

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

2120681

ALELOPATICKÉ VZŤAHY RASTLÍN A ICH VYUŽITIE

2010

Bc. Lucia FILÍPKOVÁ

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV

Alelopatické vzťahy rastlín a ich využitie

Diplomová práca

Študijný program:	Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka
Študijný odbor:	6.1.1 Všeobecné poľnohospodárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra Fyziológie rastlín
Školiteľ:	prof. Ing. Marián Brestič, CSc.

Nitra 2010

Bc. Lucia FILÍPKOVÁ

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV

Katedra Fyziológie rastlín

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁVACÍ PROTOKOL DIPLOMOVEJ PRÁCE

Meno študenta: Bc. Lucia Filípková
Študijný program: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku SPU v Nitre z roku 2008 Vám zadávam tému diplomovej práce:

Alelopatické vzťahy rastlín a ich využitie

Cieľ diplomovej práce:

Cieľom diplomovej práce je komplexné spracovanie vedomostí z odborných a vedeckých publikácií zameraných na problematiku fyziológie rastlín, vzájomné pôsobenie medzi rastlinami. Upriamenie pozornosti na medzidruhové vzťahy medzi porastmi, ako konkurencia, mutualizmus, amenmalizmus, či alelopatia, ktorej sme venovali viacej času. Keďže v súčasnosti neexistuje žiadna podrobnejšia vedecká publikácia zaoberajúca sa komplexným riešením problematiky alelopatie a jej využívanie v poľnohospodárstve, rozhodli sme sa pre jej spracovanie.

Rámcová metodika práce:

- Vyhľadávanie literatúry a získavanie poznatkov o danej problematike.
- Oboznámenie sa so získanými poznatkami, spracovanie literárneho prehľadu.
- Spracovanie diplomovej práce.

Rozsah strán: orientačný počet: 75 strán

Literatúra: orientačný počet domácich a zahraničných zdrojov: 45

Odporúčaná literatúra:

- MASAROVÍČOVÁ, E. - REPČÁK, M. a kol. 2002. *Fyziológia rastlín*. Bratislava: UK, 2002, 304 s. ISBN 80-223-1615-6.
- PROCHÁZKA, S. – ŠEBÁNEK, J. 1998. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998, 484 s. ISBN 80-200-0586-2.
- ŠEBÁNEK, J. 1983. *Fyziologie rostlin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1983, 560 s.

Vedúci diplomovej práce: prof. Ing. Marián Brestič, CSc.

Harmonogram postupu prác:

- Zadanie diplomovej práce – január 2009
- Vypracovanie literárnej rešerše – február 2009
- Spracovanie metodiky – jún 2009
- Spracovanie diplomovej práce – február 2010

Dátum zadania diplomovej práce: 25. 01. 2009

Dátum odovzdania diplomovej práce: 16. 04. 2010

.....

prof. Ing. Marián Brestič, CSc.

Vedúci katedry

.....

prof. Ing. Daniel Bíro, CSc.

Dekan

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Lucia Filípková vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému :
“Alelopatické vzťahy rastlín a ich využitie“ vypracovala samostatne s použitím
uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú
pravdivé.

V Nitre, dňa 16. apríla 2010

.....

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu záverečnej práce pánovi prof. Ing. Mariánovi Brestičovi, CSc. za pomoc, cenné rady, odborné vedenie a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

ABSTRAKT

FILÍPKOVÁ, Lucia: Alelopatické vzťahy rastlín a ich využitie: (Diplomová práca) – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov; Katedra fyziológie rastlín. – Vedúci bakalárskej práce: prof. Ing. Marián Brestič, CSc. – Nitra, 2010 - 81 s.

Hlavným cieľom diplomovej práce je komplexné spracovanie vedomostí z odborných a vedeckých publikácií zameraných na problematiku fyziológie rastlín, vzájomné pôsobenie medzi rastlinami a ich využívanie v praxi. Najprv sme ozrejmili fyziológiu ako vednú disciplínu a stres pôsobiaci na rastliny. Z časti sme sa zaujímali o tzv. Zelenú revolúciu, jej históriu, vývoj, úpadok a pomalé obnovovanie výskumu. Neskôr sme pozornosť obrátili na druhové a medzidruhové vzťahy ako alelopátia, ktorej sme venovali viac času. V práci sme sa zamerali na sledovanie prejavov vzájomného pôsobenia rastlín pestovaných v poľnohospodárskej praxi. Chceli sme priblížiť, ako pôsobia rastliny vylučovanými látkami na svoje okolie, aké sú možnosti využitia kladných alelopatických vzťahov pri ochrane rastlín a popísať technológie, ktoré sa uplatňujú pri pestovaní zmiešaných kultúr. Pri ochrane rastlín v intenzívnom poľnohospodárstve sa využívajú rôzne chemické látky, ktoré majú negatívny vplyv na životné prostredie, znečisťujú povrchové a podzemné vody, zanechávajú rezíduá v pôde a ohrozujú život zvierat. Preto sa hľadajú iné spôsoby, ktoré by mohli tento problém z časti riešiť hlavne v súčasnosti, kedy sa do popredia dostáva ochrana životného prostredia. Využívanie alelopátie si však vyžaduje určité vedomosti nielen kladných, ale aj záporných vzťahov, pretože môžu byť zároveň aj škodlivé. Použitie týchto vzťahov nemusí byť len pri ochrane rastlín, ale napríklad aj pri podpore rastu atď.. Preto je potrebné sa venovať výskumu aj naďalej a hľadať nové spôsoby využívania vzťahov šetrných voči životnému prostrediu. Abiotické faktory vo veľkej miere ovplyvňujú rast rastlín. Svetlo, teplo i voda sú faktory, ktoré intenzívne pôsobia na rastlinu, počas celého rastu. Musí sa prihliadať na požiadavky rastlín. Na miestach suchých treba používať rastliny odolné voči suchým oblastiam (suchomilné rastliny), tak isto vyberať rastliny vyžadujúce viac vody, vyberáme oblasti kde je väčší roční úhrn zrážok. Tiež prihliadame na požiadavky rastlín voči teplotám a svetelným podmienkam. Všetky tieto faktory sú neoddeliteľné a mali by sa posudzovať spoločne.

Kľúčové slová: fyziológia rastlín, alelopátia, predácia, mykorrhiza, zelená revolúcia

ABSTRACT

Filípková, Lucia: Aleopathy relations between plants and their uses: (Diploma work) – Slovak Agricultural University, Nitra. Faculty of agrobiolgy and food sources, Department of plants physiology. Supervisor of the diploma work: prof. Ing. Marián Brestič, CSc. – Nitra, 2010 – 81 pp.

The main aim of the thesis hereof is the processing of knowledge from academic and technical publications dealing with issues of plant physiology, mutual actions among plants and the practical use. Firstly, we defined physiology as an academic discipline and a stress influencing the plants. Secondly, we were interested in so called Green Revolution, its history, development, decline and slow revival of the research. Consequently, we focused on generic and inter-generic relationships among vegetation. More space was given to such inter-generic relationships as an aleopathy. In the thesis hereof we observed the signs of mutual actions of plants nurtured in agriculture. We wanted to point at the effect of substances excluded by plants on its environment, the possibilities of the use of positive aleopathic relationships in the protection of plants and the description of technology which is being used in nurturing of mixed culture. Different chemicals are used in protection of plants in intensive agriculture, which have negative effect on the environment, pollute above ground and under ground water, leave residua in soil and endanger the fauna. Therefore we are looking for ways which would help to eliminate this problem. It is even more needed nowadays as the environmental protection is becoming more and more important. The use of aleopathy requires certain knowledge of not just positive but also negative relationships as they can also be harmful. The use of relationships..., only in plants protection but also in the supporting of their growth. Therefore it is necessary to focus on the research and look for new ways of the use of relationships which are not hamful to the environment. Abiotic factors highly influence the growth of plants. The warmth, light and water are factors which affect the plant during the growing process. We have to take the needs of plants into account. In dry places we use plants which are able to resist the dryness. The plants which need more water are used in the places do not lack humidity. We also take into account the temperature and light conditions which plant needs. All the mentioned factors are unseparable and they have to be though of as holistic,

Key words: plant physiology, aleopathy, leaders, mykorhisis, green revolution

Obsah

Obsah	8
Zoznam ilustrácií	10
Zoznam tabuliek	11
Zoznam značiek a skratiek	12
Úvod	13
1. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	15
1.1 Fyziológia rastliny	15
1.2 Biotické a abiotické faktory vplývajúce na rastliny	19
1.2.1 Biotické faktory vplývajúce na rastliny	19
1.2.1.1 Druhovú vzťahy vplývajúce na rastliny	19
1.2.1.2 Medzidruhovú vzťahy vplývajúce na rastliny	20
1.2.1.2.1 Alelopatia	20
1.2.1.2.1.1 Alelochemikálie.....	22
1.2.1.2.1.2 Stanovenie koncentrácie alelochemikálií	26
1.2.1.2.1.3 Účinok alelopatík a ochrana pred vlastnými alelopatikami	28
1.2.1.2.1.4 Alelopatické účinky burín na hlavné pestované plodiny.....	28
1.2.1.2.1.5 Ekologický význam alelopatie.....	31
1.2.1.2.2 Epifytizmus.....	46
1.2.1.2.3 Amensalizmus.....	46
1.2.1.2.4 Predácia - parazitické organizmy.....	46
1.2.1.2.5 Mutualizmus u rastlín.....	50
1.2.1.2.6 Mykoríza	52
1.2.1.2.7 Konkurencia	53
1.2.1.2.8 Herbivorné organizmy	54
1.2.1.2.9. Potravové - trofické vzťahy	55
1.2.2 Abiotické faktory vplývajúce na rastliny	56
1.2.2.1 Svetlo	56
1.2.2.2 Teplo	57
1.2.2.3 Voda	60
1.3 Zelená revolúcia	64

2. Cieľ práce	69
3. Metodika práce	70
4. Návrh na použitie poznatkov	71
Záver	74
Zoznam použitej literatúry	75
Prílohy	81

Zoznam ilustrácií

Obr. 1: [Znášanlivé a neznášanlivé rastliny v osevnom postupe]	19
Obr. 2: [Scopoletin]	23
Obr. 3: [Kyselina benzoová]	23
Obr. 4: [Alelopatické efekty na semenáčky jabloní]	24
Obr. 5: [Stupeň poškodenia bunkových membrán listu rastliny papriky a rajčiaka, pestovaného v samostatnej, alebo zmiešanej (alelopatickej) kultúre, meraný konjunktometricky]	26
Obr. 6: [Alelopatický cyklus chemického ovplyvňovania vyšších rastlín]	30
Obr. 7: [<i>Secale cereale</i> – Raž siata]	32
Obr. 8: [Aksamietnica rozložitá - <i>Tagetes patula</i>]	36
Obr. 9: [Použitá sieť proti Pochmurnatke mrkvovej]	43
Obr. 10: [Príprava žihľavového postreku]	45
Obr. 11: [Porovnanie populácie predátora a koristi]	46
Obr. 12: [Huba <i>Arthrobotrys anchonia</i> – háďatko chytené do škrtiaceho oka]	47
Obr. 13: [Mäsožravá huba, nájdená v jantáre]	47
Obr. 14: [Drevokazné huby sú pôvodcami hnilôb dreva]	49
Obr. 15: [Nádorovitost' košťálová - <i>Plasmodiophorabraceae</i>]	49
Obr. 16: [Rishitin]	50
Obr. 17: [Rhizosférne mikroorganizmy]	51
Obr. 18: [Mykorízy schematicky znázornené v priečnom reze koreňom]	53
Obr. 19: [Poškodenie pásavkou zemiakovou]	54
Obr. 20: [Napadnutie rastliny herbivorom]	55

Zoznam tabuliek

Tab. 1: [Znášanlivosť rastlín v oševnom postupe]	21
Tab. 2: [Príklady pestovania susediacich plodín a ich vzájomné ovplyvňovanie]	34
Tab. 3: [V kombinácii plodina 1 + plodina 2 = zastavenie rastu, choroby]	35
Tab. 4: [Medzidruhová znášanosť husto siatych obilnín v oševnom postupe]	39
Tab. 5: [Rast zavlažovacieho systému v Indii (1965 –1970)]	68

Zoznam značiek a skratiek

CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research – Poradenská skupina pre medzinárodný poľnohospodársky výskum
CIMMYT	Medzinárodné centrum pre šľachtenie kukurice a pšenice
CO₂	Oxid uhličitý
HYV	High Yielding Varieties - Vysoko výnosné odrody plodín
IFOAM	International Federation of Organic Agricultural Movements - Medzinárodná federácia hnutí organického poľnohospodárstva
IFPRI	Medzinárodný inštitút pre výskum politiky výživy
NSC	Národná oševná spoločnosť
PAR	Photosynthetic Active Radiation
ÚKSUP	Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky
USD	Americký dolár

ÚVOD

Fyziológia rastlín je vedná disciplína, ktorá nachádza svoje uplatnenie najmä v poľnohospodárskych vedách, kde výskum fyziológie rastlín napomáha najmä pri šľachtení nových odrôd, ich ochrane proti chorobám a škodcom. Ľudia už v dávnych dobách začali hľadať spôsob ako využiť vzájomné ovplyvňovanie rastlín vo svoj prospech a neskôr to využívať aj v poľnohospodárstve. Jedným z mnohých javov je aj alelopatia. Vyjadruje priamy a nepriamy vplyv rastlín medzi sebou, ktorý sa prejavuje zvyčajne pri vytváraní chemických látok a ich uvoľňovaním do prostredia. Alelopatické procesy sú využívané hlavne v ekologickom poľnohospodárstve. Ekologický záhradkár uprednostňuje pri výbere úrodnej odrody vhodnú pre danú lokalitu, odolnú, alebo aspoň tolerantnú proti niektorým chorobám a fyziologickým poruchám. Využívajú sa vhodné kombinácie rastlín. Alelopatia je zložitá, môže zahrňovať interakciu rozdielnych chemikálií: fenolické zlúčeniny, alkaloidy, steroidy, aminokyseliny – alelopatiká. Účinky alelopatík sa prejavujú bunkovým delením, klíčením peľu, príjmom živín, fotosyntézou, respiráciou, vodným režimom.

Pri vzájomnom ovplyvňovaní rastlín sa pozorujú a využívajú aj medzidruhovú vzťahy, ktoré sú výsledkom dlhého spoločného vývoja na úrovni evolučného, alebo ekologického času. Zahrňajú organizmy žijúce v priestore, ktoré vstupujú do vzájomných interakcií. Interakcie môžu byť priamym kontaktom, alebo prostredníctvom nejakého zdroja, ktoré vznikli počas evolučného vývoja, tu sa vytvorili vzájomné vzťahy. Vo vývojovom ustálenom spoločenstve prevažujú pozitívne vzťahy medzi organizmami, môžu ich narušiť introdukcia nového organizmu.

Na rastliny výrazne vplývajú aj abiotické faktory, ktoré sú významným činiteľom pri pestovaní plodín. Preto už pri rozhodovaní, čo a kde sa bude vysádzať, musíme podrobne poznať teploty v daných oblastiach ako aj priemerný úhrn zrážok, výšku podzemných vôd, keďže niektoré rastliny sú vlhkomilné a iné majú zasa radšej suchšie oblasti.

Do povedomia sa dostáva otázka „*Ako by mohlo súčasné poľnohospodárstvo vyzerat', keby sa viac venovalo tzv. Zelenej revolúcii?*“ Zelená revolúcia zabezpečila zvyšovanie potravinárskej výroby, bohaté krajiny a nadácie poskytli silnú podporu výskumníkom a poľnohospodárskym organizátorom, aby sa zvýšila potravinová bezpečnosť chudobných krajín. Neskôr však proti „Zelenej revolúcii“ začali bojovať „zelení aktivisti“, ktorí boli významným dôvodom odklonu od poľnohospodárskeho

výskumu. Prestávala sa riešiť otázka „Zelenej revolúcie“, avšak pod tlakom krízy sa v poslednej dobe začína podpora poľnohospodárstva rozvojového sveta pomaly obnovovať. Napríklad filipínsky inštitút vyvinul, proti najrozšírenejšiemu škodcovi obilnín, 14 prototypov odrôd pšenice. Lenže vyvinúť plne použiteľnú plodinu, bude trvať štyri až sedem rokov.

1. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Fyziológia rastliny

Fyziológia rastlín je vedná disciplína v rámci Botaniky, ktorá študuje životné prejavy rastlín. Študuje rast, vývin a reakcie rastlín na zmeny prostredia. Vo svojom štúdiu využíva fyziológia rastlín najmä poznatky z morfológie rastlín, analytickej chémie, biochémie a najnovšie vo veľkej miere aj z molekulárnej biológie. Uplatňuje sa taktiež napr. biofyzika, taxonómia, ekológia, atď. Výsledky výskumu fyziológie rastlín nachádzajú svoje uplatnenie v poľnohospodárskych vedách, kde pomáhajú v šľachtení nových odrôd, ich ochrane proti škodcom a chorobám, ako aj vytváraniu geneticky modifikovaných organizmov (Procházka a kol., 1998).

Fytopatológia

- je veda zaoberajúca sa chorobami rastlín a obrannými reakciami rastlín na biotický stres.
- je náuka študujúca choroby rastlín, rastlinná patológia.
- rastlinná patológia zahŕňa aj patogénny, ich identifikáciu a etiológiu ochorenia.
- medzi rastlinné patogény patria: huby, baktérie, vírusy, hlístovce, parazitické rastliny.

Vplyv stresových podmienok na fyziológiu

Stres v biológii, najmä v botanike, je zaťaženie organizmu mimoriadne nepriaznivými podmienkami okolitého prostredia, resp. stav organizmu, ktorý toto zaťaženie vyvoláva. Rastliny ako živé objekty reagujú na zmenu vonkajších podmienok. Samotný pojem stres sa v biológii používa dosť nejednotne, ale vo fyziológii rastlín ide v podstate o záťaž organizmu spôsobenú nepriazňou prostredia, a o odpoveď organizmu na novú situáciu.

Stres má za následok aj zmenu chemického zloženia bunkových stien. Problematika stresu u rastlín je komplikovanejšia ako u fyziológie živočíchov. Je to dané nielen ich usadlým spôsobom života, ktorý neumožňuje únik pred pôsobením stresorov, ale tiež tým, že u rastlín je oveľa väčšia medzidruhová variabilita i heterogenita vnútorného prostredia (buniek, pletív). Tá sa prejavuje značným

kolísaním fyzikálno-chemických parametrov rastlinných buniek i v priebehu „normálneho“ fungovania (Bláha et al., 2003).

Poznáme dve koncepcie chápania stresu:

- 1) Tzv. Levittova koncepcia (1980), ktorá definuje stres ako faktor vonkajšieho prostredia, ktorý je schopný indukovať potenciálne škodlivý účinok v živých organizmoch. Podľa tohto modelu stres môže spôsobiť priame poškodenie, ktoré je ihneď badateľné a vedie k poškodeniu rastliny alebo môže spôsobiť poškodenie nepriame, ak je účinok stresu reverzibilný, ale pôsobí tak dlho, že vznikne iný ireverzibilný nepriamy účinok, ktorý má za následok poškodenie rastliny.
- 2) Koncepcia podľa Seleyho (1966), ktorá tvrdí, že stres je stav, v ktorom narastajúce požiadavky kladené na rastlinu vedú k počiatočnej destabilizácii funkcií, po ktorej nasleduje normalizácia a zlepšená rezistencia.

Mistrík (1988) definuje stres ako stav, v ktorom sa živý systém nachádza pri mobilizovaní reparačných, alebo obranných procesov vyvolaných pôsobením škodlivých vplyvov vonkajšieho prostredia. Každý organizmus má určitú mieru rezistencie proti pôsobeniu nepriaznivého faktora.

Stresové faktory rozdeľujeme na:

- *abiotické faktory* (extrémne teploty, sucho, zatopenie, zasolenie, toxické látky, nadmerné osvetlenie, UV žiarenie a iné)
- *biotické faktory* (požer, vírusy, baktérie, hubové ochorenia,)

Stresové faktory, nech už abiotické či biotické, môžu prenikať do vnútorného prostredia rastlín rôznych druhov nie rovnako ľahko, a to predovšetkým v dôsledku rôzne vyvinutých ochranných štruktúr. Jedná sa vlastne o schopnosť vyhnúť sa stresu, ku ktorej prispievajú vhodne načasované životné cykly. Z fyziologického hľadiska sú to omnoho zaujímavejšie mechanizmy aktívnej odolnosti (stres, tolerancia), obmedzujú negatívny dopad stresorov až po ich preniknutí k plazmatickej membráne buniek a do symplastu. V takomto prípade dochádza k spusteniu reťazca zmien, ktorý býva označovaný ako *STRESOVÁ REAKCIA*.

Stresové faktory môžu v rastlinách vyvolať aj genetické zmeny, t.j. menia ich evolučným mechanizmom prirodzeného výberu, *adaptáciou*. Okrem toho rastliny reagujú aj dočasnými (negenetickými) odpoveďami, ktoré nazývame *aklimácia* (Hnilička, 2006).

Obrana rastliny pred abiotickým stresom:

- tvorba stresových bielkovín
- syntéza zlúčenín znižujúcich bod mrazu vody (napr. glycerol)
- odstraňovanie reaktívnych foriem kyslíka
- zmeny hladiny hormónov
- syntéza zlúčenín odstraňujúcich toxické látky (napr. organické kyseliny vyžrážajú hliník)
- príjem, alebo syntéza osmoregulačných zlúčenín (soli, cukry ...)

