podle kterého se závazně postupuje od 1. 9. 2014 (PŘIBYLOVÁ, 2014).

Kvalita jednotlivých druhů LAKR, které se zpracovávají ve farmaceutickém průmyslu v České republice, je tedy dána požadavky platného Českého Lékopisu a Doplnků. V lékopisu jsou uvedena všechna léčiva získávaná chemickým postupem a také léčivé drogy. Pod pojmem léčivé drogy jsou označeny usušené části rostlin nebo jejich izolované složky, jako jsou např. silice. V lékopisu je evidováno celkem sto léčivých drog, u kterých se provádí makroskopický a mikroskopický popis, který slouží k prověření totožnosti, tedy k prověření pravosti druhu. Dále je prováděna zkouška čistoty, ztráta sušením, celkový popel, stanovení obsahu účinných látek. Aby u léčivých drog bylo zajištěno uchování obsahových látek, je důležité dbát na správné postupy při sklizni, sušení a skladování (PRUGAR, 2008).

Léčivé přípravky a návykové látky musí splňovat požadavky zákona č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů (PŘIBYLOVÁ, 2014).

Příbylová, 2014 uvádí některé prováděcí předpisy, které souvisí s jakostí LAKR:

- vyhláška č. 221/2013, kterou se stanovují podmínky pro předepisování, přípravu, výdej a používání individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití,
- vyhláška č. 229/2008 Sb., o výrobě a distribuci léčiv,
- vyhláška č. 228/2008 Sb., o registraci léčivých přípravků, ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláška č. 86/2008 Sb., o stanovení zásad správné laboratorní praxe v oblasti léčiv,
- vyhláška č.85/2008 Sb., o stanovení seznamu léčivých látek a pomocných látek, které lze použít pro přípravu léčivých přípravků,
- vyhláška č. 54/2008 Sb., o způsobu předepisování léčivých přípravků, údajích uváděných na lékařském předpisu a o pravidlech používání lékařských předpisů, ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláška č. 84/2008 Sb., o správné lékařské praxi, bližších podmínkách zacházení s léčivy v lékárnách, zdravotnických zařízeních a u dalších provozovatelů a zařízení vydávajících léčivé přípravky.
- vyhláška č. 344/2008 Sb., o používání, předepisování a výdeji léčivých přípravků při poskytování veterinární péče, ve znění pozdějších předpisů (PŘIBYLOVÁ, 2014).

3.2.2 Jakost LAKR pro potravinářské zpracování

Kvalita v potravinářském průmyslu je dána vyhláškou č. 331/1997 Sb. ve znění vyhlášky č. 419/2000 Sb. zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích po úpravě zákonem č. 316/2004 Sb. Z hlediska zákona je pro tuto skupinu plodin důležitým aspektem kontrola kvality a redukce kontaminací. V současné době je kontaminaci zabraňováno pomocí moderních zařízení, jako jsou např. sušičky

s automatickým oběhem vzduchu, mechanické a parní čističky, hygienické skladování zamezující vniknutí škůdců. Během produkce a zpracování LAKR jsou používány zásady Správné zemědělské praxe – SZP, Správné surovinové praxe – SSP, Správné výrobní praxe – SVP a Správné laboratorní praxe – SLP (PRUGAR, 2008).

3.3 Jakost léčivých rostlin

Jakost léčivých rostlin má svá specifika. Nový léčivý přípravek zhotovený z léčivých rostlin může být registrován až po prokázání zákonem stanovené kvality, účinnosti a nezávadnosti farmaka. Výrobce musí splnit požadavky na kvalitu uvedené v příslušných předpisech a proces výroby, metody kontroly kvality a výsledky zkoušek kvality musí být zdokumentovány. Jednotlivé požadavky na kvalitu jsou uvedeny v lékopisu (GRÜNWALD, JÄNICKE, 2008).

3.3.1 Co je to lékopis

Lékopis je sbírka monografií, ve které jsou uvedeny požadavky na kvalitu, kontrolu, skladování a označování léčivých přípravků a jejich výchozích látek. V Německu je platný jednak německý, tak i evropský lékopis, který je vydáván v němčině. Německý lékopis (DAB) obsahuje jen takové národní předpisy, které z části odpovídají evropským předpisům.

V České republice je nutné řídit se předpisy uvedenými v Českém lékopisu (ČL), což je základní farmaceutické dílo normativního charakteru. Hlavní funkcí lékopisu je zajistit bezpečnost, účinnost a kvalitu léčiv. Český lékopis připravuje Lékopisná komise a vydává ho Ministerstvo zdravotnictví. V současném Českém lékopisu jsou obsaženy články z Evropského lékopisu, dále tzv. národní články, které se týkají specifických českých záležitostí. Součástí jsou také směrnice pro kontrolu léků, které v sobě zahrnují předpisy stanovující konkrétní testy léčiv při jejich zpracování. Provádí se jednak zkoušky drogy, tak i hotového léčiva, u kterého se ověřují fyzikální a chemické vlastnosti. Jednotlivé testy jsou prováděny tak, aby byla cesta od léčivé rostliny

až po hotový lék zcela transparentní. Důležité je zajistit stabilitu účinných látek po určité době, proto se provádějí zkoušky stability (GRÜNWALD, JÄNICKE, 2008).

3.3.2 Členění lékopisu

Lékopis je rozdělen do 3 částí:

- **obecná část** – analytické a kontrolní metody
- **tabulky** – určené zejména pro lékařskou praxi
- **speciální část** – články k jednotlivým léčivým a pomocným látkám, lékovým formám a léčivým přípravkům

Články ve speciální části mají latinské názvy, které jsou u léčivých látek mezinárodními nechráněnými názvy. Dále jsou tam uvedeny názvy v češtině, angličtině a u chemických látek chemické vzorce, systematické názvy, fyzikálněchemické vlastnosti (vzhled, skupenství, teplota tání apod.). Uvedeny jsou také zkoušky totožnosti, čistoty a metody stanovení obsahu (PORTYCH, 2009).

3.3.3 Léčivé rostliny ve farmacii

Léčivé rostliny nacházejí využití v různých terapeutických systémech, které se od sebe odlišují teoretickými základy, terapeutickým konceptem, způsobem přípravy a kvalitou léčebných prostředků. V současné době mezi hlavní terapeutický směr v lékařském využití rostlin patří moderní fytoterapie. Avšak roste zájem také o alternativní léčebné metody, které vycházejí z jiných myšlenkových proudů nebo kultur (GRÜNWALD, JÄNICKE, 2008).

Princip fytoterapie je založen na používání účinných látek, které jsou získávány z různých částí léčivých rostlin. Určení konkrétní choroby je prováděno na základě posouzení zdravotních obtíží, celkového tělesného vyšetření, případně specializovaných vyšetření (testy krve). Léčebné prostředky slouží k odstranění příčin choroby, ale také k tišení průvodních symptomů, nejčastěji bolestí. Fytofarmaka jsou posuzována

totožnými principy jako syntetická léčiva, proto u nich musí být prokázány farmakologické i klinické účinky a bezpečnost užívání musí být podepřena toxikologickým rozbohem (GRÜNWARD, JÄNICKE, 2008).

Mezi významné alternativní léčebné metody je řazena např. homeopatie, u které jsou pro léčbu nemoci používány léčebné prostředky vyvolávající v organismu totožné symptomy, které se vyskytují u člověka trpícího právě touto nemocí. Při podávání nízkých dávek je v organismu vyvolána obranná reakce, kterou se tělo na základě principu podobnosti proti nemoci brání. Je velmi důležité přesně stanovit symptomy, aby byl vybrán správný léčebný prostředek, při jehož vhodném podávání tato terapie nevyvolává nežádoucí vedlejší účinky. Výroba léků je založena na Hahnemannových metodách, které jsou sepsány v Německém homeopatickém lékopisu (HAB). Základním materiálem pro výrobu jsou rostliny, živočišné materiály a minerály, z nichž se alkoholem nebo destilovanou vodou extrahuje základní matečná tinktura, která je následně naředěna alkoholem, vodou nebo laktózou (GRÜNWARD, JÄNICKE, 2008).

Další léčebnou metodou je aromaterapie, která se stala samostatnou disciplínou v období druhé světové války. Během terapie se využívají éterické oleje a vonné látky, které mají pozitivní vliv na látkovou výměnu organismu a harmonizují duševní stav. Každá látka a vůně vyvolává jiný účinek (zklidňuje, povzbuzuje), protože záleží na osobních oblích a averzích (GRÜNWARD, JÄNICKE, 2008).

3.3.4 Léčivé rostliny v potravinářství

Léčivé rostliny, které se nevyužívají jako léčivé přípravky, se mohou v zemích EU distribuovat jako potraviny, ale musí splňovat požadavky uvedené v Zákonu o potravinách č. 110/1997 (MITÁČEK, 2011). Aby mohlo být posouzeno, zda se jedná o potravinu nebo léčivý přípravek, musí být zhodnoceny farmakologické účinky, dávkování a forma užívání.

U některých preparátů však nelze jednoznačně určit, zda patří mezi léčiva nebo potraviny. Je tomu tak např. u doplňků stravy nebo funkčních potravin, které mají sice formu léčivého přípravku, ale jsou posuzovány podle potravinářského zákona. Hlavním

důvodem je především propagace léčivých účinků na zdraví, místo propagování dané potraviny. Další obtížně klasifikovatelnou skupinou je koření (zázvor, kurkuma), které může být zařazeno k léčivým rostlinám i k potravinovým doplňkům (GRÜNWALD, JÄNICKE, 2008).

3.4 Současný stav pěstování LAKR

3.4.1 Pěstování na světovém a Evropském trhu

Podle odhadu existuje na světě 422 000 rostlinných druhů. Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny představují velmi různorodou a rozsáhlou skupinu, která je charakteristická širokým spektrem druhového zastoupení (PŘIBYLOVÁ, 2014). V léčitelství se celosvětově využívá přes 50 000 léčivých rostlinných druhů. Obchoduje se asi s 2 500 druhy LAKR, které pocházejí především z asijského (Čína, Indie, Thajsko a Vietnam) a amerického centra (USA). V EU se používá asi 2 000 druhů léčivých, aromatických a kořeninových rostlin, nejvíce v Německu – 1 500 druhů, ve Francii – 900 druhů, v České republice – 300 druhů a v Maďarsku – 270 druhů. Z uvedených údajů vyplývá, že s léčivými, aromatickými a kořeninovými rostlinami se obchoduje zejména na evropském, americkém a asijském trhu. Z nich nejvýznamnějším importním místem je Evropa. Ze zemí mají velké uplatnění hlavně Čína, USA, Německo a Indie, které spolu s Kanadou patří mezi hlavní vývozce LAKR. Mezi dovozce řadíme USA, Čínu, Německo, Japonsko a Francii (BUCHTOVÁ, TOŠOVSKÁ, 2012).

3.4.2 Ekologická produkce LAKR v ČR

V současné době se zvyšuje množství pěstitelů, kteří obhospodařují svou půdu podle požadavků ekologického zemědělství. V České republice je téměř 11,5 % zemědělské půdy využíváno pro ekologické zemědělství. Také LAKR mají svůj podíl v ekologickém zemědělství. Počet ekofarem, zabývajících se mj. pěstováním LAKR, vzrostl z 35 farem v roce 2009 na 47 farem v roce 2011. V roce 2011 dosahovaly

plochy ekologicky pěstovaných LAKR 1 449 ha a výnos činil 0,66 t/ha. V následujících letech 2012 a 2013 se velikost plochy zvýšila na 1 582 ha a 1 858 ha, výnos dosahoval 0,56 t.ha⁻¹ a 0,57 t.ha⁻¹. Na domácím trhu se spotřebuje pouze kolem 2 % produkce, většina je exportována. Mezi nejvíce pěstované LAKR patří zejména kmín kořený, koriandr setý, heřmánek lékařský, meduňka lékařská, máta peprná, saturejka zahradní, anýz vonný, levandule lékařská a ze zeleniny je to např. čerstvá nat' kopru, máty, koriandru setého a podobně (PŘIBYLOVÁ, 2014).

Tabulka 1: Ekologická produkce LAKR v ČR

Rok	Počet ekofarem	Výměra zemědělské půdy v EZ (ha)	Počet farem pěstujících LAKR v EZ	Výměra pěstování LAKR v EZ (ha)	Produkce LAKR v EZ (t)	Výnos LAKR v EZ (t.ha ⁻¹)
2009	1 355	295 151	35	252	91	0,36
2010	3 494	442 869	42	499	271	0,54
2011	3 920	482 927	47	1 449	538	0,66
2012	3 934	488 658	68	1 582	891	0,56
2013	4 060	493 394	80	1 858	950	0,57

Pramen: KEZ o.p.s., šetření ÚZEI

Kromě uvedených pěstovaných LAKR se ekologickým způsobem pěstuje také ostropestřec mariánský. V tabulce jsou uvedeny farmy, které se tímto způsobem zemědělství zabývají a také produkce.

Tabulka 2: Ekologická produkce ostropestřce mariánského v ČR

Farma (okres)	Farma (kraj)	Ostropestřec v PO 2013	Ostropestřec v EZ 2013	Produkce celkem 2013	Bioprodukce celkem 2013	Průměrný výnos 2013
Znojmo	Jiho-moravský	16,73	68,06	84,79	0	0
Plzeň	Plzeňský	0	60	60	60	1
Tachov	Plzeňský	0	35,02	35,02	30	0,857
Rychnov n. Kněžnou	Králové-hradecký	0	33,47	33,47	6	0,179
Prachatice	Jihočeský	0	34	34	20	0,589
Karlovy	Karlovarský	3	62,24	65,24	25	0,402

Vary	ký					
Třebíč	Vysočina	0	107,97	107,97	6	0,056
Náchod	Králové- hradecký	2,87	15,85	18,72	0	0
Tábor	Jihočeský	0	17,35	17,35	10	0,576
Tachov	Plzeňský	0	16,79	16,79	30	1,787
Děčín	Ústecký	0	202,68	202,68	70	0,345
Děčín	Ústecký	0	0,7	0,7	1	1,429
Hodonín	Jiho- moravský	0	23,93	23,93	20	0,836
Česká Lípa	Liberecký	0	21,09	21,09	20	0,948
Klatovy	Plzeňský	0	0,1	0,1	0,1	1
Znojmo	Jiho- moravský	110,29		110,29	0	0

PO = plocha v přechodném období

EZ = plocha v ekologickém režimu

3.4.3 Produkce LAKR v ČR

V roce 2011 byly LAKR pěstovány na 8 588 ha, produkce činila 7 016 t a výnos byl $0,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, což poukazuje na nárůst ploch o 9 % proti roku 2010. V roce 2012 rozměr těchto ploch naopak poklesl o 6 % na 7 225 ha (BUCHTOVÁ, TOŠOVSKÁ, 2012). V roce 2013 velikost ploch, na kterých se pěstovaly LAKR, poklesla o 21 % na 5 659 ha s produkcí 3 775 t a výnosem $0,67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Plochy poklesly i v roce 2014, LAKR se tedy pěstovaly pouze na ploše o velikosti 5 566 ha (PŘIBYLOVÁ, 2014).

