

Alternativní využití potravinářských obilovin - pěstování námele pro lékařské účely

Věra Stočková

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Věra STOČKOVÁ**
Osobní číslo: **T07196**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Alternativní využití potravinářských obilovin -
pěstování námele pro lékařské účely**

Zásady pro vypracování:

1. Námelové alkaloidy.
2. Biologie námele.
3. Hostitelské rostliny.
4. Farmakologie.
5. Využití námelových alkaloidů v lékařství.
6. Toxikologické účinky.
7. Agrotechnika námele.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] ONDREJKOVIČOVÁ I. a kol. Pokroky v chemii a v biologii, vyšší kvalita [1]
ONDREJKOVIČOVÁ I. a kol. Pokroky v chemii a v biologii, vyšší kvalita života. STU,
Bratislava 2008.
[2] PAŽOUTOVÁ S., CAGAŠ B., KOLÍNSKÁ R., HONZÁTKO A. Host Specialization of
Different Populations of Ergot, Genet. Plant Breed., 38, 2002. 75--81.
[3] SCHULZOVÁ V., HAJŠLOVÁ J. Toxické alkaloidy v potravním řetězci člověka. VŠCHT,
Praha 2007.
[4] TUDZYNSKI P., CORREIA T., KELLER U. Biotechnology and genetics of ergot alkaloids,
Springer Berlin 2001.

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Iva Burešová, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

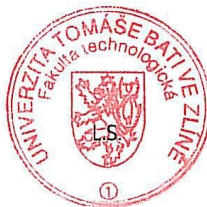
4. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2010

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 17.5.2010


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat rešerši na téma využití obilovin pro nepotravinářské účely – pěstování námele. Námel je houbou přeměněné zrna obiloviny, které obsahuje toxické látky. Významné je jeho využití v lékařství. Používá se nejčastěji z důvodů svých léčebných účinků. V našich podmínkách se námel pěstuje na ozimém žitu. Podmínkou získání dostatečného množství námele očekávané kvality je dodržet isolační vzdálenost od ostatních obilovin. Kritickým krokem je očkování obilovin a vhodně načasovaná sklizeň. Velmi důležitá je dále i posklizňová úprava, kdy je nutno výtěžek ihned sušit. Při dodržení všech předepsaných podmínek je kvalita sklizené hmoty velmi vysoká.

Klíčová slova:

námel, námelové alkaloidy, žito, sterilní žito, ergotismus, účinek námelových alkaloidů, pěstování námele, očkování

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis was to write a bibliographic search about the use of cereals for nonfood purposes – cultivation of ergot. The ergot is a grain of cereal transformed by fungus, which contains toxic substances. The usage of ergot is important in medical sciences. Mostly, it is used for his therapeutic effect. The ergot is cultivated on the winter rye in our conditions. To obtain sufficient amount of ergot of expected quality it is necessary to keep insulation distance from other cereals. The critical step is a cereal inoculation and right harvest-time. Modification after harvest-time is also very important; especially the harvest has to be dried immediately. Keeping all specified conditions the quality of the harvest is very high.

Keywords:

Ergot, ergot alkaloids, rye, sterile rye, ergotism, effect of ergot alkaloids, ergot cultivation, inoculation

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce Mgr. Ivě Burešové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, kterými mi pomáhala při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Martině Teichmannové za knižní pomoc a celé své rodině za psychickou podporu, Ing. Ladislavovi Cvakovi, Ph.D. a Ing. Vlastimilovi Marečkovi za poskytnutí odborné rady a informačních zdrojů.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně 17.5.2010

Alena Hoce
.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 NÁMELOVÉ ALKALOIDY	11
1.1 Klavinové alkaloidy	13
1.2 Jednoduché deriváty kyseliny lysergové	13
1.3 Ergopetiny a ergopeptamy	16
2 BIOLOGIE NÁMELE	18
2.1 Životní cyklus	19
2.2 Taxonomické znaky	20
3 HOSTITELSKÉ ROSTLINY.....	22
3.1 Obiloviny	22
3.2 Obsah živin v zrně	22
3.2.1 Stavba obilného zrna	23
3.2.2 Mezi základní obiloviny patří	24
3.3 Žito	24
3.3.1 Využití žita.....	24
3.3.2 Pěstitelské požadavky žita.....	25
4 FARMAKOLOGIE	26
4.1 Farmakon-receptorové interakce	27
4.2 Interakce mezi látkami	27
4.3 Reakce organismu na podané léčivo.....	27
4.4 Účinky námelových alkaloidů na živý organismus.....	27
5 VYUŽITÍ NÁMELOVÝCH ALKALOIDŮ V LÉKAŘSTVÍ.....	30
6 TOXICKÉ ÚČINKY NÁMELE.....	32
6.1 Ergotismus.....	32

7 Agrotechnika pěstování námele na žitě	34
7.1 Výběr stanoviště	34
7.2 Izolační vzdálenost	35
7.3 Předplodiny	36
7.4 Založení porostu	36
7.5 Ochrana žita proti plevelům, chorobám a škůdcům	36
7.5.1 Plevel	36
7.5.2 Houbové choroby	37
7.6 Očkování žita námelem	37
7.6.1 Očkování žita jehlovými očkovacími stroji	37
7.6.2 Očkování žita postřikem	39
7.6.3 Sled postřiků	41
7.6.4 Vliv počasí	42
7.7 Námelová očkovací látka	42
7.8 Vývoj a růst žita a námele po naočkování	42
7.9 Vývoj a dozrávání sklerocií	43
7.10 Sklizeň námele	43
7.10.1 Termín sklizně	43
7.10.2 Posklizňová úprava sklizené hmoty	44
ZÁVĚR	46
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	51
SEZNAM TABULEK	52
SEZNAM OBRÁZKŮ	53

Úvod

Námel je produkt houby Paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*), parazitující na žitu a na jiných druzích obilnin a divokých trav. Zrna napadené obilniny jsou nejprve světlehnědě až fialově nepravidelně skvrnitá - sklerocia, poté se mění v křivé lusky přilepené na klasu. Tento jev je označován jako kornatění. Zimní forma námellové houby se nazývá sklerocium. Žitný námel (*Secale cornutum*) je druh námelle užívaný v lékařství. [1,3]

Doložené informace o námelu se poprvé objevují v raném středověku jako příčina tehdejších masových otrav tisíců osob. Onemocnění související s námelem bylo po dlouhou dobu nejasné a vyskytovalo se ve dvojí formě. První formou byla sněť (*ergotismus gangraenosus*) a druhá forma je konvulzivní (*ergotismus convulsivus*). [2]

Ještě do nedávné doby byly epidemie otravy námelem častým jevem mnoha evropských zemí včetně rozsáhlých oblastí Ruska. Agrokulturní rozvoj 17. století a sériová výroba chleba, který obsahoval námel, byly hlavní příčinou četných hromadných epidemií - ergotismus.

První zmínka o léčebném použití námelu jako ekbolika (léku, který vyvolával porod) je uveden v herbáři Adama Lonitzera, působícího ve Frankfurtu nad Mohanem, z roku 1582. [3]

Užívání námelle v porodnictví je uváděno Lonizerem až do roku 1808, kdy oficiálně námel vstoupil do akademického lékařství prací amerického lékaře Johna Staernse nazvané "*Putvis Parturiens, a Remedy for Quickening Childbirth*" (Putvis Parturiens, Pomoc k urychlení porodu). Lékařští odborníci od použití námelle jako ekbolika rychle opustili, protože si uvědomovali velkého nebezpečí pro děti především vzhledem k neurčitému dávkování a k vedlejšímu účinku předávkování, uterinálnímu spasmu - děložní křeči. Užívání námelle v porodnictví bylo zastaveno, protože vyvolával poporodní krvácivost rodičky. [2,3,4]

To, že nebyl námel uznán jako rozmanité léčivo (*pharmacopoeias*) během první poloviny 19. století bylo prvním krokem vedoucím ke snaze o izolaci aktivních látek drogy. Avšak všichni vědci se v průběhu prvních sta let o tuto izolaci pokoušeli bezúspěšně. Až v roce 1907 angličtí vědci G. Barger a F. H. Carr byly první, kteří úspěšně izolovali aktivní alkalický preparát, který pojmenovali ergotoxin, protože byl o mnoho více toxický nežli námellové kultury používané terapeuticky. [5]

Nicméně farmakolog H. H. Dale objevil, že ergotoxin mimo zřetelných uterotonních účinků působí také jako antagonist aktivít adrenalinu v autonomním nervovém systému, což potvrzuje možnost terapeutické využití námelových alkaloidů.

Počátkem roku 1930 počala nová éra výzkumu námele. Začaly výzkumy směřující k určení chemické struktury námelových alkaloidů. V New Yorku se podařilo chemickým štěpením izolovat a charakterizovat základní stavební jednotku všech námelových alkaloidů - kyselinu lysergovou. Hlavním impulsem pro výzkum, jak z chemického tak lékařského hlediska, byla izolace uterotonické a hemostatické podstaty nově objevené látky, a to hned čtyřmi institucemi najednou včetně Sandozské laboratoře. Objevená látka, alkaloid s poměrně jednoduchou strukturou, byla A. Stollem a E. Burckhardtem pojmenována jako ergobasin (syn. ergometrin, ergonovin). [2,5]

Cílem práce bylo shrnout nejdůležitější informace o námelu jako surovině pro farmaceutický průmysl, zásadách pro pěstování obilnin, očkování obilnin námelem, zásadách pro správnou sklizeň a posklizňovou úpravu námelem.

1 NÁMELOVÉ ALKALOIDY

Námel (*Secale cornutum*) – má svoji bohatou minulost a během několika staletí doznala jeho úloha významných proměn. Z obávaného toxického parazita žita se tak stal bohatý zdroj biologicky aktivních látek. [6]

Nachází se jen málo přírodních látek, jejichž možnosti využití jako léčiva jsou tak široká, jak je tomu v případě alkaloidů námele. Možnosti k získání hodnotných léčiv z námele nejsou zdaleka vyčerpány. [7]

Účinnost těchto látek je vysoká. Současně umožňuje nízké dávkování při velmi nízké toxicitě. V ČR má výroba námelových alkaloidů již dlouholetou tradici a to i přes skutečnost, že v době, kdy se u nás podařilo zvládnout v laboratorním měřítku první základní postupy k izolaci přirozených alkaloidů (ergobasinu a ergotaminu) z námele, byla v některých evropských zemích výroba námelových alkaloidů již plně rozvinuta.