Teplotný stres – abiotický faktor

Vysoké a nízke teploty nie sú priaznivé životným funkciám a ohraničujú výskyt druhov podľa toho, ako intenzívne pôsobia, ako dlho trvajú a ako sú premenlivé. Stav aktivity a stupeň otuženia sú tak isto veľmi dôležité faktory. Stres je vystavenie rastliny mimoriadne nepriaznivým podmienkam, nemusí nutne predstavovať ohrozenie života, ale vyvoláva poplachovú odpoveď organizmu, pokiaľ ten nie je v štádiu pokoja. Pokojové štádiá organizmu, ako suché spóry a poikilohydrické rastliny, nie sú citlivé a môžu prežívať bez poškodenia všetky prirodzené teploty vyskytujúce sa na zemi. Protoplazma reaguje na stres počiatočným zrýchlením metabolizmu. Zvýšenú respiráciu pozorujeme už ako stresovú reakciu, je úsilím o nápravu poškodenia a prispôsobenia štruktúry pre zvládnutie novej situácie. Stresová reakcia sa stáva pretekom medzi adaptačným mechanizmom a deštručnými procesmi v protoplazme, ktoré vedú k smrti. Keď je prekročený horný, alebo dolný kritický prah teploty môžu byť bunčné štruktúry a funkcie poškodené tak silno, že protoplazma bezprostredne odumrie. V prírode dochádza k náhlejšej deštrukcii, často pri mrazoch mimo zimného obdobia, napr. pri neskorých jarných mrazoch. Poškodenie však môže nastať i postupne, keď je porušená rovnováha medzi niektorými životnými pochodmi a je oslabená ich činnosť. Nakoniec prestávajú pracovať niektoré funkcie podstatné pre život a bunka odumiera (Bláha et al., 2003).

Obrana rastliny pred biotickým stresom:

Rastliny majú špecifické látky, nazývané *elicitory* – tie rozoznávajú napadnutie patogénom svojimi receptormi. Tieto látky po naviazaní na receptor spúšťajú v rastlinách poplachový signál. Ten vyvolá v rastlinách odpoveď vo forme tvorby obranných látok. Obranné látky môžu byť bielkovinové, alebo aj menšie organické látky toxické pre patogénov (*fytoalexíny*). Okrem toho sa môžu tvoriť aj látky tvoriace mechanické bariéry pre šírenie choroby, alebo „zlej“ chuti (hlavne proti bylinožravcom).

Hypersenzitívna reakcia, je ďalší obranný mechanizmus rastliny, čo je rýchle lokálne odumretie rastlinného pletiva a jeho odpadnutie (čím vznikajú napr. otvory v listoch).

Odpoveď rastlín na napadnutie patogénom môže byť len lokálna, ale rastliny dokážu prenášať poplašný signál po celom svojom tele. Táto schopnosť rastlín je v istom zmysle analogická imunitnému systému živočíchov.

Pri mnohých stresoch sa ukazuje, že miestom primárneho účinku sú membrány, konkrétne plazmalema. Je možné, že zo štruktúrneho a funkčného hľadiska membrány predstavujú akýsi univerzálny terč primárneho účinku všetkých nepriaznivých faktorov prostredia. Súčasné poznatky o štruktúrno-funkčnej odpovedi rastlinných buniek na pôsobenie rôznych nepriaznivých faktorov vonkajšieho prostredia dosiaľ nedovoľujú vyvodiť definitívny záver o špecifickosti bunkovej reakcie na určitý druh stresu. Ani porovnanie účinkov rôznych stresov na ultraštruktúru u rovnakého typu buniek neprineslo jednoznačnú odpoveď o špecifickosti vo vzťahu medzi bunkou a nepriaznivým faktorom prostredia (Čiamporová, Mistrík, 1991).

Mechanizmy systémovej ochrany rastlín:

Ak príde k napadnutiu rastlín patogénom, alebo poraneniu rastlinnej tkaniny, prichádza k indukcii obranného mechanizmu. Mechanizmy odolnosti proti stresu je možné rozdeliť do dvoch kategórií:

- „**Avoidance mechanisms**“ – mechanizmy zabraňujúce tomu, aby bola hostiteľská rastlina vystavená stresu. Tento spôsob ochrany zahŕňa mechanickú bariéru rastlín, ktorá má prevažne pasívny a dlhodobý charakter (napr. výrazná kutikula na listoch)
- „**Tolerance mechanisms**“ – tento ochranný mechanizmus je aktívna ochrana rastlín, ktorá obmedzuje negatívny dopad stresorov až po ich preniknutí

k plazmatickej membráne buniek a do symplastu. V takomto prípade dochádza k spusteniu reťazca zmien, tzv. stresovej reakcie. K tejto reakcii patrí aktivácia antioxidantných ochranných systémov lokalizovaných v rôznych bunkových štruktúrach. Antioxidančné ochranné mechanizmy zahŕňajú neenzýmové a enzýmové systémy. Medzi veľmi účinné antioxidanty zaraďujeme askorbát (Piterková a kol., 2005).

1.2 Biotické a abiotické faktory vplývajúce na rastliny

1.2.1 Biotické faktory vplývajúce na rastliny

Biotické faktory rozdeľujeme na:

- Druhovú vzťahy vplývajúce na rastliny
- Medzidruhovú vzťahy vplývajúce na rastliny

1.2.1.1 Druhovú vzťahy vplývajúce na rastliny

Poznatky o znášateľnosti hlavných poľných plodín sú základom teórie striedania plodín v oševných postupoch a sú nevyhnutné aj pre úspešné zavádzanie oševných postupov. Z hľadiska stupňa znášateľnosti po sebe pestovaných plodín sa plodiny rozdeľujú do skupín a to:

- *znášateľné plodiny* – tolerujú dočasné opakované pestovanie na pozemku (bez výraznejšej redukcie úrod)
- *mierne znášateľné plodiny*
- *zriedka znášateľné plodiny*
- *neznášateľné plodiny* – na monokultúrne pestovanie reagujú veľmi citlivo, potrebujú dlhší časový odstup medzi pestovaním na rovnakom pozemku (Hnilička, 2006).

Dobří a zlí susedia



reďkovka
kapusta
šalát
kaleráb



zemiaky
bôb obyčajný

Obr. 1: Znášanlivé a neznášanlivé rastliny v oševnom postupe.

Zdroj: Katedra fyziológie rastlín (Filová, 2008)

Tab. 1: Znášateľnosť rastlín v oševnom postupe.

Zdroj: (Koszytu, 2007)

znášateľné	mierne znášateľné plodiny	slabo znášateľné plodiny	neznášateľné plodiny	obdobie znášateľnosti až po uvedených rokoch
ozimná raž	zemiaky	jačmeň	ľan	6
kukurica	bôb	pšenica	slnečnica	6
bôb	hrach		ďatelina	6
sója	lupina		lucerna	5
cirok	vika		repa	5
sudánska tráva	seradela		ovos	5
konopa			hrach	4
tabak			repka	3
ryža			repica	3

1.2.1.2 Medzidruhové vzťahy vplývajúce na rastliny

1.2.1.2.1 Alelopatia

Definujeme ju ako vzťah medzi dvomi, alebo viacerými rastlinami, ktoré sa navzájom negatívne ovplyvňujú svojimi chemickými látkami, tie sú vylučované do prostredia, alebo zostávajú v pôde aj po ich odstránení. Môže sa jednať o ovplyvňovanie antagonistické (protichodné), či synergické (podporné).

Je to zvláštny prípad vzájomného ovplyvňovania rastlín na čisto chemickom základe. Každá rastlina obsahuje veľké množstvo sekundárnych metabolitov, z nich ktoré môžu pôsobiť inhibične až toxicky na iné rastliny vyskytujúce sa v ich tesnej blízkosti. Ak skutočne príde k prenosu účinnej látky a k ovplyvneniu sa v ich tesnej blízkosti. Keď príde k prenosu účinnej látky a k ovplyvneniu susednej rastliny, potom hovoríme o alelopatii. Významnosť alelopatie ako príčiny biotických stresov rastlín v prírodných podmienkach, stále patrí k veľmi rozporuplným a málo prebádaným oblastiam rastlinnej fyziológie (Líška, Pospíšil, Otepka, 2001).

Vývoj štúdia o alelopatii

Theofrastos (371 pred Kristom) asi prvý krát opisuje nepriaznivé pôsobenie medzi rastlinami, vo svojich dvoch spisoch pojednáva o fyziológii rastlín. V diele *Peri fytón aitión* - O príčinách rastlinného života a *Peri fytón historias* - *Rastlinopis* opísal negatívny vplyv kapusty na rast a chuť vínnej révy.

De Candolle (1832) písal o negatívnych vzťahoch medzi rastlinami.

Schreiner a jeho spolupracovníci (1907) sa zamerali na problematiku únavy pôd pri pestovaní monokultúr.

Pickering (1917, 1919) popisuje inhibičný vplyv koreňových výlučkov na sadeničky, pričom sa snažil vplyv iných faktorov vylúčiť.

Tokinove (1928) práce boli veľkým prínosom v rozvoji náuky o vzťahoch medzi rastlinami, ktorý antimikróbne a antibakteriálne látky, vylučované rastlinnými pletivami, nazval fytoncídny.

Magnus (1920) písal o inhibičnom vplyve, a to o vplyve rastlinných výlučkov na klíčenie semien.

Grummer (1955) sa vo svojej knihe, ktorú vydal v súlade Molischom zamerail konkrétne na vzájomné ovplyvňovanie vyšších rastlín.

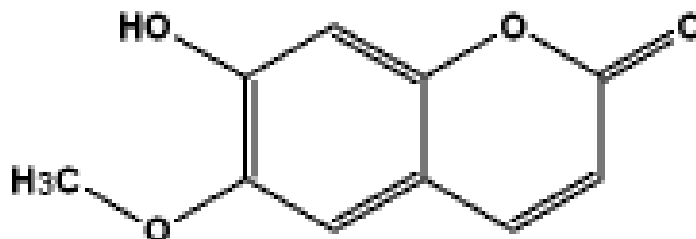
Keďže viacerí autori berú alelopatiu ako všeobecný jav, čiže je súčasťou živej hmoty, môžeme alelopatiu podobne ako Bethe (1932), Whittaker (1971) a ďalší definovať ako pôsobenie akéhokoľvek organizmu prostredníctvom svojich výlučkov - produktov látkovo-energetickej premeny počas života alebo po odumretí, na iný organizmus cez prostredie.

1.2.1.2.1.1 Alelochemikálie

Väčšina fenolických zlúčenín, identifikovaných ako alelochemikálie, bola extrahovaná z rastlinného materiálu. Určité zlúčeniny obsiahnuté v rastlinných častiach môžu vykazovať inhibičný efekt v druhových testoch, ale vo výluhoch a exudátoch z rastlín tento efekt nevykazujú. K potvrdeniu aktívnych fenolických látok v alelopatii je vhodné zhromaždiť dáta o koncentrácii bioaktívnych fenolických zlúčenín v médiu (ktoré sú uvoľňované do prostredia), údaje o časovom pôsobení, o statickej a dynamickej účinnosti fenolických zlúčenín, existencii synergických aktivít fenolických zlúčenín i ďalších látok. Metódy extrakcie a izolácie fenolických látok rastlinného materiálu sú založené prevažne na acidite karboxylových a hydroxylových skupín viazaných na aromatické jadro. Účinné látky musia byť zo zdrojovej rastliny vylúčené a prenesené na cieľovú rastlinu v dostatočnej koncentrácii. Pri tomto transporte dôjde k poklesu ich koncentrácie vzhľadom k neúspešnému šíreniu difúzií, novej sorpcii na koloidoch, alebo na čiastočnom mikrobiálnom rozklade. Z toho vyplýva, že zdrojová rastlina musí byť voči účinnej látke omnoho menej citlivá než rastlina cieľová. Uvoľňovanie a prenos malých koncentrácií organických zlúčenín je v pôde veľmi ťažké sledovať. Ešte ťažšie je v silno heterogénnom pôdnom prostredí dokázať, že výsledný efekt bol vyvolaný iba metabolizmami vylúčenými zo zdroja rastliny a nie nejakým iným spôsobom. Vzhľadom k uvedeným problémom je hodnoverných dôkazov o alelopatickom pôsobení látok vylúčených z živých rastlín veľmi málo. Toto pôsobenie je teoreticky možné i u nadzemných orgánov prenosom či zmývaním niektorých metabolitov vylúčených na povrch listov, ale hlavný význam bude mať v koreňovej zóne. Veľká pozornosť je v súčasnej dobe venovaná tým druhom, ktoré síce majú kompetičné predpoklady, ale aj tak v prírode vytvárajú súvislé porasty v ktorých sa iným druhom nedarí. K takýmto druhom patrí napr. cesnak medvedí (*Alium ursinum*), bažanka vytrvalá (*Mercurialis perennis*). Veľmi častým objektom záujmu je tiež vzájomné ovplyvňovanie tráv a ďatelinovín, u ktorých bolo dokázané alelopatické pôsobenie v zjednodušených podmienkach vodných kultúr.

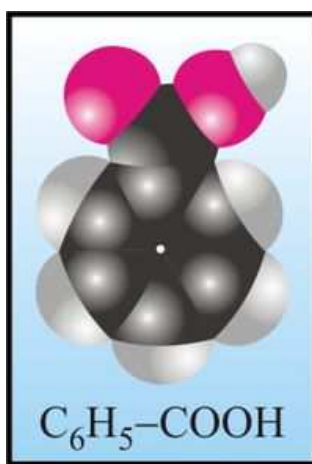
K vzájomnému ovplyvňovaniu u nich dochádza najmä pomocou fenolických zlúčenín [eskulin, scopoletin (obr.2)]. O niečo lepšie preskúmané je nepriame alelopatické pôsobenie sprostredkované metabolitmi uvoľnenými mikrobiálnym rozkladom z odumretých častí rastlín. Zvlášťne postavenie majú i v tomto prípade fenolické látky, ktoré sa nachádzajú v pôde v hojnom množstve ako produkty rozpadu niektorých zložiek biomasy, najmä lignínu. K tým jednoduchším patrí kyselina

fenyloctová, kyselina benzoová (obr.3), alebo známy juglon (5- α -naftochinon). Zo zložitejších zlúčenín bývajú hojné tininy (Willis, 1999).



Obr. 2: Scopoletin

Zdroj: (<http://www.phytochemicals.info>)



Obr. 3: Kyselina benzoová

Zdroj: (<http://sk.wikipedia.org>)

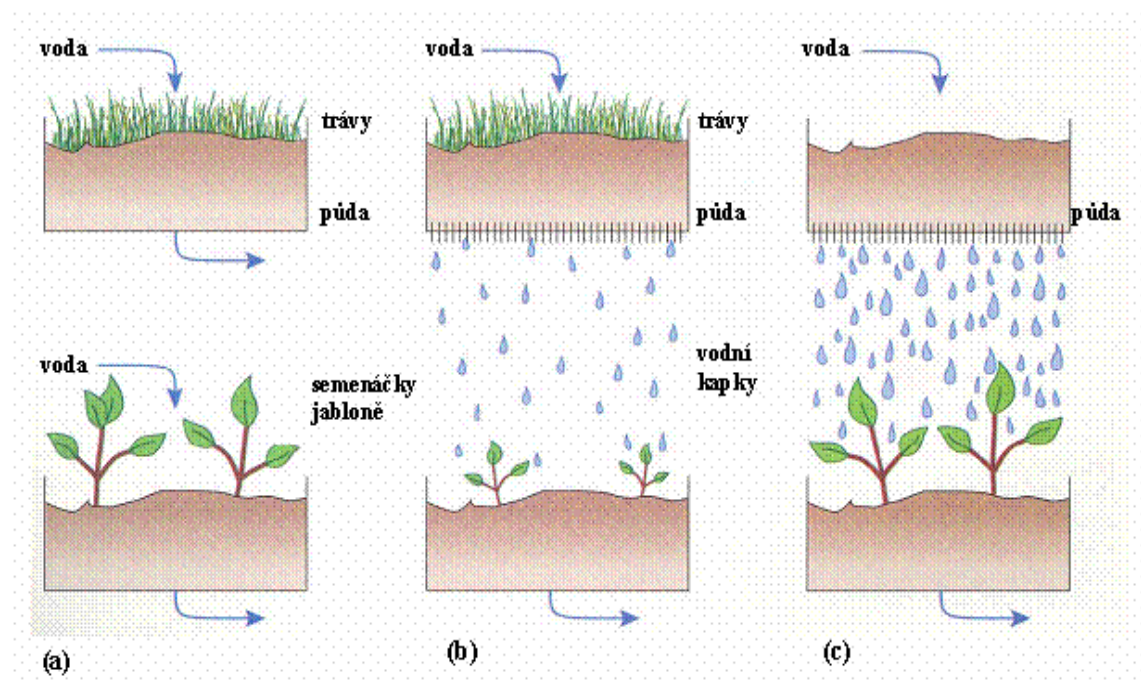
Mechanizmus pôsobenia látok s potenciálnym alelopatickým účinkom nie je doteraz dostatočne známy. Citlivosť rôznych druhov rastlín je voči zníženým zlúčeninám značne rozdielna a je možno predpokladať existenciu rozdielne účinných detoxikačných schopností (Klejdus, Kubáň, 1998).

Alelopatické efekty – pôsobenie alelochemikálií

Realizácia rastu a produktivity rastlín je determinovaná geneticky a ovplyvňovaná faktormi vonkajšieho prostredia. Už niekoľko desaťročí sa experimentálne ukazuje, že významným činiteľom ovplyvňujúcim vzťahy medzi zdrojom a akceptorom asimilátov sú alelopatické efekty. Alelopatiou sa všeobecne označuje špecifický pozitívny, ale aj negatívny vplyv jedného druhu rastlinného

organizmu (donor) na klíčenie, rast a celkový ontogenetický vývin druhého druhu. Alelopatická komunikácia rastlín sa uskutočňuje prostredníctvom alelochemikálií, ktoré sú produktom sekundárneho metabolizmu. Miesta účinku sú veľmi variabilné, druhovo špecifické, v rozsahu od inhibície mitotického delenia, až po poruchy bunkových funkcií. Fenolické kyseliny a flavonoidy ovplyvňujú aktivitu elektrónového transportu v mitochondriách a chloroplastoch. Okrem toho sa zistilo, že chemické látky odvodené od kumarínov, sú schopné v metabolizme nešpecificky inhibovať jednotlivé procesy prostredníctvom interakcií so sulfohydroxylovými skupinami, ako aj interakciami s rastlinnými hormónmi (napr. cytokinínmi, kyselinou β -indolyloctovou). Výsledkom týchto interakcií sú poruchy v organogenéze, so všeobecným vplyvom na rast a produktivitu (Willis, 1999).

Experiment demonštrujúci alelopatické efekty: prejav zhubného vplyvu trávneho porastu na semenáčky jabloní (Obr.4). Rastliny rastú na oddelených plochách, boli zásobené vodou nezávisle jedna na druhej (a), alebo voda prechádzala najprv cez trávny porast a potom zásobovala semenáčky jablone (b), či voda zásobila priamo semenáčky (c) (Krebs, 2001).



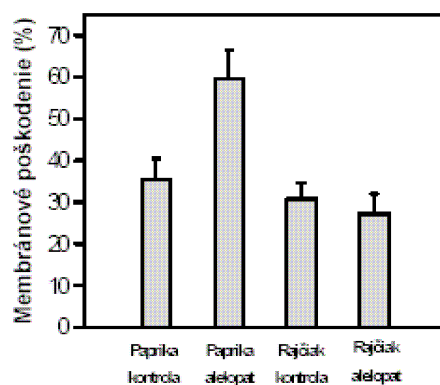
Obr. 4: Alelopatické efekty na semenáčky jabloní.

Zdroj: (Krebs, 2001)

Kvalifikácia dopadov alelochemickej komunikácie na vybrané fyziologické procesy:

- modelové objekty: paprika ročná (*Capsicum annuum L.*; cv. PCR) a rajčiak jedlý (*Lycopersicon esculentum Miller*; cv. Kecskeméti 262).
- Rastliny papriky ročnej a rajčiaka jedlého boli pestované v prirodzených podmienkach v hlinitopiesočnatej pôde samostatne, alebo v zmiešanej kultúre v spone 0,6 x 1,2 m v súlade z agrotechnickými požiadavkami v experimentálnych rokoch 2004 a 2005. Kvantifikácia rastu sa uskutočňovala prostredníctvom rastovej analýzy v 7-dňových intervaloch. Hodnotila sa výška rastliny, počet listov, veľkosť listovej plochy, počet plodov a veľkosť plodov, relatívny obsah vody, aktivitu guajakol peroxidázy, obsah bielkovín, membránovú stabilitu buniek. Jednotlivé údaje prezentované v práci predstavujú (pokiaľ nie je uvedené inak) priemer 5 opakovaní. Štúdium problematiky komunikácie rastlín v prostredí prostredníctvom alelochemických efektov sa postupne udomácňuje aj v aplikačnej praxi. V súčasnosti sa problematika sústreďuje najmä na identifikáciu alelopatickej indukovaných primárnych odpovedí rastlín v hierarchii individuálnych procesov. V týchto experimentoch s rastlinami rajčiaka jedlého a papriky ročnej, pestovaných samostatne alebo v zmiešanej kultúre v prirodzených podmienkach sa analýzou systému zdroja a akceptora asimilátov identifikovali miesta alelopatickej zraniteľnosti procesov v produkčnom procese. Potvrdil sa logický predpoklad, že alelopatický vzťah dvoch rastlín ovplyvní základné procesy fyziologického systému rastliny s ďalším dopadom na realizáciu tvorby biomasy a hospodárskej produkcie. Vo všeobecnosti sa predpokladá, vychádzajúc zo základnej koncepcie rastovo-produkčného procesu, že miestom primárneho účinku alelochemikálií budú bioenergetické procesy a metabolická regulácia. Odpoveďou je znížená fotosyntetická asimilácia CO₂, s celkovou limitáciou aktivity zdroja asimilátov.

Zistili sme, že napriek dostatočnej zásobenosti pletív rastlín vodou, vodivosť prieduchového aparátu abaxiálnej aj adaxiálnej strany listu je v rastlinách papriky pestovanej v zmiešanej kultúre spolu s rajčiakom výrazne inhibovaná (Klejduš, Kubáň, 1998).



