

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra agroekologie a biometeorologie

Konkurenční vztahy mezi plevely a cukrovkou

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jursík Miroslav, Ph. D.

Autorka práce: Mgr. Michalíková Klára

2010

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Konkurenční vztahy mezi plevelem a cukrovkou“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, ze kterých cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne: 2010

SOUHRN

Práce je exkurzem do současné problematiky konkurenčních vztahů mezi plevelnými rostlinami a plodinami, s bližším zaměřením na působení plevelů v porostu cukrové řepy. Ta je charakteristickým představitelem širokořádkých plodin, jež jsou konkurenčně slabší než ostatní plodiny. Práce je rozdělena na obecnou a speciální část. Obecná část vymezuje pojmy plevel, plodina a jejich vzájemné vztahy. Ve speciální části je pozornost kladena na průběh soutěže mezi rostlinami o konkrétní životně důležité zdroje. Těmito zdroji jsou především voda, světlo a živiny.

Cílem práce je snaha popsat mechanismy a způsoby, jakým probíhá kompetice o tyto zdroje. Do průběhu kompetice však zasahují mnohé faktory např. složení a hustota plevelného společenstva, termín vcházení plodiny a plevele nebo délka působení konkurenčního tlaku plevelů na porost plodiny. Důležitou roli v utváření konkurenčních vztahů hrají morfologické a fyziologické odlišnosti mezi rostlinami. Lze obecně říci, že cukrovka je schopna konkurenčně uspět, pokud se plevele v jejím porostu regulují do fáze 8 pravých listů. Mezi nejvýznamnějšími plevelnými druhy v porostu cukrové řepy na území České republiky patří merlík obecný, laskavec ohnutý, pýr plazivý a ježatka kuří noha. Existence rezistentních populací řady plevelů k některým herbicidům zásadním způsobem ovlivňuje herbicidní strategii regulace plevelů. V průběhu posledních let došlo k výraznému ochuzení plevelného spektra agrofytocenóz, s tím, že dnes dominují především druhy s vysokou konkurenční schopností. Tato problematika se tak stává velmi aktuální v souvislosti s kontextem zachování biodiverzity a udržitelného využívání přírodních zdrojů.

Klíčová slova:

plevele, plodina, cukrovka, biodiverzita, konkurence

SUMMERY

This work is an excursion into the current problems of competitive relationships between weeds and crops with an attention on the impact of weeds on sugar beet crops. This is a typical representative of root crop, which is less competitively than other crops. The thesis is divided into general and special part. The first one defines the general concepts of weeds, crops and their interrelationships. In the second, special part is the attention paid to the competition between plants for specific vital resources. These sources are mainly water, light and nutrients.

The aim of the work is to describe the main mechanisms and how competition for these resources works. To compete, however, affect the course of many factors such as composition and density weed phytocoenose, time of coming up in crops and weeds or the duration of weeds competitive pressure on the vegetation crops. Important role in shaping the competitive relationships that have morphological and physiological differences between plants. We can generally say that sugar beet is able to competitively succeed untill the weeds in the crop are controlling the 8 sugar beet leaf stage. Among the most important weed species in sugar beet crops in the Czech Republic is a *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Elytrigia repens* and *Echinochloa crus-galli*. Weed control strategy is influenced by existence of resistant weeds population to some herbicides. In recent years there has been a significant depletion weeds spectrum of agrophytocoenosis. In recent days the species with high competitive ability are largely dominating. These problems becomes very relevant in relation to the context of biodiversity conservation and sustainable use of natural resources.

Keywords:

weeds, crop, sugar, biodiversity, competition

Obsah

1	Úvod	6
2	Cíl práce	6
3	Obecná část	7
3.1	Plevel	7
3.2	Kulturní rostlina	8
3.3	Vztahy mezi rostlinami	8
3.3.1	Parazitismus	8
3.3.2	Alelopatie.....	9
3.3.3	Kompetice.....	10
4	Speciální část	12
4.1	Charakteristické vlastnosti okopanin a jejich pěstování	12
4.2	Charakteristika kulturních plodin rodu Beta	13
4.3	Jednotlivé oblasti konkurence	14
4.4	Podzemní konkurence.....	15
4.4.1	Vodní zdroje	15
4.4.2	Živiny.....	16
4.5	Nadzemní konkurence - světlo.....	18
4.6	Faktory ovlivňující kompetici	20
4.7	Plevely vyskytující se v porostu cukrové řepy	24
4.7.1	Nejvýznamnější plevely v porostu cukrové řepy	25
4.7.2	Rezistence plevelů vůči herbicidům	28
4.8	Biodiverzita.....	30
5	Závěr	31
6	Seznam literatury	33
7	Samostatné přílohy	36
7.1	Seznam příloh	36

1 Úvod

Zkoumání a pochopení konkurenčních vztahů mezi pleveľy a plodinami je nepostradatelné pro formování a vývoj oblasti regulace plevelů, včetně aplikace těchto poznatků jako konkrétních praktických zásahů v agrofytocenózách. Způsob a intenzita regulace plevelných populací v porostech kulturních rostlin je tak spolu s vhodným řazením plodin v osevním sledu, způsobem zpracování půdy a dalších jiných aspektů, jedním ze základních předpokladů ekonomicky i ekologicky efektivního pěstování plodin. Dlouhodobé zaměření na tuto problematiku dovoluje sledovat, zaznamenávat a předvídat vývoj a početní a druhové změny ve spektru plevelných společenstev jak v regionálním, tak v celosvětovém měřítku.

Práce je tvořena dvěma částmi. V obecné části jsou vymezeny základní pojmy a jejich uvedení do širšího kulturně - historického kontextu. Speciální část se již plně věnuje praktickým důsledkům konkurenčních vztahů mezi plodinou a plevelem, respektive cukrovou řepou a významných plevelů, které se vyskytují v jejím porostu. Ačkoliv závěry ze zkoumání fungování konkurenčních vztahů jsou primárním předpokladem pro efektivní regulaci plevelů, dovolila jsem si tyto bezpochyby důležité závěry mírně využít také ve prospěch plevelů a ukázky jejich významnosti z hlediska biodiverzity.

2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření literární rešerše, která se zabývá pochopením konkurenčních vztahů mezi plevelem a plodinou, dále pak představením základních limitujících zdrojů, o které rostliny soutěží. Popis, za jakých podmínek k tomu dochází a čím je výsledek soutěže ovlivněn. Obsáhnout výše uvedené cíle v obecném kontextu kulturních rostlin by přesáhlo vymezený rámec této práce. Z tohoto důvodu jsem si zvolila cukrovou řepu jako konkrétního představitele z řad plodin, které se vyznačují relativně nižšími konkurenčními schopnostmi. Na této plodině jsem chtěla, mimo jiné i pomocí závěrů z pokusů uskutečněných v ČR i ve světě, popsat, jakým způsobem probíhá konkrétní soutěž o limitující zdroje a jak lze tyto poznatky využít v praxi.

3 Obecná část

3.1 Plevel

Plevele jsou obecně vnímány jako nežádoucí rostliny na jakémkoli pozemku, který člověk nějakým způsobem obhospodařuje. Mohou to být např. zahrady, hřiště nebo cesty. Jedná se však především o zemědělské pozemky. Vznik a vývoj této skupiny rostlin, které jsou označovány jako „plevelné“ a které tvoří nad očekávání poměrně mladý vegetativní typ, souvisí s rozvojem zemědělství a s počátkem pěstování zemědělských plodin přibližně 8 000 let před n. l. Od té doby prošla tzv. plevelná společenstva několika významnými změnami (Otýpková, 2006).

Můžeme rozlišovat chápání plevelných rostlin podle toho, kde a jakým způsobem tyto rostliny škodí. Za plevele jsou považovány všechny rostlinné druhy, které konkurují pěstované plodině či jinak znehodnocují rostlinou produkci (Kohout, 1996). Z tohoto pohledu může být plevelem i výdrol plodiny, který se v následných plodinách jako plevel chová a tím způsobuje obdobné škody. Jedná se např. o výdrol řepky, slunečnice, brambor nebo obilnin (Holec a kol., 2007). Mikulka a Kneifelová (2005a) plevele vymezuje jako nežádoucí rostliny, vyskytující se na obdělávané půdě vedle pěstovaných rostlin.

Podle Zimdalhla (1993) mezi základní charakteristiky rostlin, jež nazýváme plevelné, patří především schopnost rychlé reprodukce a schopnost růstu v nepříznivých podmínkách. Semena plevelů jsou po dozrání obvykle v různém stupni dormance a jejich následné klíčení je proto etapovitě. Plevele některých druhů produkují semena obdobné velikosti a tvaru jako plodiny. Tato skutečnost ztěžuje podmínky jejich třídění a napomáhá jejich šíření člověkem. Jediná plevelná rostlina je schopna vyprodukovat obrovské množství semen, které může být rozšířeno různými mechanismy. Kořeny a oddenky vytrvalých plevelů mají často velké rezervy zásobních látek, které jim umožňují odolat vnějším stresovým faktorům včetně intenzivní kultivace půdy. Mnoho plevelů vykazuje dvojí způsob rozmnožování (generativní i vegetativní), dále také disponují mechanismy, kterými se brání spásání, jako např. trny, nepříjemná chuť či zápach. Plevelné rostliny vynikají svými konkurenčními vlastnostmi, případně vyšší odolností vůči některým regulačním zásahům, např. herbicidům. Je velmi důležité si uvědomit, že plevele jsou zkrátka všudypřítomné. Jsou všude, kde člověk provádí nějakou činnost.