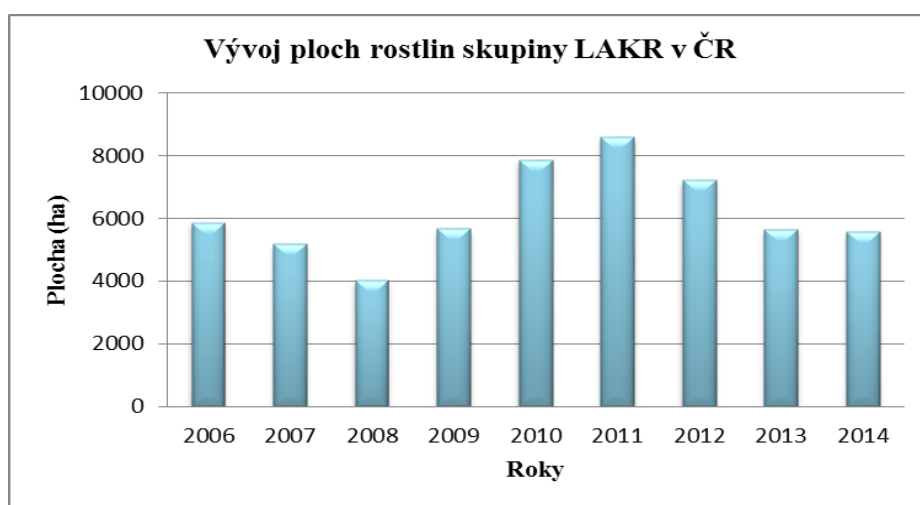
Z pozorování pěstebních ploch v jednotlivých letech je patrné, že plochy do roku 2008 klesaly, následně do roku 2011 rostly a nyní velikost ploch opět klesá. Rozsah pěstování LAKR se neustále mění vlivem nestabilní situace jejich odbytu. Počet zpracovatelů a poptávka po LAKR se zvyšují, ale nevýhodou je nedostatek pěstitelů. To je způsobeno zejména ekonomickou i odbornou náročností pěstování LAKR, ale také stagnací výkupních cen (BUCHTOVÁ, TOŠOVSKÁ, 2012). I přes uvedené nevýhody si tuzemské LAKR udržují svou pozici, a to hlavně svou kvalitou (vysokým obsahem účinných látek a nízkým obsahem nežádoucích příměsí a mikrobiálního

znečištění). Kvalita je rozhodující a nejdůležitější vlastnost při zpracování LAKR do konečného výrobku (PŘIBYLOVÁ, 2014).

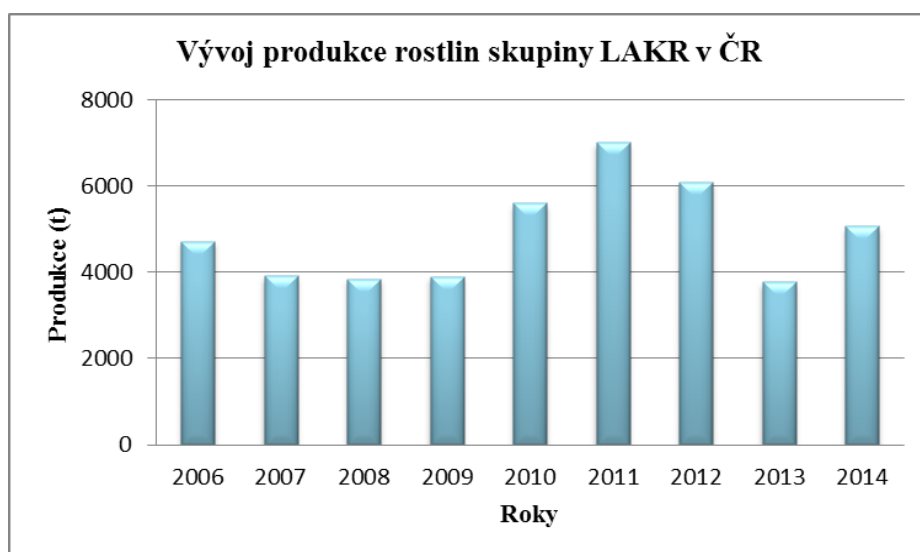
Tabulka 3: Vývoj ploch a produkce rostlin skupiny LAKR v ČR

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Plocha (ha)	5 858	5 184	4 015	5 674	7 864	8 588	7 225	5 659	5 566
Produkce (t)	4 727	3 925	3 847	3 900	5 605	7 016	6 098	3 775	5 066
Výnos (t.ha⁻¹)	0,81	0,76	0,96	0,69	0,71	0,82	0,86	0,67	0,91

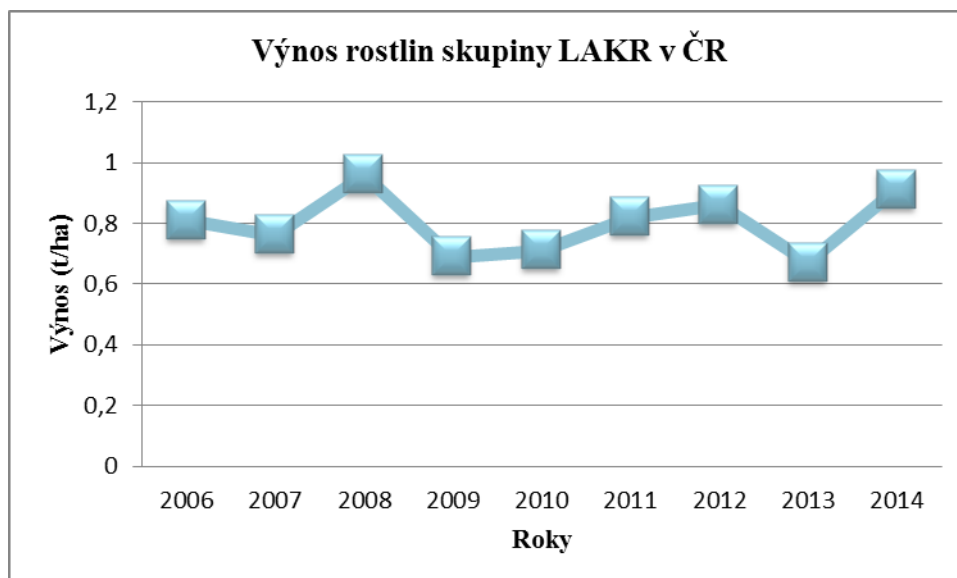
Pramen: ČSÚ



Obrázek 1: Vývoj ploch rostlin skupiny LAKR v ČR



Obrázek 2: Vývoj produkce rostlin skupiny LAKR v ČR



Obrázek 3: Výnos rostlin skupiny LAKR v ČR

Plocha léčivých rostlin pěstovaných v roce 2011 byla 4 063 ha, produkce byla 3 381 t a výnos $0,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, v roce 2012 pěstební plocha narostla na velikost 4 177 ha. V následujících letech 2013 a 2014 velikost pěstebních ploch klesla na 3 397 ha a 3 310 ha (PŘIBYLOVÁ, 2014). Podle poznatků sdružení PELERO zaujímá největší podíl na produkci ostropestřec mariánský, který se zásadním způsobem podílí na zvyšování celkových pěstebních ploch léčivých rostlin (BUCHTOVÁ, TOŠOVSKÁ, 2012).

Tabulka 4: Vývoj ploch produkce léčivých rostlin v ČR

Rok	Sklizňová plocha (ha)	Produkce (t)	Výnos ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)
2004	5 595	5 257	0,94
2005	3 211	4 421	1,38
2006	2 429	1 963	0,81
2007	2 369	1 892	0,80
2008	2 400	2 356	0,98
2009	3 539	2 387	0,67
2010	3 977	2 915	0,73
2011	4 063	3 381	0,83
2012	4 177	3 179	0,76
2013	3 397	2 309	0,68
2014	3 310	2 894	0,87

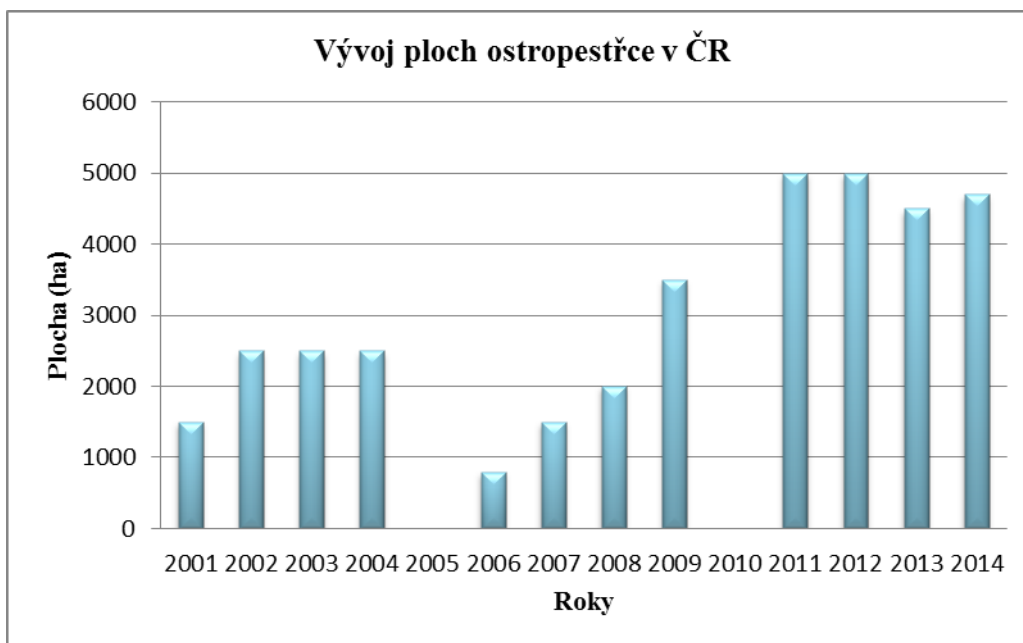
Pramen: ČSÚ, rok 2012 = osevňovací plochy

V posledních letech se významně zvyšuje zájem ze strany tuzemských i zahraničních zpracovatelů, zejména z farmaceutického průmyslu, o ostropestřec mariánský. Izolují se z něj účinné látky, které se získávají z pokrutin po vylisování nažek. Vedlejším produktem je olej, který je využíván hlavně v kosmetickém průmyslu. Nažky se zpracovávají i v krmivářském průmyslu a slouží k výživě především hospodářských zvířat. Velkým rizikem je dostupnost kvalitního osiva známého a jasného původu. V letech 2011 a 2012 byl ostropestřec pěstován na ploše asi 5 000 ha (BUCHTOVÁ, TOŠOVSKÁ, 2012). V letech následujících na ploše o velikosti 4 500 ha. Odhadnout přesnou rozlohu pěstování je problematické, protože pěstitelé plochy vykazují v rámci různých druhů plodin. Ostropestřec je většinou pěstovaný na zakázku od zpracovatele, který dodává pěstiteli i osivo, u kterého je zaručena kvalita (PŘIBYLOVÁ, 2014).

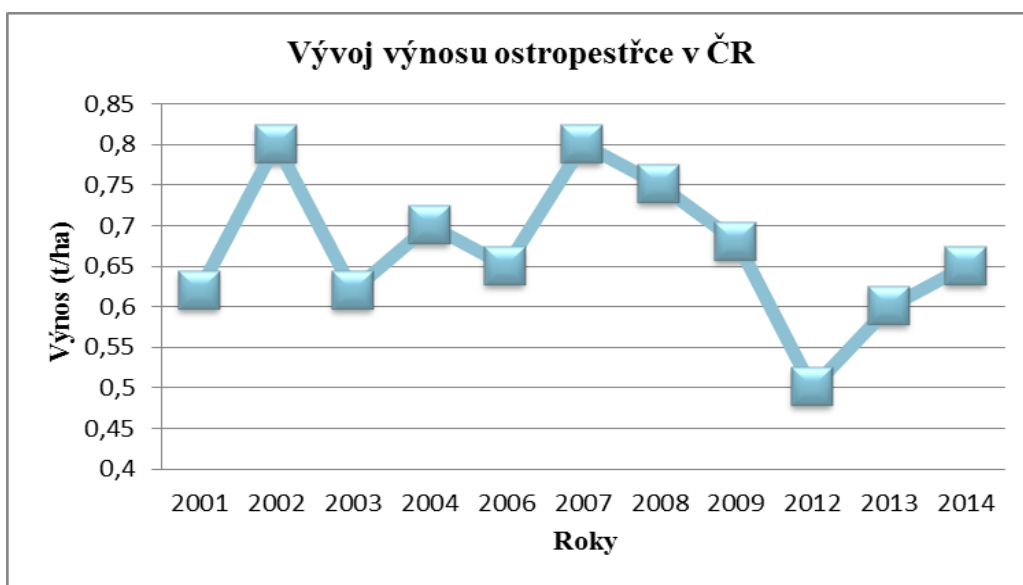
Tabulka 5: Přehled o pěstování ostropestřce v ČR

Roky	Ostropestřec mariánský	
	Plocha v ha	Výnos v t.ha ⁻¹
2001	1 500	0,62
2002	2 500	0,80
2003	2 500	0,62
2004	2 500	0,70
2005	nevedeno	nevedeno
2006	800	0,65
2007	1 500	0,80
2008	2 000	0,75
2009	3 500	0,68
2010	nevedeno	nevedeno
2011	5 000	nevedeno
2012	5 000	0,5
2013	4 500	0,6
2014	4 700	0,65

Pramen: ČSÚ, GŘC, odhad PELERO CZ o. s., Český mák, Český kmín



Obrázek 4: Vývoj ploch ostropestřce mariánského v ČR



Obrázek 5: Vývoj výnosu ostropestřce mariánského v ČR

3.5 Ostropestřec mariánský

Je jednou z nejpěstovanějších a nejvyužívanějších léčivých rostlin, která je uvedena v Evropském lékopisu, ale i dalších lékopisech z celého světa. Tuto rostlinu je možné pojmenovat i jinými různými lidovými názvy, jako např. bodlák ostrý, bodlák pestrý, bodlák mariánský, bodlák Marie, bejlí panny Marie, ostropes, podstřel, volčec nebo kotlačka (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004). Také v různých zemích je tato rostlina pojmenována místními jazyky, např. slovensky: Pestrec mariánský, anglicky: Milk Thistle, německy: Gemeine Mariendistel, francouzsky: Chardon marie, španělsky: Cardo mariano, italsky: Cardo mariano, polsky: Ostropest plamisty, maďarsky: Máriatővis, rusky: Расторопша пятнистая. (KRESÁNEK st., KRESÁNEK ml., 2008).