Obr. 5: Stupeň poškodenia bunkových membrán listu rastliny papriky a rajčiaka, pestovaného v samostatnej, alebo zmiešanej (alelopatickej) kultúre, meraný konjunktometricky; Zdroj: (Kovár, 2006)

Predpokladajúc, že primárnym účinkom alelochemických komponentov rajčiaka na recipientnú rastlinu papriky budú energetické, membránovo dependentné procesy, môže byť príčinou poškodenia membránového systému predominantne alelochemicky indukovaná produkcia reaktívnych foriem kyslíka. Významnou reakciou, hlavne pri poškodení niektorých kľúčových centier fotosyntetického a respiračného elektrón - transportného reťazca, najmä pri inhibícii akceptorov elektrónov, je produkcia superoxidového iónu (Willis, 1999).

1.2.1.2.1.2 Stanovenie koncentrácie alelochemikálií:

Koncentrácia alelochemikálií môže byť stanovená dvomi skupinami metód:

- 1) CHEMICKOU – redoxné reakcie kovovej väzby a postupy založené na špecifickej chemickej aktivite.
- 2) Tzv. PROTEIN-BINDING ASSAY – tinninova kapacita fenolických zlúčenín.

Van Alstyn (1995) uvádza 3 metódy pre stanovenie fenolických zlúčenín :

- a) FOLINOVU-CIOCALTEAUOVU - zlúčeniny rozpustné v 80 % methanole,
- b) FOLINOVU-CIOCALTEAUOVU - zlúčeniny rozpustné v 75 % methanole a 25 % kyseliny trichloroctovej,
- c) POLYVINYLPOLYPYROLLIDONU - ktorý je vhodný pre naviazanie fenolických zlúčenín. Zisťuje, že prvá z týchto troch metód dáva najreprodukovateľnejšie výsledky.

Pre stanovenie celkového obsahu fenolických zlúčenín v pôde býva použité *acide fytotoxických látok* a zrovnanie ich koncentrácie v pôde pred adíciou fytotoxických látok. Táto metóda je využiteľná pre potvrdenie prítomnosti a odhad obsahu aktívnych alelochemických zlúčenín v pôde (Van Alstyne, 1995).

Alelopatiká

Alelopatiká môžeme definovať ako nositeľov informácií a ako mechanizmy koakcie. Medzi alelopatické látky zaradujeme všetky látky sekundárneho metabolizmu, vylučované, alebo uvoľňované rastlinou do prostredia alebo do organizmu hostiteľa (virotoxíny, fytoalexíny, exohomity, terpeny, fenoly, alkaloidy). Môže sa jednať o výmešky koreňov, výluhy tiel rastlín atď. (u baktérií a húb). Patria sem i antibiotiká, s inhibujúcou či stimulujúcou funkciou a fytoncidy – obranné látky vyšších rastlín.

Zmesi rôznych alelopatík majú veľakrát väčší účinok ako samotné látky. Alelopatiká môžu dlho perzistovať v pôde, sú však omnoho lepšie biodegradované než tradičné herbicídy.

Spôsoby vylučovania alelopatík:

- exudáty koreňov; kapilárnou vodou potom prijímané inými rastlinami,
- výluhy nadzemných častí rastlín (vetvy, listy, plody, kvety) alebo ich dekompozícia,
- aromatické tečúce látky; vplyv priamy alebo v dažďových zrážkach (v aridných oblastiach).

Množstvo vylučovaných alelopatík závisí na hustote rastlín, ročnom období, teplote, vlhkosti, starobe jedincov, strese. Snahou výskumu je minimalizovať negatívne účinky alelopatie na rast kultúrnych rastlín a ich výnos, využiť kultivary poskytujúce zdroj prirodzených herbicídov (alelopatík) pri ochrane rastlín proti plevelom (Murillo et al., 2006).

Fytoalexíny

Jednou z alelopatických látok sú *Fytoalexíny* (z gr. phyton - rastlina, alexein - brániť sa) sú nízkomolekulárne, nebielkovinové rastlinné obranné látky, ktoré sa za normálnych podmienok v rastlinách nenachádzajú, ale tvoria sa až po napadnutí rastliny patogénom. Pre niektoré patogény (väčšinou pre parazitické huby, ale aj pre niektoré baktérie) sú toxické. Zaradujeme ich medzi sekundárne metabolity. Fytoalexíny

zahrňujú množstvo rôznych typov látok, ktoré sú druhovo špecifické. Sú však málo špecifické na druh patogéna a môžu sa tvoriť aj pri inom druhu stresu (napr. pri postriekaní medenými soľami). Syntéza fytoalexínov sa v rastlinách spúšťa pomocou špecifických látok, ktoré nazývame elicitory. Sú to látky, ktoré dokážu rastlinné bunky rozoznávať svojimi receptormi. Môžu to byť jednak látky uvoľňované z tela patogéna, alebo vzniknuté rozkladnou činnosťou patogéna na bunky rastliny. Tieto látky po naviazaní na receptor spúšťajú v rastlinách poplachový signál. Poplachový signál vyvolá v rastlinách odpoveď vo forme tvorby obranných látok (Smith, 1996).

1.2.1.2.1.3 Účinok alelopatík a ochrana pred vlastnými alelopatikami

Účinok alelopatík: rovnako ako syntetické herbicídy nemajú alelopatiká rovnaké cieľové miesto svojho účinku:

- bukové delenie
- príjem živín
- respirácia
- enzymatické funkcie
- klíčenie peľu
- fotosyntéza
- vodný režim
- permeabilita membrán

Ochrana pred vlastnými alelopatikami:

- U väčšiny rastlín výskyt alelopatík s inými látkami, ktoré rastlinu chránia.
- Bežne sa vyskytujú vo vakuolách vo forme roztokov a polymérov. Sú oddelené od rastlín od protoplazmy, v mŕtvych bunkách, v cievach, alebo na vnútornom povrchu rastlín.
- Veľakrát sa alelopatiká stávajú aktívne až po dekompozícii (Murillo et al., 2006).

1.2.1.2.1.4 Alelopatické účinky burín na hlavné pestované plodiny

Na alelopatii sa podieľa celý komplex chemických látok rôzneho zloženia. Tieto látky sú vylučované najčastejšie koreňmi rastlín, alebo sa dostávajú do prostredia ako výlučky z nadzemných častí rastlín. Tiež sa môžu uvoľňovať z pozberových zvyškov rastlín, ktoré podliehajú pozvoľnému rozkladu. Vplyv alelopatie sa prejavuje spomalením až inhibíciou klíčenia semien iných druhov rastlín, alebo spomalením až zastavením rastu a vývoja až vyklíčených rastlín. Pri vyšších cievnatých rastlinách sa alelopatia dokázala v mnohých radoch, do ktorých patria tak kultúrne rastliny, ako aj

burinové druhy (pýr plazivý, mrlík biely). V zmiešaných porastoch kultúrnych plodín a burín pôsobí niekoľko mechanizmov súčasne a je veľmi problematické rozlíšiť do akej miery sa medzi populáciami uplatňuje konkurencia a do akej miery pôsobí alelopatická inhibícia. Vplyvom alelopatie dochádza tiež k zmenám v dormancii semien burín, alebo k ich potlačeniu, resp. až úplnému zániku.

Extrakt z lipkavca mäkkého (*Galium mollugo*) spomaľuje klíčenie pšenice a reďkovky. Alelopatický význam pýru plazivého poukazuje na inhibičný vplyv extraktu z podzemkov na rast pšenice a stimulačný vplyv na sóju.

Okrem alelopatického ovplyvňovania pestovaných plodín a burín sú známe alelopatické vzťahy aj medzi burinami. Vika huňatá (*Vicia villosa*) inhibuje klíčenie semien a rast horčička obyčajného (*Persicaria maculosa*), skorocela kopijovitého (*Plantago lanceolata*), hviezdice prostrednej (*Stella ria media*), kolenca roľného (*Spergula arvensis*) a viky vtácej (*Vicia cracca*). Výskumy alelopatického pôsobenia slnečnice ročnej poukazujú na to, že výlučky z koreňov inhibujú rast samotnej slnečnice a burinových druhov napr. turanca kanadského (*Conyza canadensis*), láskavca ohnutého (*Amaranthus retroflexus*) (Čaboun, 1990).

Mechanizmy alelopatie

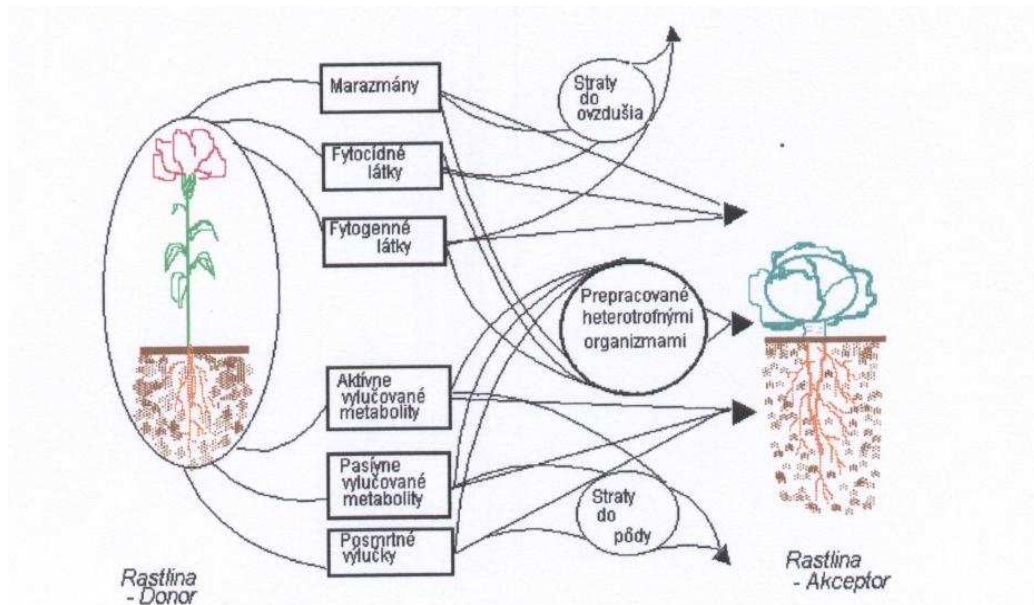
Pod pojmom mechanizmus alelopatie rozumieme rozličné interakčné vzťahy medzi vyššími rastlinami spôsobené fyziologicky aktívnymi látkami – alelopreparátmi. Komponentmi takejto interakcie sú rastlina – donor a rastlina - akceptor. Ako kinetická spojka medzi nimi slúžia alelochemikálie (Abdul – wahab, Rice, 1967).

Existujú dva hlavné mechanizmy alelopatie: 1. priamy presun metabolitov medzi susediacimi rastlinami počas života, 2. akumulácia a transformácia bioaktívnych substancií v prostredí a ich následným vplyvom na vyššie rastliny (Grodzinskij, 1987).

Grodzinskij (1987) uverejnil schému chemického ovplyvňovania sa vyšších rastlín (Obr.6.). Rastlinné výlučky rozdelil na výlučky počas života - metabolity a posmrtné výlučky. Metabolity delí na aktívne a pasívne. Určujúcou rastlinou je darca. Prijemca je vystavený vplyvu substancií pochádzajúcich od darcu. Každá dvojica rastlín môže byť súčasne darca aj príjemca. Na ceste od darcu sa môžu vylúčené substancie čiastočne vstrebať. Časť z nich pohltí rastlina naspäť a časť sa transformuje vplyvom neživých faktorov a heterotrofných organizmov. Niektoré výlučky sa však k susednej rastline dostanú bez zmien.

Podľa schémy delí prchavé výlučky na :

1. fyto géne – teda aktívne, sčasti pasívne výlučky orgánov rastlín,
2. fytoncídny – výlučky porušených pletív,
3. miazmný – výlučky z odumretých, hnijúcich pletív (Grodzinskij, 1965).



Obr. 6: Alelopatický cyklus chemického ovplyvňovania vyšších rastlín.

Zdroj: (Grodzinskij, 1965)

Do alelopatického komplexu obyčajne vstupuje veľké množstvo komponentov. Ich účinok je zvyčajne nešpecifický: nízka koncentrácia a krátkodobý účinok stimuluje všetky procesy, pri vyššej koncentrácii a dlhšom pôsobení je životná aktivita potlačená, až zastavená.

Empiricky boli odvodené niektoré zákony dávajúce do vzťahu rastliny a prírodu:

- *Zákon Beierinka a Baasbeckinga*: „ Všade je všade, ale prostredie selektuje.“ Toto pravidlo platí striktne, ale len pre organizmy s veľmi malými diaspórami. Výskyt na určitých miestach zemského povrchu je pre ne determinovaný len faktormi prostredia.
- *Zákon relativity Mitscherlicha a Lundegaarda* – čím dominantnejší sa faktor stáva, tým menší účinok má jeho zmena v organizme.

Akumulácia alelochemikálií v substráte: Príklady typické pre túto skupinu:

1. Khalid-Mahmud a Lohdi (1989) poukazujú na nemožnosť pestovania druhov citlivých na soli v miestach, kde pred tým bola pestovaná tráva. Dôvod je, že zmrznutá tráva akumuluje veľké množstvo solí, ktoré po smrti zanecháva v hornej vrstve pôdy, tá nepriaznivo vplýva na spomínané druhy .
2. V niektorých prípadoch živé rastliny produkujú alelochemicky aktívne substancie, ktoré bránia rastlinám rovnakého alebo iného druhu v raste. Skúmania na: *Crambe tatarica*, Sebeok (Grodzinskij, 1978), *Coffea arabica* (Waller, 1986).
3. Iný mechanizmus tvorby alelochemikálií je založený na činnosti mikroorganizmov, pochádzajúcich zo zvyškov rastlín. Tieto spolu s toxínmi z odkrytých rastlinných zvyškov sú hlavnou príčinou vzniku tzv. chorobnosti pôdy. Výskyt pri viacročnom pestovaní monokultúr na tom istom pozemku. Silná toxikácia: jablone ktoré rástli po jabloniach, huboviny po hubovinách a citrusy po citrusoch (Fischer, 1986).
4. Vplyv alelochemikálií na zníženie nitrifikácie u vyšších rastlín. Škoda nevzniká len priamym pôsobením alelochemikálií, ale aj nepriamo, v dôsledku zníženého prívodu dusíka (Rice, 1984).

1.2.1.2.1.5 Ekologický význam alelopatie

Prejav alelopatie:

- konkurenčný výhoda
- zníženie diverzity spoločenstva
- zmena dominant v sukcesnom vývoji
- preferencie druhov rezistentných voči alelopatii

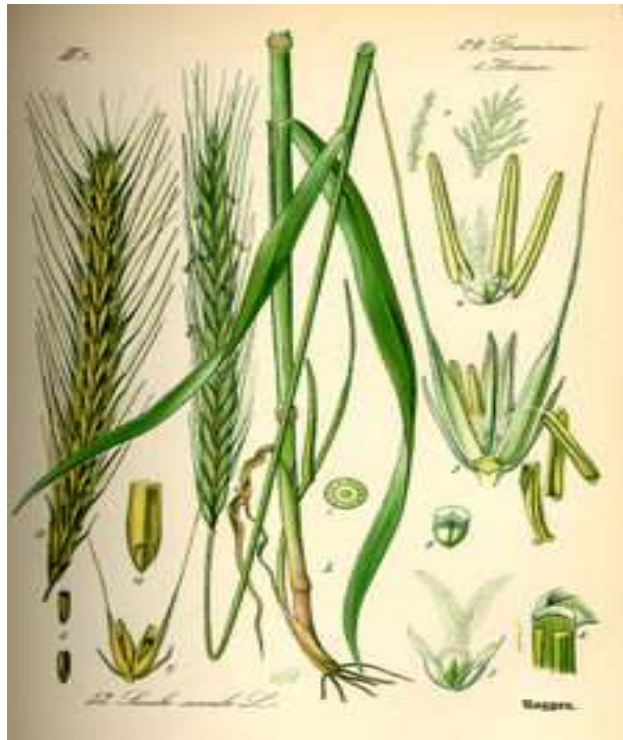
Orešák čierny – juglon (5 hydroxy- 1,4 naphthoquine), inhibítor respirácie, hlavne v pupeňoch, stopkách a koreňoch, nerozpustný vo vode, nieje preto v pôde príliš pohyblivý.

Círok – sorgolen (2-hydroxydy -5-methoxy -3 -(8'z, 11'z)-8', 11',14'-pentadecatriene-p-benzoiquinone), v koreňových exudátoch, veľmi silný alelotoxín: narušuje mitochondriálne funkcie a inhibície fotosyntézy.

Palina pravá - potlačuje svojimi výbežkami listov napr. kmín (*Carum carvi*) a fenykel (*Foeniculum*)

Dreviny – inhibičné účinky chemických látok boli zistené i u drevín, napr. u platanu záhradného, smreka obyčajného, agáta bieleho.

Kultúrne rastliny a plevely - inhibičný vplyv raže siatej (Obr.7), na horčici roľnej, ale naopak stimulačný vplyv na mak vlčí (Müller, 2004).



Obr. 7: *Secale cereale* – Raž siatej.

Zdroj: (<http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de>)

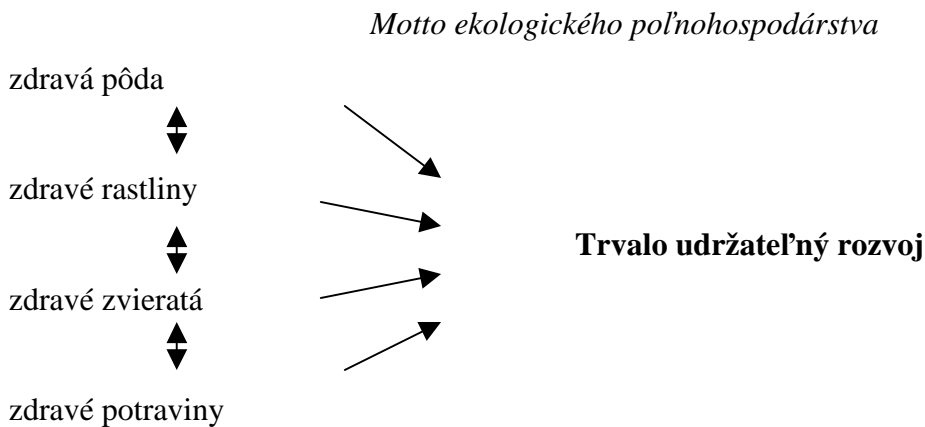
Alelopatická inhibícia nitrifikácie



- Nitrosomonas, Nitrobacter,
- 7 fenilických kyselín inhibuje rast niektorých týchto baktérií,
- v niektorých oblastiach sa vyskytujú nízke koncentrácie nitrátov vďaka alelopatickej inhibícii nitrifikácie.

Využívanie v ekologickom poľnohospodárstve

Ekologické poľnohospodárstvo je moderný systém hospodárenia, ktorý bez použitia syntetických pesticídov a hnojív a bez týrania zvierat produkuje kvalitné a zdravé biopotraviny. Zároveň prispieva k udržovaniu vyváženej kultúrnej krajiny a vytvára podmienky pre prosperitu vidieka.



Pre ekologické poľnohospodárstvo je prvoradá ekologická neškodnosť výroby, rešpektovanie prirodzenej biodiverzity krajiny, produkcia zdraviu neškodných potravín pre obyvateľstvo a krmovín pre hospodárske zvieratá.

Aby mohli ekologický záhradkári získavať dostatočné úrody, tak okrem dodržiavania osevných postupov je dôležité, aby eko - farmár pestované plodiny kombinoval tak, aby sa vzájomný brzdiaci vplyv rastlín obmedzil a naopak, využil ich podporný – stimulačný vplyv (Petr, Dlouhý, 1992).

Ekologický poľnohospodári uprednostňujú pri výbere úrodnej odrody vhodné pre danú lokalitu a odolné, alebo aspoň tolerantné proti niektorým chorobám a fyziologickým poruchám (napríklad rajčiaky proti fytoflóre, vírusovým ochoreniam a proti praskaniu plodov, uhorky proti plesni sivej a peronospóre, šaláty proti predčasnému vybiehaniu do kvetu). Najaktuálnejšie opatrenia, ktoré by bolo žiaduce v záhradkách uplatňovať, sú najmä využívanie prírodných vzťahov medzi rastlinami (alelopatia) a nastielanie pôdy (mulčovanie). Z pestovateľskej praxe poznáme, že niektoré rastliny priaznivo ovplyvňujú susedné, napríklad svojou arómou odpudzujú niektorých škodcov, alebo pomáhajú získať susednej rastline lahodnejšiu chuť, prípadne lákajú do záhrady včely. Vzájomné pôsobenie rastlín preskúmal nemecký botanik Hans Molisch, svoj systém nazval alelopatia.

Pri pestovaní viacerých plodín možno iné druhy pestovať na okrajoch pozemkov v pásoch, riadkoch, alebo využiť zmiešané osivo. Takýto spôsob pestovania je pre škodcu menej atraktívny ako monokultúra. Vplyv susediacich škodcov a choroby závisí od: klímy, typu pôdy, hnojenia, odrody. Pri výseve a výsadbe teplomilnej zeleniny sa odporúča ekologicky hospodáriacim záhradkárom dodržiavať zásady vzájomnej znášateľnosti susedných rastlín (alelopatia).

Pri uhorkách sa odporúča pestovať bazalku a borák lekársky, ktoré lákajú včely potrebné na ich opelenie, ako aj cukrovú kukuricu, ktorá ich chráni pred vetrom. Petržlen pestovaný pri rajčiakoch zlepšuje ich chuť. Vzájomné vzťahy medzi populáciami môžu byť rôzne silné a sú výsledkom spoločného dlhodobého vývoja týchto organizmov. Vzťahy medzi dvoma populáciami sú často zložité a v podstate ich možno charakterizovať ako pozitívne, negatívne alebo neutrálne (Petr, Dlouhý, 1992).

Tab. 2 Príklady pestovania susediacich plodín a ich vzájomné ovplyvňovanie.

Zdroj: (Kosztyu, 2007)

Odporúčané susediace plodiny	Alelopatia
Hlávkový šalát v blízkosti sadeníc hlubovín	znižuje riziko napadnutia škodcami
Hluboviny s rajčiakmi	znižuje napadnutie hlubovín kvetárkou kapustovou aj mlynárikom kapustovým
Mrkva s cibuľou	vôňa cibule znižuje napadnutie mrkvy vrtavkou mrkvovou
Kôpor voňavý vysadený v poraste hlubovín	repeletný účinok na mlynárika kapustoveho
Chren dedinský vysadený na okrajoch porastov zemiakov	repelentný účinok na pásavku zemiakovú
Cesnak vysadený v blízkosti jahôd	chráni proti hubovým chorobám

Tab. 3: V kombinácií plodina 1 + plodina 2 = zastavenie rastu, choroby.