3.2 **Kulturní rostlina**

Slovo „kultura“ či „kulturní“ je odvozeno z latinského výrazu „cultura“, které má základ ve slově „colo“. To původně znamenalo rolnictví (posléze bylo používáno ve smyslu pěstování, osidlování a zařizování), což je zřetelně viditelné v obratu „cultura agri“ nebo „cultura vitis“ (vinařství) (Lobkowicz, 1991).

Jednoduchou analogií můžeme pojem kulturní rostlina definovat jako takový rostlinný druh, který je člověkem cíleně pěstován k jeho užitku a to proto, že se jeho pro člověka potřebná část (např. plod či bulva) v takovém množství a kvalitě v přírodě volně nevyskytuje. Z tohoto důvodu se mohou některé plevelné druhy rostlin stát cíleně pěstovanou rostlinou kulturní. Pomineme-li ty rostliny, které tvoří skupinu tzv. léčivek, můžeme si připomenout, že mnohé, dnes již kulturní plodiny z čeledi *Solanaceae* jako lilek brambor nebo rajče jedlé, byly při jejich introdukci na evropský kontinent pěstované kvůli svému květu jako rostliny okrasné.

3.3 **Vztahy mezi rostlinami**

Plevelné rostliny i plodiny jsou na pozemcích součástí stejného rostlinného společenstva, tzv. agrofytocenózy, neboli rostlinného společenstva obdělávaných půd. Mezi jednotlivými rostlinami, rostlinnými druhy i jednotlivými generacemi těchto rostlinných druhů přirozeně neustále dochází k vzájemným interakcím. Tato práce je zaměřená především na vztahy antagonistické, tedy takové, kdy alespoň jeden ze zúčastněných druhů následkem této interakce strádá (Holec a Soukup, 2006).

3.3.1 **Parazitismus**

Jedním ze základních typů antagonistických vztahů charakteru je parazitismus. Tento jev není v současnosti na našem území mezi plevelely a plodinami příliš častý. Přední zástupci parazitických plevelů, jako mnohé druhy záraz¹, patří mezi vzácné nebo ohrožené druhy či dokonce mezi téměř vyhynulé (např. kokotice hubilen). Tyto druhy však v minulosti velmi škodily tím, že odebíraly živiny přímo hostitelským rostlinám, mezi které často patřily hospodářsky významné plodiny (len, chmel, jetel a jiné). Např. rostliny z rodu kokotice (*Cuscuta*) jsou nezelené a nemají kořeny, ale haustoriemi vrůstají do pletiv hostitele (Ottův

¹ Např. záraza větevnatá (*Orobanche ramosa*) záraza žlutá (*Orobanche lutea*) nebo záraza menší (*Orobanche minor*)

slovník naučný, 1902). Naproti tomu rostliny z čeledi *Orobanchaceae* (zárazovité), napadají hostitelské rostliny tak, že ze semene vyrůstá niťovitý kořínek, který vniká do kořenu hostitele. Záraza poté založí hlízovitý útvar, ze kterého se postupem času vytvoří kořeny (Kocián, 2009).

3.3.2 Alelopatie

Dalším specifickým vztahem, který se mezi rostlinami vyskytuje, je alelopatie. Inderjit a Keating (1999) používají Riceovu definici alelopatie, která je označována jako efekt nebo efekty vylučování chemických sloučenin jedné rostliny (včetně mikroorganismů žijících v rhizosféře) do prostředí rostliny jiné. Těmito látkami mohou být jak inhibitory, tak stimulatory.

Alelopatii je tedy obecně označován specifický vliv jednoho druhu rostlin (donora) na klíčení, růst nebo vývoj druhého rostlinného druhu (recipienta). Ve většině případů se alelopatické působení projevuje inhibičně (Mikulka a Kneifelová, 2005a). Alelopatie je někdy popisována jako chemický typ kompetice. Toto zařazení není zvláště překvapující, protože alelopatika, která v sobě rostlina obsahuje nebo je přímo vylučuje do okolí výskytu potenciální konkurenční rostliny, působí inhibičně, respektive působí negativně na jejich růst (Holec a Soukup, 2006). Z pohledu pěstitele tedy záleží na tom, zda tyto inhibiční látky vylučuje rostlina plevelná a nepříznivě ovlivňuje okolní kulturní plodiny nebo zdali je tomu přesně naopak.

V současné době je známo přibližně 250 druhů rostlin, které jsou z alelopatického hlediska vnímány jako problematické. V příloze č. 2 (Inderjit a Keating, 1999) je uveden přehled plevelných rostlin, které mají schopnost a potenciál alelopatického působení. V porostu cukrovky se vyskytuje hned několik z nich. Pýr plazivý (*Elytrigia repens*) je jeden z nejrozšířenějších a nejškodlivějších plevelů na území České republiky. Do půdy vylučuje převážně látku glykosid agropyren, která je uvolňována ze živých i mrtvých rostlin a která brzdí růst rostlin ostatních. Růstová deprese zemědělských plodin je proto patrná i po použití účinných herbicidů (Mikulka a Kneifelová, 2006). Z těchto důvodů je vhodné např. cukrovku na silně zapýřené pozemky raději nezařazovat, nebo regulaci pýru provést v meziorostním období před založením porostu (Jursík a kol., 2006b). Dalším z vytrvalých plevelů, které ovlivňují plodiny alelopatickými látkami, je pcháč rolní (*Cirsium arvense*). Jím produkované alelopatické látky (fenylpropylenové kyseliny a jejich vinné estery)

výrazně snižují klíčivost semen, růst kořenů a lodyh kulturních rostlin i ostatních plevelů (Jursík a kol., 2006a).

Pro úplnost je třeba připomenout, že alelopatii mohou využívat i rostliny kulturní. Významnou plodinou je z tohoto pohledu rýže, dále rostliny z čeledi *Brassicaceae* a z rodu *Trifolium*, využívané jako pícniny. Zbytky několika druhů krycích plodin (např. ozimá pšenice, ječmen, oves, žito atp.) vykazují alelopatické působení např. na plevele z čeledi *Amaranthaceae* a další. Výzkum aplikace přírodních látek jako herbicidů, fungicidů a pesticidů, které budou v přírodě snadno biodegradovatelné, slibuje v tomto smyslu nové možnosti v oblasti regulace plevelů a škůdců. Některé alternativní přístupy již částečně tyto chemikálie využívají (Inderjit a Keating, 1999).

3.3.3 Kompetice

Termín kompetice (neboli konkurence) je podle Zimdahla (1993) odvozena z původního latinského termínu „comperere“, který znamená žádat či domáhat se stejné věci jako ostatní. Kompetice je jakékoli využití (nebo obrana) zdroje jedním jedincem, které snižuje přístupnost tohoto zdroje pro jedince jiného. Těmito zdroji jsou veškeré látky či objekty, které daný organismus potřebuje pro zachování růstu a reprodukce. Pokud jedinec / rostlinný druh zamezí přístup ostatním jedincům k těmto zdrojům či pokud jedinec / rostlinný druh disponuje lepším vybavením k získávání nezbytného množství světla, vody nebo dalších potřebných látek, může zapříčinit snížení růstu, nevyvinutí generativních orgánů a v krajních případech i odumření jedinců, jež jsou konkurenčně slabší.

Pokud se pohybujeme v oblasti rostlinné říše, je kompetice definována jako soutěž rostlin o limitované zdroje prostředí (světlo, voda, živiny atd.). V přesném slova smyslu, dvě rostliny bez rozdílu velikosti jejich vzdálenosti, nebudou spolu v konkurenčním vztahu tak dlouho, dokud budou mít obě rostliny k dispozici dostatek vody, živin a světla (Zimdahl, 1993). Jelikož většina plevelných rostlin získává živiny a vodu mnohem snáze než kulturní plodiny, je v agrofytocenózách kompetice silně ovlivněna dobou vcházení plevelů v porostu plodiny a dobou životnosti plevele (Jursík a kol., 2008b).

Kohout (1996) mezi hlavní vlastnosti rostlin, které ovlivňují výsledek kompetice, řadí rychlé klíčení a růst v počáteční fázi rostlin, délku vegetačního období a délku vegetačního cyklu. Dalšími faktory jsou výška rostliny, intenzita a způsob fotosyntézy, reprodukční a regenerační schopnost, růst a aktivita kořenového systému a schopnost

adaptace na nepříznivé podmínky. Kohout (1996) také uvádí, že ty rostliny, které obsazují nadzemní i podzemní prostor, rostliny s větším absorpčním povrchem kořenů, rostliny fotosynteticky výkonnější (tj. rostliny cyklu C_4) a rostliny s dobrou regenerační schopností mechanicky porušených orgánů se konkurenčně lépe uplatňují.

Je nutné si uvědomit, že konkurenční schopnosti jednotlivých rostlin jsou velmi relativní. Závisí na konkrétním druhovém složení té které agrofytoceózy, na jakési vnitřní výbavě jednotlivých jedinců (rostlinných druhů), kteří spolu vstupují do konkurenčního vztahu. Důležité jsou vlastnosti prostředí (zejména fyzikální, chemické a biochemické) a přímé i nepřímé působení člověka. Agrotechnické zásahy mohou výrazně posílit konkurenční schopnost plodin a rostliny plevelné znevýhodnit. Pro sledování konkurenčních schopností jednotlivých druhů je nezbytné znát jejich biologii a bionomii, u kulturních plodin také jejich zařazení v osevním postupu a vzájemné vztahy předchozích a následných plodin.

Z výše uvedeného vyplývá, že konkurenční schopnost rostliny je dána její vnitřní biologickou a fyziologickou výbavou, ale také půdními a povětrnostními podmínkami. A ačkoliv existuje celá řada prací sledující konkurenci mezi plodinou a plevely především s ohledem na vliv hustoty, jenom zřídka je porovnávána vzájemná konkurenční schopnost plevelných druhů (Klem a Váňová, 1999).