3.5.1 Botanická a biologická charakteristika

Ostropestřec mariánský [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] se zařazuje do skupiny složnokvětých rostlin. Jedná se o jednoletou rostlinu, která patří do čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*) a podčeledi hvězdnicové (*Asteroideae*) (GRÜNWARD, JÄNICKE, 2008).

Ostropestřec je statná rostlina dorůstající do výšky jednoho až dvou metrů (MOUDRÝ a kol., 2011). Kořen je kulový, tmavě hnědé barvy s béžově zbarvenými postranními kořeny s bílou dužinou (BREMNESSOVÁ, 1995). Lodyha je přímá, v horní polovině řídce větvená, zaobleně hranatá, plná, s bílou dřevinou, olýsalá, hustě mělce žebernatá, žebra bělavá. Listy přízemní listové růžice jsou tvarem i barvou podobné lodyžním, až 40 cm dlouhé, s rozšířenou, hluboce žlábkovitou střední žilkou. Lodyžní listy jsou střídavé, dolní přisedlé, horní poloobjímavé v obrysu obvejčité až kopinaté s okrajem nepravidelně ostnitým (ostny až 8 mm dlouhé), chrupavčité, žilky na líci lemovány bílými skvrnami, povrch listů lesklý. Úbory jednotlivé, vzpřímené, dlouze stopkaté, široce kuželovité, 3 – 7 cm široké, zákrov na bázi vmáčklý, vnější zákrovní listeny okrouhle obvejčité, k bázi zúžené, s okrajem nepravidelně ostnitě zubatým, střední a vnitřní dvoudílné, v dolní části vejčité až kopinaté, těsně k sobě přitisklé, v horní části trojúhelníkovité, vlnaté, od úboru odstálé, na okrajích a na vrcholu dlouze ostnitě, ostny až 7 mm dlouhé, slámově žluté (SLAVÍK,

ŠTĚPÁNKOVÁ, 2004). Květní poupata mají vejcovitý tvar a jsou dlouhá přibližně 50 mm (MOUDRÝ a kol., 2011). Květy jsou asi 3,5 – 4,0 cm velké s dlouhou bílou korunní trubkou, která je v horní třetině baňkovitě rozšířena. Barva květů je červená až světle fialová. Květy můžeme vidět v období od června do září. Plodem ostropestřce je nažka, která je dlouhá asi 7 – 8 mm, široká 3,0 – 5,4 mm. Tvar nažky je asymetricky smáčkle kuželovitý, barva světle kávově hnědá s mnoha čárkovitými tmavohnědými skvrnami, povrch je lesklý, na vrcholu s úzkým slámově žlutým lemem. Chmýr snadno opadavý, s vnějšími paprsky s délkou 12 – 18 mm, pérovitými a vnitřními paprsky mnohem kratšími asi o délce 1 mm, hladkými (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ, 2004).

Ostropestřec mariánský je bylina hmyzosnubná a cizosprašná a ve své genetické výbavě obsahuje 2 n = 34 chromozomů (DOSTÁL, 1989). Naopak UHER 2009 tvrdí, že se jedná o rostlinu převážně samosprašnou s nejistým podílem cizosprašnosti, kterou zajišťuje hmyz. Opylovací poměry nejsou z literatury známy (UHER, 2009).

Ostropestřec mariánský má původ na Kanárských ostrovech, odkud se postupně rozšířil přes Středozeří do Malé a Přední Asie. Poté byl zavlečen na všechny kontinenty (NEUGEBAUEROVÁ, 2006). V mnoha oblastech Severní a Jižní Ameriky, Afriky, Austrálie a na Středním východě roste ostropestřec mariánský jako plevel. Vyskytuje se na zahradách, v květinových záhonech a dokonce i v záhonech se zeleninou, což je pro pěstitele těchto rostlin nevýhodné. Ostropestřec brání správnému růstu zmíněných rostlin tím, že jim stíní a bere vodu a živiny (MUHAMMAD AZIM KHAN a kol., 2009). Ve Středozeří je, vzhledem k jeho ostnatým listům, často vysazován jako ochranný plot kolem malých zelinářských políček, aby byla chráněna proti spásání kozami (JANČA, ZENTRICH, 1995). V České republice se začal pěstovat začátkem 70. let na Pardubicku (MOUDRÝ, 2004). V současné době je pěstován za účelem určitého využití (potravinářství, krmivářství, farmacie aj.), ale můžeme ho vidět i jako planě rostoucí bodlák. Roste na zahradách, rumišťích, okrajích polí a dalších místech do nadmořské výšky maximálně 700 m n. m. (NEUGEBAUEROVÁ, 2006).

Ostropestřec mariánský je středně náročný na teplé klima. Je úspěšně pěstován na různých typech půd, od písčitých až po hodně jílovité (KARKANIS a kol., 2011). Půdy však musí poskytovat dostatečné množství humusu a živin. Aby bylo dosaženo jeho dobrého růstu, je důležitý dostatek světla a vláhy. Pěstování ostropestřce není vhodné na zamokřených, utužených a kyselých půdách. Stejně tak ani vysušené jižní

svahy nejsou dobrým místem pro jeho pěstování (NEUGEBAUEROVÁ, 2006). Jako předplodiny je vhodné použít luskoviny nebo okopaniny (MIKEŠOVÁ, LUTOVSKÁ, 2004). Ostropestřec mariánský má dobré odplevelovací schopnosti díky svému rychlému růstu a velké listové pokryvnosti (NEUGEBAUEROVÁ, 2006). Obecně je ostropestřec vhodný do bramborářské nebo řepařské výrobní oblasti (MOUDRÝ, 2004).

3.5.2 Odrůdy ostropestřce mariánského

V České republice jsou zaregistrovány dvě odrůdy – Silyb a Mirel. Odrůda Silyb byla přihlášena do registračních zkoušek v roce 1986 a zaregistrována je od roku 1988. Držitelem registrace a držitelem práv je Teva Czech Industries s.r.o., CZ. Silyb je i právně chráněná odrůda, k této ochraně byla přihlášena v roce 1991 (KOCOURKOVÁ a kol., 2014). Tato odrůda je určena pro zpracování ve farmaceutickém průmyslu jako nová plodina s obsahem silydianinu a silybininu, který je považován za nositele terapeutických účinků drogy (RŮŽIČKOVÁ, FOJTOVÁ, SOUČKOVÁ, 2011). Odrůda Mirel je pouze právně chráněnou odrůdou od roku 2010 a držitelem práv je Moravol, spol. s.r.o. CZ. Tato odrůda byla přihlášena k právní ochraně jako nová odrůda ostropestřce s významným obsahem mastného oleje a specifickým spektrem mastných kyselin. Osivo těchto odrůd není volně dostupné na trhu. Zájem o pěstování ostropestřce se neustále zvyšuje, proto se v současné době šlechtí další odrůdy ostropestřce s konkrétním obsahem požadovaných látek (KOCOURKOVÁ a kol., 2014).

3.5.3 Složení názek ostropestřce mariánského

Vzhledem k klíčivým účinkům ostropestřce mariánského se zvyšuje jeho význam ve farmaceutickém průmyslu. Jeho nejvýznamnější složkou je silymarin, což je komplex složený ze tří významných látek – silybininu, silydianinu a silychristinu, které byly nalezeny v plodech, semenech a také listech ostropestřce mariánského (PISCITELLI a kol., 2012). Tyto účinné látky byly izolovány ze semen německými vědci v roce 1968 (CASTLEMAN, 2004). Silymarin se řadí mezi flavonolignany, které

mají antihepatotoxický účinek, což znamená, že ani po delší době užívání nepůsobí toxicky a nebyly pozorovány ani nepříjemné vedlejší účinky (KRESÁNEK, 1988).

Samostatný silybinin byl z uvedeného komplexu izolovaný jako první již v roce 1959. Jedná se o směs dvou diastereoizomerů silybininu A a silybininu B, které jsou obsaženy přibližně ve stejném molárním poměru (BIEDERMANN a kol., 2014). Silybinin je hlavní účinnou složkou a tvoří 50 až 70 % silymarinu (ABENAVOLI a kol., 2010). Nevýhodou však je jeho omezená rozpustnost a malá biologická aktivita. Tyto nedostatky vedly k různým výzkumům, které měly zlepšit rozpustnost a biologickou aktivitu. Tyto vlastnosti byly zlepšeny po smíchání silybininu s lecitinem, nebo po vytvoření silybininového glykosidu (BIEDERMANN a kol., 2014).

Hlavní využívanou částí této rostliny jsou nažky, které obsahují 26 – 28 % bílkovin a 25 – 35 % jedlého oleje (ZELENÝ, 2004). Olej obsahuje 55 – 72 % kyseliny linolové, 15 – 20 % kyseliny olejové a 8 – 14 % nasycených mastných kyselin (0,23 % α – linolenové, 3,45 % arachidonové, 5,28 % stearové, 8,47 % palmitové a 2,67 % behenové) (SOUČKOVÁ, 2009). Ostropestřec je také zdrojem tokoferolu, neboli vitamínu E v množství 500 – 800 mg.kg⁻¹ (ZELENÝ, 2004).

3.5.4 Léčivé účinky nažek ostropestřce mariánského

Ostropestřec mariánský je léčivá bylina, která je v současné době v České republice nejvíce pěstována. Její obliba začala již v 16. století, kdy byla využívána hlavně pro léčení poruch funkce jater a žlučníku. Využívanou částí jsou zejména nažky, které se zpracovávají ve farmaceutickém průmyslu (KOCOURKOVÁ a kol., 2014).

Nažky se lisují a izoluje se z nich směs flavonolignanů, tzv. silymarinový komplex, jehož hlavním úkolem je vázat se na receptory na membránách jaterních buněk a tím znesnadňovat pronikání jedů, např. alkoholu, léků, toxických látek z potravin a životního prostředí, do buněk jaterní tkáně. Zároveň je přitom stimulována regenerační schopnost jaterních buněk (GRÜNWALD, JÄNICKE, 2008). Velice významný je také antioxidační účinek této byliny, díky kterému jsou jaterní buňky chráněny před chemickými procesy způsobujícími poškození buněk. Neméně důležitou funkcí je ochrana imunitního systému (CASTLEMAN, 2004). Ostropestřec mariánský

se využívá při léčení virové hepatitidy a cirhózy (BÜHRINGOVÁ, 2010). Ale zlepšuje také funkce žlučníku, stimuluje produkci žluče, zmírňuje zažívací potíže spojené s nadýmáním a pocitem plnosti, působí proti žlučovým kamenům, horečce, při depresích (VERMEULEN, 2001). Také redukuje oxidaci tuků, snižuje potřebu endogenního inzulínu, zvyšuje senzitivitu inzulinových receptorů, tlumí jaterní syntézu cholesterolu, redukuje hladinu tuku v krvi a napomáhá při migrénách a závratích (KOCOURKOVÁ a kol., 2014). Posiluje organismus, léčí různé druhy alergie (např. kopřivku, sennou rýmu), pomáhá při astmatických záchvatech a odstraňuje cestovní nevolnost (DUGAS, 2004). Kořen ostropestřce se v lidovém léčitelství užíval ke zvýšení laktace a jako močopudný prostředek. Mladé listy pak jako salátová zelenina (KOCOURKOVÁ a kol., 2014).

Užívání produktů z plodů ostropestřce se doporučuje při jaterních poruchách a při zánětlivých chorobách jater a cirhóze. Existuje více možností využití, např. hotové preparáty (dražé, kapsle, tablety), čaj nebo volné plody (GRÜNWARD, JÄNICKE, 2008). Nejčastěji jsou používány hotové preparáty, které bývají standardizované na určitý obsah silymarinu. Získávají se extrakcí pokrutin v organických rozpouštědlech (aceton, ethanol). Doporučená dávka za den je 200 – 400 mg silymarinu. Vzhledem k tomu, že silymarin není rozpustný ve vodě, je používání čajů pro léčbu jater nevhodné (KOCOURKOVÁ a kol., 2014). Naopak při zažívacích potížích a špatných funkcích žlučníku se doporučuje připravit si čaj z 1 – 2 čajových lžiček rozmělněných plodů, které se přelijí 150 ml horké vody a nechají se 10 až 15 minut stát. Následně je vhodné nápoj přecedit. Čaj se pije 3 až 4 krát denně asi půl hodiny před jídlem. Pro zlepšení chuti čaje do něho mohou být přidány listy máty peprné (HENSEL, 2009).

3.5.5 Zpracování a využití nažek ostropestřce mariánského

Hlavním zpracovatelem nažek ostropestřce mariánského je firma IREL, spol. s r.o., která byla založená v roce 1994 jako soukromá česká společnost. Tato firma je významným výrobním partnerem mezinárodních farmaceutických společností. Výroba je zaměřena především na předextrakční úpravu léčivých drog, a to zejména ostropestřce mariánského. Díky této úpravě jsou získané finální extrakty léčivých

substancí velice kvalitní. Společnost se zaměřuje na výrobu potravinových doplňků, krmných doplňků, kosmetiky. Od roku 2008 také zahájila výrobu extraktů a tinktur léčivých substancí. Tato výroba byla schválena Státním ústavem pro kontrolu léčiv (SÚKL). Veškerá výrobní zařízení, organizace výroby, výrobní operace a postupy, kontrolní a kontraktační závazky společnosti IREL, spol. s.r.o. jsou v plném souladu se zásadami Správné Výrobní Praxe a Správné Zemědělské Praxe (www.irel.eu).

Sylimarinový komplex slouží k výrobě léčiv a také doplňků stravy. Olej obsahuje velké množství kyseliny linolové a fytoosteroly, složením se tedy podobá oleji slunečnicovému, saflorovému a makovému. Vyznačuje se změkčujícími účinky, dobrou roztíratelností a díky tomu poskytuje pokožce potřebnou hydrataci. Olej je vhodný pro výrobu léčebné kosmetiky, doplňků stravy a kosmetiky pro děti (KOCOURKOVÁ a kol., 2014). Také je možnost ho využít v chemii biopaliv nebo nátěrových hmot. Olej i pokrutiny slouží k výrobě krmných doplňků pro hospodářská, sportovní, chovná a domácí zvířata (FADHIL a kol., 2012).