Průkopníkem ve výzkumu námelových alkaloidů se nadlouho stala firma Sandoz (Novartis). Její chemici izolovali většinu donedávna známých námelových alkaloidů, vyřešili jejich strukturu. Farmakologové firmy Sandoz zase prozkoumali biologické vlastnosti námelových alkaloidů a botanici vyřešili způsob umělé kultivace námele (polní produkce na žitě - parazitní produkce). Tak společně položili základ pro průmyslovou výrobu námelových alkaloidů a jejich terapeutické využití. Do terapeutického využití se tak postupně dostaly další alkaloidy (ergometrin, dihydroergotamin, dihydroergotoxin, bromokryptin, methylergometrin). [8]

Výchozí surovinou pro výrobu námelových alkaloidů je výlučně námel získaný pěstováním. Dlouholetým experimentováním se postupně podařila zvládnout technika pěstování a rozvinuly se práce na výběru a šlechtění kmenů poskytujících žádoucí spektrum alkaloidů v námelu v optimální výši.

I když jejich účinky na CNS jsou škodlivé, mají v biotechnologii dlouholetou tradici s různorodými aplikacemi v terapii lidských onemocnění CNS. [1,9,10,11]

Účinnými látkami námele jsou alkaloidy. Obsahují tetracycký ergolinový skelet, který je mimořádně účinným a univerzálním farmakoforem (obr. 1). [7]

Námelové alkaloidy jsou sekundární metabolity a jsou produkovány houbami *Claviceps*. Řadí se mezi dusíkaté heterocycké alkaloidy tryptofanového typu.

Námelové alkaloidy rozdělujeme podle typu substituentu v poloze C(8):

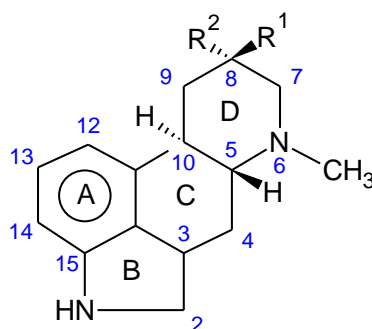
Klavinové alkaloidy a 6,7-sekoergoleny (alkaloidy s otevřeným D-kruhem (obr.3))

Jednoduché deriváty kyseliny lysergové

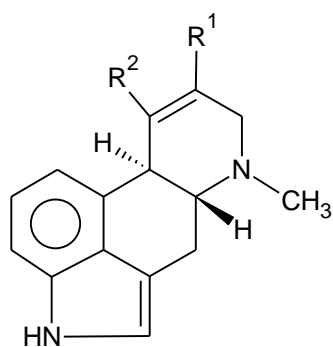
Peptidové alkaloidy – cyklonové ergotové alkaloidy (CEA) (ergopeptiny)

Laktamové ergotové alkaloidy (LEA) (ergopeptamy) [6,10]

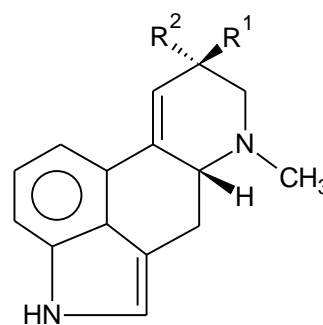
Ergolin je částečně hydrogenovaný indolo-[4,3-f,g]chinolin [6]



Obr. 1: Ergolin

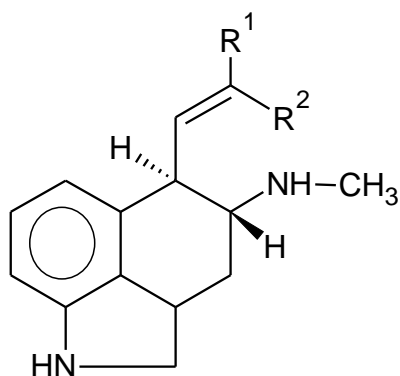


8,9-Ergoleny



9,10-Ergoleny

Obr. 2: Ergoleny



Obr. 3: 6,7-sekoergoleny

Chemická rozmanitost námelových alkaloidů je dána především modifikací kruhu D. Alkaloidy s nenasyceným D kruhem se nazývají ergoleny. Podle pozice dvojně vazby se rozdělují na $\Delta_{8,9}$ -ergoleny s dvojnou vazbou mezi uhlíky C(8) a C(9) a na $\Delta_{9,10}$ -ergoleny s dvojnou vazbou mezi uhlíky C(9) a C(10) (obr.2). [10]

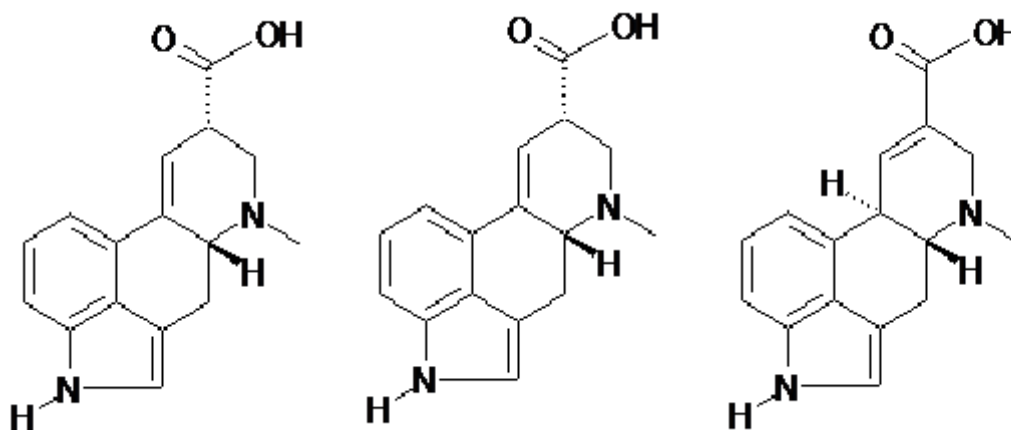
1.1 Klavinové alkaloidy

U klavinů je dvojná vazba v kruhu D umístěna v poloze 8,9 nebo 9,10 a nebo je kruh D zcela nenasycen. Námelové alkaloidy, které mají nasycený D-kruh, se nazývají ergoliny (obr.1). [6,10,12]

1.2 Jednoduché deriváty kyseliny lysergové

Skupinu ergolenových kyselin tvoří lysergová, isolysergová a paspalová kyselina. (obr.4)

Lysergovou kyselinu lze získat především alkalickou hydrolyzou peptidových námelových alkaloidů. Vyskytuje se spolu s isolysergovou kyselinou a klavinou též v saprofytech kultur některých kmenů *Claviceps*. [6]



kyselina lysergová

kyselina isolysergová

kyselina paspalová

Obr.4: Ergolenové kyseliny

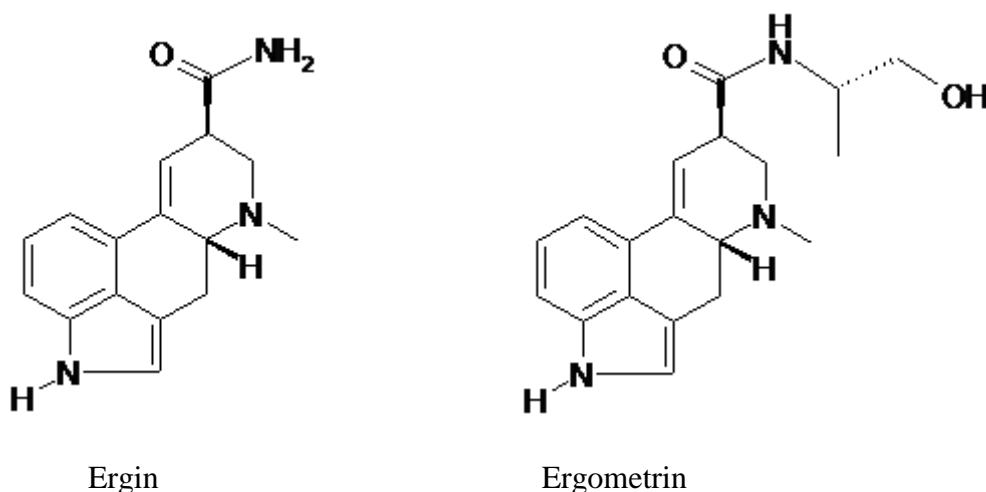
Kyselina lysergová a její deriváty mají dvojnou vazbu situovanou do polohy 9,10 (až na paspalovou kyselinu). Je to skupina strukturně rozmanitější a významnější než skupina klavinových alkaloidů.

Všechny deriváty kys. lysergové se vyskytují ve dvou formách s různou optickou otáčivostí. Základní název je odvozen od jejího derivátu (např. ergotamin, ergometrin) a název derivátu kyseliny isolysergové je tvořen koncovkou -inin (ergometrinin, ergotaminin). Námelové báze končící koncovkou „in“ jsou fyziologicky účinné, báze končící na „inin“ jsou prakticky bez účinku. Vedle této kyseliny se vyskytuje ještě isomerní kyselina paspalová s dvojnou vazbou v poloze 8,9. [8]

Deriváty lysergové kyseliny jsou farmakologicky vysoce aktivní a jsou levotočivé, zatímco deriváty isolysergové kyseliny jsou pravotočivé a vykazují pouze slabé farmakologické účinky.

Deriváty kyseliny lysergové lze rozdělit na poměrně nepočetnou skupinu jejich jednoduchých amidů a alkaloidy peptidické – tetrapeptidy, jejichž C konec tvoří kyselina lysergová. Jedná se o bicyklický systém s heteroatomy a se čtyřmi asymetrickými centry. [8,13]

Příklady nejběžnějších klavinových alkaloidů a derivátů kyseliny lysergové a paspalové uvádí tabulka 1.