Rajcan a Swanton (2001) uvádějí dva přístupy popisu konkurenčních vztahů mezi plevely a plodinou. První z nich vychází ze skutečnosti, že plevele, které vzcházejí ve stejnou dobu jako plodina, způsobují větší výnosové ztráty, než plevele, které vzcházejí později. „**Kritické období**“ tedy představuje dobu, resp. počet týdnů, během nichž již vzešlá plodina potřebuje bezplevelné prostředí k tomu, aby byly výnosové ztráty menší než 5%. Pro každou plodinu je toto kritické období jinak dlouhé a obvykle je určeno růstovou fází plodiny, případně počtem dnů od výsevu, resp. sumou efektivních teplot. Např. pro kukuřici je kritické období v termínu od 1 do 8 týdne po jejím vzejití. Druhým přístupem k popisu konkurenčních vztahů dle Rajcan a Swanton (2001) je zjištění prahu škodlivosti. Práh škodlivosti může být definován jako taková hustota plevelných rostlin různého složení v porostu plodiny, která redukuje výnos plodiny na množství, které již není ekonomicky přijatelné.

Sledování konkurenčních vztahů mezi plevely a plodinami se provádí především za účelem zjištění, jak zajistit maximální výnos jednotlivých plodin v poměru k náročnosti financování chemického, mechanického a dalšího ošetření. Není tedy cílem

úplná eliminace plevelné vegetace, ale regulace plevelných společenstev na úrovni ekonomicky přípustného zaplevelení (Klem a Váňová, 1999). Pochopení základních konkurenčních vztahů získává na důležitosti vzhledem ke snaze zajistit více ekologických přístupů v regulaci plevelných populací a snížit závislost na používání herbicidů (Rajcan a Swanton, 2001).

4 Speciální část

V této části práce se zaměřím na konkrétní konkurenční vztahy mezi plevelnými rostlinami a skupinou vybraných plodin, respektive jedním zástupcem z této skupiny. Zvolenou skupinou jsou okopaniny, které představují plodiny s nízkou konkurenční schopností a zástupci plevelů, vyskytujících se v porostech okopanin, kteří jsou řazeni k nejúpornějším. Klasickým představitelem okopanin je cukrová řepa.

4.1 Charakteristické vlastnosti okopanin a jejich pěstování

Okopaniny jsou polní plodiny, které se vyznačují širokořádkovým způsobem pěstování. Plodiny této skupiny jsou charakteristické relativně vysokým výnosem a velkou listovou plochou. Tato skutečnost spolu s morfologickou stavbou rostlin vyžaduje při zakládání porostu okopanin víceméně stejnoměrné zapojení v porostu. Ve srovnání s plevelnými rostlinami v počáteční fázi růstu rostou pomalu, což je vystavuje silnému konkurenčnímu tlaku plevelů a proto je proti nim nutný zásah. V minulosti se ošetření porostu provádělo okopávkou a odtud je také odvozen název „okopaniny“. Hlavní význam okopanin spočívá v jejich schopnosti poskytovat vyšší hospodářské výnosy než jiné plodiny (Černý, 2003). Okopaniny patří mezi zlepšující plodiny, které se využívají jako přerušovači osevních sledů. V dřívějších dobách tvořily zejména v českých zemích vysoký podíl pěstovaných plodin. Mezi přední zástupce okopanin se řadí především různé variety řepy, dále brambory, některé plodiny z čeledi *Brassicaceae* a s ohledem na technologii pěstování můžeme do této skupiny zařadit také kukuřici, či jiné širokořádké plodiny.

V posledních letech pěstování cukrové řepy i dalších okopanin zaznamenalo v České republice i jiných státech Evropské unie významný pokles. V říjnu 2004 Světová obchodní organizace (WTO), na základě stížnosti tří jejích členů, dospěla k názoru, že Evropská unie překračovala při vývozu cukru úroveň přijatých závazků (procentuální podíly produkce,

spotřeby, vývozu a dovozu). A jelikož členové EU správnost tohoto rozhodnutí uznali, bylo v listopadu roku 2005 přijato politické rozhodnutí s cílem snížit produkci cukru, izoglukózy a inulinového sirupu, podléhající kvótám ve Společenství. Z pohledu udržitelnosti pěstování cukrovky v Evropě je tato reforma považována za velmi úspěšnou (Konečný, 2009).

4.2 Charakteristika kulturních plodin rodu *Beta*

Plodiny rodu *Beta*² jsou pravděpodobně odvozeny od řepy přímořské (*B. maritima* L.), která se používala při šlechtění kulturní řepy (Hnilička a Pulkrábek, 2008). Za další výchozí druh se považuje řepa vytrvalá (*Beta perennis* Hal.). Na tyto druhy je však nahlíženo spíše jako na plané prapředky řepy cukrové. Za přímé biologické předky, ze kterých cukrová řepa byla vyšlechtěna, jsou považovány řepa cvikla (*Beta cicla*) a řepa krmná (*Beta crassa*) (Bajčí a kol., 1997).

Ke zkulturnění a pěstování prvních listových forem druhu *Beta* došlo v Mezopotámii v podmínkách závlahového polního hospodářství pravděpodobně v 3. tisíciletí př. n. l. První písemné zprávy o listové řepě pocházejí z Babylónie ze začátku 1. tisíciletí př. n. l. Je pravděpodobné, že se ve starověku po dokončení sběrů listů zužitkovala také bulva, čímž se využívala celá rostlina řepy. (Bajčí a kol., 1997). Draycott (2006) považuje za první přesně datovaný odkaz o řepě zmínku v textu dvou komedií řeckého básníka Aristofana, které se roku 420 př. n. l. hrály v Aténách. Draycott (2006) dále poukazuje na to, že včelí produkce medu ani využívání ostatních rostlin obsahující sladkou šťávu nemohly vystačit pokrytí poptávky po „sladkém“. Proto byla cukrová řepa za těchto okolností zejména v Evropě ceněna velmi vysoko. Cukrová řepa se tak začala pěstovat převážně pro vysoký obsah cukernatých látek obsažených v její bulvě. Cukrovka jako technická plodina se začala využívat asi před dvě stě lety. V tomto období začalo šlechtění a pěstování cukrovky i v Čechách. V 80. letech 19. století došlo na našem území k prvním šlechtitelským počínům cukrové řepy. Nejvíce se o ně zasloužili pánové Zapotil, Wohanka a Proskowetz. (Konečný, 2009).

² *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *altissima* – cukrovka
Beta vulgaris ssp. *vulgaris* var. *rapaceae* – krmná řepa
Beta vulgaris ssp. *vulgaris* var. *vulgaris* – červená řepa
Beta vulgaris ssp. *vulgaris* var. – řepa obecná listová

Rostliny rodu *Beta* náleží do čeledi *Chenopodiaceae* (merlíkovité). Do stejné čeledi spadá několik plevelů³, které neúspěšněji uplatňují své konkurenční schopnosti právě v porostech plodin rodu *Beta*. Plevelné rostliny čeledi *Chenopodiaceae*, ačkoliv jsou velmi rozdílného habitu, bývají pro kulturní plodiny *Beta* silnými konkurenty a to z důvodu prolínání a krytí jednotlivých růstových fází, potažmo konkurenčním bojem v těchto fázích zaměřené na stejné zdroje. Dalšími výrazným důvodem je způsob zapojení a samotné pěstování těchto okopanin. Není od věci zde připomenout, že řepa cukrová je rostlina botanicky dvouletá, avšak kulturou jednoletá. V prvním roce za normálních podmínek vytváří pouze bulvu (kořen) s přízemní listovou růžicí, z níž po přezimování vyrůstá ve druhém vegetačním stádiu lodyha, která nese květenství (Zahradníček a kol., 2009).

Z pěstitelského hlediska patří regulace zaplevelení v cukrovce k nejnáročnějším agrotechnickým zásahům. Důvodem je pomalý růst a velmi nízká konkurenční schopnost porostu, značná citlivost k herbicidům a v neposlední řadě i poměrně vysoké náklady na herbicidní ochranu (Jursík a kol., 2008a). Jursík a kol. (2008b) dále uvádí, že používání herbicidů v porostu cukrové řepy způsobuje pokles výnosu bulev a to i v případech, kdy viditelné znaky poškození nejsou patrné.

Většina autorů uvádí, že optimální teplotou pro vzcházení cukrové řepy je 5 – 6 °C. Termínem výsevu je období od poloviny března přibližně do poloviny dubna. Všechny semenné okopaniny, ke kterým řepa náleží, jsou charakteristické pomalým růstem po vzejití. Následuje fáze, jež je typická intenzivní tvorbou fotosyntetického aparátu, tzn. velmi rychlý růst listů. Po vytvoření více jak 10 pravých listů obvykle dochází ke kontaktu s rostlinami v sousedních řádcích a postupně se vytváří souvislý rostlinný porost. Zároveň se začínají jednotlivé bulvy objevovat nad úroveň půdy. Sběrová zralost nastává koncem měsíce září či v první dekádě října. V druhém roce nastává generativní fáze a produkce semen (Bajčí a kol. 1997).

4.3 Jednotlivé oblasti konkurence

Oblast konkurence v pravém slova smyslu, zahrnuje vždy takové zdroje, které jsou v danou dobu v daném prostředí pro organismy limitující. V následujících kapitolách se budu

³ Např. *Chenopodium album*, *Chenopodium strictum* Roth – merlík tuhý, *Chenopodium hybridum* – merlík zvrhlý

zabývat jednotlivými, pro rostlinný život důležitými zdroji. Rovněž se budu věnovat problematice, proč a jak je o tyto zdroje v konkurenčním boji usilováno.