Zdroj: (Filová, 2007)

plodina 1	plodina 2
baklažán	hrach, fenikel
uhorky	zemiaky, rajčiaky
šalát	zeler
rajčiaky	hrach, tekvica, uhorky, karfiol,

Naši, ale najmä zahraniční pestovatelia zeleniny ekologickými metódami odporúčajú v zmiešaných kultúrach vhodné 2-kombinácie a 3-kombinácie. Jednotlivé druhy zeleniny plnia pritom rôzne alelopatické funkcie.

Dvojkombinácie:

cibuľa	-	mrkva
rajčiaky	-	fazuľka
karfiol	-	zeler
mrkva	-	pór
šalát	-	cibuľa
petržlen	-	rajčiaky
zeler	-	kapusta
paprika	-	zeler
šalát	-	uhorky

Trojkombinácie:

mrkva	-	pór	-	cesnak
cibuľa	-	mrkva	-	kaleráb
mrkva	-	kôpor	-	kapusta
šalát	-	rajčiak	-	zeler
zeler	-	šalát	-	uhorky

Medzi porastami zeleniny, najmä však na okraji zeleninových hriadok alebo záhonov, možno pestovať aj niektoré druhy liečivých rastlín s kladnými alelopatickými vzťahmi. Napríklad saturejka a šalvia chránia hluboviny pred mlynárikom kapustovým, mäta pieporná zeleninu pred skočkami. Trebuľka, levanduľa a vratič odpudzujú vošky, muchy a mravce. Aksamietnica rozložitá [*Tagetes patula*(Obr.8)] odpudzuje vošky a háďatká. Petržlen pomáha zlepšiť chuť rajčiakom, kôpor hrachu, žerucha záhradná reďkovke, fenikel uhorkám a hlávkovému šalátu. Z ostatných rastlín sa v záhradke dobre dopĺňajú napríklad vinič s jahodami, rajčiakmi a hrachom záhradným, jahody a kry bobuľovín s cesnakom, horčica a chren s mladými ovocnými stromami, ruže s petržlenom, horčicou, levanduľou, cesnakom a aksamietnicou rozložitou (*Tagetes patula*), kôstkoviny s nechtíkom lekárskeým a chrenom, ríbezľové kry s palinou pravou (Čuboň, Slíž, 1997).



Obr. 8: Aksamietnica rozložitá - *Tagetes patula*.

Zdroj: (<http://floriculture.osu.edu>)

Pri výseve a výsadbe ekologickej záhrady pracujeme zásadne so zmiešanými kultúrami, ale kombinujeme rôzne druhy vždy po jednom alebo po niekoľko málo riadkoch. Jednotlivé druhy sa v spoločenstve vzájomne podporujú a zároveň chránia pred nadmerným napadnutím škodcov a chorôb (Bartošová a kol.,1993).

Musíme rešpektovať nároky rastlín na svetlo, ich reakciu na priame hnojenie maštal'ným hnojom, aleopatiu, vzrast, dĺžku vegetačnej doby, ... (Demo a kol.,1991).

Principiálne rozdiely medzi konvenčným a ekologickým poľnohospodárstvom sú hlavne v technologických postupoch a v potrebe energetických a materiálových vstupov:

<u>Konvenčné poľnohospodárstvo</u>	<u>Ekologické poľnohospodárstvo</u>
Priorita kvantity produkcie	Priorita kvality produkcie
Špecializovaná výroba	Mnohostranná výroba
Jednoduchý oševný postup	Pestrý oševný postup
Priemyselné hnojivá	Organické hnojivá
Pesticídy	Regulácia škodlivých činiteľov
Ustajnenie zvierat	Voľný chov zvierat
Meliorácia pôdy	Uchovanie úrodnosti pôd
Ekonomická rentabilita a zisk	Biologická rovnováha
Využívanie prírodných zdrojov	Ochrana prírody
Väčšie materiálové vstupy	Vyššie pracovné náklady

Oševné postupy

Oševný postup a technológie pestovania musia brániť erózii pôdy. V oševnom postupe musia byť zastúpené d'atelinoviny a strukoviny, nesmú sa opakovať rastliny v oševnom postupe po sebe (monokultúry nie sú povolené). Vyžaduje sa druhová pestrosť plodín, tak aby sa vytvorili podmienky pre prežívanie organizmov, štruktúra plodín v oševnom postupe musí umožniť striedanie plodín s malou odolnosťou proti burinám s plodinami s vyššou odolnosťou, pestovanie geneticky manipulovaných organizmov nie je povolené, pokrytie pôdy vegetáciou musí byť čo najdlhšie, dokonca keď je to možné aj cez zimu (významne prispieva k zadržaniu vlahy zo snehových zrážok) - využívajú sa strniskové medziplodiny, zelené hnojenie, podsevy, mulčovanie, buriny sa regulujú agrotechnickými metódami (cieľom je potlačenie burín pod hladinu ekonomickej škodlivosti, nie však ich vyhubenie). Používanie herbicídov nie je povolené, ochrana rastlín proti chorobám a škodcom je založená na podpore samoregujúcej funkcie agroekosystému, biologických a biotechnických metódach, používanie syntetických fungicídov a insekticídov nie je povolené, hnojenie a výživa rastlín je založená na vyváženom oševnom postupe a dokonalom využívaní prírodných hnojív. Používanie syntetických hnojív nie je povolené!

Úloha osevných postupov - pri plánovaní mnohostranného osevného postupu musíme rešpektovať pestovateľské podmienky, stanovištné pomery, potrebu vlastných krmív, pracovné kapacity, podiel trvalých trávnych porastov, podnikové aspekty. Zavedenie vhodného osevného postupu pre konkrétny podnik vyžaduje jeho dôsledné naplánovanie, overenie v praxi a sústavné prispôsobovanie novým skutočnostiam a podmienkam. Osevný postup má byť vyvážený, mnohostranný a má zabezpečiť:

- pôdnu úrodnosť
- dostatok vlastných krmív pre hospodárske zvieratá
- ekonomicky únosné úrody bez použitia chemických vstupov
- reguláciu zaburinenosti
- dobrý zdravotný stav pestovaných plodín
- redukciu erózie a strát pôdy
- redukciu vyplavovania živín z pôdy.

Naplánovaný a dodržiavaný osevný postup poskytuje výhody pri kalkulácii s požadovanými krmivami, zabezpečení vhodného osiva, nadväznosti predplodín s následnými plodinami, zabezpečení požadovanej zásoby dusíka v pôde bôbovitými plodinami.

Osevný postup musí zabezpečiť celoročný pokriv pôdy, ktorý je dôležitý z hľadiska znižovania zaburinenosti. Preto sa často využívajú podsevy, veľakrát vymrzajúce plodiny na zelené hnojenie, vhodné je striedanie dočasných lúk a pasienkov s plodinami pestovanými na ornej pôde.

Fytosanitárne vlastnosti pôdy sú dominujúce v ochrane rastlín proti škodlivým organizmom, ktoré je tiež možné regulovať vhodným striedaním plodín. Využitie alelopatie, napr. pri pestovaní liečivých a koreninových rastlín s trznými plodinami, tiež sleduje fytopatologické ciele.

Osevné postupy ekologického poľnohospodárstva sú založené na zásadách striedania plodín, ktoré môžeme zhrnúť nasledovne: striedanie plodín plytko koreniacich s plodinami hlboko koreniacimi, plodín s mohutným koreňovým systémom s plodinami s menej rozvinutým koreňovým systémom, čo najdlhší vegetačný pokriv pôdy, pokiaľ možno aj cez zimné obdobie, kompenzácia nižšej produkcie biomasy koreňov a pozberových zvyškov pestovaných medziplodín, dostatočné zastúpenie d'atelinovín a ich miešaniek s trávami, druhová pestrosť plodín, zabezpečenie dostatočného množstva biomasy pre aktivitu mikroorganizmov, šírka honov nesmie

prevyšovať dĺžku maximálnej migračnej dráhy užitočných organizmov (maximálna šírka 300 m), striedať plodiny so slabou konkurenčnou schopnosťou proti burinám s plodinami s vyššou konkurenčnou schopnosťou, ochrana pôdy proti vodnej a veternej erózii, pestovanie plodín zodpovedajúcich podmienkam stanovišťa, štruktúra plodín musí zabezpečiť chovaným zvieratám vyváženú a plnohodnotnú krmnú dávku počas celého roka.

Tab. 4: Medzidruhovú znášateľnosť husto siatych obilnín v oševnom postupe.

Zdroj: (Kosztyu, 2007)

Priaznivá rotácia	pšenica	ovos	pšenica	
	ovos	pšenica	raž	
	ovos	raž	raž	
	kukurica na siláž	ozimný jačmeň	ovos	ozimný jačmeň
Možná rotácia	raž	pšenica	pšenica	raž
	pšenica	ozimný jačmeň	jarný jačmeň	raž
	hustosiate obilniny	ovos	kukurica na siláž	kukurica na siláž
	kukurica na siláž	ozimný jačmeň	kukurica na siláž	kukurica na siláž
Rotácii sa vyhnúť (niekedy je možná)	pšenica	jarná pšenica	ozimná pšenica	
	jarná pšenica	ozimná pšenica	ozimná pšenica	
	jarný jačmeň	jarný jačmeň	jarná pšenica	kukurica na siláž
	ozimná pšenica	jarný jačmeň	jarná pšenica	kukurica na siláž
Rotácii sa vyhnúť	ovos	ovos	jarný jačmeň	
	ozimný jačmeň	ozimný jačmeň	ozimný jačmeň	jarný jačmeň
	ozimná pšenica	ozimný jačmeň	jarný jačmeň	ozimný jačmeň

Zásady zostavenia oševných postupov možno formulovať nasledovne: podiel bôbových plodín má byť najmenej 25 %, priaznivejší je podiel 33 % z toho najmenej 1 rok d'atelinoviny alebo zelený úhor pre reguláciu zaburinenosti ako je to najčastejšie možné, pestovať medziplodiny, vrátane podsevov (čo najdlhší pokryv pôdy) na potlačenie zaburinenosti je vhodné zaradiť 1 okopaninový hon striedať jariny a oziminy plodiny s pomalým počiatočným vývojom zaradiť po plodinách, ktoré potláčajú buriny. Odporúčajú sa 6 honové oševné postupy, so zaradením 8 rôznych plodín vrátane medziplodín. Následné hony v oševnom postupe by k sebe nemali priliehať, z dôvodu zabránenia presunu škodlivých organizmov na susedný hon. Všetky hony oševného postupu majú byť prilahlé a vytvárať jeden agroekologický celok (Kosztyu, 2007).

Príklady osevných postupov

Kahnt (1985) pre experimentálnu bio-dynamickú farmu Ensmad navrhol nasledovný osevný postup:

- d'atelinotrávna miešanka (80 : 20)
- pšenica jarná
- ovos / zemiaky
- vika siata, hrach roľný, slnečnica (40 : 40 : 20)
- raž siata

Kováč (1997) pre nížinnú repársku oblasť SR, úrodné hnedozemné pôdy navrhol nasledovný 6 - honový osevný postup:

- d'atelinotráva
- skoré zemiaky + medziplodiny
- ozimná pšenica + vymfzajúca medziplodina
- zmiešaný hon
- jarný jačmeň + medziplodina
- bôb s podsevom d'atelinotrávy

Zapracovávanie organických zvyškov

Organické zvyšky musia byť do pôdy zapracované spôsobom, ktorý zodpovedá podmienkam stanovišťa. Platí zásada, že čím je pôda ľahšia a suchšia, tým hlbšie majú byť medziplodiny, organické hnojivá a pozberové zvyšky zapracované. Čím ťažšia a vlhšia je pôda, tým plytšie musia byť organické hmoty zapracované a zmiešané s pôdou.

Pravidlá ekologického poľnohospodárstva jednotlivých krajín nie sú úplne totožné napriek skutočnosti, že všetky zohľadňujú smernice Medzinárodnej federácie hnutí pre organické poľnohospodárstvo (IFOAM).

Pravidlá platné pre Slovenskú republiku vydané v roku 1995 vymedzujú povolené hnojivá a prostriedky vedúce k zvyšovaniu pôdnej úrodnosti. Napriek tomu prax využíva širšiu škálu priamych i nepriamych hnojív, čo vychádza z článku 11, bodu 3 spomínaných pravidiel uvádzajúcich, že povolené druhy nakupovaných organických hnojív vrátane hnojív označovaných ako ekologické, budú každoročne aktualizované. Ucelený zoznam hnojív povolených a používaných v priebehu takmer 10 ročnej realizácie ekologického poľnohospodárstva na Slovensku neexistuje, pretože sortiment hnojív povolených k predaju schvaľovaný Ústredným kontrolným a

skúšobným ústavom pôdohospodárskym (ÚKSUP) má iba ročnú platnosť a tak mnohí výrobcovia či distribútori hnojív po ich prvom schválení v snahe ušetriť peniaze, opätovne dané hnojivo neprihlasujú do schvaľovacieho pokračovania (ÚKSUP, 2009).

Hnojivá možno charakterizovať ako látky, ktoré buď obsahujú rastlinné živiny (priame hnojivá), alebo svojimi fyzikálnymi, chemickými a biologickými vlastnosťami zlepšujú výživu rastlín, prípadne zvyšujú úrodnosť pôdy (nepriame hnojivá). Priame hnojivá sa podľa pôvodu rozdeľujú na hospodárske, priemyselné a na prírodné zdroje živín. Podľa obsahu organických látok sa rozdeľujú na organické, minerálne a organicko-minerálne. Pravidlá ekologického poľnohospodárstva rozlišujú vlastné organické hnojivá, nakupované organické hnojivá a doplnkové hnojivá. Komisia pre ekologické poľnohospodárstvo schvaľujúca výrobky pre výživu rastlín pracujúca na ÚKSUP rozoznáva hnojivá fosforečné, draselné, horečnaté, vápenato-horečnaté, špeciálne a organické hnojivá.

Nemecká biopestovateľka Gertruda Francková vyvinula systém pestovania biozeleniny, pri ktorom sa využíva zelené hnojenie špenátom. Medzi riadky špenátu odporúča vysiať, resp. vysadiť zeleninu, pričom treba brať do úvahy vzájomnú znášanlivosť rastlín a správne predplodiny.

Nepriame hnojivá (špeciálne látky) – nie sú významnými nositeľmi živín, ale ich pôsobením na fyzikálne, chemické, fyzikálno-chemické a biologické parametre pôdy, prípadne priamo na rastlinu dochádza k lepšiemu využitiu živín z pôdy a hnojív, resp. dochádza k intenzívnejšej fixácii vzdušného dusíka. Z uvedenej skupiny nepriamych hnojív sa v ekologickom poľnohospodárstve uplatňujú najmä ílové minerály (kaolinit, montorillonit, illit, halloyzit, bentonit, atď.). Široké uplatnenie nachádzajú i bakteriálne hnojivá a bakteriálne očkovacie látky. Hnojivá sú aplikované do pôdy a očkovacími látkami sa očkujú osivá bôbových rastlín.

Alternatívne prostriedky potlačania chorôb a škodcov

V rámci ochrany rastlín sa snažíme v prvom rade zaistiť prirodzenú odolnosť voči chorobám a škodcom. Podstatou je, aby neboli ohrozované pestované plodiny, čo znamená dokonalé plánovanie zamerané na vytváranie optimálnych podmienok. Od voľby druhu a odrody pestovanej zeleniny, až po vyvážené hnojenie a šetrné obrábanie pôdy, spolu s pestrým a vyváženým striedaním sa neustále snažíme posilňovať prirodzenú odolnosť rastlín.

K zisteniu príčin poškodenia vplyvom chorôb a škodcov je jednoznačne nutná presná a dôsledná evidencia a hlavne dostatočná informovanosť. Cielene a účinne môžeme zakročiť len potom, keď presne odhalíme príčinu daného stavu.

- agrotechnické,
- premnoženie škodcov,
- choroby rastlín - spôsobené najčastejšie baktériami a hubami

V ekologickom poľnohospodárstve sa ochrana rastlín uplatňuje komplexne. Je to súbor opatrení ktoré sa z praktického hľadiska dajú rozdeliť do dvoch spôsobov realizácie: nepriama ochrana rastlín, priama ochrana rastlín (Kosztyu, 2007).

Nepriama ochrana rastlín (preventívna)

Medzi základné prvky ochrany rastlín patrí starostlivosť o pôdu a ekosystém. Dôsledným a bezpodmienečným vylúčením používania priemyselných hnojív a ich náhradou za hnojivá organické prispievame k výraznému posilneniu biologickej aktivity v pôde. K preventívnym opatreniam patrí:

- *osevný postup*: zaraduje sa 20 % zeleného hnojenia, dostatočná pestrosť pestovaných plodín, pri voľbe plodín vziať do úvahy tlak burín na pozemkoch,
- *výber odrôd*: voľba konkurencie schopných odrôd s rýchlym počiatočným rastom,
- *spracovanie pôdy*: orbou potláčať buriny,
- *potláčanie burín pred siatím*: pozemok sa povláči a nechá v pokoji 7 – 12 dní, opakované spracovanie pôdy pred siatím,
- *výsadba miesto výsevov*: sadenice sú konkurencie schopné, než klíčky rastlín.
- *zamedzenie vysemeneniu burín*: zabezpečiť aby buriny nedozrievali na pozemku.

Nepoužívaním pesticídov prispievame výraznou mierou k posilneniu biodiverzity a populačnej hustote takých druhov živočíšnych organizmov, ktoré nám pomáhajú udržiavať ekologickú rovnováhu v ekosystéme a zabraňujú premnoženiu konkurenčných druhov, ktoré nám poškodzujú pestované plodiny (Kosztyu, 2007).

Priama ochrana rastlín

Použitie herbicídov je v ekologickom poľnohospodárstve zakázané. V zahraničí sa používajú termické prístroje, ale u nás nie sú dostupné a sú veľmi nákladné.

Medzi spôsoby priamej ochrany patrí: mechanická regulácia (lepové doštičky rôznej farby), termická regulácia, biologické metódy.

Mechanická regulácia:

- zameriavame sa na dôkladnú jarnú prípravu pôdy, pred vegetáciou, počas vegetácie ide hlavne o plečkovanie, jednotenie,
- proti niektorým škodcom sa využívajú pri signalizácii ich náletu **lepové doštičky**. Lepové doštičky sú žltej, bielej alebo modrej farby, ktorá láka škodcu a môžu slúžiť aj na zníženie populačnej hustoty škodcu. Populáciu niektorých druhov škodcov možno znížiť aj návnadami obsahujúcimi pivo, melasu alebo kvasiace cukrové roztoky. Nádoby s takýmito látkami rozvešané do korún stromov. Proti larvám kováčikov sa používajú návnady z plátkov zemiakov hrubých asi 1 cm a zahrabaných do pôdy. Začali sa využívať aj netkané textílie a siete (Obr.9) proti hmyzu. Bránia prístupu nalietaťavajúcemu hmyzu, textílie upravujú naviac aj mikroklímu. Pri využití týchto materiálov treba zvážiť nákladné obstaranie, pri každom obrábaní a zasahovaní do pôdy a porastu sa musia odstraňovať (Stephan, 2007).



Obr. 9: Použitá sieť proti *Pochmurnatke mrkvovej*.

Zdroj: (Stephan, 2007)

Termická regulácia:

- sa využíva v súčasnosti na reguláciu burín tzv. termickými plečkami. Je vhodná k odburiňovaniu pomaly vzchádzajúcich plodín tesne pred vzídením, kedy so obmedzí vzídené buriny pred kultúrnou plodinou. Najlepší účinok má TR v štádiu maternicových listov. Používa sa plyn na ochladzovanie burín.