Potravinové doplňky

Na trhu je k dostání BIO granulovaný plod z ostropestřce mariánského, který je přírodním produktem z kontrolovaného ekologického zemědělství. Tento produkt obsahuje velké množství flavonolignanů v nekrystalické podobě a díky tomu urychluje regeneraci jaterních buněk a chrání je před poškozením toxickými látkami. Další výhodou je vysoký obsah nenasycených tuků a také vitamínu E, který napomáhá ochraňovat buňky před oxidativním stresem. Množství přirozeně se vyskytujících cukrů a nasycených tuků je nízké, a proto tento výrobek příznivě ovlivňuje funkci metabolismu. Snížená konzumace nasycených tuků napomáhá udržování normální hladiny cholesterolu (www.irel.eu).

Dalším produktem je panenský olej z ostropestřce mariánského, představující významný zdroj kyseliny linolové, kterou si lidský organismus nedokáže sám vyrobit. Tato kyselina je zařazena mezi esenciální mastné kyseliny, tedy nezbytné, proto ji musíme přijímat v pravidelných dávkách v potravě. Další významnou složkou tohoto oleje je vitamín E a fytoosteroly. Kombinace látek v oleji přispívá k celkové regeneraci organismu, posiluje jeho základní funkce a je zdrojem surovin, ze kterých si náš

organismus vytváří potřebné biologicky aktivní látky. Ostropestřcový olej vykazuje celou řadu příznivých účinků, podílí se na regulaci zánětlivých pochodů, ovlivňuje srdeční a mozkovou činnost, zvyšuje obranyschopnost (imunitu), antioxidační účinky. Užívání oleje je vhodné při onemocnění např. diabetes mellitus (cukrovka), psoriáza (lupénka), poruchy imunitního systému, poruchy metabolismu tuků, kardiovaskulárního systému a při dalších nemocech. Příznivě působí také na jaterní metabolismus a zlepšuje funkce pokožky a sliznic (www.irel.eu).

Krmné doplňky

Účinné látky ostropestřce mariánského se využívají také ve veterinární medicíně. Silymarinový komplex se nachází v tvrdém osemeni perikarpu ostropestřcových plodů a získává se po odlisování oleje a následné homogenizaci slupky semen ve formě krmného expeleru. Jedním z produktů je Sillyfeed Basic, což je krmný doplněk negranulovaný, vhodný pro hospodářská i domácí zvířata. Plod je mechanicky zpracován tak, aby se zvýšila dostupnost účinných látek z krmné dávky. Současně je upraveno množství jednotlivých účinných látek, aby byly v rovnováze a odpovídaly potřebám organismu zvířat. Tento výrobek podporuje játra a jejich funkci, chrání organismus proti volným radikálům, příznivě ovlivňuje produkci a kvalitu mléka, podporuje produkci a vylučování žluči, podporuje zdravé trávení a střevní mikroflóru apod.

Příkladem dalšího produktu je Ostropestřcový krmný panenský olej, který je vhodný pro koně, poníky, hospodářská i domácí zvířata. Jde o 100% panenský olej z plodu ostropestřce mariánského, který je lisován za studena. Výrobek slouží ke zchutnění krmiva zvířat a zároveň obsahuje kolem 60 % kyseliny linolové, která je nejlepším zdrojem mastných kyselin pro organismus. Další výhodou oleje je vysoký obsah přírodního vitamínu E, který podporuje a zvyšuje elasticitu cév. Součástí oleje jsou také přírodní fytosteroly, jejichž úkolem je zlepšovat metabolismus tuků a napomáhat funkci jater. Taktéž pozitivně působí na zdravotní stav kůže a srsti, podporuje fertilitu, trávení a je zdrojem energie pro zvířata (www.irel.eu).

Jednou z významných složek ostropestřce mariánského je silybinin, jehož blahodárné účinky se hodnotily na zvířecím modelu, kterým byl pískomil tlustý

(*Psammomys obesus*). Tento pískomil byl vhodným jedincem pro hodnocení výživy u lidské obezity a diabetu. Tato studie zkoumala na pískomilech, zda by silybinin mohl snížit oxidační stres a poškození jater u diabetiků. Jedna skupina zvířat byla krmena zeleninou o nízké kalorické hodnotě a další dvě skupiny dostávaly stravu o vysoké kalorické hodnotě po dobu 14 týdnů. Od 7. týdne léčby byl podáván zvířatům silybinin v množství 100 mg/kg za den. Na konci experimentu byl hodnocen biochemický profil jater, dále histologické změny a hodnoty oxidačního stresu v plazmě nebo jaterní tkáni. Na základě provedených testů bylo zjištěno, že silybinin zmírňuje většinu metabolických poruch, především vysoké hladiny triglyceridů a také zlepšuje jaterní metabolismus (BOUDERBA a kol., 2013).

Několik klinických zkoušek bylo provedeno za účelem posouzení toxicity a účinnosti léčby silybininem u jaterních onemocnění. Studie ukázala, že toxicita je u lidí a zvířat nízká, což přispělo pověsti o léčbě silybininem, že je bezpečná a nezávadná. Během dvouleté studie u zdravých potkanů a myší se zjistilo, že po konzumaci silybininu se u nich vyskytovalo méně smíšených jaterních infiltrovaných buněk, hyperplazie žlučových a spontánních hepatocelulárních adenomů a karcinomů. Převládajícími nežádoucími účinky u lidí konzumujících silybinin byly bolesti hlavy a svědění, s menším výskytem průjmu a nevolnosti. Celkové procento nežádoucích účinků hlášených v analýze klinických zkoušek bylo 2,36 % u silybininu a 5,05 % u placeba. Žádné úmrtí nebo život ohrožující nežádoucí účinky nebyly hlášeny. Projímavý účinek silybininu ve vyšších dávkách by mohl souviset s nosnými prvky nebo zvýšenou sekrecí žluči. To naznačuje, že zvýšená dávka může podle pořadí zvýšit riziko nežádoucích dění. Studie o vyšších dávkách nebyly provedeny na zdravých lidech, proto spojené nežádoucí účinky mohou být v souvislosti s primárními podmínkami (HACKETT a kol., 2013).

Existují přesvědčující důkazy podporující léčbu jaterních toxinů silybininem. Léčba silybininem snížila úmrtnost téměř u 50 % lidí, kteří trpí otravou muchomůrkou zelenou, ve srovnání s těmi co silybinin nepožívali. Také u psů byl podáván silybinin proti otravě muchomůrkou zelenou. U psů, limitní množství silybininu mění biochemické a koagulační parametry, snižuje míru jaterní hemoragické nekrózy a zabraňuje smrti (HACKETT a kol., 2013).

V současné době je vhodné silybinin využívat i při alkoholickém jaterním onemocnění. Ethanol vyvolává tvorbu volných radikálů prostřednictvím různých cest a výsledkem je hepatitida a cirhóza s chronickým průběhem. U pacientů s tímto onemocněním byla prováděna léčba 6 měsíců a zlepšila se jim aktivita buněčné superoxidodismutázy a aktivita glutathion peroxidázy (HACKETT a kol., 2013).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika použitého materiálu

Vzorky pro rozbor ostropestřce mariánského byly odebrány z pokusů založených ve společnosti AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. Šumperk. Cílem těchto pokusů bylo zjistit vhodnost herbicidů pro použití v integrovaném způsobu pěstování tak, aby jejich použití neovlivnilo jakost produktu. V pokusech byly použity tyto herbicidy: STOMP 400, REFINE 50 SX, BUTISAN STAR, AFALON 45 SC, TARGA SUPER 5 EC, GARLAND FORTE, GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC ve srovnání s kontrolou. Po dalším ověření budou výsledky využity k podání žádosti o registraci herbicidů, které by byly použitelné při pěstování, způsobily nejnižší fytotoxicitu a neměly vliv na jakost. V metodické příručce pro ochranu rostlin ČR v roce 2013 nebyly povoleny žádné herbicidy.

4.2 Charakteristika pokusného místa v Šumperku

4.2.1 Charakteristika společnosti

Společnost AGRITEC s.r.o. patří mezi privátní společnosti, které působí v oblasti agrobiologického výzkumu, šlechtění rostlin, poradenství a služeb. Zabývá se výzkumem genových zdrojů luskovin, lnu a konopí, geneticko-šlechtitelskými metodami luskovin, lnu a řepky, biotechnologií luskovin, lnu a řepky, dále pěstebními technologiemi hrachu, bobu, lupiny, lnu, konopí, kmínu a integrovanou ochranou luskovin a lnu.

Co se týče šlechtění a semenářství, orientuje se tato společnost na novošlechtění lnu, hrachu, bobu, řepky a kmínu, také se zaměřuje na udržovací šlechtění vlastních a licenčních odrůd, zastupuje zahraniční firmy pro zkoušení odrůd, vyrábí, upravuje, skladuje a uvádí do oběhu osiva luskovin a technických plodin.

Mezi služby, které společnost nabízí, patří testování a chemické analýzy anorganických a organických látek, stanovení mykotoxinů, tírenské zpracování stonku lnu a stanovení obsahu a jakosti vlákna. Dále tato firma zprostředkovává prodej

přípravků na ochranu rostlin, obchod s osivy polních plodin, pěstování a prodej okrasných rostlin, zeleninové sadby, pěstitelských substrátů. Nabízí také prodej krmiv pro domácí a hospodářská zvířata a meristémové množení okrasných rostlin (www.agritec.cz).

4.2.2 Charakteristika stanoviště

Pokusné stanoviště Šumperk se nachází v nadmořské výšce 340 m n. m. Šumperský bioregion je charakteristický typickou kambizemí. Úpatí svahu směrem k nížině je typické na výskyt sprašových luvizemí, často s pseudoglejovou a typickou hnědozemí. Lokalita Šumperk se nachází na rozhraní okrajové řepařské a bramborářské výrobní oblasti, v subtypu bramborářsko-pšeničném. Půda je dobře zpracovatelná, živinami středně zásobená, pH 5,7 – 6,2. Typická je hlinitá půda, ilimerizovaná, s glejovým půdotvorným substrátem se sprašovým pokryvem. Lokalita je charakteristická mírně teplým klimatem s průměrným ročním úhrnem srážek 702,3 mm a chladnými zimami (www.agritec.cz).

4.3 Způsob odběru vzorků

Vzorky z variant pokusu s herbicidy byly odebrány podle platných předpisů, které jsou zakotveny v doporučených normách. ČSN 58 0180, 1993 uvádí, že vzorkování provádí osoba určená po dohodě mezi prodávajícím a kupujícím, a pokud to některý z nich vyžaduje, v přítomnosti kupujícího (nebo zástupce) a prodávajícího (nebo jeho zástupce). Při odebírání, přípravě, skladování a manipulaci se vzorky je zapotřebí dbát na to, aby nedošlo k ovlivnění vlastností produktu, proto je důležité dodržovat stanovené opatření a pokyny. Vzorky je nutno odebírat na chráněném místě, které není vystaveno vlhkému vzduchu, prachu nebo sazí. Vzorkovací zařízení musí být suché a čisté. Je třeba zajistit ochranu vzorků, vzorkovaných produktů a obalů na vzorky před nahodilým znečištěním. Odběr vzorků z pytlů je prováděn pomocí vzorkovačů

nebo zkušebních sond sáčkového typu. Míchání a dělení vzorků je zajišťováno lopatkami a děličkami.

Všechny dílčí vzorky, odebrané postupem uvedeným v normě, se dokonale promíchají, čímž se získá průměrný vzorek. Velikost průměrného vzorku musí být více než třikrát větší, než je množství vzorku požadované pro provedení všech zkoušek vyžadovaných jednotlivými metodami.

Průměrný vzorek se rozdělí na tři nebo více stejných částí, v závislosti na počtu požadovaných laboratorních vzorků (ČSN 58 0180, 1993).

4.4 Stanovení sušiny

Při stanovení sušiny nažek ostropestřce mariánského se vychází z doporučené normy ČSN 58 0110, 1964. Při sušení některých rostlinných produktů těkají kromě vody i silice, a to ve značném množství podle druhu plodiny a charakteru silice, proto nelze ztrátu na váze prostým sušením považovat za vlhkost produktu a je nutno pro stanovení vlhkosti v rostlinných produktech použít specifických metod. Pro nažky ostropestřce může být použita také metoda, která se běžně používá u obilovin, luskovin a olejnin.

Stanovuje-li se voda v celém nebo drceném vzorku, je třeba původní průměrný vzorek rozmělnit na vhodném mlecím zařízení po předchozím důkladném promíchání převrácením prachovnice. Při rozmělnění se nesmí vzorek ani zahřívát ani rozprašovat vzduchem (což se vyskytuje obvykle u rychlootáčkových strojních mlýnků), neboť se tím vysušuje a částečně zbavuje silic. Nejlépe se osvědčuje dvojitá mletí. Prvním mletím se vzorek rozele na hrubo a po přitažení mlecích ploch mlýnků se mele podruhé na jemno. Části vzorku, které nelze na mlýnku rozmělnit se z rozemletého vzorku neodstraňují. Vzorky, které nelze na mlýnku rozmělnit pro vysoký obsah vody nebo tuku, se rozdrtí v třecí misce. Mletí musí být provedeno co nejjemněji. Rozmělněný vzorek se ihned vpraví do prachovnice tak, aby jím byla vyplněna nejméně do $\frac{3}{4}$ svého objemu a uzavře se zabroušenou zátkou.

Vlastní sušení se provádí v hliníkové misce s víčkem průměru 60 až 80 mm a výšky 20 mm. Prázdna miska a víčko se vysuší při 100 °C, miska se uzavře, nechá se vychladnout v exikátoru a zvaží. Potom se do misky naváží 5 g jemně rozemletého

vzorku, který se rozprostře stejnoměrně po celé ploše dna. Suší se v elektrické sušárně 6 hodin při 100 °C od okamžiku dosažení této teploty v místě sušárny, kde je položena miska. Proto se miska se vzorkem vkládá do sušárny již náležitě vyhřáté, aby se odstranily chyby vznikající různou dobou stoupání teploty před dosažením 100 °C. Při sušení se nepřidávají do sušárny žádné nové vzorky a teplota se kontroluje v těch místech sušárny, na nichž je miska. Po vysušení se miska přikryje víčkem, vloží do exsikátoru a nechá vychladnout. Po vychladnutí se zváží (ČSN 58 0110, 1964).

4.5 Stanovení klíčivosti

Klíčivost u ostropestřce mariánského se stanovuje podle Metodiky zkoušení osiva a sadby Mze Čj: 34349/04- 17220. K hodnocení klíčivosti se využívá celá řada pomůcek, např. stěrka, pinzeta, skalpel, lupa, misky pro napočítávání semen, misky k nakličování semen s víky, přístroje pro odpočítávání semen.