Obr. 5: Deriváty kyseliny lysergové (Ergin, Ergometrin)

Tabulka 1: Přehled běžně se vyskytujících klavinových alkaloidů a derivátů kyseliny lysergové a paspalové [10]

Alkaloidy	
$\Delta^{8,9}$ -ergoleny	agroklavin
	elymoklavin
	kyselina paspalová
$\Delta^{9,10}$ -ergoleny	lysergin
	lysergol
	isolysergol
	setoklavin
	isosetoklavin
	penniklavin
	isopenniklavin
	kyselina lysergová
	kyselina isolysergová
	ergin
	erginin
Ergoliny	festuklavin
	pyroklavin
	dihydrosetoklavin
	dihydrolysergol-I
6,7 - sekoergoleny	chanoklavin-I
	isochanoklavin-I

1.3 Ergočetiny a ergočetamy

Peptidické námelové alkaloidy jsou tvořeny dvěma strukturními typy tetrapeptidů – ergočetiny a ergočetamy (obr.6). Ergočetiny se dělí na ergotaminy, ergotoxiny, ergoxiny a ergoaniny. Ergočetamy jsou strukturně podobné peptidovým EA, jejich peptidická část není cyklická. Názvosloví ergočetamů vychází se stejného základu jako ergočetiny, tvoří se přidáním přípony –am. Dělí se na ergotamany, ergotoxany, ergoxamy, a ergoanamy. [8,10]

Nejběžnější jsou alkaloidy ergotamino-ergotoxinové skupiny (nerozpustné ve vodě), které jsou právě zodpovědné za ergotismus. Druhou skupinou alkaloidů jsou amidy kyseliny lysergové (ve vodě rozpustné) (tabulka 2).

Tabulka 2. Rozdělení námelových alkaloidů podle rozpustnosti [11]

Ve vodě nerozpustné (skupina ergotaminová a ergotoxinová)			Ve vodě rozpustné (skupina ergometrinová)		
Skupina	Složka		Skupina	Složka	
	levotočivá	pravotočivá		Levotočivá	pravotočivá
Ergotaminová	ergotamin	ergotaminin	Ergometrinová	ergometrin (=ergobasin)	ergometrinin (=ergobasinin)
	ergostin	ergostinin			
Ergotoxinová	ergokristin	ergokristinin			
	ergokryptin	ergokryptinin			
	ergokornin	ergokorninin			

2 Biologie námele

Alkaloidy jsou velmi širokou škálou sekundárních metabolitů. Řada těchto látek je izolována z rostlin. Významnou skupinou mikrobních alkaloidů jsou alkaloidy námellové. Izolace jednotlivých sloučenin se původně prováděla ze zrn tzv. námele, což jsou suchá sklerocia fytopatogenní houby *Claviceps purpurea*. Tato houba napadá traviny a z obilovin zejména žito.

Ve středověku byl námel používán v souvislosti s vyvoláním porodu, resp. úpravy poporodního krvácení. Jsou však známé také hromadné otravy (ergotismus) po požití potravin vyrobených z obilí napadeného uvedenou fytopatogenní houbou.

Hlavními producenty námellových alkaloidů jsou houby rodu *Claviceps* z čeledi *Clavicipitacea*, řádu *Hypocreales*, skupiny řádu *Hypocreales*, skupiny řádu *Pyrenomycetes*, podtřídy *Ascohymenomycetidae*, třídy *Ascomycetes*. [14]

Rod *Claviceps* je původcem námellových onemocnění a zahrnuje zhruba 50 druhů. Většina z nich se vyskytuje v tropických a subtropických oblastech.

Druhy *Claviceps* lze dělit do tří typů. První typ *C. fusiformis*, parazituje na travách rodu *Pennisetum* v teplejších oblastech a produkuje klavinové alkaloidy. Druhý typ *C. purpurea*, parazituje na různých trávách a obilí a tvoří alkaloidy peptidového typu. Třetí typ *C. paspali*, parazituje na rostlinách ve středních a teplejších pásmech a tvoří klaviny, jednoduché deriváty kyseliny lysergové i ergolenové kyseliny. [14,15]

V důsledku napadení rostliny parazitem způsobují houby ztráty na úrodě.

Obilovina napadená parazitem rodu *Claviceps* obsahuje alkaloidy - sklerocia, stává se nebezpečnou nebo dokonce smrtelnou pro lidi i zvířata – způsobuje ergotismus.

Celosvětové snížení výnosu a kvality zrna vede k nákladnému čištění obilovin. Obiloviny, které obsahují více než 0,3 hm.% námellových alkaloidů, nejsou vhodné pro potravinářské zpracování. [5]

Námel určený k lékařským účelům se pěstuje uměle. Je to umělá infekce žitných semen výtrusy houby, námellovinou. Získaná surovina je obsahově bohatší a má lepší kvalitu. U nás je produkce plně mechanizovaná.

V současné době je pěstován námel rasy a výkonného kmene, protože běžný námel má nevýhodné složení pro průmyslové zpracování. Rasy se liší obsahem v souhrnu alkaloidů i kvalitativním složením.

Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) - námellový růžek, je trvalé, odpočívající stádium vřeckaté houby paličkovice nachové, která cizopasí na klasech obilovin, zejména

na žitě, ale také na pšenici, rýži, kukuřici, ječmeni, čiroku, ovsu, žitě, jáhlech i dalších druzích trav (obr. 7). Vzniká při nákaze žitného květu přirozenou cestou nebo umělým zásahem.

Za současného odumření semeníku se vytváří růžkovitý útvar, sklerocium, které nápadně vyčnívá z klasu. Bývá jich v klasu i několik, a pokud se neseberou, snadno po dozrání z klasů vypadávají. [5,10]

2.1 Životní cyklus

Kompletní životní cyklus houby *Claviceps purpurea* v přírodních podmínkách poprvé popsal Tulasne v roce 1853. [10,14]

Životní cyklus parazitující houby – námele – začíná na jaře. Výtrusy houby jsou přenášeny vzdušnými proudy na mladé klásky, ve kterých vytváří protáhlé a výrazně vyčnívající růžkovité útvary (sklerocia) (obr.8). Sklerocia ve stádiu zralosti vypadávají, přezimují v půdě a v následujícím roce z nich vyrůstají paličkovitá stromata. Jejich výtrusy pak roznášejí vzdušné proudy na mladé klasy, haploidní askospory prorostou do semeníku jako pyl. Postupně nahradí květní orgány a připojí se na cévní svazek, který byl původně určen k výživě semene. Dochází k poškození hostitelského pletiva, vzniká vatovité mycelium (sfacelium). Tomuto stádiu námele se říká sfacelit. Současně vzniká velké množství konidií. [5,14]

Hostitelská rostlina napadená infekcí produkuje medovici (hustou a na sacharidy bohatou kapalinu). Na medovici je přilákán hmyz, který vzniklé konidie během sezóny velmi intenzivně rozšiřuje, čímž dochází k sekundární (letní) infekci. Konidie jsou přenášeny na zdravé semeníky, které po prorůstání hyf zbytní, prodlužují se a vzniká znovu růžkovitý útvar - sklerocium (nepohlavní výtrus).



Obr. 7: Žitné pole napadené námelem

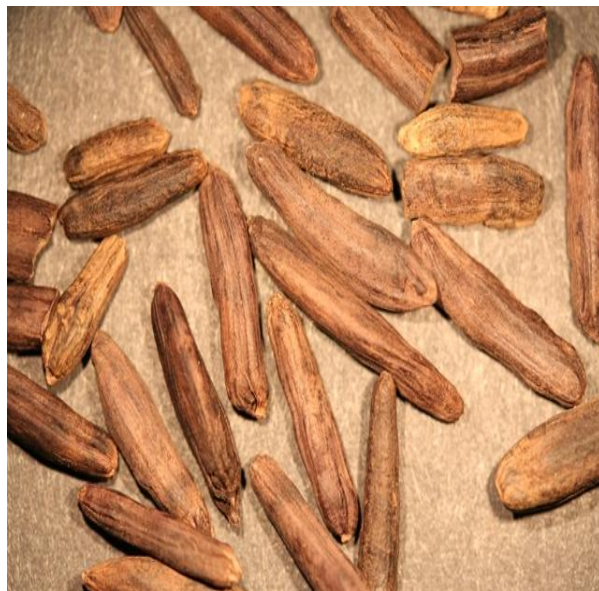
2.2 Taxonomické znaky

Taxonomická kritéria, podle kterých můžeme určit druh *Claviceps*, jsou velikost, tvar a barva sklerocia. (obr. 9)

Sklerocia (námel) jsou 1-2 cm dlouhá, rovná nebo zahnutá, černofialová a uvnitř bílá. Ze sklerocií v následujícím roce vyrůstají stromata s plodničkami, která jsou bledě purpurová, asi 1 cm dlouhá a 2 mm široká. V kulovité části obsahují baňkovité vřecnice s vřecy, v nich jsou niťovité, bezbarvé výtrusy. Sklerocia rostoucí na žitě setém (*Secale cereale*) dorůstají až do délky 50 mm. [5,10]



Obr. 8: Vývojové stádium námele



Obr. 9: Zrna přeměněna námelem

3 Hostitelské rostliny

3.1 Obiloviny

Nejčastěji používanými hostitelskými rostlinami jsou obiloviny. Jsou to nejstarší, kulturně vypěstované rostliny. Osévají se na více než 50 % orné půdy a tvoří největší část ze všech pěstitelských plodin.

Staví se na první místo mezi plodinami pro svou výživnou hodnotu. Pokrývají asi 45 % celkové energetické potřeby obyvatelstva.

Je s nimi spojen vznik nejstarší lidské činnosti - obdělávání půdy. Jsou využívány a pěstovány pro svá semena. Zrna se zkrmuji a celé rostliny se využívají jako zelená píce.

Obilniny patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*), řádu lipnicokvěté (lipnicotvaré) (*Poales*). Jsou to jednoleté i víceleté byliny se svazčítým kořenovým systémem.