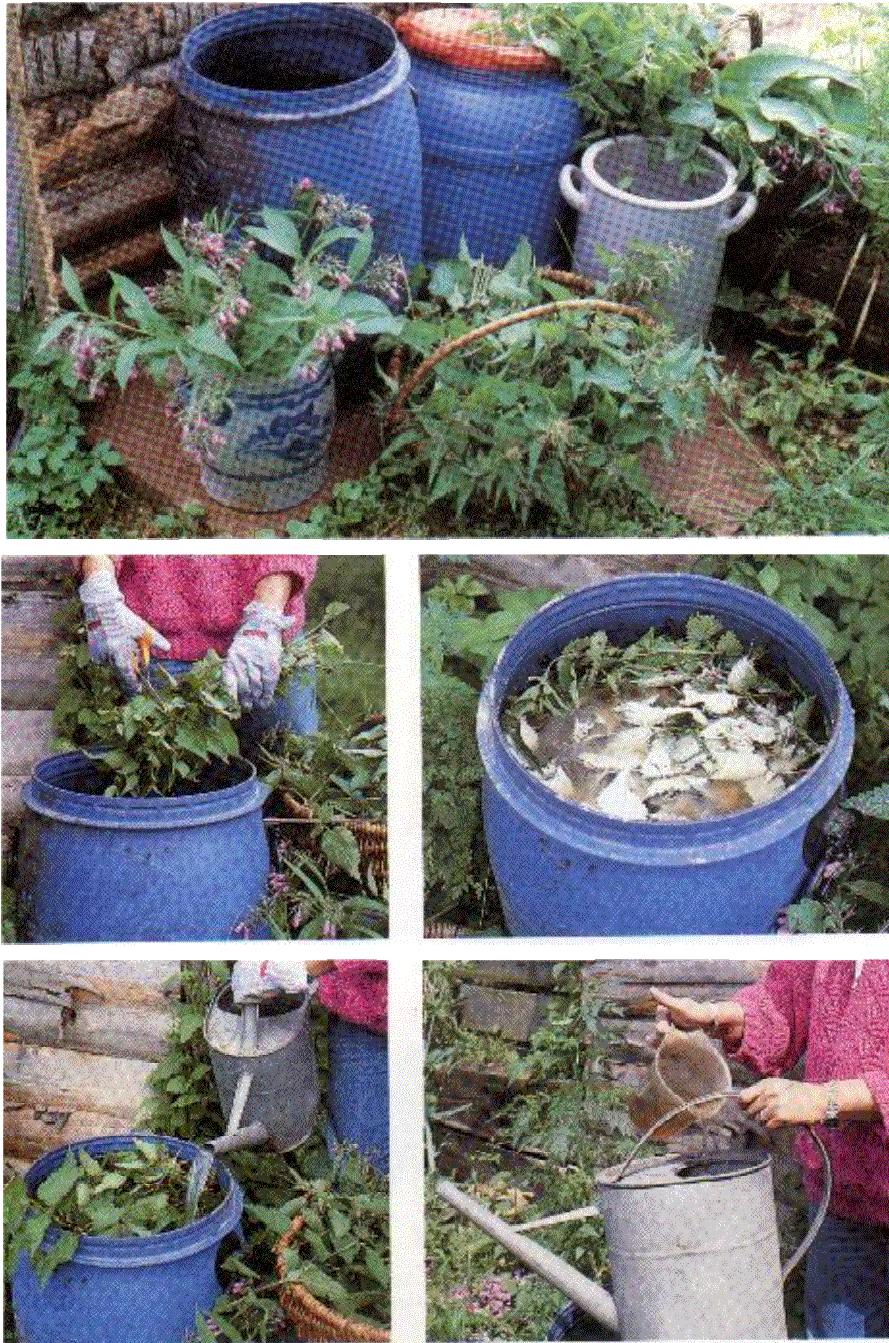
Biologické metódy:

- pri biologickej ochrane je dôležité, aby boli užitočné organizmy včas nasadené do porastu, najneskôr pri zistení prvých príznakov výskytu škodlivých organizmov. Zaradujeme sem aj *fytoterapiu*, čiže používanie výluhov alebo extraktov z niektorých rastlín. Využívajú sa čerstvé alebo sušené rastliny, z ktorých sa pripravujú preparáty niekoľkými spôsobmi. Táto metóda je založená na využívaní živých organizmov na ničenie, alebo obmedzovanie chorôb a škodcov rastlín. Buď sa používajú priamo ich prirodzení nepriatelia, alebo biologicky účinné látky obsiahnuté v niektorých rastlinách. Ako dobrí pomocníci sa osvedčili hlavne žihľava, cibuľa, cesnak, praslička, paprade, paprika, tabak, kôra citrusových plodov, a iné. Proti voškám a ostatnému savému hmyzu pomáha opakované omývanie rastlín jemným postrekom rôznych výluhov a odvarov (Hluchý, Zacharda, 1994).

- Odvary sa pripravujú tak, že sa rastliny najprv namáčajú 24 hodín vo vode, najlepšie v dažďovej a potom sa zhruba 30 minút varia pomalým varom. Po vychladnutí sa odvar precedí. Odvar z prasličky sa osvedčil hlavne proti hubovým ochoreniam. Posilňuje tiež rastliny a pomáha aj proti roztočom.

- Výluhy sa pripravujú z čerstvých alebo sušených bylín, ktoré sa nechajú vylúhovať najviac tri dni (nesmú začať kvasiť) v studenej vode, tiež najlepšie v dažďovej a potom sa precedia. Výluh zo žihľavy (Obr.10) sa osvedčuje proti voškám. 1 kilogram čerstvej , alebo 100 až 200 gramov sušenej žihľavy sa zaleje 10 litrami studenej vody a nechá sa 12-24 hodín lúhovať. Nezriedeným výluhom sa postrekujú rastliny napadnuté voškami. Tiež sa môže použiť zriedený v pomere 1:10 ako preventívna tekutá zálievka, ktorá odpudzuje hmyz , a zároveň zvyšuje odolnosť rastlín (Filová, 2008).

Žihlavový postrek



Obr. 10: Příprava žihlavového postreku.
Zdroj: Katedra fyziologie rostlin, (Filová, 2008)

1.2.1.2.2 Epifytizmus

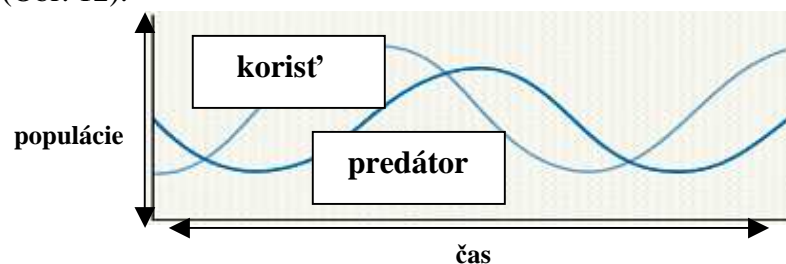
Je to voľný nepotravový vzťah jednej rastliny s druhou, jedna rastlina (epifyt) rastie na orgánoch druhej, pričom epifyt využíva hostiteľskú rastlinu len ako pasívny substrát (oporu). Nedochádza k trofickému či metabolickému prepojeniu oboch rastlín. Vzťah + i - . Prebieha zvláštna adaptácia na mimo pôdnom prostredí, príjem vody a živín.

1.2.1.2.3 Amensalizmus

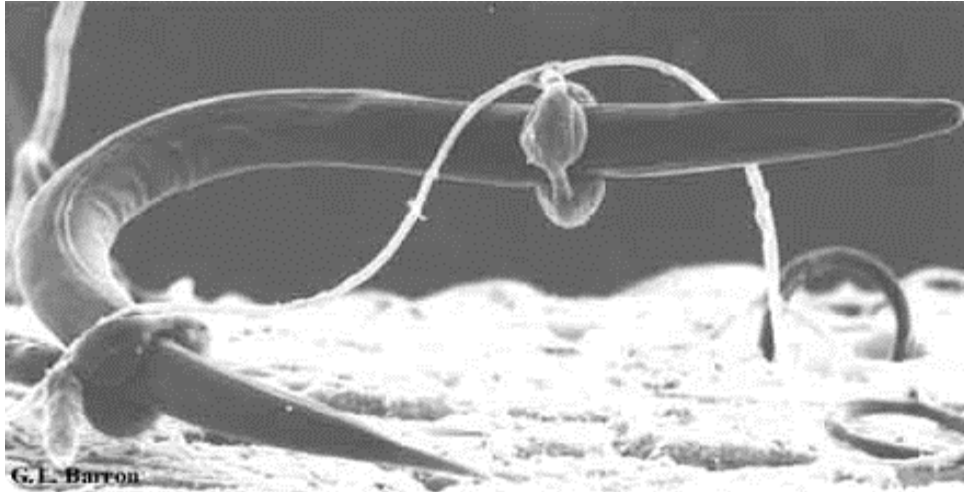
Je to antagonistický vzťah, v ňom je slabší druh (amenzál) negatívne ovplyvnený druhom silnejším (inhibítom). Inhibítom nie je vzájomným vzťahom nijak dotknutý, ovplyvňuje: rast, rozmnožovanie. Amensalizmus je známy najmä pri mikroorganizmoch, baktériách, hubách, patria sem však aj početné prípady tzv. chemického boja jedného organizmu proti druhému. Niektoré druhy vyšších rastlín vylučujú z koreňov látky zvané fytoncidy, ktoré bránia v raste iným druhom rastlín. *Penicillium notatum* – vrečko výtrusná huba produkujúca penicilín, inhibujúca rast Baktérií, *Aspergillus flavus* – aflatoxiny poškodzujúci pečeň konzumentov, *Fytoncidy* produkty metabolizmu vyšších rastlín s negatívnym vplyvom na iné druhy (Trnka, Peterková, Prokop, 2000).

1.2.1.2.4 Predácia.- parazitické organizmy

Predátor obvykle väčší než korisť, tú likviduje celú, často viacej druhov koristi. Populačná hustota predátora a koristi sú na sebe s posunom závislé (Obr. 11). Popri živočíchoch sem patria aj mäsožravé rastliny, zastúpené čeľaďou rosnatkovité (*Droseraceae*) a niektoré mäsožravé huby (napr. rody *Zoopage*, *Acaulopage*, *Cystopage* a pod.) (Obr. 12).



Obr. 11: Porovnanie populácie predátora a koristi.
Zdroj: (http://michal-duda.euweb.cz/otvet_ekl_17.pdf)



Obr. 12: Huba *Arthrotritys anthonia* – háďatko chytené do škrtiaceho oka.

Zdroj: (<http://www.uel.cz>)

Predácia - dravé huby sú špecializované na chytanie živých, pohybujúcich sa organizmov. Väčšina z nich je mikroskopických rozmerov a iba niektoré možno vidieť okom. Sú to nepohyblivé organizmy chytajú korisť pomocou pascí (pasívne - prilepia sa, sťahujúce oká- korisť chytajú, alebo paste obsahujúce toxíny. Dravé huby možno nájsť najčastejšie v pôdnom humuse. Bežnou korisťou týchto predátorov sú organizmy do veľkosti cca 100 mikrometrov - prvoky, háďatká, drobný roztoče.

Mäsožravá huba (fosílny predátor) nájdená v juhozápadnom Francúzsku obsahovala aj hlísty, ktoré sa mali stať „obeťou“ huby. Mäsožravá huba, nájdená v jantáry, lovila svoju potravu do lepkavých očiek. Aj moderné mäsožravé huby používajú na lov zbrane, ktoré znemožnia koristi pohyb a uväznia ju. Huba bola objavená v jedinom kuse jantáru a je vystavená v „Národnom múzeu prírodnej histórie“ v Paríži. Fosília huby jednoznačne dokazuje, že huba mala malé krúžky pokryté jemnými časticami produkujúcimi lepkavý sekrét, ktorým mohla loviť rozličné hlísty.



Obr. 13: Mäsožravá huba, nájdená v jantáre.

Zdroj: (<http://magazin.atlas.sk/technologie/priroda/154973/staroveka-masozrava-huba-objavena-v-jantari>)

Napriek tomu, že mäsožravé rastliny dokážu lapať živočíšnu potravu, sú to rastliny ako každé iné. Rovnako čerpajú živiny z pôdy pomocou koreňov a rovnako sú zelené a dokážu si fotosyntetizovať vlastné zdroje obživy. Ich mäsožravosť je len istou výhodou oproti ostatným druhom, nie je pre ne nevyhnutná. Mäsožravé rastliny dokážu bez problémov rásť, kvitnúť a rozmnožovať sa celý život aj bez živočíšnej potravy.

Parazitické huby sa vyvíjajú na úkor svojich hostiteľov, preto môžu byť príčinou chorôb mikroorganizmov, rastlín, živočíchov ako aj človeka. O hubových chorobách rastlín, živočíchov (hlavne stavovcov) a človeka máme oveľa viac poznatkov ako o chorobách ostatných organizmov. Je to zrejme preto, že tieto choroby majú kľúčový hospodársky význam. A tak vždy boli v centre pozornosti výskumníkov. Ale terazšie poznatky naznačujú, že aj tzv. hospodársky nevýznamných chorôb bude veľa. Napr. trieda vodné slizovky (*Labyrinthulomycetes*) zahŕňa viacero druhov, ktoré parazitujú na riasach. Jednoduché huby z triedy *Chytridiomycetes* napádajú taktiež riasy, ale aj iné huby: *Chytridium olla* parazituje na vláknitých vlastných zelených riasach z rodu *Oedogonium*, huba *Phlyctidium scenedesmi* atakuje bunky cenóbií vlastných zelených rias z rodu *Scenedesmus*. Z celkového počtu známych druhov húb asi 8000 z nich môžeme označiť za pôvodcov hubových rastlinných chorôb. Spôsobujú značné škody. Odhaduje sa napríklad, že huby zničia asi 10 % úrody obilia. Huby môžu infikovať len určité časti rastlín (korene, stonky a kmene, listy, kvety, plody a semená), alebo môže odumrieť celá rastlina. Huba *Plasmodiophora brassicae* spôsobuje nádorovitú koreňov hlúbovej zeleniny, *Synchytrium endobioticum* je príčinou karanténnej choroby rakoviny zemiakov. Mycélium mnohých drevokazných bazídiových húb rozkladá drevo kmeňov, konárov aj koreňov stromov. Zástupcovia rodov *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis* a mnohých ďalších sú príčinou chorobných procesov plodov a semien počas vegetácie i v období uskladnenia. Huby môžu byť taktiež pôvodcami viacerých ochorení živočíchov a človeka. V zásade ich môžeme rozdeliť na: mykózy (hubové infekcie živých tkanív), alergie (sú výsledkom precitlivenosti na antigény húb), toxikózy, ktoré delíme na mykotoxikózy a mycetizmy. Mykotoxikózy sú ochorenia vyvolané požitím mykotoxínov (t.j. toxických metabolitov mikromycét). Známe sú napr. aflatoxíny produkované druhmi *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*. Mycetizmy vznikajú po požití plodníc jedovatých makromycétov (Rajchard, Kindlmann, Baloujová, 2002).



Obr. 14: Drevokazné huby sú pôvodcami hnilôb dreva.

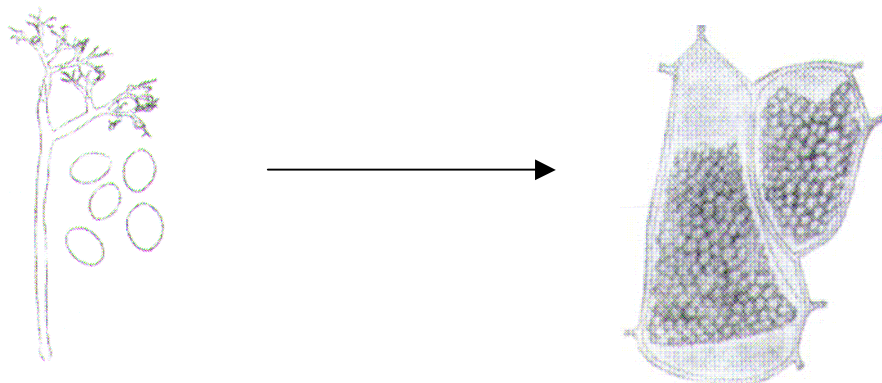
Zdroj: (http://www.sazp.sk/slovak/periodika/enviromagazin/enviro6_2/funkcie22.html)

Parazity - získavajú organické látky z tel iných živých organizmov.

Rozdelenie parazitov podľa toho, či parazit cudzopasí na povrchu, alebo vo vnútri tela hostiteľa: = **Ektoparazity** - parazitujúce na povrchu tela hostiteľa, Padlítravní–*Erysiphegraminis*

= **Endoparazity** - parazitujúce vnútri tela hostiteľa

- **Intracelulárne** – *Sporangiofora sporangia*, odpočívajúce výtrusy vo vnútri hostiteľskej bunky – Nádorovitost' košťalovin – *Plasmodiophorabrassicae* (Obr. 15)
- **Extracelulárne** – neprenikajú do buniek, patria sem napríklad: streptokokovia, huby rodu *Aspergillus*, prvoky *Trypanosoma gambiense*, atď.



Obr. 15: Nádorovitost' košťalová - *Plasmodiophorabrassicae*

Zdroj: (<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>)

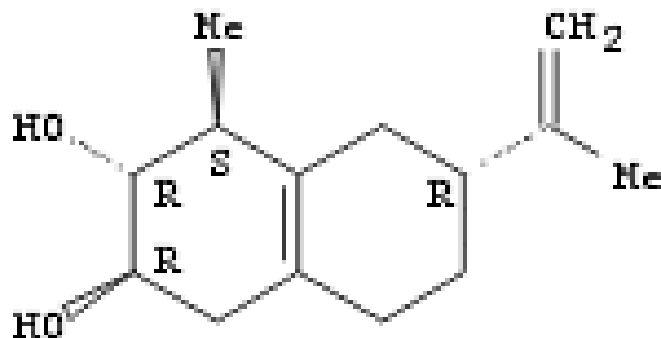
Rozdelenie parazitov na základe vzťahov „hostiteľ- parazit“:

= **Obligatórne parazity** - nevedia žiť bez hostiteľa, ďalej sa delia na: poloparazity a hemiparazity

= **Fakultatívne parazity** - za určitých okolností, či v určitom štádiu vývoja, môžu existovať nezávisle od hostiteľa.

Niektoré parazity poškodzujú hostiteľa, sú **patogénne**, iné mu neškodia a nazývame ich **komezály**. V literatúre používaný termín parazitoid, nebýva jednoznačne preložený. Buď je týmto termínom označovaný organizmus, ktorý svojho hostiteľa okamžite likviduje (ide o prechod k predácii), alebo organizmus u ktorého sú parazitické len vývojové štádiá (Kočárek, 2004).

Ochrana proti patogénom – chemický vzorec jedného z dvoch hojných fytoalexínov: rishitin (Obr. 16) a glyceollin.



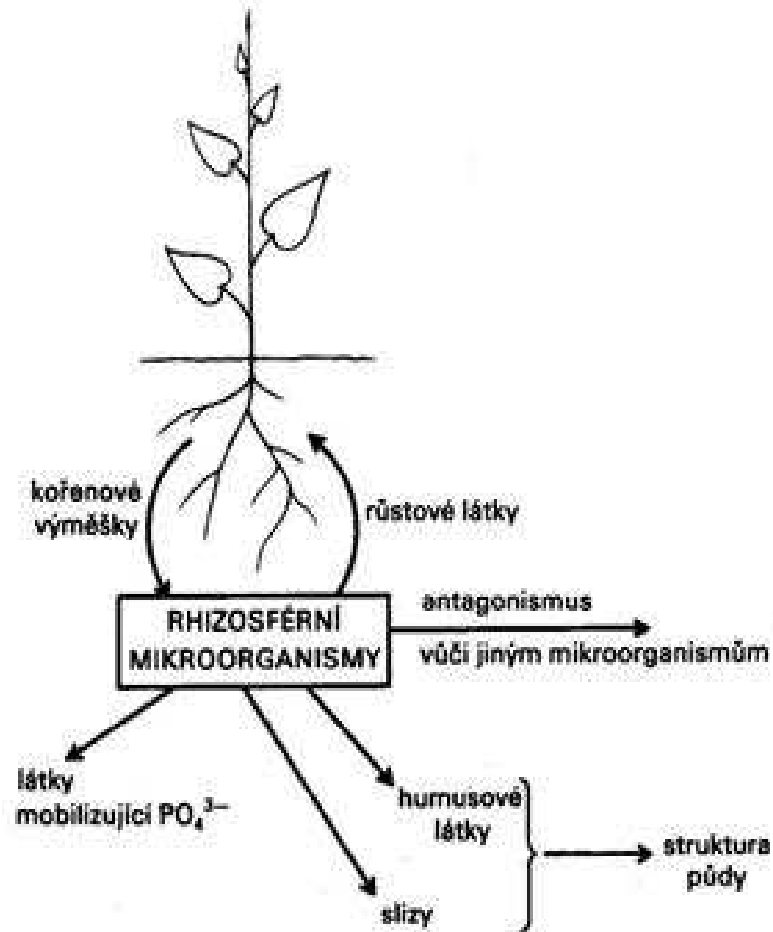
Obr. 16: Rishitin

Zroj: (http://home.cc.umanitoba.ca/~adam/lab/hplc/images/rishitin_structure.gif)

1.2.1.2.5 Mutualizmus u rastlín

Mutualizmus u rastlín je vzťahom medzi mikroorganizmami, alebo hubami na jednej a vyššími rastlinami na druhej strane. Jedná sa o vzťahy prospešné na trofickej úrovni. Príkladom je symbióza nitrogénnych mikroorganizmov (viazačov dusíka) s koreňmi rastlín. Tieto mikroorganizmy nazývame hľúzkovité baktérie, ktoré tvoria na koreňoch bôbových rastlín tzv. hľúzky. Rastlina a mikroorganizmus tvoria ekologickú jednotu, ktorá je nezávislá pri získavaní potrebných sacharidov a zlúčenín dusíku. Tento

vzťah je podmienený tým, že na povrch koreňov rastlín sú stále uvoľňované koreňové exsudáty, povrch koreňa je pokrytý gélovitou vrstvičkou, tá sa postupne rozpúšťa a prechádza do pôdy. Časť pôdy priliehajúca ku koreňom je pod vplyvom koreňových výmeškov, nazýva sa *rhizosféra*, ktorá je dôležitým prostredím pre symbiotické mikroorganizmy a huby (Obr. 17) (Čepička, Kolár, Synek, 2007).



Obr.17: Rhizosférne mikroorganizmy.

Zdroj: (http://www.uel.cz/download/zaklady_ekologie_mezidruhove_interakce.pdf)

Význam:

1. zvyšovanie obsahu N priamo pre výživu rastlín
2. zvyšovanie obsahu N v pôde druhotným rozkladom odumretých koreňov rastlín

1.2.1.2.6 Mykoríza

Mykorízou rozumieme symbiotický, obojstranne prospešný vzťah medzi pôdnymi hubami a koreňmi rastlín. Význam tohto vzťahu býval dlho podceňovaný, dnes však už nie je pochyb o jeho ohromnej dôležitosti pre život väčšiny rastlín a ich fungovanie v ekosystéme. Už samotné zastúpenie mykoríznych rastlín je imponujúce – uvádza sa okolo 80 % rastlín. Mykorízne huby však nie sú vždy len tá záhadná a pre nezasvätených neuchopiteľná zmes húb tam kdesi pod nami. Existuje celý rad húb saprotrofných, teda žijúcich z rozkladu odumretej organickej hmoty, alebo parazitických.