Ze vzorku se odpočítá 4krát 50 nažek pro stanovení klíčivosti. Nažky se vyberou bez ohledu na velikost. Odpočítané nažky se pokládají na vlhké lůžko rovnoměrně a v takových rozestupech od sebe, aby se vzájemně nedotýkaly a nepřekážely si při klíčení. Dodržení vzdálenosti mezi nažkami je důležité i proto, aby se kořeny klíčících rostlin vzájemně neproplétaly a aby semeny přenosné choroby nevyvolávaly sekundární infekci.

Pro stanovení klíčivosti byla použita Metoda hodnocení klíčivosti mezi dvěma vrstvami papíru (BP – between paper, ve FP). Nažky byly umístěny mezi dvě vrstvy papíru, který byl navlhčen destilovanou vodou.

Klíčivost byla vyhodnocena po 7 dnech, kdy byl zjištěn procentuální podíl životaschopných klíčenců.

4.6 Stanovení silymarinového komplexu

Silymarinový komplex byl stanoven pomocí kapalinové chromatografie na Ústavu chemie AF Mendelu v Brně.

4.6.1 Kapalinová chromatografie

Kapalinová chromatografie je jednou z chromatografických separačních metod (SÝKORA, 2015). Princip metody spočívá v pohybu látky (vzorku) v systému dvou fází (mobilní a stacionární). Mobilní fází je kapalina. Stacionární fází může být pevná látka i kapalina, ta však nesmí být mísitelná s kapalnou látkou mobilní fáze a musí být zakotvena na vhodném pevném nosiči (KLOUDA, 2003). K dělení látek je používána chromatografická kolona, což je zpravidla skleněná, ocelová nebo plastová trubice, v které se nachází stacionární fáze (SÝKORA, 2015). Kolonou prochází mobilní fáze za stálého tlaku. Na kolonu se nanáší stanovovaná látka, která je během migrace stále rozdělena na dvě fáze tak, že jedna část z této látky se pohybuje s mobilní fází a zbytková část látky se sorbuje na stacionární fází. Tak se vzorek rozdělí na určitý počet zón představující jednotlivé složky. Tyto zóny jsou snímány detektorem a převáděny na zapisovač pomocí píků. Poloha píku znázorňuje v chromatografu kvalitu a plocha množství zkoumané složky (KLOUDA, 2003).

Analýza byla provedena na kapalinovém chromatografu Dionex Ultimate 3 000. Mobilní fází byla 0,1% kyselina mravenčí (A) a 100% methanol (B). Silymarinový komplex byl separován izokratickou elucí, což znamená, že složení mobilní fáze během celé separace bylo konstantní. Mobilní fáze byla tvořena 65 % složky A, 35 % složky B. Celková analýza trvala 45 minut a detekce byla provedena při 288 nm.

4.7 Stanovení obsahu oleje

Ke stanovení obsahu oleje se zpravidla používají extrakční metody, analýza může být prováděna například na Soxhletově přístroji. Vzhledem k malému množství nažek pro rozbor jsme použily jinou metodu. Stanovení bylo provedeno pomocí NIR spektroskopie. Pro použití této metody je nezbytně nutné stanovení sušiny jednotlivých zkoumaných vzorků rozhodčí metodou, která je v metodice popsána.

4.7.1 NIR spektroskopie

Blízká infračervená spektroskopie (Near Infrared Spectroscopy, NIR) je nedestruktivní moderní analytická metoda využívající interakce mezi dopadajícím zářením a vrstvou materiálu vzorku. Patří do skupiny spektrálních metod. Je založena na interakcích elektromagnetického záření s hmotou, a to zejména takových, které jsou spojeny s výměnou energie mezi hmotou a zářením (SEIFERTOVÁ, 2005). Spektroskopie využívá spektrální oblast blízkého infračerveného záření, což je oblast vlnových délek od 800 do 2 500 nm (KOLÁČKOVÁ, ŠIŠPEROVÁ, 2013). NIR oblast navazuje na jedné straně na viditelnou a na druhé straně na střední infračervenou oblast. Hranice nejsou zcela ostré a fluktuují podle různých zdrojů informací v závislosti na tom, zda se tyto hranice vyvozují z možností spektrometrů pokrýt danou oblast, nebo z typu energetických přechodů, které se v dané oblasti pozorují. Absorpce záření v NIR oblasti je obvykle způsobena energetickými přechody mezi vibračními hladinami molekul.

Z hlediska kvalitativní informace je možné srovnávat měřená spektra čistých látek s knihovny spekter, a tak provádět identifikaci látek. K dispozici jsou například knihovny spekter polymerů či farmaceuticky důležitých chemikálií. Často se NIR spektra třídí a klasifikují s využitím chemometrických metod. Významnou měrou se NIR spektra využívají pro kvantitativní analýzu, a to i složitých vzorků v řadě odvětví jako je například petrochemie, farmaceutický, papírenský či potravinářský průmysl. V mnoha případech je možné stanovit více složek vedle sebe, aniž je nutné dělit složité směsi, a to přímo ve výrobním procesu. NIR spektrometrie se proto zařazuje mezi tzv. procesní analytické metody, kdy se klade důraz na rychlost samotné analýzy včetně možnosti kontinuální on-line analýzy ve výrobním procesu (na výrobní lince) nikoli na její přesnost. Takto lze například zároveň stanovit obsah tuků, bílkovin, laktózy a močoviny v mléce a mléčných výrobcích (v různých stádiích jejich zpracování), či obsah ethanolu a sacharidů v alkoholických nápojích (například během probíhajících kvasných procesů). NIR spektrometrie se v poslední době uplatňuje i při analýzách životního prostředí či v medicíně.

Samotné měření je poměrně rychlé, často nedestruktivní a nevyžaduje obvykle žádnou speciální úpravu vzorku. Minimalizuje se tak spotřeba chemikálií, jednorázově použitelných analytických setů, a tím i generování životního prostředí zatěžujících odpadů. Lze měřit vzorky ve skleněných i některých dalších transparentních obalech.

Voda v některých částech NIR oblasti významně absorbuje, přesto však lze analyzovat i relativně zředěné vodné roztoky. Mnohem pracnější a časově výrazně náročnější než samotné měření spekter je následné zpracování a vyhodnocování naměřených dat (MATĚJKA, 2006).

4.7.2 Techniky měření NIR spekter

NIR spektra lze měřit jako zeslabení zářivého toku po průchodu záření vzorkem (transmisní měření) nebo po odrazu záření (reflexní techniky). V rámci reflexních technik se nejčastěji uplatňuje princip difúzní reflexe, kdy se dopadající záření odráží od povrchu jednotlivých malých částic práškového vzorku. Tento přístup se často používá při analýzách ve farmaceutickém průmyslu či při analýze průmyslově vyráběných práškových krmiv pro zemědělskou výrobu. Transmisní měření se využívá především v případě kapalin, kašovitých vzorků a polymerních folií. Kapalně vzorky je možné měřit v kyvetách ze speciálního skla, které vykazuje vysokou propustnost v celé NIR oblasti. Tloušťka optické vrstvy u těchto kyvet je obvykle od 1 mm do cca 10 mm a jejich volba se optimalizuje v závislosti na koncentraci analytu v roztoku a optických vlastnostech rozpouštědla.

Vedle uvedených postupů, kdy je vzorek umístěn v držáku přístroje, se často NIR spektra měří s využitím vláknové optiky s různými typy sond, které mohou být umístěny například přímo v chemickém či biotechnologickém výrobním reaktoru (MATĚJKA, 2006).

4.7.3 NIR spektrometr

Pro NIR spektrometrii se používají jak disperzní spektrometry, které obvykle zároveň pokrývají oblasti viditelnou, případně i ultrafialovou, tak spektrometry s Fourierovou transformací (FT), které mnohdy umožňují měřit také ve střední (MIR), případně i vzdálené (FIR) infračervené oblasti. Jak disperzní, tak FT spektrometry jsou dnes běžně jednopaprskové, takže pro získání absorpčních charakteristik samotného vzorku

je třeba získat referenční spektrum (spektrum pozadí – „background“). Pro NIR spektrometrii lze využít jak zdroj záření žárovky, dnes převážně halogenové, které pokrývají viditelnou oblast stejně jako rozsáhlou část infračervené oblasti. Jako optický materiál lze v NIR oblasti využít kvalitní křemenné sklo, takže se v této oblasti hojně uplatňuje křemenná vláknová optika (MATĚJKA, 2006).

Každý klasický NIR spektrometr se skládá z vstupního prostoru pro vkládání speciálních měřicích kyvet, z optického systému a transmittančního nebo reflektančního detektoru pro vyhodnocení signálu. Pro všeobecné schéma provádění NIR analýzy platí, že standardně upravený vzorek se nadávkuje do měřicí kyvety, umístí se do přístroje a optickým systémem se snímá NIR spektrum vzorku. S použitím vhodného softwaru je spektrum vzorku převedeno do kalibrační rovnice, ze které se statickými postupy vyhodnotí žádané parametry (SEIFERTO VÁ, 2005).

4.7.4 Kalibrace

Kalibrace je jedním ze základních, ale nejdůležitějších nástrojů pro výzkum, vývoj a pro kontrolu kvality v každé analytické metodě. Kalibrace je používána pro kvantifikaci neznámého množství hledané látky.

V NIR spektroskopii kalibrační rovnice kvantifikuje vztah mezi informací NIR absorpce a hodnotou stanovenou laboratorní referenční metodou (LRM). Metoda NIR je užitečná pouze tehdy, jestliže je vztažena na dostatečně přesnou LRM. Ideální kalibrační model je vybírán tak, aby dával co nejmenší chybu stanovení a zároveň nejvyšší korelační koeficient (SEIFERTO VÁ, 2005).

U všech druhů proměřovaných materiálů (rostlinný materiál, krmné směsi, půdní vzorky) musí být dostatečný počet vzorků zahrnující co nejširší koncentrační a genetickou variabilitu a je analyzován referenční metodou (obvykle některý z postupů klasické mokré chemie), poté následně proměřen NIRS technikou. Získaná data jsou použita pro vytvoření kalibračního modelu. Pomocí statistických postupů, které jsou součástí softwarového vybavení přístroje, je ověřena kvalita charakteristik kalibračních rovnic a teprve potom se může přistoupit k měření neznámých vzorků.

Co se týká přípravy vzorků, lze všeobecně říci, že NIR metoda nevyžaduje speciální úpravu a přípravu vzorků pro měření. Přesto je nezbytné dodržet přesné postupy pro sušení, mletí a homogenizaci vzorků. Sušené a mleté vzorky před vlastním měřením vyžadují důkladné promíchání, aby bylo dosaženo maximální homogenity vzorků, která může značně ovlivnit přesnost a správnost měření (SEIFERTO VÁ, 2005).

Laboratoř NIR spektroskopie jako jediná v rámci všech pracovišť ÚKZÚZ provádí analýzy pro odbor odrůdové zkušebnictví. Výsledky rozborů slouží jako podklady pro administrativní rozhodnutí pro registraci odrůd v České republice (SEIFERTO VÁ, 2005). Tato metoda byla k pokusným účelům využita u nážek ostropestřce poprvé a její přesnost bude třeba dále ověřovat.

4.8 Statistické vyhodnocení

Zjištěná data byla statisticky vyhodnocena v programu STATISTICA 10. Hodnoty, které byly naměřeny, byly vyhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance ANOVA s následným testováním pomocí Fisherova LSD testu s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$. Za faktor analýzy variance byla určena jednotlivá herbicidní ošetření porostu.

5 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

V tabulce 7 jsou uvedeny průměrné hodnoty základních charakteristik produkce ostropestřce mariánského, včetně silymarinového komplexu. Odrůda Silyb je pěstována v ČR od roku 1996 a byla vyšlechtěna pro potřeby zpracovatele.

Tabulka 6: Dávka, výnos, HTS, klíčivost a obsah silymarinového komplexu v nažkách ostropestřce u odrůdy Silyb

Varianta	Herbicide	Dávka (x.ha ⁻¹)	Výnos (t.ha ⁻¹)	HTS (g)	Klíčivost (%)	Silymarinový komplex (%)
1	Kontrola- neošetřeno	0,0	1,42	23,21	47	39,84
			1,38	22,78	38	36,49
2	STOMP 400	2,5 l	1,85	22,71	41	46,75
			2,01	22,38	49	45,98
3	REFINE 50 SX	10 g	1,62	22,21	43	42,56
			1,93	23,05	37	42,48
4	BUTISAN STAR	1,5 l	1,46	22,59	36	42,93
			1,24	23,16	41	42,43
5	AFALON 45 SC	1,5 l	0,96	21,48	35	44,84
			1,20	21,52	27	41,86
6	TARGA SUPER 5 EC	2,0 l	1,42	22,03	45	40,62
			1,50	21,84	42	46,51
7	GARLAND FORTE	1,0 l	1,52	23,62	40	44,51
			1,69	23,17	44	41,75
8	GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC	7 g + 0,3 l	1,85	24,01	42	43,17
			0,83	23,72	25	42,32

Z tabulky vyplývá, že mezi opakováními jednotlivých variant nejsou velké rozdíly. Průměrný výnos ostropestřce v roce 2013 činil 1,49 t.ha⁻¹. Hmotnost tisíce semen činila v průměru 22,72 g. Poněkud nižších průměrných hodnot bylo dosaženo při stanovení klíčivosti, průměrná klíčivost byla v roce 2013 42,82 %. Z toho vyplývá, že tato produkce by byla méně vhodná pro použití jako osivo. Nevykazuje hodnoty vhodné pro další využití k setí. Průměrný obsah silymarinového komplexu byl 42,82 %, což odpovídá potřebám zpracovatele.