Mezi důležité orgány, které zajišťují nutné životní funkce patří kořen, stéblo, květenství, listy a plod (obilka). [16]

Základem jsou kořeny, které drží rostlinu v půdě, přijímají vodu a živiny a udržují tak rostlinu při životě. Stéblo spojuje jednotlivé části rostliny, přivádí vodu k listům, ukládá organické látky, které se vytvořily v rostlině, do zrna. Uzárním obilky končí životní cyklus rostliny, ta je zárodkem pro novou rostlinu. [16,17]

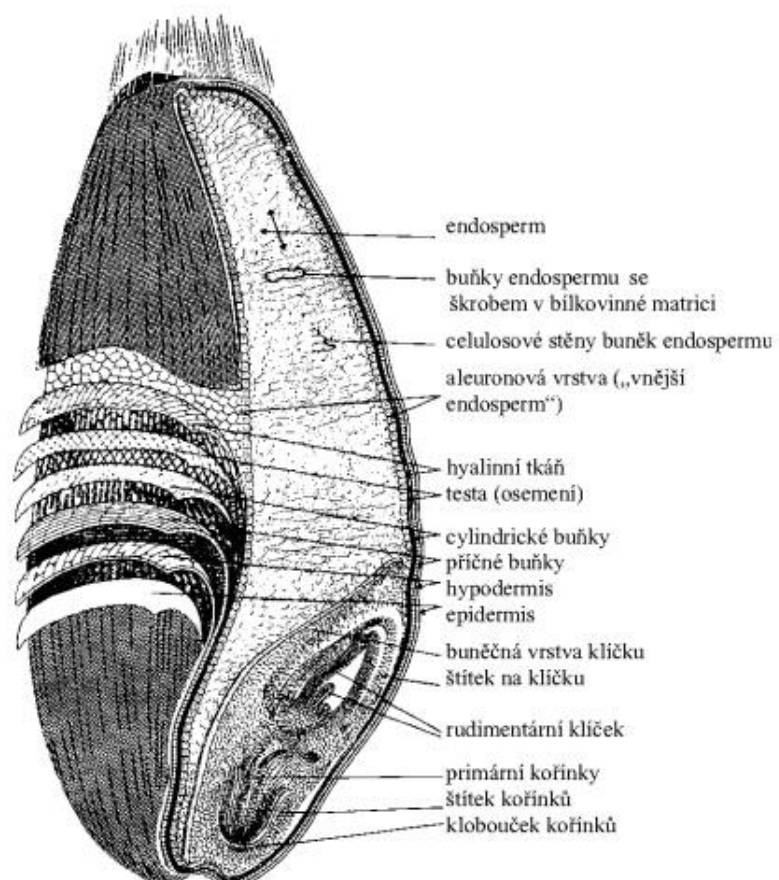
3.2 Obsah živin v zrně

Obilné zrna (obr.10) je asi z 86 % tvořeno sušinou, zbytek zaujímá voda. Sušinu obilného zrna tvoří:

- sacharidy - tvořeny škrobem (60-70 %), škrob je zdrojem energie při klíčení zrna
- dusíkaté látky - nízký obsah (6-12 %), závisí na počasí, růstu a úrovni výživy.
- tuky - jen v malém množství, vyšší obsah má pouze kukuřice a oves
- vitamíny - nízký obsah, ve větším množství jsou zastoupeny pouze vitamíny skupiny B a vitamín E.

- minerální látky - obsah není konstantní, ovlivněn obsahem minerálií v půdě a formou hnojení.
- jen malé množství - ve větším množství je zastoupen pouze fosfor a draslík, z mikroelementů zinek, mangan a železo. [16]

3.2.1 Stavba obilného zrna



Obr. 10: Řez obilným zrnem [16]

3.2.2 Mezi základní obiloviny patří

Pšenice - nejdůležitější u nás pěstovaná obilovina, obsahuje neplnohodnotné bílkoviny ve formě lepku. Zpracovává se na krupici (hrubou, jemnou, dehydrovanou), dále na mouku hrubou, polohrubou, hladkou, 00 extra a pšeničný slad. Pěstuje se také pšenice měkká a tvrdá (v teplejších oblastech).

Ječmen - u nás se pěstuje sladovnický (na výrobu sladu) a průmyslový ječmen na výrobu krup, krupek, ječné mouky, pálenky.

Žito - tvar zrna je protáhlejší, na jednom konci zúžený. Je důležitou surovinou při výrobě chlebové mouky, dále se zpracovává na kávořiny, pálenky. [18]

Ve farmakologii se žito využívá k získávání námellových alkaloidů z porostů, které se námelem uměle infikují. Námel se zkoušel pěstovat také na triticales - kříženec pšenice a žita. Zjistilo se, že výnosy nejsou tak velké, jak se předpokládalo, proto se námel pěstuje na sterilním žitě.

3.3 Žito

Sušina žitného zrna obsahuje jen asi 9 % dusíkatých látek, z toho většinu tvoří zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a gluteniny. Hlavní živinou žitného zrna je škrob, ale obsahuje také další polysacharidy - xylany a arabinoxylany v podobě žitných slizů. Hrubá vláknina představuje asi 2 %, tuk asi 1,4 % a minerální látky asi 1,8 %. [19]

3.3.1 Využití žita

Žito je velmi odolná obilnina, která snese pěstování ve vyšších polohách nadmořských výšek. Zrno se používá na chlebovou mouku, jako náhražka kávy (melta, cikorka), k výrobě perníků, jako krmivo nebo se z něj vyrábí i alkohol (gin). Žito obsahuje lepek a oproti pšenici má houževnatější endosperm i obal, a proto se obtížněji mele.

Není opylováno hmyzem, ale větrem. Křížením žita a pšenice vznikl mezidruhový kříženec triticales zvaný žitovec. [17,21]

Žito se využívá pro potravinářské, krmivářské, případně technické a farmaceutické účely.

Ke krmným účelům je využíváno jen omezeně. Má nižší výživnou hodnotu, hořkou chuť, nevhodné dietetické vlastnosti a obsahuje antinutriční látky. Z antinutričních látek se

v žitu vyskytují inhibitory proteáz, alkylresorcinol a antinutriční polysacharidy arabinoxylany. Ty zvyšují viskozitu střevního obsahu, a tím omezují pohyblivost substrátů, trávicích enzymů i emulgujících žlučových kyselin. Zhoršují i kontakt živin se střevní mukózou. Využitelnost klesá u všech živin, nejvýrazněji u tuků a liposolubilních vitamínů. [20,21]

Z tohoto důvodu může zkrmování žitných zrn vést k poklesu užitkovosti zvířat. Žito se více uplatňuje jako časné jarní zelené krmení. Pro tento účel se využívají především odrůdy s vysokým výnosem zelené píce a pomalým stárnutím (pomalejší lignifikace).

3.3.2 Pěstitelské požadavky žita

Žito se ve světě vyskytuje v ozimé i jarní formě, u nás se pěstuje pouze forma ozimá. Žito snáší i lehké písčitéjší půdy s kyselou reakcí. Může být pěstováno i v chudších půdách, protože má dobře vyvinutou kořenovou soustavu. Na teplo je nenáročné, z ozimů je proti nízkým teplotám nejodolnější.

Pro svou tolerantnost k horším podmínkám se žito často zařazuje po obilninách. Ve srovnání s ostatními obilninami má lepší zdravotní stav a větší konkurenční schopnost vůči plevelům. Často se zařazuje i po bramborách. [22]

4 FARMAKOLOGIE

Farmakologie je věda o vzájemném působení (interakci) organismu a xenobiotik. Mezi xenobiotika řadíme především léčiva, ale také např. jedy.

Farmakologie má řadu odvětví, k nejdůležitějším patří obecná a speciální farmakologie, farmakoterapie a toxikologie. [23]

Obecná farmakologie se dělí na:

farmakokinetiku - zabývá se pohybem neboli osudem xenobiotika v organismu (vstřebávání, rozdělení, biologická přeměna, vyloučení...), tedy tím, „*jak si tělo poradí s léčivem*“.

farmakodynamiku - zajímá se naopak o to „*co léčivo dělá s tělem*“, studuje tedy účinky xenobiotik na organismus, a proto je považována za stěžejní farmakologickou disciplínu.

speciální farmakologie se zabývá konkrétními léčivy a skupinami léčiv, které ovlivňují určité orgány nebo chorobné stavy. Je to tedy teorie léčebného podávání různých látek. Můžeme hovořit např. o farmakologii nervové soustavy, kam patří mj. psychofarmaka nebo hypnotika, dále o farmakologii infekčních chorob, která se zabývá antibiotiky, antivirotyky, antiparazitiky atd.

Důvody pro podávání léčiv jsou zejména preventivní (předcházení nemocem), diagnostické (rozpoznávání nemoci) a terapeutické (léčba nemoci). Kromě toho se můžeme setkat také s nadměrným užíváním léčiv, které je zpravidla velice nebezpečné a může ohrozit i život člověka. [23,24]

4.1 Farmakon-receptorové interakce

Látka, která má afinitu i vnitřní aktivitu, se označuje jako **agonista** neboli účinná látka. Naopak látka, která má pouze afinitu a nikoli vnitřní aktivitu, se nazývá **antagonista** neboli neúčinná látka. Agonista aktivuje receptory a vyvolává tak účinek na organismus. Antagonista receptory pouze obsazuje, a tím brání agonistům ve vyvolání účinku. [23,25]

4.2 Interakce mezi látkami

Při působení více léčiv v organismu najednou může dojít k jejich vzájemnému ovlivnění. Tím se mohou jejich účinky změnit.