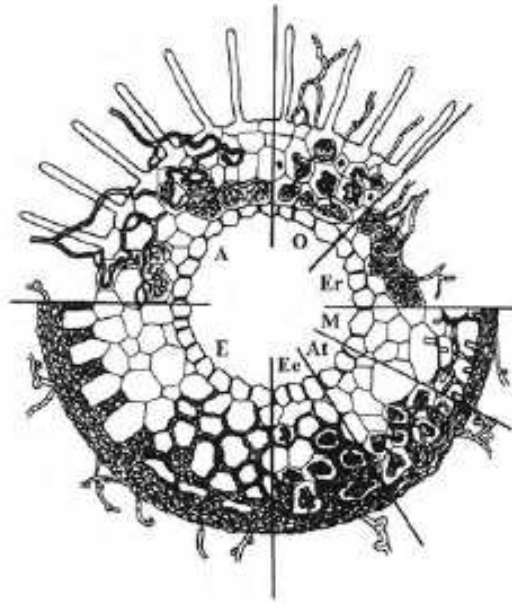
Typy mykoríz:

= **Endomykoríza** – hubové vlákno preniká priamo do buniek hostiteľskej rastliny

- hlavný druh endomykorízy – mykorízy arbuskulárnej (skôr nazývanej vezikulo-arbuskulárna) – je to najrozšírenejšia a vývojovo najstaršia mykoríza
- Erikoidná mykoríza – je špeciálny druh, týkajúci sa radu vresovcotvaré – *Ericales*.
- Orchideoidná mykoríza – veľkou pozoruhodnosťou tohto typu mykorízy je úplná závislosť orchideového semenáčika na jeho mykoríznej hube. Hubové vlákna vstupujú priamo do buniek hostiteľa, tu sa špirálovito stáčajú do kotúčov. Tieto útvary majú obmedzenú životnosť a po určitej dobe sú rastlinou strávené.

= **Ektomykoríza** – hubové vlákno nepreniká do buniek hostiteľskej rastliny, uspokojí sa s hostiteľskými medzibunkovými priestormi.

= Medzi ekto a endomykorízou tiež poznáme niekoľko prechodných, veľmi vzácnych typov – ektendomykorízu, mykorízu arbutoidnú a monotropidnú.



Obr. 18: Mykorízy schematicky znázornené v priečnom reze koreňom. (E) – Ektomykoríza – koreň je obalený hustým hyfovým plášťom, hyfy nevstupujú do buniek, ale prerastajú medzibunkovými priestormi a tvoria tak Hartigovu sieť), (A) – Arbuskulárna mykoríza (v bunkách sú arbuskuly, medzi bunkami váčkovití vezikuly), (O) – Orchideoidná mykoríza (hyfy tvoria charakteristické smotky v primárnej kôre, niektorých bunkách sú už tieto smotky odumreté a zvolna sa zstrácajú), (Er) – Erikoidná mykoríza (hyfy tvoria tiež smotky, ale prevažne v krycích vrstvách koreňa), (M), (At), (Ee) – prechodné typy medzi endo a ektomykorízami: (M) – monotropoidná mykoríza, (At) – arbutoidná mykoríza, (Ee) – ektedomykoríza. Treba si všimnúť chýbajúcich vláskov u ektomykorízy, erikoidnej a všetkých.

Zdroj: (Gryndler, 2004)

1.2.1.2.7 Konkurencia

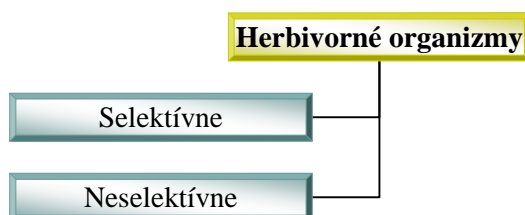
Je to vzťah v ktorom sa populácia dvoch, alebo viac druhov (jedincov) vzájomne negatívne ovplyvňujú čerpaním rovnakých zdrojov. Stretáme sa s ňou všade tam, kde sa jedinci rôznych druhov stretávajú a majú rovnaké požiadavky na svetlo, vodu, potravu, úkryty. Ku konkurencii dochádza vtedy, keď v určitom poraste, kde rastie viac jedincov jedného, alebo viacej druhov nie je dostatok týchto zdrojov. Táto situácia nastáva najčastejšie medzi rastlinami so zhodným životným cyklom. Jedince, schopné využiť väčší podiel zdrojov, začnú brzdiť v raste jedince, ktoré sú schopné si privlastniť menší podiel zdrojov. Následkom konkurencie dochádza k zníženiu produkcie biomasy, niekedy spojení s tvarovými zmenami, ktorými sa rastliny snažia vyrovnáť s nepriaznivou situáciou. Kompetíciou môže byť ovplyvnený i vývoj jedinca, až do tej miery, že nepríde k vytvoreniu generatívnych orgánov. V hustých populáciách dochádza vplyvom konkurencie často k odumretiu slabších jedincov. Silu konkurencie

medzi dvomi druhmi určuje to, do akej miery sa prekrývajú ich ekologické niky. Dve populácie s totožnými nikami sa konkurenčne vylučujú:

- Exploatačný – jedinec využíva nejaký zdroj pre seba a nezostáva než na iný organizmus, jedinci vstupujú do kompetície nepriamo.
- Interferenčný – v súboji o zdroj dochádza k priamym fyzickým stretom.

Tilman (1985) sa pokúsil nájsť najpodstatnejšie faktory ovplyvňujúce výskyt a konkurenčné schopnosti jednotlivých druhov. Rozlišuje 2 typy stresu z nedostatku limitujúceho zdroja - spôsobený z nedostatku svetla pri povrchu pôdy, spôsobený nízkou hladinou limitujúceho pôdneho zdroja (voda, živiny). Jeho ústredný koncept pomerov zdrojov, predpokladá, že existuje prirodzený gradient tvorený rôznym pomerom limitujúcich zdrojov, všetky druhy konkurujú o limitujúce zdroje. Rôzne rastlinné zdroje sa líšia vo svojich požiadavkách na množstvo jednotlivých zdrojov a odtiaľ, že každá rastlina zaujíma určité miesto pozdĺž gradientu pôdneho zdroja a svetla, v ktorom je najsilnejším konkurentom.

1.2.1.2.8 Herbivorné organizmy

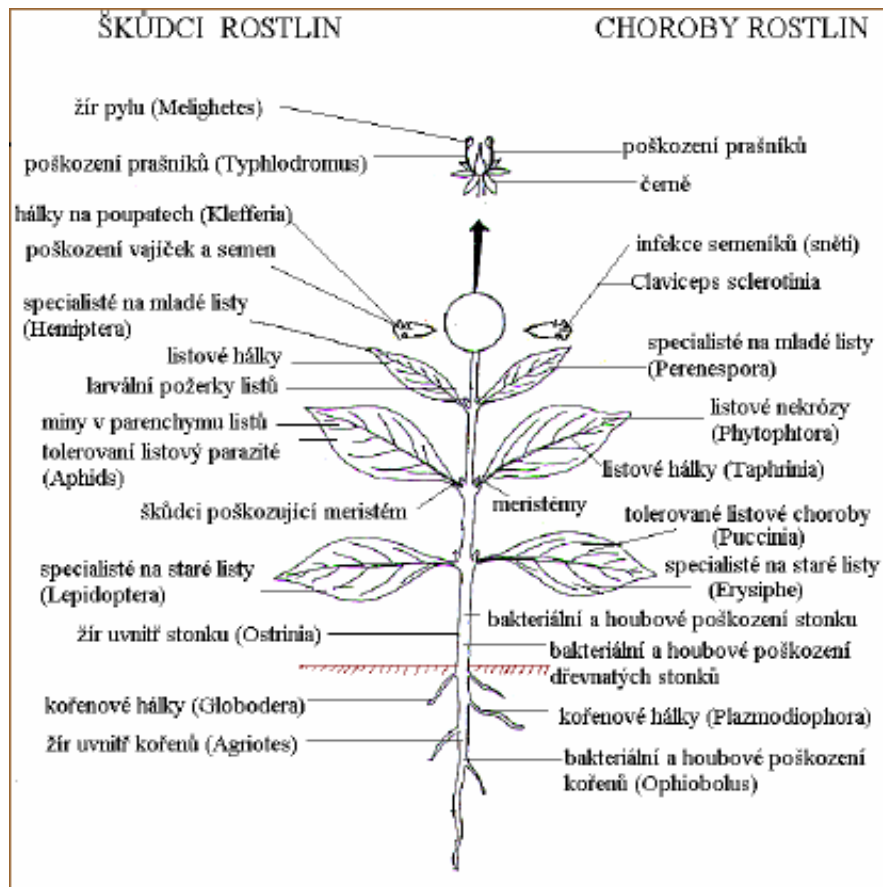


Obrázok č. 19: Poškodenie pásavkou zemiakovou.

Zdroj: (<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>)

Herbivorné organizmy konzumujú mastné kyseliny rastlín, tie sú v tele škodcov enzymaticky premenné na volicitín – indukuje u rastlín uvoľňovanie tekutých látok. Tekuté látky produkované rastlinou sú hlavnou pomôckou pre nájdenie populácie škodcov ich parazity, ktorá je nepravidelne rozšírená v poraste. *Produkcia tekutých*

látok: tekuté látky sú produkované ihneď, alebo niekoľko hodín po napadnutí (Vencálek, 2002).



Obr. 20: Napadnutie rastliny herbivorom.

Zdroj: (<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>)

1.2.1.2.9 Potravné - trofické vzťahy

Potravné - trofické vzťahy sa prejavujú tak, že látky vytvorené jedným organizmom sú zdrojom výživy a energie pre druhý organizmus. Patria sem:

+ kladné vzťahy = symbióza: ide o vzťah prospešný pre obe populácie, ktoré sa tak stávajú závislé jedna od druhej a medzi rastlinnými populáciami je najčastejšia mykoríza (spolužitie huby s koreňmi vyšších rastlín) a lichenizmus (spolužitie sinice) alebo ide o vzťah prospešný pre obe populácie, ktoré sa tak stávajú závislé jedna od druhej a medzi rastlinnými populáciami je najčastejšia mykoríza (spolužitie huby s koreňmi vyšších rastlín) a lichenizmus (spolužitie sinice alebo zelenej riasy a huby)

- záporné vzťahy = parazitizmus: je to interakcia, kde jeden organizmus má z toho vzťahu prospech (parazit) na úkor druhého (hostiteľa).

1.2.2 Abiotické faktory vplývajúce na rastliny

1.2.2.1 Svetlo

Ľudské oko vníma svetlo inak, než ako pôsobí na rastliny. Skúsenosti z praxe dokazujú, že pre rastliny v interiéroch je rozhodujúcim činiteľom práve svetlo. Ale taktiež pre rastliny v exteriéry je svetlo veľmi dôležité. Vyplatí sa preto kontrolovať a prípadne korigovať intenzitu svetla, ktorého môže byť veľmi veľa alebo veľmi málo.

Rastliny potrebujú najviac tie zložky svetelného spektra, ktoré sa nám svojou vlnovou dĺžkou javia ako modré ($\lambda = 480 \text{ nm}$) a červené ($\lambda = 630 \text{ nm}$). Rastliny zo svetla odoberajú energiu nevyhnutnú pre látkovú výmenu v procese fotosyntézy. Svetlo tiež riadi proces tvorby rastlinného tela: modrá - krátkovlnná oblasť spektra umožňuje prirodzený nevytiahnutý a kompaktný rast rastlín.

Množstvo svetla, ktoré má rastlina k dispozícii, možno merať zodpovedajúcim prístrojom luxmetrom, alebo ešte presnejšie meracím prístrojom, ktorý meria fotosynteticky aktívne zložky svetla (PAR - *Photosynthetic Active Radiation*). Na dostatočné zásobenie svetlom je rozhodujúce množstvo svetla, ktoré rastlina v priebehu dňa prijme, teda množstvo svetla v luxoch vynásobené hodinami, počas ktorých osvetlenie trvalo. Základné pravidlo hovorí, že rastlinám by malo poskytnúť dostatok svetla asi 10 - 12 hodín svitu (Hnilička, 2006).

Adaptácia na žiarenie

Adaptácia na žiarenie je nielen druhovou, ale môže byť aj odrodovou vlastnosťou. Rastliny tolerujú nízku úroveň žiarenia (shade tolerance) vtedy, ak im má táto vlastnosť pomôcť prežiť v zápoji agrofytocenózy, v podraze spoločnosti lesa a pod., teda všade tam, kde dopadá málo svetla. Tolerancia na zatienenie môže byť dôležitým prvkom lepšej výkonnosti pri pestovaní rastlín v hustejších sponoch, aj keď je v tomto prípade nutné brať do úvahy aj väčšiu kompetíciu rastlín o vodu a živiny. Dobrým príkladom sú vysoko výkonné hybridy kukurice určené do podmienok zahusteného porastu, ktoré vykazujú vlastnosti oddialenej senescencie a vyššej produkcie biomasy v období po kvitnutí (Brestič, Olšovská, Hauptvogel, 2008).

1.2.2.2 Teplo

Rastliny nemajú vlastné termoregulačné zariadenie, preto ich teplota závisí na teplote okolitého prostredia, a preto kolíše. Pri dýchaní, čo je v podstate oxidácia zásobných látok (sacharidov, tukov) sa teplo uvoľňuje do prostredia. Určitý vplyv na teplotu rastliny má transpirácia ako proces, pri ktorom sa spotrebuje značné množstvo tepelnej energie na výpar, čím sa rastlina ochladzuje. Je známe, že okolo jarných rastlín rozvíjajúcich sa už pod snehom (napr. snežienka) sa roztápa sneh v dôsledku intenzívneho dýchania.

Rozdelenie rastlín podľa nároku na priemernú ročnú teplotu sa rozlišujú:

A: Megatermy (priemerná ročná teplota nad 20 °C) - tropické rastliny a rastliny termálnych prameňov

B: Mezotermy (priemerná ročná teplota 15-20 °C) - subtropické rastliny

C: Mikrotermy (priemerná ročná teplota 0-14 °C) - rastliny mierneho pásma.

D: Hekistotermy (priemerná ročná teplota klesá pod 0 °C) - rastliny subarktické, subantarktické a vysokohorské.

Rozdelenie rastlín podľa vzťahu k chladu

- **Rastliny citlivé na chlad** – všetky rastliny, ktoré sú poškodzované pri teplotách nad bodom mrazu: riasy teplých oceánov, niektoré huby a určité druhy tropických bylín a drevín.
- **Rastliny citlivé na mráz** – rastliny môžu znášať nízke teploty, ale sú poškodzované, keď sa v ich bunkách začne tvoriť ľad. Pred poškodením sa chránia len mechanizmami, ktoré zamŕzanie oddiaľujú. V chladnejších obdobiach vrastá v ich bunečnej šťave a v protoplazme koncentrácia osmoticky účinných látok a znižuje sa teplota, na ktorej môžu byť podchladené, čím sa znižuje bod zamŕzania pletív o niekoľko °C.
- **Rastliny citlivé na mráz** – rastliny prežívajú v studenom období extracelulárne zamŕzanie a sním spojené odčerpávanie vody z buniek. Tato kategória zahŕňa určité sladkovodné riasy, riasy prílivovej zóny morí a aerofytické riasy, machy všetkých klimatických pásiem a vytrvalé suchozemské rastliny v oblastiach s chladnými zimami.

Rozdelenie rastlín do skupín, podľa dodávok tepla stále rovnako, alebo periodicky excesívne:

A: Rastliny prispôsobené stále rovnakej teplote:

Aa: vysoké- rastliny dažďových trópov, riasy termálnych vôd,

Ab: nízke- polárne morské riasy a snehové riasy

B: Rastliny prispôsobené periodicky sa meniacej teplote, patrí sem väčšina teplomilných a chladnomilných rastlín, ktorých zvláštnymi prípadmi sú:

Ba: alpínske rastliny, znášajúce veľké denné amplitúdy a nízke zimné teploty

Bb: polárne rastliny, prispôsobené veľkej nočnej amplitúde a veľmi nízkym zimným teplotám

Najodolnejšie sú bezvodné orgány- spóry a semená - znášajúce až -190 °C.

Rozdelenie rastlín podľa vzťahu k teplu

- **Druhy citlivé na teplo** – všetky druhy, ktoré poškodzuje teplota 30 – 40° C alebo maximálne 45 °C. Eukaryontné riasy a submerné cievnaté rastliny, lišajníky v hydratovanom stave a väčšina suchozemských rastlín s mäkkými listami. Všetky tieto druhy môžu osídľovať iba stanovištia na ktorých nie sú vystavené prehriatiu – pokiaľ však nie sú schopné udržovať svoju vlastnú teplotu nižšiu pomocou transpirácie.
- **Eukaryontné druhy relatívne znášajúce teplo** – rastliny slnečných a suchých stanovišť sú schopné odolávať teplu; po dobu pol hodiny môžu znášať prehriatie na 50 - 60 °C. Absolútna hranica pre prežitie vysoko diferencovaných rastlinných buniek leží asi medzi 60 - 70 °C.
- **Prokaryontné druhy znášajúce teplo** – niektoré termofilné prokaryontné druhy môžu znášať výnimočne vysoké teploty: baktérie i 90 °C a sinice 75 °C. Odolnosť voči teplu je vlastnosť špecifická pre jednotlivé druhy a dokonca i odrody; v tomto ohľade sa môžu od seba značne líšiť i druhy toho istého rodu.

Rezistencia voči vysokým teplotám má teplotnú hranicu, pri ktorej dochádza ku konguláciám bielkovín, ktoré sú základnou zložkou živej hmoty. Obvykle je to teplota okolo 50 °C, aj keď niektoré druhy rastlín, rastúce na výslunných skalách, znesú niekoľko hodín aj vyššie teploty. Niektoré sladkovodné riasy a sinice žijú v prameňoch až 80 °C teplých. Nepriaznivému účinku vysokých teplôt ide čeliť znížením transpirácie lesklým povrchom orgánu, odrážajúcim slnečné lúče.

Tolerancia k zamrznaniu a zvyšovaniu odolnosti voči mrazu

V oblastiach so sezónnym podnebím dochádza u vytrvalých rastlín opakovane k procesu tzv. otužovania proti mrazu – t.j. *postupnému získavaniu schopnosti prežívať i pri značnej tvorbe ľadu v pletivách*. U vytrvalých rastlín rastúcich mimo trópov sa táto schopnosť riadi ročným cyklom: behom vegetačného obdobia je minimálna, na jeseň sa postupne rozvíjajú až k vysokému stupni tolerancie a v zime a na jar sa opäť strácajú. Do štádia pripravenosti pre otužovanie vchádza rastlina až po skončení rastu; proces otužovania potom prebieha fázami, v ktorých každé štádium pripravuje cestu k ďalšiemu štádiu. Podľa teórie, ktorú vypracovali Tumano a spol. (1967), je tento proces u ozimného obilia a ovocných stromov indukovaný niekoľkodenným alebo niekoľkotýždenným expozíciám s teplotami tesne nad nulou. V tomto predbežnom štádiu otužovania sa v protoplazme hromadia cukry a iné ochranné látky; množstvo vody v bunkách klesá a centrálna vakuola sa delí na viacej menších vakuol.

Tolerancia k teplu

Tak isto odolnosť voči teplu má u mnohých rastlín typický ročný priebeh, i keď zmeny sú menšie než u odolnosti voči mrazu. Sezónne zmeny tolerancie k teplu sú riadené hlavne vývojovými procesmi, ale tak isto aktuálnou vnútornou teplotou. Všetky rastliny sú na teplo veľmi citlivé behom obdobia najväčšieho rastu. Mnohé suchozemské rastliny mierneho pásma získavajú najvyššiu toleranciu k teplu v období zimného pokoja. Mimo tohto vývojovo prevládajúceho, ale ekologicky paradoxného typu, existujú suchozemské rastliny, u ktorých vzrastá tolerancia k teplu tak isto v lete, a ďalšie, ktoré svoju toleranciu v priebehu sezóny vôbec nemenia. Aj chovanie rias má z ekologického hľadiska svoj zmysel; ako sladkovodné, tak morské riasy prispôbujú svoju toleranciu k teplu podľa teploty vody. V neskorom lete je ich tolerancia najvyššia a v zime najnižšia. Amplitúda tohto ročného kolísania je tým väčšia, čím je väčšia ročná variabilita teploty vody. Rastliny reagujú na tepelný stres rýchlou adaptáciou. Odolnosť voči teplu môžu získať v priebehu niekoľkých hodín, takže za teplého dňa je ich odolnosť popoludní vyššia ako ráno. Nastane chladnejšie počasie, stratí sa zvýšená odolnosť v niekoľkých dňoch. Molekulárny mechanizmus adaptácie k teplu spočíva pravdepodobne v zmenách v tvorbe bielkovín a v stabilizácii štruktúry makromolekúl a biomembrán.

Adaptácia na teplotu

Kultúrne rastliny sú schopné sa adaptovať na široký diapazón teplôt, často odlišných od teplotných podmienok v oblastiach ich pôvodu. Limitom rozšírenia pestovania tropických a subtropických druhov (kukurica, proso, ryža a pod.) v severnejších oblastiach je nízka teplota pre ich klíčenie. Selektia na zlepšené klíčenie, prípadne rýchly počiatkový rast klíčiacych rastlín v podmienkach nízkej teploty, bola úspešná pri mnohých plodinách. Táto vlastnosť sa často spája so zvýšeným obsahom nenasýtených mastných kyselín v bunkách. Veľkým prínosom bolo zlepšenie tolerancie klíčenia hybridov kukurice, ale aj počiatkového rastu japonskej ryže a prosa v porovnaní s indickou v podmienkach nízkej teploty. Pre chlebovú pšenicu a zemiaky sa adaptácia na extrémne nízke teploty dosiahla introdukovaním tzv. D-genómu (Brestič, Olšovská, Hauptvogel, 2008).

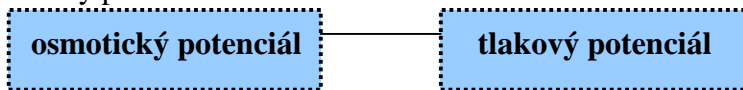
Adaptácia plodín na vysokú teplotu má obrovský význam v horúcich podmienkach často doprevádzaných nedostatkom vody. Divokorastúci príbuzní a krajové odrody sú napr. odolnejšie voči vyšším teplotám než súčasné moderné odrody. Táto vlastnosť súvisí jednak so schopnosťou fotoperiodizmu kontrolovať nástup a dĺžku kvitnutia, voskovatenia listov a ich sklonom v poraste, ale aj schopnosťou adaptovať vnútorný obsah buniek koncentrovaním (zahusťovaním) protoplazmy a tvorbou stresových proteínov vrátane proteínov teplotného šoku. Tieto sa správajú v bunkách ako molekulové šaperóny, ktorých úlohou je ochraňovať a stabilizovať ostatné proteíny membrán a cytoplazmy v podmienkach vysokej teploty (Brestič, Olšovská, Hauptvogel, 2008).