Tabulka 7: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů pomocí Anova testu

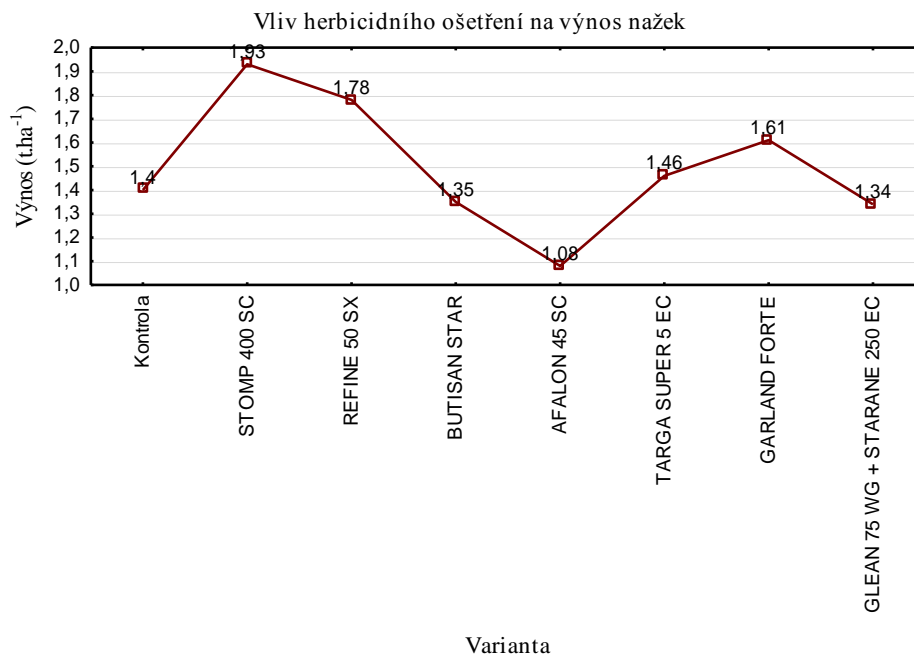
Zdroj proměnlivosti	Stupně volnosti	Výnos (t. ha ⁻¹)	HTS (g)	Klíčivost (%)	Silymarinový komplex (%)
		PČ			
Varianta	7	0,14491	1,146***	48,86	10,08
Chyba	8	0,08156	0,103	36,50	4,00

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že rozdíly mezi variantami byly statisticky velmi vysoce průkazné u hodnoceného znaku hmotnost tisíce semen. Výsledky LSD testu jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů LSD Fisherovým testem

Varianta	Výnos (t. ha ⁻¹)		HTS (g)		Klíčivost (%)		Silymarinový komplex (%)	
KONTROLA	1,40	ab	23,00	cd	42,50	ab	38,17	a
STOMP 400 SC	1,93	b	22,55	bc	45,00	b	46,37	b
REFINE 50 SX	1,78	b	22,63	bc	40,00	ab	42,52	ab
BUTISAN STAR	1,35	ab	22,88	cd	38,50	ab	42,68	ab
AFALON 45 SC	1,08	a	21,50	a	31,00	a	43,35	b
TARGA SUPER 5 EC	1,46	ab	21,94	ab	43,50	ab	43,56	b
GARLAND FORTE	1,61	ab	23,40	de	42,00	ab	43,14	b
GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC	1,34	ab	23,87	e	33,50	ab	42,75	ab

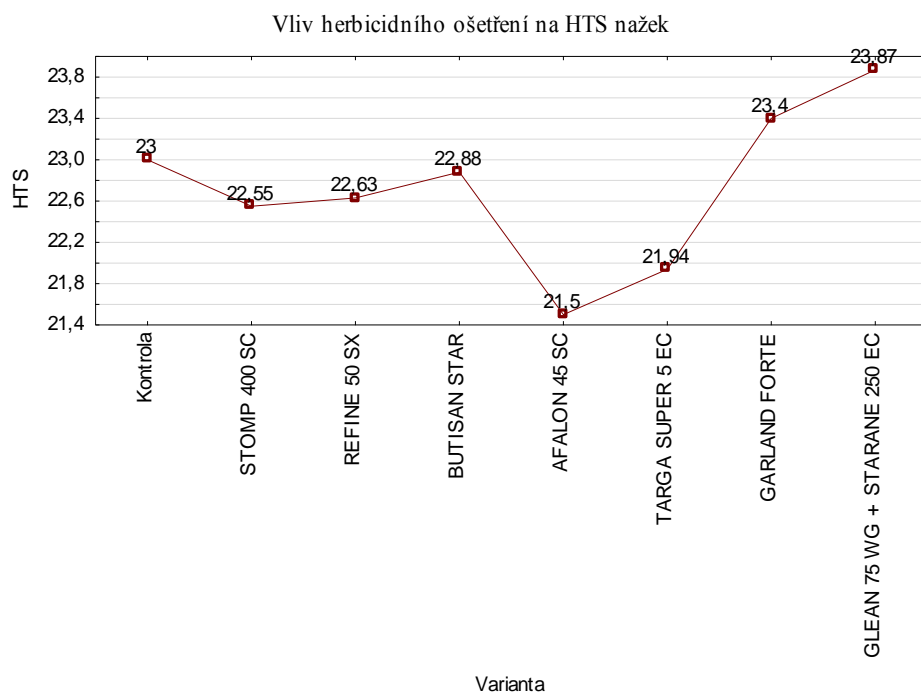
Pro jednodušší orientaci byly hodnoty jednotlivých znaků vyjádřeny graficky.



Varianta

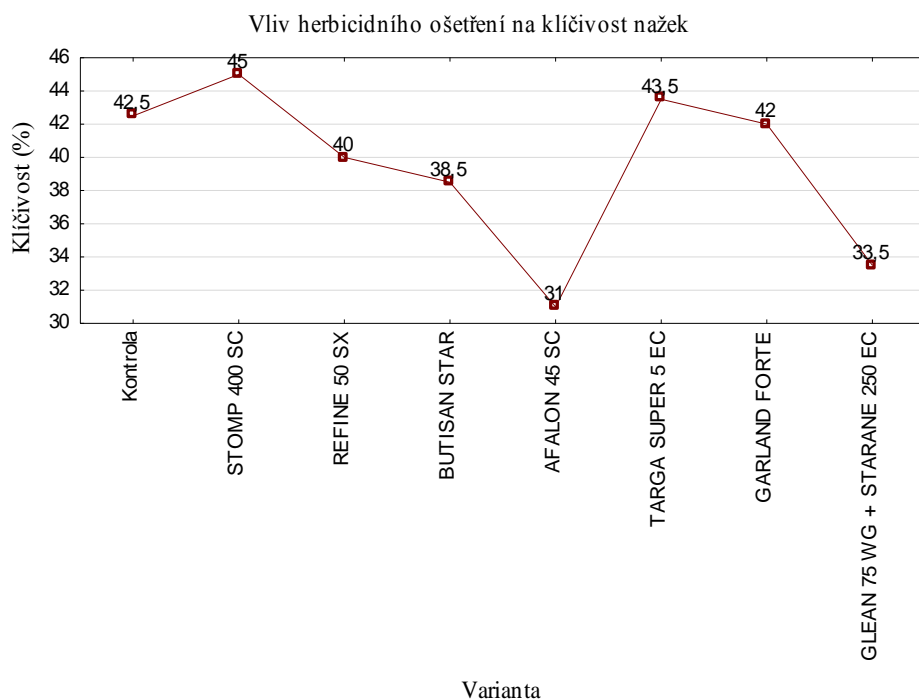
Obrázek 6: Vliv herbicidního ošetření na výnos nažek

Z tabulky číslo 8 a grafu na obrázku 6 vyplývá, že nejnižší výnos byl u osiva ošetřeného herbicidem AFALON 45 SC (1,08 t.ha⁻¹). Tato hodnota se statisticky významně lišila od osiva ošetřeného herbicidy STOMP 400 SC (1,93 t.ha⁻¹) a REFINE 50 SX (1,78 t.ha⁻¹), což byly hodnoty s největším výnosem. Statisticky méně se pak od nejnižší hodnoty lišila osiva ošetřená herbicidy GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (1,34 t.ha⁻¹), BUTISAN STAR (1,35 t.ha⁻¹), KONTROLA (1,40 t.ha⁻¹), TARGA SUPER 5 EC (1,46 t.ha⁻¹) a GARLAND FORTE (1,61 t.ha⁻¹).



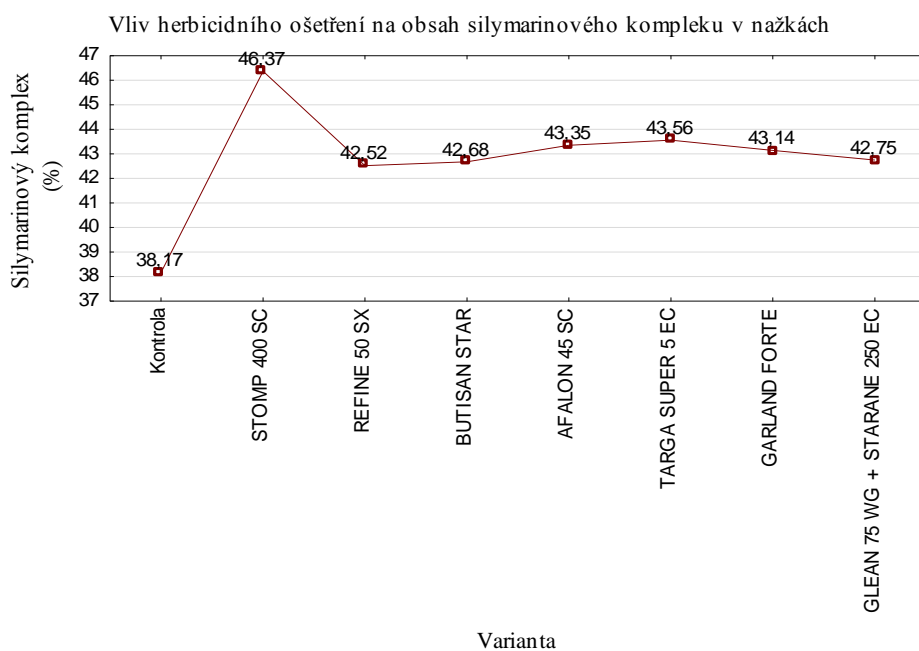
Obrázek 7: Vliv herbicidního ošetření na HTS nažek

Z uvedené tabulky číslo 8 a grafu na obrázku 7 je patrné, že nejnižší HTS byla u varianty AFALON 45 SC (21,50 g), od této hodnoty se nejvíce statisticky lišila varianta GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (23,87 g), což byla hodnota nejvyšší. Méně statisticky se lišily varianty TARGA SUPER 5 EC (21,94 g), STOMP 400 SC (22,55 g), REFINE 50 SX (22,63 g), BUTISAN STAR (22,88 g), KONTROLA (23,00 g) a GARLAND FORTE (23,40 g).



Obrázek 8: Vliv herbicidního ošetření na klíčivost nažek

Dle tabulky číslo 8 a grafu na obrázku 8 můžeme zhodnotit, že rozdíly klíčivosti u jednotlivých variant se příliš statisticky nelišily. Nejnížší klíčivost byla u osiva ošetřeného herbicidem AFALON (31,00 %), nejvyšší u osiva ošetřeného herbicidem STOMP 400 SC (45,00 %). Ostatní varianty se pohybovaly v rozmezí těchto dvou hodnot: GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (33,50 %), BUTISAN STAR (38,5 %), REFINE 50 SX (40,00 %), GARLAND FORTE (42,00 %), KONTROLA (42,50 %) a TARGA SUPER 5 EC (43,50 %).



Obrázek 9: Vliv herbicidního ošetření na obsah silymarinového komplexu v nažkách

Dle tabulky číslo 8 a grafu na obrázku 9 bylo zhodnoceno, že nejméně silymarinového komplexu bylo u KONTROLY (38,17 %), nejvíce pak u osiva ošetřeného herbicidem STOMP 400 SC (46,37 %). Nižší hodnoty pak byly u osiv ošetřených herbicidy TARGA SUPER 5 EC (43,56 %), AFALON 45 SC (43,35 %), GARLAND FORTE (43,14 %), GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (42,75 %), BUTISAN STAR (42,68 %) a REFINE 50 SX (42,52 %).

Tabulka 9: Sušina, obsah oleje a zastoupení jednotlivých kyselin v nažkách odrůdy Silyb

Varianta	Sušina (%)	Olej (%)	Kyselina linolová (%)	Kyselina olejová (%)	Kyselina palmitová (%)
1	Kontrola- 95,23	27,21	58,49	25,61	8,83
2	94,97	26,94	58,73	25,64	8,84
3	94,92	26,24	56,51	27,79	9,2
		27,57	59,21	24,31	8,66
4	95,80	26,89	57,50	26,62	8,96
		25,95	59,59	27,02	9,21
5	95,75	26,96	56,00	27,59	9,06
6	95,12	26,11	58,28	25,36	9,19
7	93,86	27,63	56,00	28,02	8,82
8	93,74	27,08	57,56	26,41	8,98
		26,34	58,44	26,29	9,05

Průměrný obsah oleje v nažkách ostropestřce mariánského, který byl stanoven na NIR spektrometru, byl 26,81 %. Z literatury je známo, že ostropestřcový olej je podobný složením slunečnicovému oleji, takže linolová kyselina přesahuje 50 %. V našich vzorcích byl průměrný obsah kyseliny linolové 57,85 %, průměrný obsah kyseliny olejové byl 26,42 %. Nasycená mastná kyselina palmitová byla obsažena v nažkách ostropestřce v průměrném množství 8,98 %.

Tabulka 10: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů pomocí Anova testu

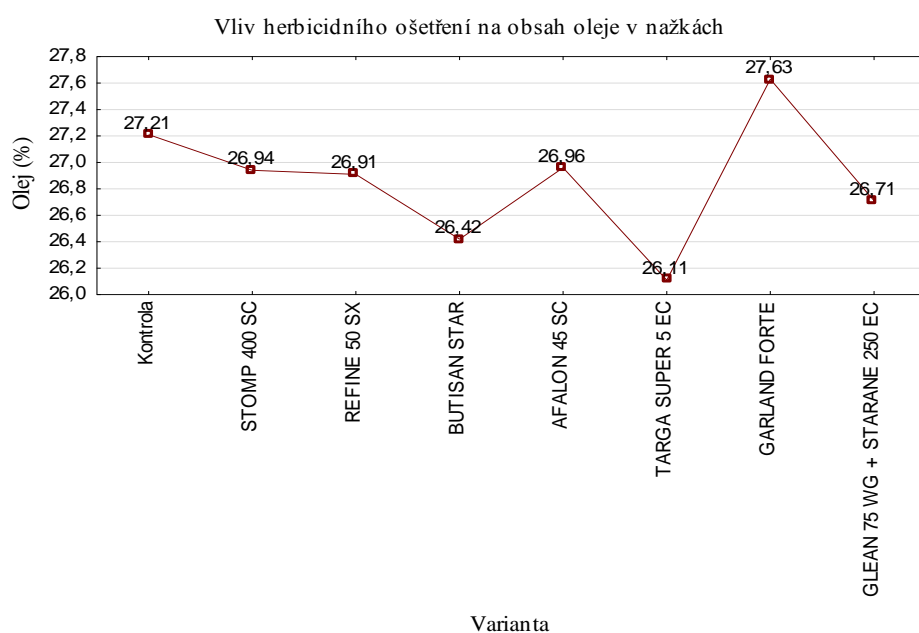
Zdroj proměnlivosti	Stupně volnosti	Olej (%)	K. linolová (%)	K. olejová (%)	K. palmitová (%)
		PČ			
Varianta	7	0,43	2,47	1,89	0,038
Chyba	8	0,20	0,77	0,77	0,022