Mezi základní zdroje, o které rostliny soutěží, jsou obecně řazeny živiny, světlo (kvalita a kvantita) a voda. Pakliže dojde k omezenému přístupu k nějakému z nich, ostatní zdroje již nemohou být efektivně čerpány. V rámci tohoto zjednodušeného dělení je potřeba si připomenout, že z experimentálního hlediska je účelné jednotlivé elementy kompetice separovat a systematicky dělit na více či méně zásadní. Bylo by však mylné předpokládat, že tímto způsobem činí také rostliny (Zimdahl, 1993). Pro účely struktury této práce jsem proto raději zvolila častěji užívané rozdělení podle oblasti čerpání zdrojů, podzemní a nadzemní (Zimdahl, 1993).

4.4 Podzemní konkurence

4.4.1 Vodní zdroje

Voda hraje v rostlinném životě velmi důležitou roli. Mimoto, že je rostlina sama z drtivé části vodou tvořena, podílí se (voda) na mnoha biochemických reakcích, přenáší živiny a hormony po celém rostlinném těle, zajišťuje hydrostatický tlak v rostlině, umožňuje díky evaporaci tepelnou regulaci a je zcela nezbytná pro běh fotosyntézy. Nedostatek vody je proto považován za hlavní z abiotických faktorů, které omezují růst a produktivitu rostlinstva. Procházka a kol. (1998) upozorňuje na složité vztahy mezi množstvím vody v rostlině a v okolním prostředí. Z těchto důvodů nelze zavést jednoduché kritérium, podle kterého lze hodnotit, jak velkému vodnímu stresu je rostlina vystavena. Pro tato měření jsou tak za spolehlivější charakteristiky považovány ty, které vycházející ze stavu vody v rostlině (vodní potenciál buněk či jejich vodní sytostní deficit) než údaje o vodě v prostředí.

Kompetici mezi plevelem a plodinou o vodní zdroj můžeme definovat jako zvýšení vodního stresu plodiny v důsledku přítomnosti plevelné rostliny. Rostliny vystavené nedostatku vody po určitou dobu reagují snížením rychlosti transpirace pomocí zmenšení vodního potenciálu v listech a uzavíráním průduchů. Uzavírání průduchů ovlivňuje rychlost fotosyntézy, která pak může zapříčinit snížení výnosu (Rajcan a Swanton, 2001). Zimdahl (2002) uvádí, že pokud jsou plevele vystaveny nedostatku vody, ovlivňuje tento stav jejich konkurenční schopnosti pouze v případě, kdy jsou nižšího vzrůstu než daná konkurenční plodina. Z hlediska časové posloupnosti, předchází konkurence o vodní zdroje konkurenčnímu boji o světlo. Je to způsobeno mnohem větší rychlostí růstu kořenů

než nadzemní biomasy v raných růstových fázích. Zimdahl (1993) proto konkurenci definuje poměrem relativního objemu kořenů konkurujících si rostlin a objemem jejich společného prostoru. Pokud plevel i plodina budou nuceny získávat vodu ze stejného půdního prostoru, bude záležet na tom, v jaké vzdálenosti se jejich kořenové systémy nacházejí. Rajcan a Swanton (2001) vnímají kompetici o vodní zdroje spíše jako výsledek interakce mezi dvěma dynamickými systémy (systémem tvořeným půdou, rostlinou a atmosférou a systémem tvořeným kulturní plodinou a plevelnou rostlinou), než jako prostému nedostatku vody.

Nejdůležitějšími parametry kompetice o vodní zdroje jsou ty, které ovlivňují intenzitu získávání živin z půdy (hustota rostlin a vzdálenost jednotlivých kořenů i jejich shluků) a dále rychlost založení kořenového systému (zejména relativní růstovou rychlost kořenů) (Dunbabin, 2007). Rychlost a efektivita, s jakou rostlina svými kořeny obsadí půdní prostor společný dalším rostlinám, je tedy velmi důležitá.

V souvislosti se soutěží o vodní zdroje nesmíme opomenout důležitou vlastnost plevelných rostlin, která je již zmíněna v obecné části. Některé z plevelných rostlin mají v rámci svých schopností přežít v nepříznivých podmínkách větší míru tolerance vůči nedostatku vodní vláhly (Rajcan a Swanton, 2001). Plevelné rostliny ve srovnání s kulturními plodinami požadují více vody a jsou také úspěšnější v jejím získávání. Tabulka v příloze č. 2 uvádí přehled základních plodin a plevelů s jejich požadavky na množství vody k zajištění 1 kg sušiny s přihlédnutím k typu fotosyntetického cyklu (Zimdahl, 1993).

4.4.2 Živiny

Zimdahl (1993) uvádí, že úspěšnost rostlin v získávání základních živin vede k rychlejšímu růstu a efektivní konkurenceschopnosti o světlo a vodu. Mezi základní látky rostlinné výživy patří dusík, fosfor a draslík, přičemž dusík bývá považován za nejdůležitější. Dále uvádí (Zimdahl, 1993), že úroveň potřeby dusíku a fosforu je u plevelných rostlin a plodin velmi podobná. Smysl konkurenčního boje o živiny tkví v tom, že plevele vyžadují stejné živiny ve stejnou dobu jako plodiny a že jsou v jejich získávání úspěšnější. V případě cukrové řepy, je odběr dusíku a draslíku velmi intenzivní v prvních dvou třetinách vegetačního období, zatímco odběr fosforu je rovnoměrný prakticky v průběhu celé vegetace (Bajči a kol., 1997). Mezi další významné látky pro výživu plodin lze řadit např. síru, sodík, vápník a hořčík (Draycott, 2006).

Množství živin a jejich případný nedostatek v různých růstových fázích rostliny má veliký vliv na výnos plodiny a jeho kvalitu. V poslední době se zvyšuje pozornost k tomuto tématu, zejména z ekologických a ekonomických důvodů.

Dusík je považován za hlavní limitující prvek v případě konkurenčních vztahů mezi plodinami a plevely. Je to částečně způsobeno jeho nenahraditelností a také jeho složitou dostupností. Ionty dusíku nejsou v půdě vázány příliš silně a proto je (na rozdíl od fosforu a draslíku) značně pohyblivý (Zimdahl, 1993). Bývá proplavován dešťovými srážkami. Při deficitu dusíku obecně dochází ke snížení obsahu chlorofylu a rychlosti fotosyntézy ve starších listech. Tyto listy často vadnou a dříve odumírají. U mladých listů se nápadně mění tvar. Nedostatek dusíku se projevuje světlezeleným zbarvením listů, které později mohou ztmavnout. Listy rostlin podobně šedozeleným zbarvením a tmavými okraji poukazují na nedostatek draslíku či tmavě červenou barvou na nedostatek fosforu (Draycott, 2006).

Jelikož nedostatek dusíku přímo negativně ovlivňuje výnos, je hnojení dusíkem nejdůležitějším opatřením v oblasti výživy při pěstování všech plodin. Je samozřejmě velmi podstatné, zda a jak jsou v porostu přítomny plevelné rostliny. Zimdahl (2002) popisuje závěry pokusů, při nichž v bezplevelném porostu cukrové řepy hnojení dusíkem nijak neovlivnilo růst biomasy, výnos či jeho kvalitu v jakékoli fázi pěstování. K opačnému efektu vedla časná aplikace dusíku zaplevelené cukrovky (výrazně snížení sklizně biomasy cukrovky při zaplevelení hořčicí rolní a střední snížení sklizené biomasy cukrovky při zaplevelení merlíkem bílým). Pokud je cukrovka zaplevelena hořčicí rolní, je vhodnější pozdější aplikace dusíkatého hnojiva. Opačný případ nastává v okamžiku, kdy převažuje zaplevelení merlíkem bílým. Tato zjištění jsou velmi podstatná z důvodu zamezení nevhodné aplikace dusíkatých hnojiv. Taková aplikace může zapříčinit mohutnější vzrůst plevelů a zvýšení jejich konkurenceschopnosti. (Mikulka, 2008).

Rajcan a Swanton (2001) při svých pokusech v porostech kukuřice dospěli k závěru, že je soutěž o živiny mezi kukuřicí a plevely závislá na živině a jejím množství v půdě. V jejich pokusech byl zaznamenán o 47% nižší výnos zaplevelené kukuřice pěstované při nedostatku dusíku, než v případě bezplevelného porostu. Naopak, za vysoké koncentrace dusíku v půdě byl výnos kukuřice za přítomnosti plevelů snížen o pouhých 14 %. Zimdahl (1993) odkazuje na několik studií zabývajících se pšenicí, ječmenem, cukrovkou a řepkou, které ukazují, že ve většině plevelů je obsah minerálních látek vyšší než v pšenici

či ječmeni. V případě cukrovky však byl obsah živin v bulvách a listech velmi vysoký a jen málo plevelů tyto hodnoty převýšilo. Vysvětlení se nabízí ve velikosti bulvy a vysoké koncentraci živin v ní.

V porovnání se studii o vlivu dusíku na konkurenční vztahy mezi rostlinami je toho o vztazích plodin a plevelů ovlivněných přítomností **fosforu** a **draslíku** známo méně. Bylo však zjištěno, že plevelné rostliny jsou, na rozdíl od plodin, citlivější k nedostatku fosforu než draslíku (Rajcan a Swanton, 2001). Soutěž o zdroje fosforu a draslíku nastává pravděpodobně v období zralosti rostlin, kdy již mají plně vyvinutý kořenový systém (Zimdahl, 1993). Zimdahl se dále domnívá, že soutěž o fosfor by byla lépe pozorovatelná v porostech trvalých plodin (např. vojtěšky).