V některých případech jsou interakce různých látek prospěšné a využívá se jich při terapii. [25]

4.3 Reakce organismu na podané léčivo

Odpověď organismu na podanou látku závisí na mnoha faktorech. Jedná se o faktory na straně organismu (věk, hmotnost, ale i pohlaví nebo etnická příslušnost) a o faktory na straně látky (fyzikálně chemické-vlastnosti, množství, způsob aplikace). [25]

4.4 Účinky námelových alkaloidů na živý organismus

Vzhledem ke své struktuře, která je velmi podobná přirozeným neuropřenašečům (noradrenalin, serotonin, dopamin - endogenní neurotransmitery, zodpovědné za řízení mnoha fyziologických pochodů, např. reakce na stres, regulace spánku, přenos nervových vzruchů, atd.), působí námelové alkaloidy na nervovou soustavu živočichů a vstupují do interakce s neuroreceptory. Svojí aktivitou ovlivňují napětí hladkého svalstva. Aktivity se projevují rozšiřováním zorniček, stahy děložního svalstva, rozšiřováním a zužováním cév, efekty blokování adrenergických reakcí, serotoninovým antagonismem. Praktické aplikace námele tedy směřují do psychogeriatric (zvyšování průchodnosti mozkových cév), léčení periferních a mozkových oběhových poruch, nervových onemocnění (epilepsie, Parkinsonova choroba). [10,14]

Účinným faktorem námelových alkaloidů je ergolinový skelet. Námelové alkaloidy a jejich polosyntetické deriváty vykazují řadu biologických účinků. [14]

U námelových alkaloidů byly popsány tyto hlavní farmakologické účinky: uterotonický, sympatolytický (hypo- a hypertenzivní), cytostatický, antibiotický účinek u agroklovinu a elymoklovinu, inhibice laktace, nepřímý teratogenní účinek - LSD [6,10]

Uterotonický účinek - vyvolává buď pravidelné, periodické kontrakce dělohy nebo dlouhodobou retrakci myometria. Některé druhy uterotonik se léčebně používají v porodnictví a v gynekologii. [10]

Z přírodních alkaloidů se jako uterotonika dosud terapeuticky používají ergotamin a ergometrin. [8]

Sympatolytický účinek (hypo- a hypertenzivní) - při inhibici hormonů adrenalinu, serotoninu, dopaminu a noradrenalinu dochází působením na prodlouženou míchu k dilataci (rozšíření) žil, v důsledku toho může dojít ke snížení krevního tlaku, srdeční frekvence a síly stahu. Působením na mezimozek způsobují hypoglykémii, mydriázu (rozšířené zornice) a naopak zvyšují srdeční frekvenci. Hypotenzivní a hypertenzivní účinek závisí na konkrétní struktuře alkaloidu. [10,14]

Od základního skeletu námelových alkaloidů jsou odvozeny i některé halucinogenní sloučeniny - diethylamid kyseliny lysergové, známý pod zkratkou LSD. Tento polosyntetický derivát patří mezi omamné látky s neobyčejně vystupňovaným působením na centrální nervovou soustavu. Již v mikrogramových dávkách totiž navozuje bohaté snové představy, provázené výraznými sluchovými a optickými halucinacemi. Dnes patří mezi často zneužívanou drogu. Ve zcela výjimečných případech se používá v experimentální psychiatrii. [10,13]

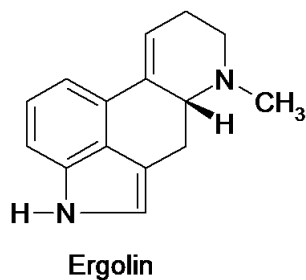
Rozsah a různorodost biologických účinků vysvětlují následující fakta:

- námelové alkaloidy interagují s více než jedním typem receptoru včetně receptorů noradrenalin, serotonin a dopamin (obr.11)

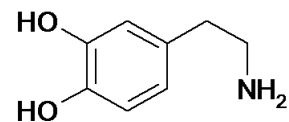
- četnost rozmístění receptorů, ke kterým mají námelové alkaloidy afinitu, je na každém orgánu jiná

- afinita a účinnost je závislá na typu alkaloidu, tj. na jeho chemické struktuře a konfiguraci [10]

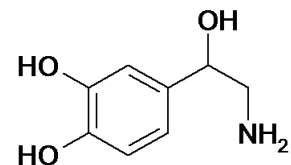
Výsledný efekt alkaloidu je způsoben odlišností struktury, chová se pak jako agonista (zesiluje efekt) nebo antagonistista (tlumí efekt) na stejném receptoru.



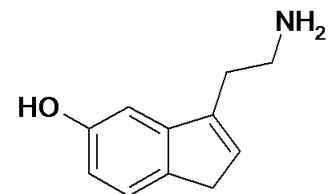
Dopamin



Noradrenalin



Serotonin

**Obr. 11: Ergolinový skelet a neuroreceptory**

5 Využití námelových alkaloidů v lékařství

Využívání námelových alkaloidů v medicíně je podle písemných údajů známé již v 16. století, dlouhou dobu však byly používány pouze v lidovém léčitelství.

Éra racionálního využívání léčivých námelových léků ve formě směsí alkaloidů získaných ze sklerocia *Claviceps purpurea* začala teprve asi před sto lety.

Písemné zprávy, týkající se námele, ale sahají až do dávné minulosti. Z historie je známo, že v čínské medicíně sloužil námel pod názvem Mei-meh, jako prostředek, který zastavuje porodní krvácení. V Arabii mu lékaři dali jméno Kurun el-sumbul a řadili ho mezi významná léčiva.

Podrobnou zmínku o používání námele v lidovém léčitelství zaznamenal význačný renesanční lékař a botanik Adam Lonizer (1528 - 1586) a v jeho obsáhlé knize „Kreuterbuch“ popisuje, jak pomáhá na venkově léčit rozmanité ženské choroby. Protože zjistil, že u žen vyvolává silné stahy dělohy, považoval ho za zcela neškodný lék. [2,8,26]

Prvním lékopisem, ve kterém se objevil výraz námel byl “The Pharmacopoeia of the United States of America” z roku 1820. Následovně je o něm zmínka v lékopise londýnském a francouzském. Během krátkého období námel pronikl téměř do všech světových lékopisů. Tehdejší lékárníci připravovali z námele rozličné galenické preparáty jako pilulky, prášky, sirupy, vodné či lihové výluhy proti melancholii, hlouposti, astmatu, škytavce, cukrovce apod.

Zájem o námel nebyvale vzrostl především v době prudkého rozmachu přírodních věd. Skutečný převrat v bádání způsobily až výzkumné práce chemika A. Stolla, který jako první izoloval roku 1918 v čistém stavu alkaloid ergotamin. Během několika let byly identifikovány další krystalické látky této řady.

Prokazatelně se zjistilo, že právě alkaloidy mohou značně ovlivnit činnost některých orgánů. Byla to právě farmakologie, která dala popud k výzkumu stále dalších ergotových, a to jak přírodních, tak i jejich semisyntetických derivátů.

Námelové alkaloidy sdružují tři farmakologické skupiny látek, a to látky s účinkem periferním, neurohormonálním a centrálním. [5,26]

V současné době se z drogy výhradně izolují čisté alkaloidy, které zaručují spolehlivé dávkování, a tím i konstantní a reprodukovatelnou účinnost léku.

Ergometrin

V malém množství v námelu najdeme jednoduchý alkaloid ergometrin, který má oxytoxický účinek a získává se synteticky z jiných námelových alkaloidů nebo z kyseliny lysergové. Postrádá sympatolytický účinek, působí na organismus velmi rychle a dvakrát tak silněji než ergotamin, účinek ale trvá poměrně krátce. Používá se v porodnictví proti děložnímu krvácení. [27]

Ergotamin

Mnohem slabší účinek má ergotamin, je však velmi účinným sympatikolykem a spasmolytikem. Podává se při migrénách, při neurocirkulační astenii s převahou sympatiku, v šestinedělí při nedokonalé involuci dělohy, při poporodním krvácení a jiných poruchách vegetativního nervového systému. [11,28]

Alkaloidy skupiny ergotoxinové

Mají sympatolytický účinek. Jedná se o složení skupiny těchto látek: dihydroergokristin, dihydroergokryptin a dihydroergokornin. Jsou neúčinnější z dihydroderivátových přípravků a nejméně toxické.

Dočasně prudce snižují krevní tlak a ovlivňují srdeční činnost. [11]

Kyselina lysergová sama je neúčinná, ale její synteticky připravitelný diethylamid (LSD) je velice silným psychomimetikem.

Některé lékové formy obsahující námelové alkaloidy:

Ergofein, Bellaspon (ergotamin), Clavigrenin, Ergosedal, Erguterin, Metricalvin, Cornutamin, Ergopatin, Crystepin, Neocrystepin, Anavenol, Secatoxin.

Námelové alkaloidy se již běžně používají při léčbě Parkinsonovy choroby, migrény, trombos, embolie, hypertenze, anginy pectoris, žaludeční a střevní koliky, v porodnictví pro stimulaci děložních stahů, pásového operu apod. [10]

6 Toxické účinky námele

Toxikologie je věda o jedech a jejich účincích na živý organizmus. Jed je jakákoliv látka, která v malém množství (nejvýše několik gramů) způsobí poškození zdraví nebo smrt organismu.

Námel je ve větším množství toxický, do 19. století způsoboval rozsáhlá onemocnění, která byla považována za epidemie. Již staří Asyřané varovali před účinky „škodlivých pupenců“. První ověřený doklad o intoxikaci námelem, tzv. ergotismu, pochází z roku 857 z německého kláštera Xanten. Za nejtragičtější událost lze pokládat „epidemii“ v Aquitanii a Limoges ve Francii. Tehdy při ní zemřelo přibližně 40 000 obyvatel. Mnohdy takové velké pohromy postihly celé země hlavně tehdy, když byl méně úrodný rok. V té době totiž mouka obsahovala 6 až 10 % námele. Dneska je známo, že k poškození lidského zdraví stačí již množství 0,2 %. [2,26]

6.1 Ergotismus

Klinické známky otravy námelem - **ergotismus** jsou známy již poměrně dlouho, vyskytoval se po konzumaci mouky infikované paličkovicí.

Ergotismus se může rozvíjet ve dvou klinických formách - konvulzivní a gangrenózní. Při konvulzivní formě otrávení ztrácejí cit v prstech, mají různé parestesie, které se šíří do rukou, nohou a celých končetin. Nemocným se zdá, že se dotýkají srsti, mnou samet atd. Později se rozvíjí spastické kontraktury ohybačů všech končetin a záškuby v obličejovém svalstvu. Trávicí soustava se účastní této otravy dyspepsií a zvracením. Při dlouhotrvající otravě dochází k psychickému narušení, které může vést k demenci nebo schizofrenii. [2,5,26]

Gangrenózní forma ergotismu je charakterizována vazokonstrikcí, svalovými bolestmi, střídavými pocity chladu a tepla. Při těžkém průběhu se objevuje nekróza, gangréna až ztráta končetiny.