Mezi variantami ošetření ostropestřce v obsahu oleje ani v jeho složení nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Výsledky LSD testu jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů LSD Fisherovým testem

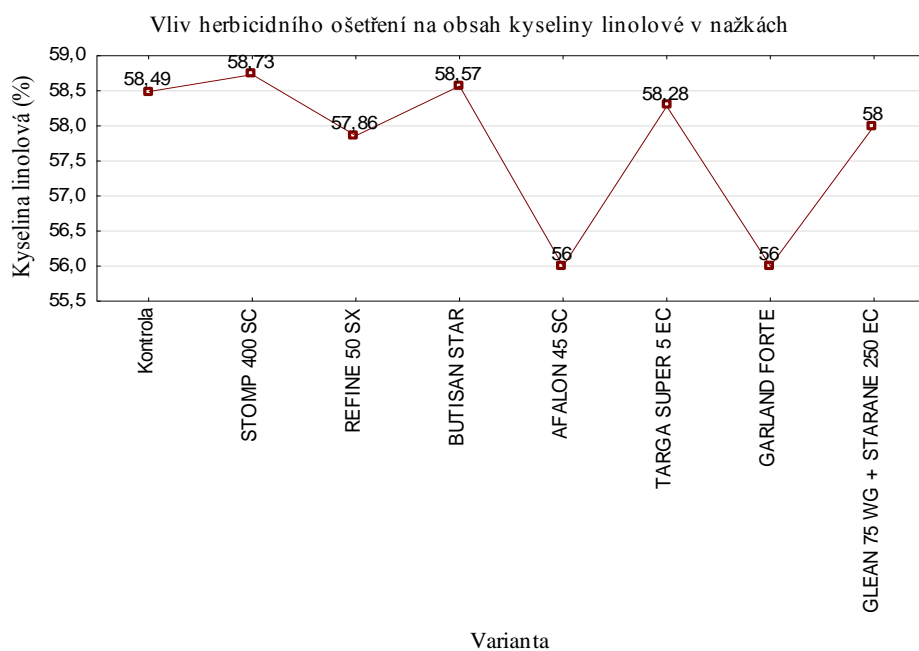
Varianta	Obsah oleje (%)		K. linolová (%)		K. olejová (%)		K. palmitová (%)	
	Value	Signif.	Value	Signif.	Value	Signif.	Value	Signif.
KONTROLA	27,21	bc	58,49	b	25,36	a	8,82	a
STOMP 400 SC	26,94	abc	58,73	b	25,61	ab	8,83	a
REFINE 50 SX	26,91	abc	57,86	ab	25,64	ab	8,84	a
BUTISAN STAR	26,42	ab	58,57	b	26,05	abc	8,93	ab
AFALON 45 SC	26,96	abc	56,00	a	26,82	abc	9,09	ab
TARGA SUPER 5 EC	26,11	a	58,28	b	27,59	bc	9,06	ab
GARLAND FORTE	27,63	c	56,00	a	28,02	c	9,19	b
GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC	26,71	abc	58,00	ab	26,35	abc	9,02	ab

Pro lepší znázornění byly hodnoty jednotlivých znaků zpracovány graficky.



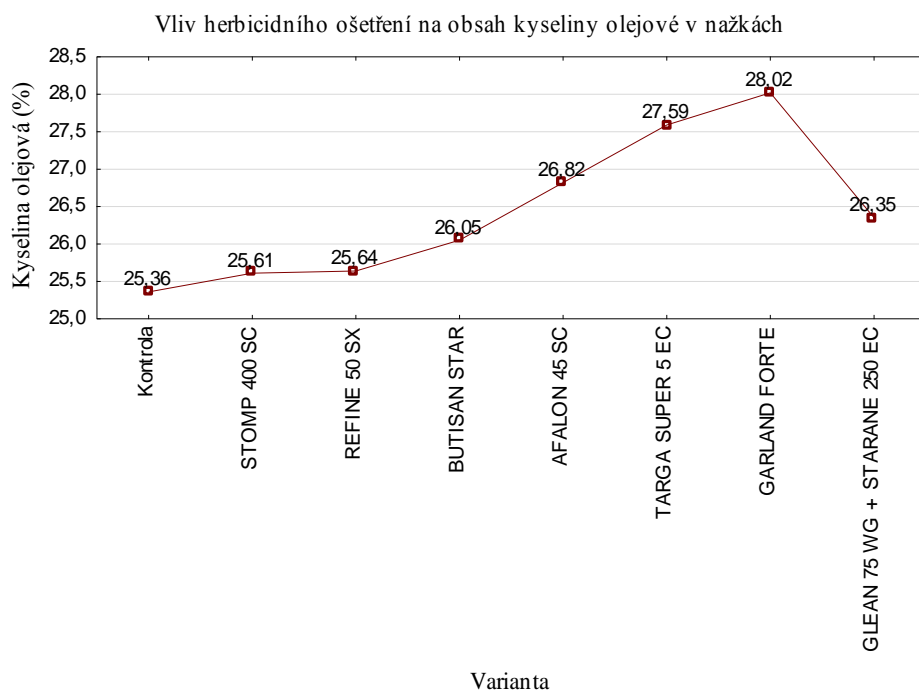
Obrázek 10: Vliv herbicidního ošetření na obsah oleje v nažkách

Z výše uvedené tabulky číslo 11 a grafu na obrázku 10 vyplývá, že nejnižší obsah oleje byl u varianty TARGA SUPER 5 EC (26,11 %). Nejvíce se od toho statisticky lišil obsah oleje u varianty GARLAND FORTE (27,63 %). Z uvedených hodnot je patrné, že se obsah oleje v nažkách lišil pouze minimálně.



Obrázek 11: Vliv herbicidního ošetření na obsah kyseliny linolové v nažkách

Z tabulky číslo 11 a grafu na obrázku 11 vyplývá, že nejnižší množství kyseliny linolové bylo obsaženo ve vzorcích ošetřených herbicidy AFALON SC (56,00 %) a GARLAND FORTE (56,00 %). Naopak nejvyšší množství bylo u vzorků ošetřených herbicidy STOMP 400 SC (58,73 %), BUTISAN STAR (58,57 %), KONTROLA (58,49 %), TARGA SUPER 5 EC (58,28 %). O něco nižší množství bylo u vzorků GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (58,00 %) a REFINE 50 SX (57,86 %).



Obrázek 12: Vliv herbicidního ošetření na obsah kyseliny olejové v nažkách

Z výše uvedené tabulky číslo 11 a grafu na obrázku 12 je patrné, že nejnižší množství kyseliny olejové bylo obsaženo u osiva neošetřeného KONTROLA (25,36 %). Nejvyšší množství bylo ve vzorku ošetřeném herbicidem GARLAND FORTE (28,02 %). Množství kyseliny olejové u ostatních vzorků bylo v rozmezí nejnižší a nejvyšší uvedené hodnoty: STOMP 400 SC (25,61 %), REFINE 50 SX (25,64 %), BUTISAN STAR (26,05 %), GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (26,35 %), AFALON 45 SC (26,82 %) a TARGA SUPER 5 EC (27,59 %).



Obrázek 13: Vliv herbicidního ošetření na obsah kyseliny palmitové v nažkách

Z tabulky číslo 11 a grafu na obrázku 13 vyplývá, že nejnižší množství kyseliny palmitové bylo u KONTROLY (8,82 %), dále u vzorků ošetřených herbicidy STOMP 400 SC (8,83 %), REFINE 50 SX (8,84 %). Nejvíce kyseliny palmitové obsahovala varianta GARLAND FORTE (9,19 %). Ostatní varianty obsahovaly kyselinu palmitovou v množství: BUTISAN STAR (8,93 %), GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (9,02 %), TARGA SUPER 5 EC (9,06 %) a AFALON 45 SC (9,09 %).

6 DISKUSE

Otázkami výnosu a kvality nažek ostropestřce mariánského se zabývali Habán, Šustr, 2009. Pěstovali ostropestřec v Prešovském kraji v letech 2007 a 2008. V roce 2007 dosáhli výnosu pouze $0,256 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ u varianty, která nebyla organicky hnojena a u organicky hnojené varianty byl výnos $0,428 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Autoři uvádějí, že nižší výnos byl způsoben sklizňovými ztrátami, které činily 20 – 30 %. V roce 2008 dosáhli výnosu od $1,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ do $1,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. To jsou hodnoty, které se blíží našim výsledkům ($1,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Klíčivost stanovovala ve své práci Drápalová, 2012 a u odrůdy Silyb zjistila, že nažky mají klíčivost 78 %. Drápalová, 2012 se také zabývala klíčivostí nažek podle jejich barvy. Zjistila, že vyzrálé nažky (tmavé) měly vyšší klíčivost v porovnání se světlými nažkami. Naše výsledky (39,5 %) potvrzují, že klíčivost je ovlivňována ročníkem.

Obsah silymarinového komplexu ve výsledcích Habána a kol., 2009 činil 18,72 %. Poukazují na vysoce průkaznou závislost výnosu a složení nažek ostropestřce na pěstitelském ročníku. Naše průměrné výsledky byly vyšší (42,815 %) a shodují se s výsledky Kubínka, 1987; Spitzové a Platcra, 1988, ale také Gromové 1989.

Buchta, Raška, Konečný, 2010 uvádí, že nažky ostropestřce obsahují 25 až 35 % oleje s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny linolové. Z našich výsledků vyplývá, že průměrný obsah kyseliny linolové byl 57,85 %, což je v souladu např. s autory Zelený, 2000; Součková, 2009 a dalšími. Vyšších výsledků jsme při našem hodnocení dosáhli u kyseliny olejové (26,42 %). Tato hodnota je v průměru o 6 až 10 % vyšší ve srovnání s hodnotami, které uvádí Buchta, Raška a Konečný, 2010.

7 ZÁVĚR

Cílem závěrečné práce bylo hodnotit kvalitu nažek ostropestřce mariánského odrůdy Silyb, který byl pěstován na pokusných stanovištích podniku AGRITEC výzkum šlechtění a služby s.r.o. v Šumperku. Pokusy probíhaly v roce 2013 s použitím různých variant herbicidního ošetření. Byly hodnoceny nažky z variant KONTROLA bez herbicidního ošetření a dále pak nažky ošetřené těmito herbicidy: STOMP 400, REFINE 50 SX, BUTISAN STAR, AFALON 45 SC, TARGA SUPER 5 EC, GARLAND FORTE, GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC.

U sklizených nažek se hodnotil výnos ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$), HTS (g), klíčivost (%), dále byly hodnoceny kvalitativní znaky a to obsah oleje (%) metodou NIR spektroskopie, složení oleje (kyselina linolová, olejová a palmitová v %) a pomocí kapalinové chromatografie obsah silymarinového komplexu (%). Pro možnost využití NIR spektroskopie byla stanovena u vzorků nažek ze všech variant sušina. Všechna kvalitativní hodnocení proběhla podle platných metodik, především podle doporučených norem ČSN 58 0180, 1993 a ČSN 58 0110, 1964.

Ke stanovení olejnatosti a složení oleje byla použita spektrofotometrická metoda (NIR spektrometrie) na Ústavu pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství AF MENDELU v Brně. Ke stanovení silymarinového komplexu byla použita kapalinová chromatografie na Ústavu chemie AF MENDELU v Brně.

Výsledky byly zpracovány pomocí metody ANOVA v rámci programu STATISTICA 10. Z dosažených výsledků můžeme vyvodit tyto závěry:

1. Průměrný výnos nažek ostropestřce mariánského byl $1,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nejvyšší výnos byl po aplikaci herbicidu STOMP 400 SC ($1,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), nejnižší výnos byl po aplikaci herbicidu AFALON 45 SC ($1,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).
2. Průměrná hmotnost tisíce semen byla 22,72 g. Nejvyšší byla u nažek ošetřených herbicidem GLEAN 75 WG + STARANE 250 EC (23,87 g) a nejnižší po aplikaci herbicidu AFALON 45 SC (21,50 g).
3. Klíčivost nažek byla nejvyšší po aplikaci herbicidu STOMP 400 SC (45,00 %) a nejnižší byla po aplikaci herbicidu AFALON 45 SC (31,00 %). Průměrná klíčivost byla stanovena na 39,5 %.

4. Silymarinový komplex je hlavním kvalitativním ukazatelem a jeho součástí jsou silychristin, silydianin, silybin A, silybin B, isosilybin A a isosilybin B. Průměrný obsah celkového silymarinového komplexu činil 42,82 %. Nejvyšší obsah byl po aplikaci herbicidu STOMP 400 SC (46,37 %), nejnižší u kontrolní varianty (38,17 %) a u dalších variant ošetřených herbicidy byl obsah silymarinového komplexu velmi vyrovnaný a v průměru činil 43,00 %.
5. U ostropestřce mariánského se využívá při zpracování také olej, jehož průměrný obsah byl 26,81 %. Nejvyšší obsah oleje byl po ošetření herbicidem GARLAND FORTE (27,63 %), nejnižší po ošetření TARGA SUPER 5 EC (26,11 %).
6. Kyselina linolová, jejíž obsah ovlivňuje kvalitu oleje, byla obsažena v nejnižším množství po aplikaci herbicidů AFALON 45 SC (56,00 %) a GARLAND FORTE (56,00 %). Nejvyšší množství bylo po aplikaci herbicidu STOMP 400SC (58,73 %). Průměrné množství kyseliny linolové bylo 57,85 %.
7. Průměrná hodnota kyseliny olejové byla 26,42 %. Obsah kyseliny olejové byl nejvyšší po aplikaci herbicidu GARLAND FORTE (28,02 %) a nejnižší u neošetřených nážek, tedy KONTROLY (25,36 %).
8. Průměrná hodnota u kyseliny palmitové byla 8,98 %. Nejvyšší obsah kyseliny palmitové byl při aplikaci herbicidu GARLAD FORTE (9,19 %) a nejnižší opět u KONTROLY (8,82 %).

Z uvedeného je možné učinit závěr, že z kvalitativních znaků byl významně ovlivněn herbicidním ošetřením obsah oleje, ale především jeho složení, i když rozdíly nebyly statisticky průkazné. Zajímavý vliv na složení oleje měl herbicid GARLAND FORTE. V nážkách ostropestřce po jeho aplikaci byl nejvyšší obsah oleje, ale nejnižší obsah kyseliny linolové, nejvyšší obsah kyseliny olejové a palmitové. Silymarinový komplex v nážkách byl po aplikaci většiny herbicidů vyrovnaný, s výjimkou herbicidu STOMP 400 SC. Nejnižší množství silymarinového komplexu bylo u kontrolní varianty. Na základě získaných výsledků a dalších pokusů s herbicidním ošetřením budou podány návrhy na možnosti využití herbicidního ošetření ostropestřce.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABENAVOLI, L., CAPASSO, R., MILIC, N., CAPASSO, F., 2010: Milk Thistle in Liver Diseases: Past, Present, Future. *Phytotherapy research*. 2010 (24), 1423 – 1432 s.