1.2.2.3 Voda

Voda je súčasťou všetkých rastlinných buniek a je pre život rastliny nevyhnutná. V rastlinnom tele je dôležitým rozpúšťadlom, látky sa v rastline dopravujú vo forme vodných roztokov. Je tiež zdrojom vodíka a kyslíka, zúčastňuje sa asimilácie a disimilácie i ďalších fyziologických procesov. Tým, že disociuje na H^+ a OH^- ovplyvňuje spolu s inými iónmi pH cytoplazmy. Množstvo vody v jednotlivých typoch rastlín je rôzne a rôzny je aj jej obsah v jednotlivých pletivách. V zelených rastlinách voda tvorí 70-80 % rastlinného tela, zdrevnatené pletivá obsahujú 50 % vody, suché semená 5-14 %. Až 98 % obsahuje telo vodných rastlín.

Rastlinné bunky prijímajú vodu osmoticky cez plazmatické membrány. Vo vode (v pôdnom roztoku) sú rozpustené rôzne častice ako ióny, atómy a molekuly. Plazmatická membrána osmoticky prijíma len vodu. Rozpustené častice nemôžu prenikat' súčasne s vodou, narážajú na plazmatické membrány buniek, čím vzniká osmotický tlak. Ten je tým väčší, čím je vyššia koncentrácia rozpustených látok. Od osmotického tlaku závisí osmotický potenciál bunky. Je to vlastne záporná hodnota osmotického tlaku. Teda, čím je vo vakuolách vyššia koncentrácia rozpustených látok, tým je vyšší osmotický tlak, a teda tým je nižší osmotický potenciál.

Aktivita vody v bunke nezávisí na jej množstve, ale na vodnom potenciáli bunky. Vodný potenciál tvorí:



Vodný potenciál vlastne vyjadruje o koľko je aktivita vody v bunke nižšia ako je aktivita čistej vody. Najvyšší vodný potenciál má čistá voda, = 0 Pa. Ak je vo vode rozpustená nejaká látka, dosiahne vodný potenciál zápornú hodnotu (lebo osmotický tlak má zápornú hodnotu). Vodný potenciál môže dosiahnuť napr. hodnoty -100 kPa, -50 kPa a pod. Väčší deficit vody bude mať bunka s vodným potenciálom -100 kPa ako bunka s vodným potenciálom -50 kPa.

Hospodárenie rastliny s vodou, čiže vodný režim rastliny, pozostáva z 3 častí:

1. príjem vody
2. transport vody po rastlinnom tele
3. výdaj vody

Príjem vody

Hlavným orgánom príjmu vody je koreň. Okrem koreňa môžu rastliny prijímať vodu vo forme drobných kvapôčok (rosa, hmla) stonkou alebo listami. Niektoré rastliny (najmä vodné) prijímajú vodu celým povrchom tela. Príjmu vody do rastliny pomáhajú fyzikálne procesy osmózy a difúzie. Jedným z "hnacích" mechanizmov pohybu vody medzi rastlinou a prostredím je rozdiel koncentrácií v bunke (napr. koreňa) a mimo bunky (napr. v pôde). Pri príjme vody hrá tiež veľkú úlohu **osmotický tlak** v bunke, **vodný potenciál**.

Príjem vody je ovplyvňovaný rôznymi faktormi:

- Teplota: so zvyšovaním teploty po určitú hranicu (asi 30 °C) sa príjem vody zvyšuje a nad ňu spomaľuje. Pri nula stupňoch sa u väčšiny rastlín príjem vody zastavuje. Rajčiaky, uhorky, tekvica neprijímajú vodu už pri 4 °C.
- Koncentrácia pôdneho roztoku, rastlinám sa nedarí dobre v pôdach s vysokým obsahom solí (slané pôdy). Niektoré slanomilné rastlinné druhy takúto pôdu obľubujú.
- Množstvo vody v pôde - nedostatok i nadbytok vody sú príčinou zníženia príjmu. Ak je v pôde veľa vody, má koreňový systém nedostatok kyslíka, preto sa znižuje intenzita jeho dýchania.

Príjem vody do rastlinného tela môže prebiehať pasívne alebo aktívne. *Pasívny príjem vody* sa uskutočňuje v čase, keď má rastlina listy. *Aktívny príjem vody* prevláda na jar, keď rastlina nemá vytvorené listy. Pri tomto spôsobe rastlina prijíma vodu na princípe osmózy.

Transport vody

- *Pri transpirácii nastáva:*
 - vzostupné prúdenie vody o rozpustných živín od koreňov ku listom
 - ochladzovanie listov (pri vyparovaní vody sa odoberá teplo)
- *Pri nedostatočnej transpirácii nastáva:*
 - zníženie až zastavenie rastovej aktivity rastlín
 - prehrievanie listov
 - zhoršenie kvality rastlín v dôsledku zoslabenie steny buniek a zníženia pevnosti rastlinných pletív

Množstvo vody, ktoré rastliny potrebujú pre svoj normálny rast a vývin sa nazýva vlhová potreba rastlín. Najčastejšie sa vyjadruje transpiračným koeficientom, ktorý udáva koľko gramov vody potrebuje rastlina (pretranspiruje) na vytvorenie 1 g sušiny.

Výdaj vody

Výdaj vody prebieha v dvoch stavoch a to:

= Gutácia - výdaj v kvapalnom stave, ktorý je realizovaný

a/ hydatódami (nefunkčné prieduchy)

b/ trichómami

= Transpirácia - výdaj vody v plynnom stave, ktorý je realizovaný prieduchmi, (na 1 mm² listovej plochy môže byť 20 – 2000 prieduchov).

Rastlina z prijatej vody využíva k látkovej premene len malú časť, asi 1%. Ostatnú vodu vracia späť do prostredia. Výdaj vody sa uskutočňuje cez listy, buď vo forme kvapiek – gutácia alebo vo forme vodnej pary – transpirácia. Gutácia nastáva, ak je v prostredí vysoká vlhkosť vzduchu a rastlina nemôže vodu odparovať. Na jej vytlačení sa zúčastňuje koreňový výtlak. Transpirácia, vyparovanie vody z rastliny, sa uskutočňuje hlavne cez listy. Povrch listu pokrýva rôzne silná vrstvička kutínu, ktorý zabraňuje prenikaniu vody. Prevažná časť vody sa odparuje cez špeciálne zariadenia určené k tomuto účelu – prieduchy. Vtedy hovoríme o prieduchovej transpirácii. Prieduchová transpirácia sa deje regulovaným spôsobom. Transpiračný proces reguluje stupeň nasýtenosti buniek vodou. Transpiračné vyparovanie vody má veľký význam pri termoregulácii rastlinného tela (Švihra 1989).

Samotná transpirácia a jej závislosť na vonkajších a vnútorných faktoroch má zložitý priebeh a je rôzne vyjadrovaná. Transpirácia je vyvolaná veľkým poklesom vodného potenciálu medzi povrchom nadzemnej časti a vodou v nenasýtenej vonkajšej atmosfére. Ale ani pri podstatnom zvýšení transpirácie sa vodný potenciál listov nemusí znižovať (Person, Kramer, 1974).

Adaptácia na sucho

Predchodcovia kultúrnych druhov rastlín mali vo všeobecnosti dobre rozvinuté vlastnosti, ktorými mohli uniknúť periódam dlhodobého sucha. Ich životný cyklus bol kratší. V mnohých prípadoch však riadená selekcia prekonala efekt prirodzeného výberu a predĺžila ontogenézu, čím dosiahla predĺženie obdobia tvorby biomasy a zvýšenie úrody. Napriek tomu únik pred suchom zostáva najefektívnejším mechanizmom adaptácie na podmienky sucha. V prípade obilnín je dôležitý únik generatívnej fázy rastu (meióza, kvitnutie) pred suchom, kedy sa rozhoduje o výške úrody (Brestič, Olšovská, Hauptvogel 2008).

1.3 Produkcia rastlín a potravinová bezpečnosť - Zelená revolúcia

Rastliny sú na začiatku potravinového reťazca, a preto je ich produkcia od dávna spojená s výrobou potravín. Úspech či neúspech poľnohospodárstva je možno hodnotiť z viacerých pohľadov. Prevažnú časť svetovej produkcie potravín však zabezpečuje len malý počet plodín (pšenica, ryža, kukurica, jačmeň, sója,..).

V 20. storočí bolo zlepšovanie úrod hlavným zdrojom vyššej produkcie a zdá sa, že tomu bude tak aj v nasledujúcich desaťročiach. Vnucuje sa otázka, čím to je, že nastal priaznivý vývoj v poľnohospodárskej produkcii. Odpoveď možno nájsť v sérii technologických inovácií, ktoré sú známe pod označením „Zelená revolúcia“. Táto revolúcia zahŕňa predovšetkým faktory:

- plodiny s vysokými úrodami,
- zavlažovanie a kontrolu prísunu vody,
- zlepšenie kvality hospodárenia poľnohospodárov (Brestič, Olšovská, Hauptvogel, 2008).

V laboratóriách v Mexiku zamerali pozornosť hlavne na najvýznamnejšie druhy obilnín: ryžu, kukuricu a pšenicu. Pre vyšľachtené odrody bolo charakteristické to, že mali rýchlejšie klíčenie, boli odolnejšie voči chorobám a suchu. Vďaka tomu, že plodiny klíčia skôr a rastú rýchlejšie, je v niektorých oblastiach vo svete možné zberať úrodu dvakrát až trikrát za rok. Zároveň je možné pestovať plodiny v rozsiahlych oblastiach s menej priaznivými klimatickými podmienkami.

Zelená revolúcia zabezpečila zvyšovanie potravinárskej výroby, vyvinuli sa odolnejšie druhy pšenice, ryže, kukurice a ostatných obilnín. Revolúcia zväčšila výnos v Indii, Pakistane, Filipínach, Mexiku, Srí Lanke, predchádzalo sa hladomoru veľkého rozsahu.

Zelená revolúcia bola jedným z medzníkov v histórii ľudstva. Rast úrod v rozvojových krajinách prebiehal u troch najdôležitejších plodín. Produkcia ryže sa zvýšila o 122 %, u kukurice o 159 % a u pšenice o 229 % (FAO, 2000).

História

Zelená revolúcia začínala v r. 1945, keď Rockefellerova nadácia a mexická vláda založili *Cooperative Wheat* – výskum a program zlepšenia poľnohospodárskej produkcie fariem na zemi. Dosiahlo sa ohromujúcich výsledkov. Program pokračoval v Indii a Pakistane, kde zomierali milióny ľudí od hladu. Rast výnosov bol taký, že poľnohospodárstvo bolo teraz schopné predstihnúť populačný rast.

Bohaté krajiny a nadácie poskytli podporu výskumníkom a poľnohospodárskym organizátorom na čele s *Normanom Borlaugom* a „naštartovali“ proces modernizácie proti odporu byrokratom i miestnych zvyklostí často ešte z feudálnej kultúry. Na jeho konci si napr. India a Pakistan osvojili pestovanie novo vyvinutých plodín s vysokými výnosmi, zaviedli závlahové systémy a programy umelých hnojív.

Vlády vyspelých krajín a medzinárodné inštitúcie, v domnienke, že problém hladu bol už vo svete v jadre vyriešený, obmedzili od 80. až 90. rokov výdaje na vývoj plodín odolných voči adaptujúcim sa škodcom, na distribúciu umelých hnojív, zavlažovanie a ďalšie vymoženosti. Ďalšiemu zavádzaniu moderného poľnohospodárstva do chudobných zemí bráni i tlak ekologických organizácií. Preto sa zelená revolúcia neuchytila v niektorých častiach Afriky, a preto je stále ohrozená hladomorom (Atkins, Bowler, 2001).

Finančné prostriedky bohatých krajín, určené na poľnohospodársky výskum v chudobných krajinách za posledné štvrtstoročie poklesli po inflačnom a kurzovom prepočte temer na polovicu - zo zhruba šiestich miliárd USD ročne v r. 1980, na 2,8 miliardy USD v r. 2006. Spojené štáty svoju podporu obmedzili v tomto období na 624 miliónov z 2,3 miliardy USD. Svetová banka znížila úvery pre poľnohospodárstvo v r. 2004 na 2 miliardy USD z 7,7 miliardy USD v roku 1980.

Významným dôvodom odklonu od poľnohospodárskeho výskumu bol i vzrastajúci vplyv ekologických aktivistov na vlády bohatých krajín, bohaté nadácie a medzinárodné inštitúcie ako Svetová banka, ktoré väčšinu poľnohospodárskeho výskumu financujú. Aktivisti zelených organizácií kritizovali výdobytky zelenej revolúcie, odmietali intenzívne poľnohospodárstvo a presadzovali predstavy, podľa ktorých si majú Afričania zachovať primitívne výrobné postupy, tradičné plodiny a model drobného farmárčenia pre holú obživu a nepúšťať sa do modernej produkcie s umelými hnojivami, zavlažovaním a výnosnejšími plodinami (Atkins, 2001).

Iniciátor zelenej revolúcie, agronóm *Norman Borlaug*, ktorý za záchranu miliónov ľudí pred hladom dostal v r. 1970 Nobelovu cenu mieru, neskrýva svoje

rozhorčenie nad postojmi tých, ktorí bránia najchudobnejším ľuďom sveta v zlepšení potravinovej produkcie. Uviedol *"Keby žili len mesiac v strede biedy rozvojového sveta, tak ako ja celých 50 rokov, dožadovali by sa traktorov, hnojív a zavlažovacích kanálov a boli by pobúrení, že nejakí módni elitári u nich doma sa im snažia tieto veci upierať"* (Norman, 1997).

Zelená revolúcia viedla k vytvoreniu globálnej siete neziskových výskumných centier zameraných na poľnohospodárstvo a potravinovú produkciu. Tieto ústavy, ako napríklad *Borlaugov mexický inštitút CIMMYT*, viedli výskum nových odolných plodín pre Áziu, Latinskú Ameriku a Afriku, postupne však boli ich rozpočty obmedzované a darcovia sa začali orientovať na vedľajšie projekty ako ekologický výskum. Medzinárodný inštitút pre výskum ryže na Filipínach napríklad vie, ako vytvoriť odrody ryže odolnej voči najväčšiemu škodcovi, no kvôli rozpočtovým škrtom však skoro nič robiť nemôže. Musel opustiť i sľubnú prácu na vývoji ryže odolnej voči vyšším teplotám a slanšej vode a ideálne odrody pre adaptáciu na globálne otepľovanie. Podobné problémy ťažia i ďalšie výskumné ústavy v Ázii, Afrike a Latinskej Amerike. Poľnohospodársky experti si na túto situáciu sťažujú už roky a varujú pred rizikami zanedbania výskumu. Škrtenie peňazí na poľnohospodársky výskum pokračuje i tento rok, i keď je svet uprostred potravinovej krízy a ceny základných potravín vzrástli za posledné tri roky asi dvojnásobne. Spojené štáty sa snažia znížiť podporu asi 60 miliónov USD pre sieť neziskových výskumných ústavov o 75 %.

Okrem Svetovej banky a vlád boli najväčšími sponzormi siete CGIAR Fordova a Rockefellerova nadácia, tie však svoje príspevky týmto inštitútom taktiež výrazne obmedzili. Podľa vedeckého publicistu New York Times Johna Tierneye bol hlavným dôvodom tlak zelených organizácií. Ekoaktivisti poukazujú na to, že moderné poľnohospodárske postupy neprospievajú malým farmárom, zvyšujú priamu a majetkovú nerovnosť, sú závislé na zvýšenej spotrebe vody a degradujú prostredie používaním umelých hnojív, pesticídov a meliorácií. Medzinárodný inštitút pre výskum politiky výživy (IFPRI) zhrnul túto kritiku v prehľade o zelenej revolúcii. Konštatoval pritom, že rad námietok bol vyvrátený a ostatné sú do značnej miery prekonateľnými ťažkosťami rastu, ktoré je nutné vidieť v kontexte ohromného prínosu ľudstvu v podobe miliardy ľudí zachránených pred hladom. Zelené strany v západnej Európe zasa presvedčili väčšinu tamojších vlád, aby prestali dodávať do Afriky hnojivá, v posledných desaťročiach potom odmietajú prístup Európy ku geneticky modifikovaným plodinám odradzuje Afriku od prenájmania ďalšieho moderného

nástroja ku zvýšeniu poľnohospodárskej produkcie a možnosti odstrániť hrozbu hladu. Situáciu na svetovom trhu potravín ešte podľa expertov začala výrazne zhoršovať prudko rastúca produkcia biopalív, ďalší projekt iniciovaný z valnej časti zeleným hnutím (Freed, 2002).

Ekologický prínos intenzívneho poľnohospodárstva, tým, že dokázalo produkovať oveľa viac potravín na asi rovnakej rozlohe pôdy, zabránilo ďalšiemu odlesňovaniu. V Ázii sa napríklad produkcia obilnín zvýšila za štvrtstoročie od r. 1970 na dvojnásobok, rozloha obrábanej pôdy však stúpla len o 4 %. Naopak subsistenčné poľnohospodárstvo v Afrike je často založené na získavaní novej pôdy vypaľovaním, čo sa nedá označiť za ekologicky šetrné hospodárenie.

Pod tlakom krízy sa v poslednej dobe začína podpora poľnohospodárstva rozvojového sveta pomaly obnovovať. Svetová banka pod vedením nového prezidenta Roberta Zoellicka chce zdvojnásobiť úvery pre poľnohospodárske programy v Afrike. Podľa expertov však roky zanedbania pôjdu ťažko nahradiť. Napríklad filipínsky inštitút vyvinul proti najrozšírenejšiemu škodcovi 14 prototypov odrôd pšenice, avšak vyvinúť plodinu plne použiteľnú na poliach mu i v prípade, že získa peniaze, bude trvať štyri až sedem rokov (Das, 1998).

Technologické inovácie v priebehu Zelenej revolúcie v Indii

Zelená revolúcia bola v Indii charakteristická tromi zložkami: pokračujúci expanzný rozsah poľnohospodárskej plochy, úrody dvakrát do roka vďaka rozšíreniu systému v obchodí sucha a používanie moderných odrôd plodín.

V priebehu Zelenej revolúcie zohrávali dôležitú úlohu štyri technologické inovácie: vysoko výnosné odrody plodín, zavlažovací systémy, mechanizácia a používanie hnojív a pesticídov. Najviditeľnejším výsledkom Zelenej revolúcie bol dvojnásobný až trojnásobný rast produkcie nových plodín proti tradičným odrodám a väčšie zisky farmárov (Freed, 2002).

Ministerstvo poľnohospodárstva Indie založilo v r. 1963 Národnú osevnú spoločnosť (NSC) za účelom koordinácie produkcie, šírenie a obchodovanie s poľnohospodárskymi semenami. Okrem toho zaisťuje školenia a poradenstvá pre poľnohospodárov nielen v Indii, ale i zo zahraničia. (NSC, 2008).

Zavlažovacie systémy majú v Indii dlhšiu históriu než Zelená revolúcia. Najstarší zavlažovacia nádrž Indie Grand Anicut, ešte stále je využívaná, bola postavená už v druhom storočí nášho letopočtu v štáte Tamilmád (Agoramoorthy, 2007). Medzi

rokmi 1950 až 1990 vzrástol podiel zavlažovanej plochy v Indii o 160 %. India je v súčasnosti druhý najrozšírenejšia zem v zavlažovaní na svete (Department of Water Resources, 2000).

Tab. 5: Rast zavlažovacieho systému v Indii (1965 –1970)

Zdroj: Upravené podľa CHKRAVARTI, A. K. Green Revolution in India (1973)

Zavlažovacie zariadenie	Počet zariadení v období 1965-1966	Počet zariadení v období 1969 - 1970
Súkromné zavlažovacia nádrže	113 000	350 000
Zavlažovanie nádrže riadené vládou	14 000	16 800
Elektrické a naftové zavlažovacie pumpy	979 000	2 000 000

2. Cieľ práce

Cieľom záverečnej práce je komplexné spracovanie informácií z odborných a vedeckých publikácií zameraných na problematiku fyziológie rastlín a vzájomného pôsobenia medzi rastlinami. V práci sme zamerali pozornosť na medzidruhové vzťahy medzi porastmi, ako konkurencia, mutualizmus, amenmalizmus a najmä na vzťah **alelopatia**.

Keďže v súčasnosti neexistuje žiadna podrobnejšia vedecká publikácia zaoberajúca sa komplexným riešením problematiky alelopatie a jej využívanie v poľnohospodárstve rozhodli sme sa pre jej spracovanie.

Špecifické ciele práce sú zamerané na:

- sumarizáciu informácií o význame alelopatie v poľnohospodárstve,
- definovanie pozitívnych ako aj negatívnych účinkoch alelopatie,
- charakteristiku významu „Zelenej revolúcie“ vo svete a významu ekologického poľnohospodárstva v interakcii s využiteľnosťou alelopatie.

3. Metodika práce

Pre naplnenie cieľa záverečnej práce boli použité knižné publikácie učebnicového charakteru, vedecké diela, odborné časopisy domáceho a zahraničného pôvodu. Diplomová práca je súčasťou študentskej vedeckej školy fyziológie rastlín Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre a téma práce nadväzuje na bakalársku prácu, ktorá bola riešená na Katedre fyziológie rastlín, čím prispieva ku kontinuite tejto témy.

Pre splnenie cieľov diplomovej práce, vzhľadom na externú formu štúdia, bola zvolená metóda literárnej rešerše a analýz.

V práci je spracovávaná literatúra z riešených projektov na Katedre fyziológie rastlín SPU v Nitre, dostupných knižných zdrojov, z vedeckých domácich a zahraničných periodík, ako aj z internetových zdrojov.