Onemocnění bylo označováno jako „horečka sv. Antonína“ a lidé toto onemocnění pojmenovali proto, že se domnívali, že jejich zčernalé končetiny byly odplatou za jejich hříchy - tento světec měl zvláštní moc chránit před ohněm, infekcemi a epilepsií. Tito lidé se proto obrátili pro pomoc k církvi a modlili se zvláště k sv. Antonínovi. [2,9,10]

V roce 1630 byl objasněn vztah mezi touto nemocí a konzumací potravin obilného původu. Mouka, z níž se pekli chléb, byla umleta z obilnin (především žita) infikovaných námelem. [2,9]

První pomocí při užití námelu a prudké otravě je výplach žaludku, užití projímadla a především vyhledání první pomoci.

V dnešní době se toto onemocnění vyskytuje ojediněle. Jsou kladeny vysoké hygienické nároky na mlynáře, také produkce obilné stravy je hlídána. Pomocí kvalitních přístrojů a čistícího zařízení je možné z obilí odstranit většinu sklerocií. V dnešní době je také vyvinuta spousta analytických metod, kterými lze detekovat škodlivou koncentraci námelových alkaloidů v individuálním podílu obilí či mouky. [9]

7 Agrotechnika pěstování námele na žitě

Z hlediska produkce množství námele a obsahu námelových alkaloidů se jako nejvhodnější hostitelská rostlina pro parazitickou polní produkci námele ukázalo žito seté *Secale cereale* L. Podle získaných poznatků se využívá hlavně **sterilní žito** hybridních odrůd. Jejich hlavní předností je o 10 - 20 % vyšší výnos zrna, podmíněný heterozním efektem. Hybridní odrůdy žita si zachovávají všechny přednosti populačních odrůd. Kromě již výše uvedených jsou tolerantnější k řadě chorob, snášejí nízké teploty, mají velmi dobrou

mrazuvzdornost a vyšší odolnost vůči stresům. V předjaří mohou podobně jako populační odrůdy trpět plísní sněžnou. U nás se hybridní žita nešlechtí, pouze některé naše firmy množí osiva v zastoupení zahraničních majitelů.

Díky vysoké plasticitě hybridních odrůd žita je sice možno při intenzivní agrotechnice (organické hnojení, kvalitní předplodiny, zvýšené dávky minerálních hnojiv aj.) dosáhnout i v horších klimatických podmínkách vysoké výnosy a vysokou kvalitu námele, ale z hlediska ekonomiky polní produkce u zemědělských subjektů jsou v současné době nejvyšší výnosy kvalitního námele dosahovány právě v úrodných nížinných oblastech při vysoké intenzitě pěstování. [18,27,28,30]

7.1 Výběr stanoviště

V současné době jsou hlavní produkční plochy námele soustředěny v úrodných nížinných oblastech (kukuřičná, řepařská a obilnářská). Výhodou těchto oblastí je rovněž minimální zastoupení trvalých travních porostů (louky a pastviny), čímž se snižuje i riziko kontaminace planě rostoucím námelem. Významnou produkční oblastí jsou dále úrodné půdy v lepší bramborářské oblasti. [27,30]

7.2 Izolační vzdálenost

Pro získání vysoce kvalitní a vysoce čisté námelové drogy při polní produkci námele existují dva hlavní důvody k zajištění izolační vzdálenosti produkčních ploch žita. [18,28,29]

Původ první: zamezení nákazy rizikovými druhy (fertilní žito - současné populační a hybridní odrůdy žita) a to z důvodu, aby sterilní žito určené k naočkování námelem nebylo sprášeno pylem těchto rizikových druhů. Nesmí dojít k nárůstu zrna na úkor sklerocií, tím by došlo ke snížení výnosu námele a následným problémům s jeho čištěním a tříděním při posklizňové úpravě. [19,20,31]

Žito jako takové je cizosprašné a tuto vlastnost si zachovávají i jeho sterilní formy. [5,20]

Při pěstování námele na sterilním žitě je nutné zamezit jakémukoli sprášení produkční plochy. Tohoto lze technicky nejlépe dosáhnout dodržěním dostatečné izolační vzdálenosti produkčních ploch námele od rizikových druhů. [30,31]

Jako závazné se stanovují následující izolační vzdálenosti:

- při výměře rizikových druhů do 10 ha stačí izolační vzdálenost 1 km
- při výměře řádově v desítkách hektarů rizikových druhů je nutná izolační vzdálenost min. 3 km, lepší je ale 10 km a více. [29,35]

Obecně platí zásada, že čím větší izolace, tím lépe. Úplně nejlepším řešením je produkce námele v oblastech, kde nejsou výše uvedené typy obilnin vůbec pěstovány. [22,34,35]

Druhý původ: zamezení kontaminace kmene námele naočkovaného na produkční ploše jiným produkčním kmenem námele nebo planě rostoucím námelem z fertilních žit nebo trav.

Pro zamezení kontaminace jiným kmenem námele je nutná prostorová izolace až 1 km od produkční plochy námele jiného kmene. Je velmi důležitá velikost jednotlivých honů a směr převládajících větrů. Např. hon o výměře okolo 100 ha je za situace intenzivního medování schopen kontaminovat menší, např. desetihektarový hon. Nejbezpečnějším způsobem je však produkovat u daného pěstitele jediný kmen

námele. A to i vzhledem k posklizňové úpravě, manipulaci a balení vyprodukovaného námele. [28,29,30]

7.3 Předplodiny

Jako předplodiny je vhodné použít luskoviny, jeteloviny, brambory a ozimou řepku. Vhodnou předplodinou je taktéž mák. Velmi kladný vliv mají předplodiny jako jsou jetel a brambory, které příznivě ovlivňují jak stabilitu výnosu, tak kvalitu námele. Jednoznačně nevhodné je zařazení žita pro námel po obilninách - zvýšení rizika výskytu chorob (zvláště houbových) a škůdců, stres a snížení vitality žita. [18,28]

7.4 Založení porostu

Žito má některá specifika, která jej odlišují od ostatních obilnin.

Důležité znaky pro výnos žita hybridních odrůd:

- produktivnost klasu, tj. počet a hmotnost zrn v klasu
- produktivní hustota porostu
- při produkci námele jde samozřejmě o počet a hmotnost sklerocií v klasu [22,35]

7.5 Ochrana žita proti plevelům, chorobám a škůdcům

7.5.1 Plevelé

Případné zaplevelení porostu žita určeného pro naočkování námelem může způsobit značné problémy jednak při očkování námele a dále pak při jeho posklizňové úpravě, proto se současná technologie pěstování bez použití herbicidů neobejde. Mezi plevelé, které způsobují v případě svého výskytu největší problémy, patří svízel přítula a chundelka metlice, poslední dobou nabývají na významu i plevelé nižšího patra - violky, heřmánkovité a další.

Provádí se podzimní aplikace herbicidů, a to hlavně u časně setých porostů ve vláhově příznivých oblastech, které do podzimu odnoží, zapojí porost, a kdy se dá očekávat intenzivní nárůst plevelů. Na jaře se pak podle skutečného stavu zaplevelení porostu se provede případné dočištění. [28,30,32]

7.5.2 Houbové choroby

Žito patří k poměrně odolným obilným druhům s menším výskytem chorob a škůdců. Za nejvýznamnější chorobu žita je považována plíseň sněžná (*Microdochium nivale*, dříve *Fusarium nivale*), která může způsobit hospodářsky významné škody na porostech. Zde je nejspolehlivějším opatřením moření osiva.

Houba *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. - námel - je na fungicidy citlivý hlavně v době, kdy je očkovan na žito - fungicidy brzdí klíčení konidií.

Při aplikaci fungicidů je bezpodmínečně nutno dodržet tyto podmínky:

1) Před infekcí námelem: Fungicidy musí být aplikovány 10 nebo nejpozději 7 dnů před sprejováním.

2) V žádném případě **nesmí** být fungicidy aplikovány v době sprejování infekce námele na žito, protože riziko poškození klíčících konidií je v této době nejvyšší. [30,35,36]

7.6 Očkování žita námelem

Očkování (inokulace) hostitelské rostliny námelem je rozhodující operace při pěstování námele na žitě. Hostitelská rostlina je infikovaná konidiemi houby *Claviceps purpurea*. Na jejím kvalitním a včasném provedení rozhodující měrou závisí výnos i kvalita námele. V současné době se používají dvě technologie a to očkování jehlami (očkovacími stroji) a očkování postřikem. [28,36]

7.6.1 Očkování žita jehlovými očkovacími stroji

Tato technologie inokulace žita námelem vyžaduje speciální jednoúčelové stroje - očkovací námelové stroje. Tato technologie je však pro svou zastaralost a finanční náročnost pořízení těchto strojů na ústupu. (obr. 12,13)

7.6.1.1 Termín očkování

Termín inokulace žita námelem - očkování - patří mezi faktory, které lze ovlivnit. Je o to významnější, že ty další a neméně důležité, tj. průběh počasí během očkování (teploty a srážky) ovlivnit nelze.

I očkování za prudkého slunce, je-li to z kapacitního hlediska možné, se doporučuje alespoň v době nejintenzivnějšího slunečního svitu přerušit. [28,38,39]



Obr. 12: Jehlové očkovací stroje



Obr. 13: Jehlové očkovací stroje (detail)

7.6.2 Očkování žita postřikem

Podle informací od agronomů jsou výhody a nevýhody vyjádřeny v následujících bodech.

Výhody metody:

1. Hlavní výhoda spočívá v tom, že použití běžného postřikovače činí pěstitele námele nezávislé na jednoúčelových, k jiné práci jen málo použitelných a často již dosluhujících očkovacích strojích a rozšiřuje se tak okruh potencionálních pěstitelů námele.
2. Podstatně vyšší časový výkon postřikovače, zvýšení výměry žita naočkovaného v optimálním termínu, nižší náklady na provedení očkování, celkově vyšší produktivita očkování.
3. Tím, že rostliny žita nejsou poškozeny jehlami, má porost lepší zdravotní stav, a tím výrazně lepší předpoklad pro sklizeň námele ve vyšší kvantitě a kvalitě.