AGRITEC, 2015: *Charakteristika společnosti*. Databáze online [cit. 2015-02-16]. Dostupné na: <http://www.agritec.cz/cs/charakteristika-spolecnosti>

BIEDERMANN, D., VAVRIKOVA, E., CVAK, L., KREN, V., 2014: Chemistry of silybin. *Natural products reports*. 2014 (9), 1138 – 1157 s.

BOUDERBA, S., SANCHEZ, M. C., VILLANUEVA, G. R., DETAILLE, D., KOCEŘ, E. A., 2014: Beneficial effects of silibinin against the progression of metabolic syndrome, increased oxidative stress, and liver steatosis in *Psammomys obesus*, a relevant animal model of human obesity and diabetes. *Journal of Diabetes*. 2014 (2), 184 – 192 s.

BREMNESSOVÁ, L., 1995: *Bylinář: Zdraví, krása a radost*. Fortuna Print, 2. vyd. Praha, 286 s., ISBN 80-85873-32-x.

BUCHTA, M., RAŠKA, J., KONEČNÝ, T., 2010: *Ostropestřec mariánský – zdroj esenciálních mastných kyselin*. Sborník XVI. odborného semináře s mezinárodní účastí aktuální otázky pěstování, zpracování a využití léčivých, aromatických, kořeninových rostlin. 1. vyd. ČZU, 2010. 250 s. ISBN 978-80-213-2121-2.

BUCHTOVÁ, I., TOŠOVSKÁ, M., 2012: *Situační a výhledová zpráva – Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny*. Ministerstvo zemědělství, Praha, 39 s. Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/188525/SVZ_2012_konecna_verze.pdf

BÜHRING, U., 2010: *Léčivé rostliny: obsahové látky, zpracování, základní recepty*. Knižní klub, 1. vyd. Praha, 360 s., ISBN 978-80-242-2474-9.

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

ČSN 58 0180, 1993: *Odběr vzorků*. Český normalizační institut, Praha, DIDOT s. s r.o., Brno, 4 s.

ČSN 58 0110, 1964: *Metody zkoušení koření*. Český normalizační institut, Praha, DIDOT s. s r.o., Brno.

DOSTÁL, J., 1989: *Nová květena ČSSR 2*. Academia, 1. vyd. Praha, ISBN 80-200-0095-x.

DRÁPALOVÁ, I., 2012: *Vliv herbicidního ošetření na klíčivost ostropestřce mariánského [Silybum marianum (L.) Gaertn.]*. Diplomová práce (in MS, dep. Knihovna MENDELU v Brně), MZLU v Brně, Brno, 69 s.

DUGAS, D., 2004: *Zdravý život s babiččínými bylinkami*. Ostrava: Knižní expres, 255 s., ISBN 80-7347-001-2.

FADHIL, A. B., AHMED, K. M., DHEYAB, M., 2012: Milk Thistle (*Silybum marianum*) seed oil: A novel feedstock for biodiesel production Arabian. *Journal of Chemistry*. 2012, King Saud University.

GROMOVÁ, Z., 1989: *Štruktúra úrody a technológia pestovania pestreca mariánského*. In: Pěstování, šlechtění a využití léčivých rostlin. Zborník príspevkov. Brno, 5 – 15 s.

GRÜNWARD, J., JÄNICKE, CH., 2008: *Zelená lékárna*. Svojtka & Co., 1. české vyd. Praha, 408 s., ISBN 978-80-7352-600-9.

HABÁN, M., OTEPKA, P., KOBIDA, L., HABÁNOVÁ, M., 2009: Production and quality of milk thistle [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] cultivated in cultural conditions of warm agri-climatic macroregion. In: Hort. Sci. (Prague), roč. 36, č. 2, s. 69 – 74, ISSN 0862-867.

HACKETT, E. S., TWEDT, D. C., GUSTAFSON, D. L., 2013: Milk Thistle and Its Derivative Compounds: A Review of Opportunities for Treatment of Liver Disease. *American College of Veterinary Internal Medicine*. 2013 (27), 10 – 16 s.

HENSEL, W., 2009: *Léčivé rostliny: nový průvodce přírodou*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 255 s., ISBN 978-80-242-2043-7.

IREL, 2015: *Krmné doplňky*. Databáze online [cit. 2015-01-20]. Dostupné na: <http://www.irel.eu/kategorie/krmne-doplňky>

IREL, 2015: *Potravinové doplňky*. Databáze online [cit. 2015-01-20]. Dostupné na: <http://www.irel.eu/kategorie/potravinove-doplňky>

JANČA, J., ZENTRICH, J., 1995: *Herbář léčivých rostlin díl 2.*, Eminent, Praha, ISBN 978-80-7281-368-1.

KARKANIS, A., BIALIS, D., EFTHIMIADOU, A., 2011: Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed. *Industrial Crops and Products*. 2011 (1), 825 – 830 s.

KLOUDA, P., 2003: *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 132 s., ISBN 80-86369-07-2

KOCOURKOVÁ, B., PLUHÁČKOVÁ, H., RŮŽIČKOVÁ, G., 2014: *Pěstování speciálních plodin*. Mendelova univerzita v Brně, 1. vyd. Brno, 100 s., ISBN 978-80-7509-020-1

KOLÁČKOVÁ, P., ŠIŠPEROVÁ, E., 2013: Determination of oil content in whole milk thistle seeds using fourier transform near-infrared (FT-NIR) spectroscopy, MendelNet 2013

KRESÁNEK, J., 1988: *Atlas léčivých rostlin a lesných plodov*. Osveta, 3.vyd. Martin, 398 s.

KRESÁNEK, J., st., KRESÁNEK, J., ml., 2008: *Atlas léčivých rostlin a lesných plodov*. Osveta, Martin, 424 s., ISBN 978-80-8063-292-2.

KUBÍNEK, J., 1987: *Metodika pěstování – Ostropestřec mariánský*. Ministerstvo zemědělství a výživy České Budějovice, 21 s.

MATĚJKA, P., 2006: Spektroskopie v blízké infračervené oblasti. Databáze online [cit. 2009-5-24]. Dostupné na: <http://www.vscht.cz/anl/lach2/NIR.pdf>

MIKEŠOVÁ, I., LUTOVSKÁ, M., 2004: *Léčivé rostliny: O sběru a pěstování*. Praha: Dokořán, 240 s., ISBN 80-86569-68-3.

MITÁČEK, T., 2011: Produkce a zpracování léčivých rostlin z kontrolovaného EZ. *EPOS, Spolek poradců v ekologickém zemědělství ČR*. Databáze online [cit. 2015-02-12]. Dostupné na: <http://www.eposcr.eu/wp-content/uploads/2011/04/ML21-Lecive-rostliny.pdf>

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

MOUDRÝ, J., 2004: *Ostropestřec mariánský* [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.]. Databáze online [cit. 2015-01-23]. Jihočeská univerzita. Dostupné na: [www: <\(http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Ostropestrec_mariansky.htm\)>](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Ostropestrec_mariansky.htm)

MUHAMMAD AZIM KHAN, ROBERT E. BLACKSHAW, KHAN B. MARWAT, 2009: Biology of milk thistle (*Silybum marianum*) and the management options for growers in north western Pakistan. *Weed Biology and Management*. 2009 (2), 99 – 105 s.

NEUGEBAUEROVÁ, J., 2006: *Pěstování léčivých a kořenových rostlin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1. vyd. Brno, 122 s., ISBN 80-7157-997-1.

PALAS, J., 2014: Realizace pěstování LAKR v současném období a v minulosti. *SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ – 19. Odborný seminář s mezinárodní účastí*. Ediční středisko MENDELU v Brně, 122 s., ISBN 978-80-7375-933-9.

PISCITELLI, S. C., FORMENTINI, E., BURSTEIN, A. H., ALFARO, R., JAGANNATHA, S., FALLOON, J., 2012: Effect of Milk Thistle on the Pharmacokinetics of Indinavir in Healthy Volunteers. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*. 2012 (15), 551 – 556 s.

- POKLUDA, R. a kol., 2010: Databáze zahradnických informací. Databáze online [cit. 2015-01-15]. Dostupné na: http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/553/dzi/www/lakr_z.htm
- PORTYCH, J., 2009: *Obsah ČL 2009*. Databáze online [cit. 2015-01-23]. Státní ústav pro kontrolu léčiv. Dostupné na: <http://www.sukl.cz/farmaceuticky-prumysl/obsah-ceskeho-lekopisu-2009>
- PŘÁŠIL, J., 2014: Řízení výroby kvalitního osiva LAKR. *SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ – 19. Odborný seminář s mezinárodní účastí*. Ediční středisko MENDELU v Brně, 122 s., ISBN 978-80-7375-933-9.
- PRUGAR, J., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 327 s., ISBN 978-80-86576-28-2.
- PŘIBYLOVÁ, Z., 2014: *Situační a výhledová zpráva – Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny*. Ministerstvo zemědělství, Praha, 40 s. Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/188525/SVZ_2014_konecna_verze.pdf
- RŮŽIČKOVÁ, G., FOJTOVÁ, J., SOUČKOVÁ, M., 2011: The yield and quality of milk thistle [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] seed oil from the perspective of environment and genotype - a pilot study. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2011. sv. 14, č. 1, s. 9-12., ISSN 1335-258X.
- SEIFERTOVÁ, E., 2005: NIR: k analýze obilovin a píce. Databáze online [cit. 2010-8-7]. Dostupné na: http://www.agroweb.cz/NIR:-k-analyze-obilovin-apicnin__s44x21805.html
- SLAVÍK, B., ŠTĚPÁNEK J., ŠTĚPÁNKOVÁ J., 2004: *Květena České republiky*. Academia, 1. vyd. Praha, 767 s., ISBN 80-200-1161-7.
- SOUČKOVÁ, M., 2009: Hodnocení olejnatosti plodů ostropestřce mariánského [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] z různých pěstitelských oblastí. Bakalářská práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně), MZLU v Brně, Brno, 40 s.

SPITZOVÁ, I., PLACR, M., 1988: Metodika udržovacího šlechtění silybinové chemovariety ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* /L./ Gaertn.). Praha, VÚFB.

SÝKORA, D., FÄHNRICH, J., 2015: *Kapalinová chromatografie a absorpční uv spektrofotometrie*. Databáze VSCHT. Databáze online [cit. 2015-03-25]. Dostupné na: http://old.vscht.cz/anl/lach1/6_LC.pdf

UHER, J., 2009: Ústní sdělení 2009

VERMEULEN, N., 2001: *Encyklopedie bylin a koření*. Rebo Productions, 2. vyd. Čestlice, 319 s., ISBN 80-7234-169-3.

ZELENÝ, V., 2000: *Silybum* -ostropestřec in Slavík B. (ed.) *Květena České republiky*, sv. 6. Academia, Praha, s. 420 - 422. ISBN: 80-200-0306-1

9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vývoj ploch rostlin skupiny LAKR v ČR

Obrázek 2: Vývoj produkce rostlin skupiny LAKR v ČR

Obrázek 3: Výnos rostlin skupiny LAKR v ČR

Obrázek 4: Vývoj ploch ostropestřce mariánského v ČR

Obrázek 5: Vývoj výnosu ostropestřce mariánského v ČR

Obrázek 6: Vliv herbicidního ošetření na výnos nažek

Obrázek 7: Vliv herbicidního ošetření na HTS nažek

Obrázek 8: Vliv herbicidního ošetření na klíčivost nažek

Obrázek 9: Vliv herbicidního ošetření na obsah silymarinového komplexu v nažkách

Obrázek 10: Vliv herbicidního ošetření na obsah oleje v nažkách

Obrázek 11: Vliv herbicidního ošetření na obsah kyseliny linolové v nažkách

Obrázek 12: Vliv herbicidního ošetření na obsah kyseliny olejové v nažkách

Obrázek 13: Vliv herbicidního ošetření na obsah kyseliny palmitové v nažkách

*Obrázek 14: Ostropestřec mariánský [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] ve fázi děložních lístků, foto B. Kocourková, 2. 5. 2013*

*Obrázek 15: Ostropestřec mariánský [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] ve fázi listové ružice, foto B. Kocourková, 19. 05. 2013*

*Obrázek 1: Ostropestřec mariánský [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] ve fázi květu, foto B. Kocourková, 10. 07. 2013*

*Obrázek 2: Ostropestřec mariánský [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] na začátku dozrávání, foto B. Kocourková, 18. 07. 2013*

*Obrázek 3: Úbory ostropestřce mariánského [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] ve sklizňové zralosti, foto B. Kocourková, 21. 7. 2013*

*Obrázek 19: Nažky ostropestřce mariánského [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.], foto B. Kocourková, 15. 09. 2013*

10 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1: Ekologická produkce LAKR v ČR

Tabulka 2: Ekologická produkce ostropestřce mariánského v ČR

Tabulka 3: Vývoj ploch a produkce rostlin skupiny LAKR v ČR

Tabulka 4: Vývoj ploch produkce léčivých rostlin v ČR

Tabulka 5: Přehled o pěstování ostropestřce v ČR

Tabulka 6: Dávka, výnos, HTS, klíčivost a obsah silymarinového komplexu v nažkách ostropestřce u odrůdy Silyb

Tabulka 7: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů pomocí Anova testu

Tabulka 8: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů LSD Fisherovým testem

Tabulka 9: Sušina, obsah oleje a zastoupení jednotlivých kyselin v nažkách odrůdy Silyb

Tabulka 10: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů pomocí Anova testu

Tabulka 11: Statistické hodnocení kvalitativních ukazatelů LSD Fisherovým testem

11 PŘÍLOHY

Příloha 1: Fotografie – Ostropestřec mariánský v různých fázích růstu



Obrázek 14: *Ostropestřec mariánský* [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] ve fázi děložních lístků, foto B. Kocourková, 2. 5. 2013



Obrázek 15: *Ostropestřec mariánský* [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] ve fázi listové ružice, foto B. Kocourková, 19. 05. 2013



Obrázek 4: *Ostropěstřec mariánský* [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] ve fázi květu, foto B. Kocourková, 10. 07. 2013



Obrázek 5: *Ostropěstřec mariánský* [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.] na začátku dozrávání, foto B. Kocourková, 18. 07. 2013



Obrázek 6: Úbory ostropestřce mariánského [Silybum marianum (L.) Gaertn.] ve sklizňové zralosti, foto B. Kocourková, 21. 7. 2013



Obrázek 19: Nažky ostropestřce mariánského[Silybum marianum (L.) Gaertn.], foto B. Kocourková, 15. 09. 2013