4. Návrh na použitie poznatkov

Predložená diplomová práca dáva predpoklad na využitie zosumarizovaných informácií najmä v ekologickom poľnohospodárstve pri pestovaní rastlín bez použitia chemických prostriedkov. Získané poznatky je možné využiť v ďalšom vzdelávaní, môžu slúžiť ako pomôcka pre odbory zamerané na problematiku alelopatie a neznášanlivosti rastlín. Práca môže inšpirovať budúcich používateľov tejto pestovateľskej technológie, aby sa zvýšili investície na výskum v tejto oblasti.

Diplomová práca je súhrnom poznatkov o fyziológii rastlín a faktoroch pôsobiacich na rastliny v oblasti:

- fyziológie rastlín a stresu u rastlín,
- biotických faktoroch pôsobiacich na rastliny,
- abiotických faktoroch (svetlo, teplo, voda, vzduch), ktoré ovplyvňujú pestovanie rastlín,
- pôsobenia a vplyve alelopatie na rast rastlín,
- pestovania rastlín v rozvojových krajinách – informácie o „Zelenej revolúcii“.

V súčasnosti žijeme v menšom spolunažívaní s prírodou a jej produkty považujeme za samozrejmosť. Ale život ľudstva je spojený s rastlinami tak tesne ako pred mnohými tisícročiami, i keď si to pripúšťame čoraz menej. Vedecké poznatky ponúkajú potenciál, ako nasýtiť narastajúce potreby človeka a pritom zachovať prírodu aj pre budúce generácie. Nové technológie - genetické, či šľachtiteľské, môžu ovplyvniť kultúrne rastliny. Uvedené môže modifikovať nielen výkonnosť pestovaného druhu, ale aj potlačiť tie druhy, ktoré v ekosystéme považujeme za sekundárne.

Veľkou víziou do budúca by mohlo byť väčšie študovanie alelopatie ako takej, tým by sa dospelo k novým poznatkom a tým aj k novým technológiám pestovania. Bol by predpoklad pre pestovanie rastlín bez veľkým potrieb využívania chemickým postrekov a pesticídov. Pomaly, resp. s častí by sa prechádzalo k pestovaniu odrôd ekologického poľnohospodárstva.

Pozitívne prejavy alelopacie:

- zníženie diverzity spoločenstva
- zmena dominánt v sukcesnom vývoji
- konkurenčný výhoda
- využívanie v ekologickom poľnohospodárstve
- pri alelopatii výhodné využívanie osevných postupov

Súhrn informácií o tzv. *Zelenej revolúcii*, dávajú väčší predpoklad zaoberať sa ekologickým poľnohospodárstvom, ochranou prírody a cieľavedomým šetrením prírodných zdrojov, dodržiavaním ekologických zásad pri pestovaní plodín, napr. zberať niektoré druhy plodín i viac krát do roka. Tým by sa zvýšila potravinová bezpečnosť, ale aj výnosy poľnohospodárov. Ale nie vždy je mať veľa to najlepšie. Musíme vždy prihliadať i k potrebe a technike pestovania týchto plodín. Zelená revolúcia mala podstatný vplyv na vývoj poľnohospodárstva v rozvojových krajinách. Má pozitívne stránky, ale taktiež i negatívne.

Pozitívne prejavy „Zelenej revolúcie“:

- zvýšenie pracovných príležitostí
- využívanie genetických zdrojov
- biotechnológie
- šľachtenie nových odrôd plodín
- zvýšenie kvality produkcie
- minimalizácia proti zberových strát
- inšpirácia tradičnými technikami (Katyai, J. C., Mruthyunjaya. CGIAR Effectiveness – A NARS Perspective from India, 2003).

Negatívne prejavy „Zelenej revolúcie“:

- pracovná nerovnosť
- ozbrojené konflikty
- degradácia pôdy: monokultúrne pestovanie nových odrôd bolo jednou z príčin straty živín v pôde, najmä zinku, železa, medi, mangánu, horčíku, molybdénu

a bóru. V dôsledku rýchlejšieho zretia, častejšiemu zberu a nižšej pestrosti druhovej skladby plodín sa pôde skôr vyčerpala a nedostatkové živiny museli byť nahrádzané chemickými hnojivami (Fitzgerald-Moore, Parai, 1996).

- zníženie genetickej biodiverzity: rozsiahle monokultúrne pestovanie plodín zapríčinilo väčšiu zraniteľnosť agroekosystémov voči škodcom a prírodným katastrofám (Fitzgerald-Moore, Parai, 1996).

Súhrn poznatkov týkajúcich sa alelopatie, ekologického poľnohospodárstva, ako aj *Zelenej revolúcie* sú výhodným prvkom náhrady za konvenčné poľnohospodárstvo. Avšak nahradiť konvenčné poľnohospodárstvo ekologickým nie je jednoduché, pretože ekologickým poľnohospodárstvom sa nedá zabezpečiť výživa obyvateľstva v plnom rozsahu. Cieľom je však dosiahnuť rozšírenie ekologického poľnohospodárstva v maximálnej možnej miere, a to tak, aby tvorilo čo najväčšie možné percento výmery poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Ekologické poľnohospodárstvo je jedným z alternatívnych spôsobov hospodárenia na pôde. Týmto spôsobom je možné dosiahnuť zlepšenie stavu jednotlivých zložiek životného prostredia a najmä doceliť zvýšenie ekologickej stability poľnohospodárskej krajiny.

Záver

Fyziológia rastlín je témou, ktorá zaujíma poľnohospodárov, pestovateľov, ako aj mnohých vedcov. Požiadavky verejnosti na zdravé prostredie sú čoraz vyššie, preto sa vedci čoraz viac zaoberajú ekologickým poľnohospodárstvom a rôznymi vplyvmi na rastliny, ako je napr. alelopátia, či mutualizmus. Ide o spôsob práce s prírodou, pričom sa prírodné vzťahy opäť zužitkujú a uprednostňujú sa prirodzené metódy. Príroda má vynikajúcu auto-regulačnú schopnosť a dokáže sa vyrovnáť s najrôznejšími výkyvmi. Pestovaním monokultúr, vyšľachtením výkonnejších odrôd s cieľom dosiahnuť čo najväčšie výnosy prišlo k odčerpávaniu veľkého množstva živín z pôdy a viedlo k nadmernému používaniu priemyselných hnojív. Popri nesprávnej agrotechnike boli nespotrebované živiny vyplavované do podzemných vôd, čím sa zhoršila ich kvalita. Chémia, ktorá sa používala a používa k ochrane rastlín sa stala hrozbou nielen celej prírody, ale aj ľudského zdravia. V súčasnosti je v popredí otázka zapojenia nových technológií, ktoré by pomohli zabezpečiť pre človeka zdravé, vysoko výživné a kvalitné produkty. Pozornosť sa v tomto smere obracia na ekologické poľnohospodárstvo a v rámci neho na pestovanie rastlín s využitím ich vzájomného vplyvu – alelopátie ako jednej z možností vypestovať zdravé plodiny s čo najnižším obsahom škodlivých látok a s minimálnym škodlivým vplyvom na životné prostredie. Niektorí vedci sa zaoberajú pestovaním rastlín metódami tzv. „Zelenej revolúcie“, ktoré sa uplatňujú skôr v Indii a Pakistane.

V práci sme sa zamerali na sledovanie prejavov vzájomného pôsobenia rastlín pestovaných v poľnohospodárskej praxi. Chceme priblížiť ako pôsobia rastliny na seba vylučovanými látkami na svoje okolie a ako sa dokážu navzájom ovplyvňovať a aké parazity ich ohrozujú. Zaoberáme sa možnosťou využitia kladných alelopatických vzťahov pri ochrane rastlín a popisáním rôznych technológií, ktoré sa uplatňujú pri pestovaní zmiešaných kultúr.

Zisťovali sme abiotické faktory vplyvajúce na rastliny v kladnom i zápornom zmysle, či ako vplýva svetlo, teplo a voda na pestovanie rastlín. Uvedené poznatky je možné využiť v poľnohospodárstve, hlavne v ekologickom poľnohospodárstve pri nahradzovaní chemických látok. Ďalej sa uvedené poznatky dajú využiť v rámci celoživotného vzdelávania alebo ako pomôcka pre špecializované odbory zamerané na túto problematiku. Práca by mala inšpirovať budúcich potenciálnych používateľov týchto pestovateľských technológií, aby sa zvýšili investície na výskum.

Zoznam použitej literatúry

- 1) ABDUL – wahab, A. S., and RICE, E. L. 1967, *Plant inhibition by johnsongrass and its possible significance in old - field succession* . Bull . Torrey Bot. Club. 94-486-497.
- 2) AGORAMOORTHY, G. 2007. *India's second green revolution needs to transform the drylands*. Current Science. 157 s.
- 3) BIHUNCOVÁ, Michaela. 2007. *Alelopatia v živote rastlín a jej význam pri ochrane rastlín*: diplomová práca. Nitra: SPU, 2007. 35 s.
- 4) BLÁHA, L. et al. 2003. *Rostlina a stres*. VÚRV Praha, 2003.
- 5) BORLAUG, N. 1997 *Ohlady vo svete*, Book by Anwar Dil. (Ed). Bookservice International, 499 s. ISBN: \$ 0-9640492-3-6 – Hardcover.
- 6) BRESTIČ, M. - OLŠOVSKÁ, K. – HAUPTVOGEL, P. 2008. *Život rastlín v meniacich sa podmienkach prostredia: evolučná perspektíva pre 21. storočie*. Brno: Tribun EU, 2008. 132 s. ISBN 978-80-7399-566-9.
- 7) BULLETIN EKOLGICKÉHO POĽNOHOSPODÁRSTVA č. 22. marec 2001, vydal zväz PRO-BIO Šumperk
- 8) ČABOUN, V. *Alelopatia v lesných ekosystémoch*. 1990. Veda. SAV. Bratislava 1990. 118 s. ISBN 80-224-0136-6.
- 9) ČEPIČKA I., KOLÁŘ F., SYNEK P. 2007 *Mutualizmus: vzájemně prospěšná symbióza*. Praha, 2007. Dostupné z: <http://158.195.47.144/clanky/ekologia/ekologia/vztahy.html>
- 8) ČIAMPOROVÁ, M., MISTRÍK, I. 1991. *Rastlinná bunka v nepriaznivých podmienkach*. Veda, Bratislava, 140 pp.
- 9) ČUBOŇ, P., SLÍŽ K. *Ekologické poľnohospodárstvo na Slovensku*. 1997 Nitra : Agentúra pre rozvoj vidieka, 1997. 61 s. ISBN 80-967538-3-5.
- 10) DAS, R. J. *The Green Revolution, Agrarian productivity and Labor*. 1998. Joint Editors and Blackwell Publisher Ltd. 122 – 135 s.
- 11) FOJTÍK, Š., HRÚZIKOVÁ, L. 1991. *Zavlažovanie*. Inšt. vých. a vzd. MPVŽ SR, Nitra, 246 pp.
- 12) FREED, S. A. 2002. *Green Revolution – Agricultural and Social Change in a North Indian Village*, New York: American Museum of Natural History, 2002. 312 s. ISSN 0065-9452.

- 13) GRYNDLER, M. 2004 *Mykorhizní sybióza*, Academia Praha, 2004.
- 14) GRODZINSKIJ, A. M. et al. 1987. *Eksperimentalnaja allelopatija*. Kiev, 1965.
- 15) GRODZINSKIJ, A. M. et al. 1965. *Jestestvennaja radioaktivnost' rastenij i počv.* Kijev, 1965.
- 16) HLUCHÝ, M., ZACHARDA, M. 1994. *Prostředky a systémy biologické ochrany rostlin*. Brno, 1994. ISBN: 80-901874-0-4.
- 17) HNILIČKA, F. 2006. *Vplyv abiotických a biotických faktorov na vplyv rastlín*. Zborník príspevkov. Praha : Česká poľnohospodárska univerzita, 2006. ISBN 80-86555-85-2.
- 19) HORNIÁK, V. 1992. *Biozáhradka*. Bratislava : vydavateľstvo ÚV SZZ, 1992. 64 s. ISBN 80-7125-009-0
- 20) CHAKRAVARTI, A. K. 1973. *Green Revolution in India*. Annals of the Association of American Geographers, 1973, 319-330 s.
- 21) KLEJDUS, B. a KUBÁŇ, V. 1998. *Rostliné fenoly v alelopatii*. Brno: Ústav chemie a biochemie, 1998. Sborník příspěvků.
- 22) KOČÁREK, E. 2004. *Lekárska ekológia a parazitológia*.
- 23) KOLEKTÍV AUTOROV 1999. *Osevné postupy*. Nitra, 1999
- 24) KREBS, CH. J. 2001. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. University of British Columbia.
- 25) LEVITT, J. 1980. *Responses of plant to environmental stresses*. London, 1980. Academic Press. 297 p.
- 26) LEVITT, J., 1980. *Responses of plant to enviromental stresses*. In M. Čiamporová, I. Mistrík, *Rastlinná bunka v nepriaznivých podmienkach*. Veda, Bratislava. 140 pp.
- 27) LÍŠKA, E., POSPIŠIL, R., OTEPKA P. 2001. *Alelopatia rastlín – výzva pre poľnohospodára*. Naše pole 7. 2001. 24-25 s.
- 28) McKERSIE, B.D., LESHEM, Y.Y. 1994. *Stress and stress coping in cultivated plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London 1994. 256 pp. ISBN 0-7923-2827-2
- 29) MISTRÍK, I. 1988. *Koreň v nepriaznivých podmienkach*. In J. Dostupné z: In Kolek, V. Kozinka (eds.), *Fyziológia koreňového systému rastlín*. Veda, Bratislava, 328-353 p.
- 30) PERSONS, L.R., KRAMER, P.J. 1974. *Diurnal cyckling in root resistance to water movement*. *Physiol. Plant.*, 30, p. 19-23.

- 31) PETR, J., DLOUHÝ, J. 1992. *Ekologické zemědělství*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. 305 s. ISBN 80-209-0233-3.
- 32) PLANT ECOLOGY. 1969. *Allelopathy as a factor in ecological process*, Volume 18, Numbers 1-6 / January, 1969,
- 33) PLECHÁČ, V. 1989. *Voda - problém současnosti a budoucnosti*. Nakladatelství Svoboda, Praha, 327 pp.
- 34) PRASAD, G. S. V. et. Al. 2001. *Indian rice varieties released in countries around the world*. *Corrent science*, 2001. 1508 – 1511 s.
- 35) RAJCHARD J., KINDLMANN P., BALOUNOVÁ Z. 2002. *Ekologie II. Biotické faktory – populace, základní dynamiky, společenstva, potravní řetězce*. JČU, KOOP ČESKÉ BUDĚJOVICE. 119 str.
- 36) SELEY, H., 1966. *Život a stres*. Dostupné z: In M. Čiamporová, I. Mistrík, *Rastlinná bunka v nepriaznivých podmienkach*. Veda, Bratislava. 140 pp.
- 37) SMITH, C. J. 1996. *Accumulation of phytoalexins: defense mechanism and stimulus response system*. *New Phytopathol*, 132, 1 – 45 s.
- 38) ŠVIHRA, J., KUPKA, J., ŠEBÁNEK, J. 1989. *Fyziológia rastlín*. Bratislava: Príroda, 1989. 354 s. ISBN 80-07-00049-6.
- 39) VALŠÍKOVÁ, M. 2002. *Plánujeme rozmiestnenie zeleninových záhonov*. *Záhradkár*, 2, 18-19 s.
- 40) VAN ALSTYNE K.L. 1995. *J. Chem. Ecol.*, vol. 21, no. 1, 45–58 pp.
- 41) WILLIS, R. J. 1999. *Australian studies on allelopathy in Eucalyptus a review*. Dostupné z: In: *Principles and practices in plant ecology: Allelochemical interactions*, anon. (Inderjit), K.M.M. Dakshini, and C.L. Foy, Eds. CRC Press, and Boca Raton, FL.
- 42) WILLIS R. J. 1985. *The historical bases of the concept of allelopathy*. *J. Hist. Biol* 18. 71–102 pp.

Internetové zdroje:

- 44) Aksamietnica rozložitá - *Tagetes patula*. [online] [cit. 2008-04-28]. Dostupné na: < <http://floriculture.osu.edu>>.
- 45) ATKINS, P., BOWLER, I. 2001. *From the Green Revolution to the Gene Revolution*. In *Food in society – Economy, Culture, Geography*. 1 st printing, London. ISBN 0-340-72003 4. Dostupné z: <http://zelena-revoluce.navajo.cz/>.

- 46) Drevokazné huby sú pôvodcami hnilôb dreva. [online] [cit. 2010-02-13].
Dostupné na: <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/enviromagazin/enviro6_2/funkcie22.html>.
- 47) Epifytizmus. [online] [cit. 2010-02-15]. Dostupné na:
<http://www.uel.cz/download/Prednaska_6_Bioticke%20interakce.pdf>.
- 48) FITTGERALD-MOORE, P., PARAI, B. J 1996. *The Green Revolution*. Dostupné z: <http://people.ucalgary.ca/~pfitzger/green.pdf>>.
- 49) GANGULY, S. *From the Bengal Famine to the Green Revolution*. Rok neuvedený. Dostupné z: <http://www.indiaonestop.com/Greenrevolution.htm>>.
- 50) Herbivorné organizmy. [online] [cit. 2009-10-08]. Dostupné na:
<<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>>.
- 51) Huba *Arthrotrichum anthoniae* – háďatko chytené do škrtiaceho oka. [online] [cit. 2009-09-15]. Dostupné na: <<http://www.uel.cz>>.
- 52) KATYAL, J. C., MRUTHYUNJAYA, 2003. *CGIAR Effectiveness – A NARS Perspective from India..* Dostupné z: [http://lnweb90.worldbank.org/oed/oeddoclib.nsf/DocUNIDViewForJavaSearch/521F91FCB563256A85256D560055D8D2/\\$file/cgiar_wp_india.pdf](http://lnweb90.worldbank.org/oed/oeddoclib.nsf/DocUNIDViewForJavaSearch/521F91FCB563256A85256D560055D8D2/$file/cgiar_wp_india.pdf)>.
- 54) KOSZTYU, Š. 2007. Alternatívne pestovanie rastlín pre štvrtý ročník [online]. 2007 [cit 2010 – 01 - 02]. 253 s. Dostupné na: <http://www.sposvkapusany.sk/Texty/Predmety/APR/APR%204%20roc.pdf>>.
- 55) Kyselina benzoová. [online] [cit. 2009-04-04]. Dostupné na:
<<http://sk.wikipedia.org>>.
- 56) Mäsožravá huba, nájdená v jantáre. [online] [cit. 2009-23-11]. Dostupné na:
<<http://magazin.atlas.sk/technologie/priroda/154973/staroveka-masozrava-huba-objavena-v-jantari>>.
- 57) Nádorovitost' košťálová. [online] [cit. 2009-11-17]. Dostupné na:
<<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>>.
- 58) Napadnutie patogénami – vertikálne rozdelenie rastlinného tela podľa napadnutia patogénami. [online] [cit. 2009-11-11]. Dostupné na:
<<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>>.

- 59) Napadnutie rastliny herbivorom. [online] [cit. 2009-11-11]. Dostupné na: <<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>>.
- 60) Nepriame hnojivá. [online] [cit. 2009-08-19]. Dostupné na: <<http://www.uksup.sk/index.php?n=1>>.
- 61) PITERKOVÁ, J., TOMÁNKOVÁ, K., LUHOVÁ, L., PETŘIVASKÝ, M., PEČ, P. 2005. *Chemické listy* 99, 455 s. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006_07_486-494.pdf>.
- 62) Porovnanie populácie predátora a koristi. [online] [cit. 2010-03-08]. Dostupné na: <http://michal-duda.euweb.cz/otvet_ekl_17.pdf>.
- 63) Poškodenie pásavkou zemiakovou. [online] [cit. 2010-03-29]. Dostupné na: <<http://kbfr.agrobiologie.cz/kbfr/hnilicka/prednasky/fyziologie-rostlin/fyznemrostlin/biostres.pdf>>.
- 64) Predácia - parazitické organizmy. [online] [cit. 2009-10-28]. Dostupné na: <http://michal-duda.euweb.cz/otvet_ekl_17.pdf>.
- 65) Príjem vody. [online] [cit. 2090-04-15]. Dostupné na: <<http://www.bioweb.genezis.eu/index.php?cat=3&file=vodnyrezim>>.
- 66) Raž Siata - *Secale cereale*. [online] [cit. 2009-10-01]. Dostupné na: <<http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de>>.
- 67) Rhizosférne mikroorganizmy. [online] [cit. 2009-07-09]. Dostupné na: <http://www.uel.cz/download/zaklady_ekologie_mezidruhove_interakce.pdf>.
- 68) Rishitin. [online] [cit. 2009-09-13]. Dostupné na: <http://home.cc.umanitoba.ca/~adam/lab/hplc/images/rishitin_structure.gif>.
- 69) Rozdelenie rastlín do skupín, podľa dodávok tepla stále rovnako, alebo periodicky excesívne. [online] [cit. 2009-09-26]. Dostupné na: <http://www.1sg.sk/www/data/01/projekty/2008_2009/innovators/vplyv_prostredia_na_dedicnost/teplo.html>.
- 70) Scopoletin. [online] [cit. 2009-11-30]. Dostupné na: <<http://www.phytochemicals.info>>.
- 71) Transport vody. [online] [cit. 2010-02-09]. Dostupné na: <www.sposvkapusany.sk/Texty/.../Pestovanie_rastlin_1_roc.pdf>.
- 72) Voda. [online] [cit. 2010-03-01]. Dostupné na: <<http://www.bioweb.genezis.eu/index.php?cat=3&file=vodnyrezim>>.

- 73) Využívanie v ekologickom poľnohospodárstve. [online] [cit. 2010-02-27].
Dostupné na: <<http://www.biospotrebitel.sk/ekologicke-polnohospodarstvo/zasady-a-ciele-ep.htm>>
- 74) Zapracovávanie organických zvyškov. [online] [cit. 2009-06-26]. Dostupné na: <<http://www.ifoam.org/>>.
- 75) Zelená revolúcia. [online] [cit. 2009-10-30]. Dostupné na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Green_Revolution>.

Prílohy

1. CD médium – diplomová práca v elektronickej podobe, prílohy v elektronickej podobe.