Nevýhody metody:

1. Hlavní nevýhodou je vyšší riziko výskytu zrna při sklizni námele v letech příznivých pro plnou produkci námele hlavně za situace, že kvetení žita je časově nerovnoměrné
2. Větší závislost na průběhu počasí - dlouhodobě deštivé počasí není vhodné

7.6.2.1 Termín aplikace očkovací látky postříkem

Žito kvete obvykle asi 1 týden. Teplé počasí a sucho kvetení urychluje, chladné a deštivé počasí je naopak zpomaluje a prodlužuje. Kvetení začíná ve střední třetině klasu. Žito kvete v podstatě celý den, ale intenzita kvetení má dvě denní maxima, a to mezi 8. - 11. hodinou dopoledne a mezi 14. - 18. hodinou odpoledne. Jednotlivé květy odkvetou za 20 - 25 minut, žito kvete otevřeně, prašníky jsou jasně zřetelné. Výše uvedené údaje jsou ale pouze orientační. Skutečná délka kvetení a celý jeho průběh jsou silně závislé na počasí a zvláště na mikroklimatu stanoviště, kde je žito pěstováno. Mohou proto velmi často nastat značné odchylky od uvedených obecných údajů. Toto platí zvláště při extrémních výkyvech počasí v posledních letech. Celý proces kvetení je proto nutné velmi pečlivě sledovat a termíny aplikací korigovat podle zjištěné skutečnosti. [15,29,34]

Základní vlastností sterilních žit a zároveň požadavkem je, že prašníky jsou malé, svrasklé a neobsahují pyl. Kvítky sterilního žita jsou sterilními prašníky vyplněny pouze do asi jedné poloviny až dvou třetin svého prostoru. Ve fázi kvetení se rovněž provádí podle závazných metodik kontrola sterility žita. [28,36]

Očkování námele na žito postříkem se provádí v době plného kvetení žita, v rozmezí přibližně 5-7 dnů i více (je nutno respektovat skutečnou délku kvetení), s odstupem zhruba 1-2 nebo i více dnů mezi jednotlivými postříky, v závislosti na skutečné době kvetení a průběhu kvetení. Cílem je zasažení maximálního počtu bílých peříčkovitých blizen v otevřených kvítcích žita v době, kdy jsou zřetelně viditelné. [37,38]

Za standardních podmínek (vyrovnaný porost žita, časově rovnoměrné kvetení a stálé počasí) se provádějí 3 postříky NOL (námelová očkovací látka).

Určení optimální doby aplikace námelové očkovací látky je zásadní podmínkou úspěchu. Z tohoto důvodu je nezbytná přítomnost agronoma a přehlídka celé plochy alespoň dvakrát denně. Jelikož půdní profil, výhřevnost pozemku či expozice může být v různých částech honu odlišná, je nutné přehlížet plochu ve všech jejích částech a ze všech stran. [29,35,36]

Např. v Německu používají producenti námele GPS navigaci, pro určení polohy již nakvétajících částí honu, která následně komunikuje s počítačem postřikovače. Tím dochází k optimálnímu pokryvu již kvetoucích rostlin a naopak při následné aplikaci nedojde k postřiku již zasazených rostlin ve stejném termínu. Tímto šetříme nejen očkovací látku, ale i přejezdy postřikovače. [5,36]

7.6.3 Sled postřiků

1. První postřik na počátku kvetení žita, **10 -15 %** kvetoucích klasů
2. Druhý postřik v době plného kvetení žita
3. Třetí postřik před koncem kvetení žita [18,35]

Postřik se provádí v době, kdy je otevřeno maximum kvítků žita, většinou to bývá dopoledne mezi 8. - 11. hodinou, a pak odpoledne mezi 14. - 17. hodinou. Žito se v době květu musí průběžně sledovat a rozhodující je operativní provedení postřiku podle aktuálního stavu kvetení žita na pozemku.

Za deštivého počasí se např. velmi často stává, že když přestane pršet a vysvitne slunce, žito začne ve velmi krátké době kvést - objeví se blizny, které byly za deště schované. Toho je třeba využít a provést postřik v co nejkratší možné době. [5,28,29]

Zkušenosti ukazují, že může dojít k časově velmi nevyrovnanému kvetení (např. na svažitém pozemku kvetlo žito na horní polovině pole dříve, na spodní mnohem později).

Technologie očkování žita postřikem vyžaduje, aby všechny klasy žita nebo aspoň jejich maximum na jednom honu kvetlo ve stejnou dobu. [28,29]

7.6.4 Vliv počasí

Nejlepší výsledky očkování postřikem jsou za suchého slunečného počasí, nejlépe bezvětří, kdy je otevřeno maximum kvítků a jsou zřetelně viditelné blizny.

Očkovat za deště není možné, zvláště silný déšť spláchne v krátké době konidie z kvítků. Drobný déšť nevadí. V případě dlouhodobě deštivého počasí není ovšem jiná možnost, než postřik provést i za deště. Zde je nutno vybrat interval, kdy je déšť méně intenzivní. V případě postřiku za deště je dále nutno zvýšit dávku vody, ve které se aplikují konidie, aby se napřed vytlačila dešťová voda z kvítků. [28,38,39]

7.7 Námelová očkovací látka

Námelová očkovací látka (dále jen NOL) je granulovaná látka, tvořená usušenou biomasou konidií *Claviceps purpurea* ve směsi s inertním práškovým plnidlem a barvivem.

Samotná příprava očkovací látky k postřiku má daný postup, který je nutno striktně dodržet. Pouze tehdy se docílí aplikace potřebného počtu konidií na 1 ha. V opačném případě dochází k aplikaci „shluků“ konidií, a tím k nežádoucímu snížení počtu konidií na jednotku plochy a nedostatečné infekci.

Dávka je volena tak, aby byl 1 ha žitného porostu naočkován minimálním množstvím $(3,2 \pm 0,5) \cdot 10^{11}$ klíčivých konidií. Za účelem úpravy pH očkovací látky na 6 až 7 a pro zajištění výživy konidií bezprostředně po naočkování je k dodávce přiložen 1 sáček o obsahu 600 g práškového kukuřičného extraktu a 1 sáček se 130 g fosforečnanu sodného, což jsou dávky na 1 ha pro tři aplikace, tj. na 3 ha jedné aplikace. Kukuřičný extrakt je světle hnědá, sypká, netoxická látka, která obsahuje směs živin na podporu klíčení konidií.

7.8 Vývoj a růst žita a námele po naočkování

Další vývoj žita, klíčení konidií a růst námele silně závisí na vývoji počasí v daném ročníku. Prvními viditelnými znaky úspěšné infekce je objevení kapek medové rosy – medovice na klasech žita - medování žita. Medování začíná obvykle za 7 až 10 dnů po očkování. Optimální je stav, kdy medování probíhá současně s kvetením žita. Sterilní žita kvetou otevřeně a jsou v době kvetení velmi citlivá vůči sekundární infekci, která v této době probíhá. V případě, že žito začne kvést před medováním, se značně

zvyšuje riziko opýlení jednak případným vlastním ale také cizím pylem (např. i ze vzdálených porostů), a tím se zvyšuje možnost vysokého nasazení zrna. Tomu lze zabránit tak, že i druhé očkování se provede včas, tedy v době, klasy ještě nejsou úplně vymetané. [37,39]

7.9 Vývoj a dozrávání sklerocií

První sklerocia z primární infekce se objevují asi za 1 měsíc po očkování a další 3 – 4 týdny trvá jejich dozrávání. Sklerocia z primární infekce dosahují největší velikosti, mívají i vysoký obsah alkaloidů, ale špatně drží v klase a většinou vypadávají na zem ještě dlouho před kombajnovou sklizní. [28,29,30]

Rozhodující pro tvorbu a výnos námele při pěstování na sterilním žitě je sekundární infekce, eventuálně i třetí infekce. Sekundární infekce klasů je masivní, tvořící se sklerocia jsou menší (dosahují hmotnosti 20 - 40 mg) a lépe v klasu drží. [28,31,33,38]

Žito se od ostatních obilovin liší také tím, že větší část fotosyntetické asimilace pro tvorbu asimilátů probíhá ve stéble, především v jeho horních partiích. Listové čepele v tomto procesu hrají menší roli, neboť jsou relativně malé (zvláště čepel praporcového listu) a poměrně brzy odumírají. V období dozrávání žita se vytváří porost s malým podílem listových čepelí, avšak se zelenými stébly. [35,37,39]

7.10 Sklizeň námele

7.10.1 Termín sklizně

Za normálního průběhu počasí se v našich podmínkách námel sklízí obvykle v první polovině července. Stanovení optimálního termínu sklizně je rozhodující pro výnos a zvláště pro kvalitu námele (obr. 14). Je prokázáno, že předčasná sklizeň, kdy dochází k tzv. podtržení porostů - stébla rostlin žita jsou ještě a není ukončen přechod asimilátů ze stébla do sklerocií - způsobuje snížení obsahu alkaloidů ve srovnání se sklizní v optimálním termínu zralosti. Sklerocia námele nevypadávají do té doby, dokud jsou klasy na stéble ve vzpřímené poloze. Ohýbání klasů směrem dolů, tzv. „háčkování“, je známkou zralosti porostu. Stanovení optimálního termínu sklizně je velmi náročné opatření a musí se vycházet z konkrétních podmínek každého jednotlivého pozemku. [28,32,34,37]



Obr. 14: Sklizeň námele

7.10.2 Posklizňová úprava sklizené hmoty

Sklizenou hmotu je nutno v závislosti na sklizňové vlhkosti ihned sušit. Pro udržení maximálního obsahu alkaloidů nesmí teplota sušení přesáhnout 40 °C, a to zvláště na začátku sušení, kdy je vyšší obsah vody. Sušení rovněž nesmí probíhat prudce a je nutno dbát, aby v případě vyššího obsahu zrna nedošlo k jeho přesušení, a tím následně značným problémům nebo i nemožnosti třídění hmoty suchou cestou. [37,39]

V případě dodržení garantované sterility žita a za příznivých klimatických podmínek v době květu žita, je kvalita sklizené hmoty velmi vysoká a pohybuje se od téměř čistého námele do 3 – 5 % příměsí zrna. Příměs zrna do 10 % je ještě relativně přijatelná, ale již klade zvýšené nároky na čištění a třídění sklizené hmoty. V klimaticky nepříznivých letech, v případě poruch sterility, slabého a opožděného medování, ale i z mnoha dalších příčin, se obsah zrna může pohybovat v desítkách procent (30 – 50 %) a vyskytly se i případy obsahu zrna 70 – 90 %. Za této situace je již třídění velmi nákladné. Důvodem je minimální rozdíl ve velikosti a měrné hmotnosti mezi sklerocií námele a zrny žita.