Úspěšnost konkurenčního úsilí rostlin o vodu a živiny je do značné míry utvářena morfologií a fyziologií kořenového systému. Zimdahl (1993) uvádí výčet několika charakteristik společných pro kompetičně úspěšné rostliny, které se vztahují pro podzemní konkurenci:

- a) brzké a rychlé pronikání kořenů do půdy
- b) velká hustota kořenů
- c) vyšší poměr mezi kořeny a stonkem
- d) vysoká sací schopnost kořenů

Problematika zkoumání rostlinné soutěže o minerální látky (totéž platí pro čerpání vody) je do značné míry způsobena nedostatkem informací o kořenovém systému rostlin, který je podle Rajcan a Swantona (2001) klíčem k jejímu pochopení. Je to způsobeno charakterem pokusů, které jsou náročné na vzorkování (vykopávání, omývání, oddělování) a měření po celý životní cyklus pozorované rostliny, obzvláště v jejím kritickém období. Velká naděje je v této oblasti vkládána do metod, které využívají poznatků z více oborů (pedologie, rostlinná fyziologie, modelování a další).

4.5 Nadzemní konkurence - světlo

Světelné záření, na rozdíl od vody nebo živin, nemůže být rostlinami uchováváno pro pozdější potřeby a soutěž o světelný zdroj probíhá zcela nezávisle na boji o živiny a o vodu (Zimdahl, 1993). Z pohledu fotosyntézy je důležitá jak kvantita (množství), tak jeho kvalita (vlnová délka). Z hlediska klíčivosti semen se kvalita světla vyjadřuje jako poměr FR (dlouhovlnné červené záření – vlnová délka 730 nm) k R (červené záření – 660 nm). Tento

poměr se mění v průběhu dne, v závislosti na počasí a na ekologických podmínkách stanoviště. Účinky obou typů záření jsou vzájemně reversibilní a výsledná odezva závisí na typu posledního záření (Procházka a kol., 1998).

Kvalita i kvantita světla jsou pozměňovány v okamžiku, kdy dochází ke konkurenci mezi plevelem a plodinou o světelný zdroj (Rajcan a Swanton, 2001). Zimdahl (1993) soutěž o světlo definuje velmi jednoduše a to jako okamžik, kdy je jeden list zastíněn listem druhým. Rostliny postižené zastíněním trpí snížením intenzity fotosyntézy, chudším vzrůstem, menším kořenovým systémem, potažmo sníženým příjmem vody a živin. V podstatě tak dochází k výrazným morfologickým změnám v architektuře rostliny (tenké listy, zkracování internodií, robustnější stonek, nízký poměr mezi sušinou listů a stonku, vysoký poměr mezi sušinou kořenů a nadzemní hmoty, silná apikální dominance adt.) (Rajcan a Swanton, 2001). Zimdahl (1993) poukazuje na zajímavou skutečnost: produkce semen laskavce ohnutého klesla se snížením osvětlení. Jelikož laskavec patří do skupiny plevelů s největší reprodukční schopností, může mít snížení jeho reprodukční schopnosti v důsledku nedostatku světelného záření do budoucna za následek snížení jeho konkurenční schopnosti.

Je na místě uvést několik růstových charakteristik, které ve výsledku významně ovlivňují úspěšnost rostliny v získávání potřebného světla. Především se jedná o: LAI (leaf area index – index listové pokrývnosti), NAR (net assimilation rate – čistý výkon asimilace) jako přírůstek sušiny na asimilační plochu, RGR (relative growth rate – průměrná růstová rychlost čili relativní přírůstek hmotnosti), RLGR (relative leaf growth rate – relativní přírůstek listové hmoty). Zimdahl (2002) je toho názoru, že morfologické charakteristiky jako výška a RLGR primárně určují konkurenční schopnost rostliny, kdežto fyziologické rysy (např. maximální rychlost fotosyntézy) jsou méně podstatné. Vzájemným porovnáním růstových charakteristik lze odhadnout konkurenční schopnost jednotlivých druhů v daných půdně - klimatických podmínkách. Nejvíce agresivní druhy jsou charakteristické vysokým NAR a nízkým LAR (poměrná olistěnost). Obecně se má za to, že výnosové ztráty způsobené soutěží o světlo, jsou lépe vysvětlované redukcí LAI (dochází tedy ke snížení listové plochy a tudíž i ke snížení konečného množství absorbovaného světla), než snížením fotosyntetické rychlosti zastíněných listů. Zimdahl (1993) však zdůrazňuje, že ačkoliv rostliny s velkým LAI mají konkurenční výhodu, nemusejí být nutně těmi nejuspěšnějšími kompetitory. Záleží také na tom, zda jejich listy mají pro zachytávání světla výhodné postavení (úhel, sklon a uspořádání). Podle Rajcan a Swantona (2001) mají plevele dvě strategie jako reakci na konkurenci o světlo. První spočívá v rozmístění listů

nad kompetitovanou plodinu, druhá posouvá distribuční listovou plochu na stonku směrem na horu.

Existují další zdroje / faktory, o které však rostliny primárně nesoutěží (např. prostor) či o ně z nějakých důvodů soutěžit nelze (např. teplota). I tyto však výrazně ovlivňují podmínky a výsledky konkurence mezi jednotlivými rostlinami (např. doba vzcházení, množství produkovaných semen).

4.6 Faktory ovlivňující kompetici

Konkurenční vztah je soutěž o životně důležité zdroje dvou a více jedinců. Existuje však mnoho vnějších faktorů.

Obecně lze říci, že rostliny, které **společně vzcházejí a společně rostou**, si v zásadě nekonkurují o prostor, ale o to, co daný prostor obsahuje (to však nemusí platit pro kořeny rostlin, které jsou umístěné blízko sebe). Pokud se však rostliny odlišují dobou vzejití, ta z nich, která vzejde jako první (obsadí prostor), má jistou konkurenční výhodu (Zimdahl, 1993). Jursík a kol. (2008b) připomíná, že v agrofytocenózách, především v okopaninách, je kompetice silně ovlivněna obdobím vzejití plevelů a délkou jejich života. Z tohoto pohledu (bionomie) můžeme plevelné druhy rozdělit do sedmi kategorií:

- a) plevelé vzcházející brzy na jaře (teplota klíčení do 5 °C),
- b) na jaře (teplota klíčení 5-10 °C)
- c) pozdě na jaře (teplota klíčení okolo 15 °C),
- d) na podzim i na jaře, které mohou vcházet i během zimy
- e) během celého roku,
- f) na podzim a v zimě (Mikulka a Kneifelová, 2005).

V tomto smyslu spolu s vlivem **hustoty plevelů** bylo učiněno mnoho pokusů s cílem zjistit, o kolik se sníží výnos v porostu plodiny. Zimdahl (1993) poukazuje na to, že v žádné z těchto studií se nepotvrdil předpoklad, že zdvojnásobení hustoty plevelů v porostu sledované plodiny způsobuje dvojnásobné snížení jejího výnosu. Další skutečnost, kterou je potřeba si uvědomit je, že jakkoli je hustota plevelů v porostu plodiny vysoká, výnos plodiny nikdy nebude roven nule. Přesto však platí, že se výnos snižuje se vzrůstající hustotou plevelů (Zimdahl, 2002). Pokud se např. společně vyskytují bytel metlatý, laskavec ohnutý a merlík bílý ve shodném poměru v porostu cukrové řepy v celkových hustotách 3, 6,

12, 18, resp. 24 kusů na řádku dlouhém 30 m, výnos cukrové řepy je snížen o 0, 13, 24, 33 resp. 39 %.

V této souvislosti záleží mimo jiné i na druhovém **složení plevelné populace**, které může velikost výnosu výrazně změnit (ať už pozitivně nebo negativně). Na druhou stranu, i když nízká intenzita zaplevelení nijak výrazně nesníží výnos, může být vyprodukováno obrovské množství semen, které v budoucnu intenzitu zaplevelení zvýší (Zimdahl, 1993). Složení plevelné populace ovlivňuje charakter konkurence, vnitrodruhově nebo mezidruhově. Pokud se např. ježatka kuří noha vyskytovala v počtu 10 a více kusů na 1 metr řádku, způsobila více než 80 % pokles výnosu bulev cukrové řepy. V případě, že se na metru řádku vyskytovala méně než jedna rostlina ježatky, rostliny cukrové řepy vykazovaly pouze interspecifickou (vnitrodruhovou) kompetici (Zimdahl, 2002).

Mezidruhovou konkurenci Zimdahl (2002) dokazuje v přítomnosti ovsa hluchého nebo hořčice rolní. Výnos bulev cukrové řepy byl konkurenčním působením jednoho nebo druhého plevele výrazně snížen. Toto snížení bylo menší, pokud byly tyto dva plevele ve vzájemné konkurenci. Výnos bulev byl snížen déle trvající konkurencí v půdním prostoru, obsah sacharózy však nebyl změněn. Maximální doba, kdy zaplevelení 0,8 hořčice rolní a 1 ovsa hluchého na 1 metr řádku neovlivnilo výnos bulev cukrové řepy, činila přibližně 10 dní po vzejití cukrovky.

Pro cukrovou řepu jsou z tohoto hlediska nejvíce nebezpečné plevele se stejnou nebo velmi podobnou dobou vzcházení. Jedná se především o pozdní jarní plevele (např. laskavec ohnutý, bažanka roční či ježatka kuří noha a další). Tyto plevele klíčí obvykle až při vzcházení vyšších teplotách půdy a proto se mohou uplatnit v těch plodinách, které v době jejich ještě nevytvářejí zapojený porost (Hamouz, 2007). Plodina se tak logicky dostává pod velký konkurenční tlak.