Třídění je velmi obtížné a kvalitně se dá provést pouze na speciálních pneumatických třídících (Heid, Westrup aj.). Ve sklizené hmotě se mohou vyskytnout i příměsi jiných obilovin nebo dokonce plevelů (velmi problematický na čištění je např. svízel). Přítomnost příměsí může být způsobena jak nedodržením agrotechnických postupů (neúplná likvidace nevhodné předplodiny), tak i špatnou účinností herbicidů (dlouhotrvající deště aj.). Toto všechno dále zvyšuje náklady na čištění. [37,38,39]

Po vyčištění se námel plní do velkobjemových vaků v čisté hmotnosti 400 kg s tolerancí $\pm 1 \%$.

ZÁVĚR

Tato rešeršní práce se věnuje alternativnímu využití obilovin k pěstování námele. Cílem práce bylo shrnout nejdůležitější informace o námelu jako surovině pro farmaceutický průmysl, zásadách pro pěstování obilnin, očkování obilnin námelem, zásadách pro správnou sklizeň a posklizňovou úpravu námele.

Přirozené napadení obilniny parazitující houbou je nedostačující, proto jsou obiloviny pro účely lékařského pěstování námele očkovány, čímž se dosáhne potřebného množství námelových alkaloidů požadované kvality. Námel se dále chemicky zpracovává, a tím se zaručuje dosažení požadovaného účinku.

V současné době tvoří námel nepostradatelnou surovinu pro farmaceutický průmysl. Protože jeho spotřeba každoročně pozvolna narůstá, byly vyšlechtěny nové odrůdy námele, které poskytují daleko vyšší výnosy a současně zvýšený obsah účinných sloučenin. Také zavedení progresivních biotechnologických metod, obzvláště kultivace námele na umělých živných půdách, znamená značný pokrok.

Otravy a úmrtí po konzumaci kontaminovaných výrobků již v současnosti nehrozí. Dnešní zemědělství je na takové úrovni, že kvalita pěstovaného obilí je snadno ovlivnitelná a kontrolovatelná. Obilniny určené pro potravinářské zpracování jsou pod přísnou kontrolou a prochází řadou postřiků tak, aby výtěžek byl co nejvyšší a sklizené zrna co nejkvalitnější.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TUDZYNSKI, P., CORREIA, T., KELLER, U.: Biotechnology and genetics of ergot alkaloids. Springer Berlin, 2001.
- [2] MANN, J.: Jedy, drogy, léky. Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky, Praha, 1996, 203 s. ISBN 80-200-0508-0.
- [3] HOFMANN, A., VERLAG, E. F.: Die Mutterkornalkaloide. Stuttgart, 1964, 354 s.
- [4] TERENCE, K.: Pokrm bohů: hledání pravého stromu poznání, DharmaGaia, Praha, 1999, 396 s. ISBN 80-86013-85-5
- [5] CVAK, L. KŘEN, V.: Ergot, The Genus Claviceps, Harwood Academic Publisher, The Netherland, 1999, 518 S. ISBN 90-5702-375-X.
- [6] SAJDL, P.: Biosyntéza námelových alkaloidů a její regulace. Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha, 1989, 69 s.
- [7] ŘEHÁČEK, Z., SAJDL, P.: Námelové alkaloidy a jejich deriváty. Academia, nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1983, 129 s. 509-21-827.
- [8] CVAK, L., Dizertační práce-Nové peptidické námelové alkaloidy a jejich deriváty. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 2000.
- [9] HRDINA, V., HRDINA, R., JAHODÁŘ, L., MARTINEC, Z., MĚRKA, V.: Přírodní toxiny a jedy, Karolinum, Praha, 2004. 302 s. ISBN 80-7262-256-0.
- [10] OLŠOVSKÁ, J.: Dizertační práce-Izolace a identifikace námelových alkaloidů a jejich využití jako chorálních selektorů v HPLC. Univerzita Karlova, Praha 1999.

[11] RIEDL, O., VONDRÁČEK, V.: Klinická toxikologie. Avicenum, zdravotnické nakladatelství, n.p., Praha, 1980, 820 s.

[12] BERAN, M., KŘEPELKA, J.: Přehledy. Československá farmacie 1985, 34,5, s. 194 — 195.

[13] BERAN, M., KŘEPELKA, J.: Přehledy. Československá farmacie 1985, 34,5, s. 232.

[14] KŘEN, V.: Kandidátská disertační práce - Submerzní produkce elymoklavinu volnými a imobilizovanými buňkami houby *Claviceps*. Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha 1987.

[15] ONDREJKOVIČOVÁ, I. a kol.: Pokroky v chemii a v biologii, vyšší kvalita života. Slovenská technická univerzita ve vydavatelství STU, Bratislava 2008, 98 s. ISBN 978-80-227-2932-1.

[16] ANONYM: Obilniny. <http://www.sos.-veseli.cz/download/obilniny.ppt>.

[17] CERKAL, R., HRSTKOVÁ, P., STŘEDA, T.: Prezentace obilniny. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003.

[18] DUDÁŠ, F., PELIKÁN, M.: Využití produktů rostlinné výroby. ES VŠZ v Brně, 1989, 247 s.

[19] ANONYM: Žito ozimé. Agrotechnika ozimého žita.
<http://www.selgen.cz/katalog/agrotechnika-5/zito-ozime-85/>.

[20] JANOVSÁ, D., STEHNO, Z.: Produkce osiv v podmínkách ekologického zemědělství, Obilniny, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha
http://www.pro-bio.cz/cms/soubor/965/Ing.Dagmar_Janovska_PhD._Produkce_osiv_obili_VURV.pdf.

- [21] LEKEŠ, J.: Žito. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1990, 247 s., ISBN 80-209-0159-0.
- [22] HEJTMAN, M.: Způsoby hospodaření, plodiny - obiloviny
http://fle.czu.cz/~hejcman/Prednasky/Zemedelstvi5_obiloviny.pdf.
- [23] HYNIE, S.: Obecná farmakologie, díl 1. Praha - Karolinum, 2000. 499 s. ISBN 80-7066-778-8.
- [24] HYNIE, S.: Obecná farmakologie, díl 2. Praha - Karolinum, 2000. 499 s. ISBN 80-7066-779-6.
- [25] HYNIE, S. : Farmakologie v kostce. nakladatelství Triton, Praha, 2009, 520 s. ISBN 80-7254-181-1.
- [26] SCHULTRES, R. A., HOFMANN, A: Rostliny bohů. Volvox Globator, Praha, 1996. 192 s. ISBN 80-7207-007-X
- [27] PRUGAR et al.: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. Tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha 2008.
- [28] PETR, J.: Hybridní odrůdy - šance pro žito. Úroda, 49, 2001, 30-35 s.
- [29] JIRGLOVÁ, M.: Hybridní žito s vyšší odolností proti námelu. Zemědělec, odborný a stavovský týdeník, 29, 2006, 15-20 s.
- [30] ULMANN, L.: Agrotechnika ozimého žita. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe. 1971, 20s.
- [31] PETR, J.: Základy pěstování žita. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, Praha, 1995, 30 s. ISBN 80-7105-108-X.

- [32] HRON, F.: Základní agrotechnika: praktikum polních plevelů. Praha, 1968, 218 s.
- [33] MORAVCOVÁ J.: Biologicky aktivní přírodní látky. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 2006.
- [34] SCHULZOVÁ, V., HAJŠLOVÁ, J. : Toxické alkaloidy v potravním řetězci člověka. VŠCHT PRAHA, 2007.
- [35] ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kolektiv: Základy rostlinné produkce. Česká zemědělská univerzita, Praha, 2002, 153 s. ISBN 80-213-0924-5.
- [36] DUCHOŇ, F., HAMPL, J.: Agrochemie. Československá akademie věd ve Státním zemědělském nakladatelství, Praha, 1959, 423s.
- [37] ULMANN, L.: Agrotechnika a výživa nových odrůd a perspektivních novošlechtění žita a ovsa. VÚO, Kroměříž, 1975.
- [38] DUCHOŇ, F., HAMPL, J.: Agrochemie. Československá akademie věd ve Státním zemědělském nakladatelství, Praha, 1959, 423 s.
- [39] TRISVJATSKIJ, L. A.: Skladování obilí. SZN Praha, 1954, 349 s.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

syn. - synonymum

ČR - Česká republika

resp. - respektive

hm. % - hmotnostní procenta

CNS - centrální nervová soustava

CEA - Cyklolové ergotové alkaloidy

LEA - Laktamové ergotové alkaloidy

C - uhlík

EA - námelové alkaloidy

tzv. - takzvaně

tj. - to znamená

aj. - a jiné

NOL - námelová očkovací látka

mj. - mimo jiné

GPS - Global Positioning System - globální satelitní triangulační (lokalizační a navigační) systém

obr. - obrázek

tab. - tabulka

ha - hektar

g - gram

mg - miligram

hod. - hodina

min. - minimálně

°C - stupeň Celsia

% - procento

α - alfa

β - beta

km - kilometr

mm - milimetr

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Přehled běžně se vyskytujících klavinových alkaloidů a derivátů..... 15

Tabulka 2 - Rozdělení námelových alkaloidů podle rozpustnosti 16

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Ergolin	12
Obr. 2 - Ergolen	12
Obr. 3 - 6,7-sekoergolen	12
Obr. 4 - Ergolenové kyseliny	13
Obr. 5 - Deriváty kyseliny lysergové (Ergin, Ergometrin).....	14
Obr. 6: Ergopeptiny a Ergopeptamy	17
Obr. 7 - Žitné pole napadené námelem	20
Obr. 8 - Vývojové stádium námele	21
Obr. 9 - Zrna přeměněna námelem	21
Obr. 10 - Řez obilným zrnem	23
Obr. 11 - Ergolinový skelet a neuroreceptory	29
Obr. 12 - Jehlové očkovací stroje	38
Obr. 13 - Jehlové očkovací stroje (detail).....	39
Obr. 14 - Sklizeň námele	44