Jursík a kol. (2003) např. zjistili, že na variantě bez plevelů do vývojové fáze 2 – 4 listů cukrovky do poloviny července dominovala cukrovka. Během července však došlo k prudkému nárůstu pokryvnosti, hmotnosti sušiny i listové plochy laskavce ohnutého a ježatky kuří nohy. Tím došlo ke snížení výnosu cukrovky přibližně o 42%. Na variantě udržované bez plevelů do fáze 8 až 10 listů cukrovky, dominovala cukrovka po celou vegetační dobu. Výnos byl v průměru snížen o necelých 5%, což splňuje podmínku definice kritického období. V jednom pokusném roce byl dokonce výnos nepatrně vyšší než na variantě udržované bez plevelů po celé vegetační období. Poslední ošetření cukrovky

proti plevelům se proto obvykle provádí ve fázi 6 – 8 listů cukrovky, tedy asi 1 týden před zapojením porostu (Jursík a kol., 2008a).

Pochopení průběhu vzcházení a konkurenčního působení plevelů může být užitečné při herbicidní regulaci (Jursík a kol., 2008b). Velmi důležitá je determinanta konkurenčních schopností rostliny ve vztahu k **teplotě** v období vzcházení plevelů i plodiny (Zimdahl, 2002). Většina semen klíčí v laboratorních podmínkách při konstantní teplotě. Semena některých druhů však nejsou schopna vyklíčit bez kolísání teplot, které je v přírodě obvyklé (Procházka a kol., 1998). Rostliny mají charakteristickou toleranci vůči teplotnímu rozmezí. Při jeho překročení dochází k teplotnímu stresu. Doba, po kterou působí kritické teploty je velmi důležitá. Např. listy okurky jsou poškozeny při teplotě 10 °C až po týdenní expozici, při 8 °C již za 3 dny a při 3° C již během několika hodin (Procházka a kol., 1998).

Draycott (2006) navíc zdůrazňuje, že kromě teploty, je klíčení též ovlivněno hloubkou, ve které se semena vyskytují a tím samozřejmě způsobem a kvalitou zpracování půdy.

Většina zemědělské půdy obsahuje velkou zásobu plevelných semen, která je nejčastěji v rozmezí od 4100 do 137 000 semen / m² (Draycott, 2006). Počet a složení zásoby semen v půdě je velmi rozdílná. Je úzce spojená s klimatickými podmínkami, mikrobiální aktivitou, způsobem zpracování půdy a metodami regulace plevelů. Intenzita kompetičních vztahů je spjata s produkcí semen plevelných rostlin v porostu, a pokud chceme předpovídat dynamiku plevelných populací v agroekosystémech, musíme znát vliv plodin na produkci semen plevelů (Jursík a kol., 2008b). **Půdní banka** je zásobárna semen plevelů, které mohou za příznivých podmínek vyklíčit, vzejít a konkurovat plodině (Draycott, 2006). Některá semena v příznivých podmínkách vyklíčí ihned. Většina semen však setrvává v půdě po různě dlouhou dobu a vytváří půdní banku semen. Tento jev se nazývá dormance a je jím označován stav klidu, kdy semena oddělená od mateřské rostliny neklíčí ani tehdy, jsou-li vystavena podmínkám vhodným pro klíčení. Banka semen v půdě je důležitá pro jejich šíření v čase a přináší stejné výhody jako šíření semen v prostoru (Mikulka a Kneifelová, 2005). Nevhodnými zásahy člověk mnohdy zbytečně přispívá k rozšiřování semen plevelů. Příkladem může být výskyt plevelné řepy v České republice koncem 80. let, který byl způsoben dovozem kontaminovaného osiva z jihoevropských zemí. Plevelná řepa se tak dostala v roce 1992 na seznam karanténních plevelů (Skalický a spol., 2008). Půdní banka je tvořena semeny mnoha druhů rostlin, přičemž 70 – 90 % jsou semena pouze několika z nich (Draycott, 2006). Např. v Coloradu jsou dominantními druhy (pěstovanými

plodinami jsou kukuřice, fazol a cukrovka) merlík bílý a laskavec ohnutý, které tvoří 86% zásoby všech semen plevelů v půdě. V Nebrasce dominují (76%) stejné druhy. Jursík a kol. (2008b) při svých pokusech zhodnotili, že největší plodící potenciál v cukrovce má laskavec ohnutý, merlík bílý a bažanka roční. Tato schopnost se však u merlíku bílého snižuje s prodlužující se délkou mezi vzejitím cukrovky a vzejitím merlíku. Merlík se tak na tzv. sekundárním (letním) zaplevelení, které vzniká až po ukončení herbicidní regulace a obvykle nemá vliv na výnos cukrovky, prakticky nepodílí (Jursík a kol., 2003).

Na základě pokusných zkoumání mnoha vědců byl vytvořen předpoklad, že prvotní podmínkou úspěchu rostliny je její efektivita při vázání uhlíku. Rostliny byly klasifikovány do dvou skupin, jako efektivní nebo neefektivní, podle následujících faktorů (Zimdahl, 1993):

- a) reakce na intenzitu světla, teplotu a na kyslík,
- b) přítomnost či absence fotorespirace;
- c) způsob asimilace oxidu uhličitého.

Rostliny využívající C_4 cyklu jsou charakteristické vyšší efektivitou fotosyntézy. Tyto rostliny jsou schopné fotosyntetizovat i při vyšší průměrné teplotě nebo přímém slunečním záření a mají např. dvakrát až třikrát větší produkci sušiny na jednotku vody. Většina plevelných rostlin je z tohoto pohledu velmi efektivní (produktivnější) a naopak mnoho plodin tvoří skupinu méně efektivních. Mezi první desítkou nejproblematictějších světových plevelů je osm tzv. C_4 rostlin, ze 76 nejvýznamnějších světových plevelů je jich téměř polovina. V 15 celosvětově nejvíce pěstovaných plodinách se nacházejí pouze tři C_4 rostliny (kukuřice, cukrová třtina a čirok).

Rostlinami s cyklem C_4 jsou mimo jiné významné plevele cukrovky. Jde především o ježatku kuří nohu, druhy laskavce, bytel metlatý, atd. Proti tomuto názoru, že rychlost fixace oxidu uhličitého je hlavní určující faktor konkurenční schopnosti rostlin, se vyskytují i opačná mínění, že přítomnost C_4 cyklu je méně důležitá než ostatní vlastnosti a rysy ovlivňující kompetici (Baskin a Baskin, 1978).

Důležitým faktorem, který ať už přímo nebo nepřímo zvyšuje konkurenční schopnosti plevelů, resp. snižuje konkurenční schopnost plodiny, je zdravotní stav plodiny, přičemž některé plevele se mohou uplatňovat jako hostitelé chorob a škůdců. Snad nejvýznamnějším škůdcem cukrové řepy je háďátko řepné (*Heterodera schachtii*), které se šíří především

nedodržováním osevního postupu. K hostitelským rostlinám cystotvorného háďátka vedle některých kulturních rostlin patří mnoho druhů plevelů jako např. ředkev ohnice, hořčice polní, ptačinec prostřední či různé druhy merlíků (www.agromanual.cz). Významným hostitelem chorob, který působí škodlivě zejména v obilninách, je pýr plazivý. Tento plevel může být hostitelem např. černání pat stébel, hnědé skvrnitosti ječmene, rzi plevové nebo mazlavé sněti pšeničné (Jursík a kol., 2006b).

4.7 Plevelé vyskytující se v porostu cukrové řepy

Složení společenstev plevelů na polích je rozhodujícím způsobem určené půdními podmínkami, klimatem, pěstovanou plodinou a dalšími agrotechnickými opatřeními, která jsou spojená s obděláváním půd (osevní postupy, zpracování půdy, metody regulace zaplevelení, čištění osiva, hnojení, sklizeň atd.) (Tyšer a Nečasová, 2009). Plevelé byly hlavním problémem pěstování cukrové řepy už od 17. století. Již tehdy bylo dobře známo, že cukrové řepě více konkurovaly dříve vzcházející plevelé, které rostly rychleji, naopak méně konkurovaly plevelé, které vzcházely později. Po celém světě se vyskytuje více než 250 druhů plevelů. Přibližně 70% těchto druhů náleží k dvouděložným plevelům a 30% spadá do skupiny trav (Draycott, 2006).

Tyšer a Nečasová (2009) provedli v letech 2006 až 2008 hodnocení zaplevelení porostů cukrové řepy ve 28 vybraných lokalitách České republiky. Toto hodnocení proběhlo v řepařských, kukuřičných a ojediněle bramborářských oblastech. Na sledovaných lokalitách byl používán konvenční způsob hospodaření. Hodnocení bylo uskutečněno pomocí Braun - Blanquetovy stupnice pokryvnosti a početnosti se zápisem vegetačních snímků o ploše 100m². Získáno bylo celkem 28 fytoecnologických snímků porostů cukrovky, které byly pořízeny v období plně rozvinuté vegetace (srpen – říjen). V rámci fytoecnologického výzkumu bylo v porostech cukrovky zaznamenáno celkem 61 plevelných a zaplevelujících taxonů. V jednotlivých snímcích bylo nalezeno 0 až 22 taxonů. Průměrně bylo druhové bohatství jednoho snímku 7,71, což svědčí o silném ochuzení plevelného spektra. K nejčastěji vyskytujícím a nejškodlivějším plevelům cukrovky náleží podle této práce jednoleté pozdní jarní plevelé (merlík bílý, laskavec ohnutý, ježatka kuří noha), vytrvalé plevelé (pcháč oset, svlačec rolní a pýr plazivý) a také kříženci rodu *Beta* (plevelná řepa). Tyšer a Nečasová (2009) se přesto zdráhají konstatovat, že se v určitých plodinách (např. okopaninách) vytvářejí vlastní, kvalitativně specifická společenstva plevelů. V jednotlivých

plodinách totiž nemají společenstva plevelů odlišnou druhovou skladbu, liší se jen kvantitativním zastoupením jednotlivých druhů v nich. Draycott (2006) předpokládá, že 44 plevelných druhů, může v porostu cukrovce činit významnější problémy.

Jursík a kol. (2008b) provedli v letech 2001 – 2003 maloparcelkové pokusy za účelem posouzení uplatnitelnosti plevelů v porostu cukrové řepy v závislosti na čtyřech různě dlouhých bezplevelných obdobích. Závěrem tohoto pokusu bylo konstatování, že pokud byly plevele mechanicky odstraňovány do období fáze 8 – 10 pravých listů cukrovky, byly měřitelné hodnoty (tvorba sušiny a listová pokryvnost) takřka identické s variantou, kdy byly plevele mechanicky odstraňovány po celou vegetaci. Tyto výsledky ukazují, že kritické období cukrové řepy začíná 10 dní po výsevu a končí ve fázi 8 – 10 listů. Pokud je primární zaplevelení (tzn. přibližně do poloviny června) regulováno, zejména letní plevele, které vyžadují vysoké minimální teploty k vyklíčení (laskavec, ježatka a další), mohou vzcházet v početných vlnách. Zaplevelení, které nastává v okamžiku již dobře zapojeného porostu cukrové řepy, nemá obvykle výraznější negativní vliv na výnos bulev cukrovky. Přesto se v nich velmi dobře uplatňuje právě laskavec a bažanka, které produkují velké množství semen.

Závěrem lze tedy říct, že nejvýznamnějšími plevelnými druhy v porostu cukrové řepy na území České republiky jsou merlík obecný, laskavec ohnutý, pýr plazivý a ježatka kuří noha. Dalšími neopomenutelnými druhy jsou pcháč oset, řepa obecná, heřmánkovec nevonný, rozrazil perský, opletka obecná, svlačec rolní (Tyšer a Nečasová, 2009), svízel přítula, zemědým lékařský, bažanka roční, rdesno bleší (Jursík a kol., 2008b). Draycott (2006) mezi světově nejrozšířenější plevele v porostu cukrové řepy uvádí dva zástupce vytrvalých druhů, pýr plazivý a svlačec rolní. Mezi významné jednoleté plevele řadí laskavec ohnutý, merlík bílý, heřmánek pravý, rdesno ptačí, opletka obecná, hořčice rolní, ptačinec žabinec, ježatka kuří noha, lipnice roční a bér zelený.

4.7.1 Nejvýznamnější plevele v porostu cukrové řepy

4.7.1.1 Jednoleté pozdní jarní plevele

Porost cukrové řepy nejvíce sužují pozdní jarní plevele, které jsou nazývány plevele širokořádkých plodin. Jelikož tyto plevele vzcházejí zpravidla při teplotě půdy nad 10 °C, neohrožují již dobře zapojené porosty jarních obilnin, nýbrž zaplevelují porosty, které mají

pomalý počáteční vývoj nebo vzchází později a to jsou převážně okopaniny (Mikulka a Kneifelová, 2005a).

V České republice se vyskytuje více jak 20 druhů rostlin rodu merlík, zejména **merlík bílý** (*Chenopodium album*) a v několika posledních letech se rozšiřující merlík tuhý (*Ch. stricum* Roth), merlík zvrhlý (*Ch. hybridum*) a merlík mnohosemenný (*Ch. polyspermum*) (Kneifelová a Mikulka, 2004). Merlík bílý je druh, který náleží do stejné čeledi jako cukrovka a v jejích porostech často způsobuje velké problémy (Draycott, 2006). Merlík bílý je světlomilná rostlina a proto zapleveluje převážně okopaniny, dále také chmelnice, vinice a sady. Již výše je uvedeno, že se vyznačuje schopností produkovat ohromné množství semen (na jedné rostlině až 100 000 semen, na úrodných půdách dokonce až 500 000 semen), která si dokážou klíčivost v půdě udržet i deset let.

Dalším zástupcem pozdních jarních plevelů je rod laskavec z čeledi *Amaranthaceae*, zejména pak **laskavec ohnutý** (*Amaranthus retroflexus*) a laskavec Powellův (*A. powellii*). Podobně jako merlík se vyskytuje na mnoha typech půd. S oblibou na půdách bohatých na živiny, ale snáší i zasolené půdy, různou půdní reakci a nevadí mu ani exhaláty (Mikulka a Kneifelová, 2005a). V půdě vytváří kulový kořen, za vhodných teplot rychle roste, odebírá ostatním rostlinám vláhu a živiny (Slavíková-Holcová a Mikulka, 2008a). Na jedné rostlině dovede vytvořit až 500 000 semen (Mikulka a Kneifelová, 2005a).

Ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) z čeledi *Poaceae* je označovaná jako 3. nejškodlivější plevel světa (Mikulka a Kneifelová, 2005). Je to nejrozšířenější prosovitá tráva v ČR. Za hlavní příčinu jejího značného rozšíření je považováno zavedení monokulturního pěstování kukuřice (Martinková a Honěk, 1993). Ježatka kuří noha se prosazuje ve všech kukuřičných a řepařských výrobních typech, dnes se vyskytuje i v typech bramborařských. Jedna rostlina může vytvořit až 2000 obilek, které zůstávají několik let v dormantním stavu (Martinková a Honěk, 1993) a mohou vzcházet až z hloubky 12 cm (Mikulka a Kneifelová, 2005).

4.7.1.2 Jednoleté ozimé plevele

Stále vzrůstající plochy obilovin a ozimé řepky mají zásadní vliv na složení plevelných společenstev v agrofytocenózách. V současné době se tak ozimé plevele významně uplatňují i v porostech okopanin a to zejména ty, které vzchází na podzim i na jaře. Velmi významně se proto uplatňují jako plevele okopanin i zelenin, např. **svízel přítula** (*Galium aparine*)

z čeledi *Rubicaceae* (Jursík a kol., 2005a). Jednoleté ozimé plevely se v porostu cukrové řepy podílejí na primárním zaplevelení, především u časných výsevů (březen) (Jursík a kol., 2005b). Jestliže nedojde k účinné regulaci primárního zaplevelení, dokáží se tyto ozimé plevely prosadit a konkurovat plodině i vytrvalým plevelům právě do druhé i třetí vlny zaplevelení jarních plevelů (Jursík a kol., 2005a). Dalšími zástupci této skupiny jsou **zemědým lékařský** (*Fumaria officinalis*) z čeledi *Fumariaceae* a **heřmánek pravý** (*Matricaria recutita*) z čeledi *Asteraceae*.

4.7.1.3 Časné jarní plevely

Tyto plevely vzházejí hromadně časně na jaře při teplotách lehce nad 0 °C. Mnohé druhy však mohou klíčit během celé vegetační doby a zaplevelují též později vysévané plodiny, např. právě okopaniny a zeleniny. Z těchto druhů je pro výskyt v porostu cukrové řepy významnější **hořčice rolní** (polní) (*Sinapis arvensis*), která produkuje obrovské množství semen (1200 až několik tisíc kusů). Tato semena v půdě zůstávají po dlouhou a postupně klíčí (Mikulka a Kneifelová, 2005a).

4.7.1.4 Vytrvalé plevely

Přibližně od 90. let vzrostl význam vytrvalých plevelů na orné půdě. Mezi hlavní příčiny patří především nedostatky ve zpracování půdy a agrotechnice, nedodržování pravidel střídání plodin a pokles používání herbicidů (Mikulka a Kneifelová, 2005b). O **pcháči rolním** (*Cirsium arvense*) z čeledi *Asteraceae* jsme se již zmínili v souvislosti s jeho schopností vypouštět alelopatické látky. Uplatňuje se ve všech plodinách jednoletých, víceletých, ale i v trvalých kulturách. Jelikož pcháč začíná rašit až později na jaře (obvykle společně s ostatními pozdními jarními plevely), velmi dobře se prosazuje v porostu cukrovky. V této době má jeho kořenový systém největší regenerační schopnost, což způsobuje, že i velmi malé fragmenty mohou snadno vytvořit nové rostliny (Jursík a kol., 2006a). Podobně konkurující rostlinou je i další zástupce vytrvalých plevelů škodících v porostu cukrovky: **pýr plazivý** (*Elytrria repens*) z čeledi *Poaceae*. Rozmnožuje se generativně i vegetativně. Vyskytuje se na 75 – 85 % orné půdy a vyhovuje mu minimalizační technologie zpracování půdy (Mikulka a Kneifelová, 2005a). Poměrně silné zaplevelení pýrem je charakteristické pro sukcesní vývoj na polích ležících ladem. Po upuštění od hospodaření se velmi rychle formuje tzv. pýrové stadium, kdy pýr tvoří takřka monokulturní porost, do kterého další druhy jen velmi těžko pronikají (Jursík a kol., 2006b).

4.7.1.5 Plevelná řepa

Jako plevelné řepy jsou označovány z biologického hlediska kříženci mezi kulturními a planými formami rodu *Beta* s různou genetickou skladbou (Zahradníček a kol., 2009). První zprávy o výskytu plevelné řepy pocházejí z Velké Británie, kde byly objeveny jednoleté formy řepy s dormantními semeny. V letech 1978 – 1981 bylo 18 - 21 % polí ve Velké Británii zapleveleno kříženci rodu *Beta*, které se šířily osivem a byly nazvány „plevelná řepa“. Plevelná řepa má původ ve Středozeří a přední Asii, kde se vyskytuje planě rostoucí druh řepa přímořská *Beta vulgaris ssp. maritima* (Hnilička a Pulkrábek, 2008).

Plevelná řepa je v širším slova smyslu každá rostlina, která má sklon k jednoletosti a v prvním roce vyprodukuje životaschopná semena. Plevelná řepa je úporným plevelem a z důvodu velmi blízké genetické příbuznosti s cukrovou řepou je nemožné ji regulovat konvenčními herbicidy. Bylo však zjištěno (Skalický a kol., 2008), že plevelné řepy, které vyrůstají z půdní zásoby, mají své signifikantní znaky, které je odlišují od cukrovky a vyběhlic⁴. I tak má plevelná řepa stejné nároky na vodu, živiny a světlo jako kulturní řepa. Výskyt této jedné plevelné rostliny na 1 m² představuje redukci výnosu z plochy o 12 %. Při výskytu 1 000 vyběhlic na 1 ha, není-li takové zaplevelení potlačeno, je pěstování cukrovky v dalších letech na stejném pozemku neekonomické (Hnilička a Pulkrábek, 2008). S cílem zjistit rozsah konkurenčních schopností, bylo provedeno porovnání fotosyntetické aktivity a respirace tohoto plevele s kulturními odrůdami. Hnilička a Pulkrábek (2008) shrnují, že kulturní i plevelné rostliny řepy dosahovaly nejvyšších hodnot fotosyntézy ve 14 hodin. Rozdíly v intenzitě fotosyntézy byly patrné v dopoledních hodinách, kdy plevelné druhy dosahovaly vyšších hodnot. V odpoledních hodinách již tomu bylo naopak. Co se týče transpirace, plevelné řepy více transpirovaly po celý den. Plevelná řepa je tak pro kulturní řepu těžkým konkurentem v oblasti intenzity fotosyntézy.

4.7.2 Rezistence plevelů vůči herbicidům

V posledních letech je složení plevelových společenstev ovlivňováno jevem zvaným rezistence. Rezistence rostlin je absolutní tolerance k takové dávce herbicidů, která daný druh plevelné rostliny normálně v porostu plodiny potlačuje.

⁴ Vyběhlice je z botanického hlediska ta řepa (i kulturní), která vytvoří v prvním vegetačním roce pouze květonosnou lodyhu bez generativních orgánů (Zahradníček a kol., 2009)

Rostliny přirozeně reagují na dlouhodobé působení vysokých dávek herbicidů. Nejdříve dochází k rychlému ústupu plevelů citlivých na používané herbicidy. Na polích po několikaleté opakované aplikaci těchto herbicidů zůstávají pouze druhy, které jsou k těmto herbicidům tolerantní. Následně se přemnoží a jejich regulace je pak problematická. Další možnou reakcí plevelů na monotónní používání herbicidů je vznik rezistence plevelů vůči těmto herbicidním látkám. Tito jedinci přežívají ošetření herbicidem a jsou schopni se reprodukovat, přičemž během několika let se vyselektuje rezistentní populace (Mikulka a Kneifelová, 2005a).

Vývoj rezistentních populací plevelů je tedy způsoben dlouhodobým používáním jednoho herbicidu, nebo herbicidů se stejným mechanismem účinku. První nálezy rezistentních plevelných rostlin vůči herbicidům byly odezvou na zavedení perzistentních herbicidů ze skupiny triazinů. Tyto herbicidy byly opakovaně používány především v monokulturách kukuřice, jabloňových sadů, ale také na železničních tratích (Mikulka a Kneifelová, 2005a). Tímto způsobem se například v 60. letech rozšířila v monokulturách kukuřice ježatka kuří noha (Slavíková - Holcová a Mikulka, 2009). Hromadně pak k tomuto jevu došlo v 80. letech, kdy byly zjištěny rezistentní populace k PS II inhibitorům u mnoha plevelů (laskavec ohnutý, laskavec zelenoklasý, merlík bílý, lipnice roční a další) (Mikulka a Kneifelová, 2005).

Rezistentní biotypy bývají obecně méně životaschopné než biotypy citlivé. Zpravidla mají nižší klíčivost a vytvářejí menší rostliny (Mikulka a Kneifelová, 2004). Někteří autoři ovšem uvádějí, že kříženci první generace mezi plodinou a jejím blízkým planě rostoucím příbuzným mohou být životaschopní. Proto jsou některé tolerantní plodiny tvořeny tak, že jejich semena nejsou klíčivá (Chodová a Salava, 2005).

V současnosti bylo na celém světě popsáno více než 295 plevelných druhů, u nichž byly zjištěny rezistentní populace (Mikulka a Kneifelová, 2005a). Na území České republiky bylo doposud zjištěno 14 plevelných druhů tvořících rezistentní populace (Slavíková-Holcová a Mikulka, 2008b). Patří mezi ně významné plevele vyskytující se v porostu okopanin, a obzvláště cukrové řepy např. laskavec ohnutý, merlík bílý, ježatka kuří noha nebo bytel metlatý. Merlík bílý je navíc příkladným zástupcem rostlin s tzv. cross – rezistencí. Tzn., že pokud byla u tohoto druhu vyvolána rezistence jedním herbicidem, stává se tato rostlina rezistentní i vůči dalším herbicidním látkám ze stejné chemické skupiny, dokonce v některých případech i vůči herbicidním látkám z jiných chemických skupin se stejným mechanismem účinku (Mikulka a Kneifelová, 2005a).

Ačkoliv se počet těchto nově prokázaných rezistentních plevelných druhů zvyšuje jen málo, počet lokalit s jejich výskytem narůstá. Reálně však u nás nelze vyloučit nárůst výskytu dalších rezistentních druhů, např. výskyt nebo možnou selekci máku vlčího a lociky kompasové, u nichž byla rezistence vůči sulfomočovinám prokázána již v mnoha evropských zemích (Chodová a Salava, 2005). Je tedy patrné, že vznik rezistence ovlivnit nemůžeme, ale můžeme významně zpomalit šíření rezistentních rostlin do okolí a toho je možné dosáhnout především střídáním rozdílných herbicidů po sobě (Mikulka a Kneifelová, 2005b).

Výzkum v oblasti molekulární genetiky a fyziologie rostlin umožnil vnést toleranci herbicidů do jakéhokoliv rostlinného druhu. Toho se od poloviny 90 let min. století začalo využívat k pěstování geneticky modifikovaných plodin, zejména sóji a kukuřice. Mezi pozitiva pěstování plodin s tolerancí vůči herbicidům patří cílený a ekonomický a často také ekologičtější způsob ochrany proti plevelům. Používání herbicidů v těchto plodinách je velmi efektivní, má vysokou selektivitu k plodině. Velkým rizikem však zůstává možný přenos genů rezistence na ostatní plodiny, plevele případně okolní flóru. Toto křížení příbuzných druhů by mohlo vést ke vzniku nových ekotypů, poddruhů a polyploidních typů (Chodová a Salava, 2005).

4.8 Biodiverzita

Vzhledem k tomu, že vlivem regulace plevelů a několika dalších agrotechnických činností, dochází k ochuzování druhové pestrosti agrofytocenóz, považuji za důležité v rámci této práce věnovat alespoň minimální prostor tématu biodiverzity, včetně prospěšnosti plevelných druhů.

S nástupem intenzivního zemědělství v 19. století., které se mohutně rozvíjelo ve druhé polovině 20. století, došlo k výraznému ústupu plevelných druhů a poddruhů. V jednotlivých sledovaných porostech polních plodin byl zaznamenán pokles plevelných druhů z 30 až 35 druhů na 7 až 10 druhů (Holec a kol., 2007). Podle Otýpkové (2006) se tento proces v horských polohách zpomalil obtížnější přístupností terénu pro těžkou techniku, ekonomickou zaostalostí některých oblastí a podstatně delším udržováním starších zemědělských postupů. Z těchto důvodů mohou být plevelná společenstva ve vyšších nadmořských polohách druhově bohatší než v nižších polohách. Zároveň dodává, že změny v plevelových společenstvech nemusí nutně znamenat úplné vymizení plevelové vegetace

nebo přeměnu společenstev na ochuzené typy, které jsou schopny přežívat jen v některých oblastech. Např. v Bílých Karpatech byly na nových lokalitách znovu nalezeny vzácné druhy jako svízel trojrohý, rozrazil matný nebo prorostlík okrouhlostý.

Biodiverzita, coby rozmanitost živých organismů, je důležitou vlastností ekosystémů a jedním z významných kritérií hodnocení jejich stability. Ztrátou každého druhu ze společenstva tedy dojde k vymizení dalších, existenčně na něm závislých druhů. Druhově bohatá plevelná společenstva jsou snadněji regulovatelná než společenstva ochuzená, ve kterých převládou škodlivé, konkurenčně silné druhy (Holec a Soukup, 2006). Význam plevelných rostlin je v poskytování potravy např. hmyzu nebo polní zvěři (hluchavky či huseníček rolní). Mnoho plevelných druhů jsou významnými léčivkami a bylinkami (zemědělský lékařský, heřmánek pravý, šrucha zelená atp.) nebo jsou využívány jako píce pro domácí zvířata (Holec a Soukup, 2006). Jsou také nenahraditelné z hlediska prevence půdní eroze, mohou být využívány jako jakési „lapáky“ pro škodlivý hmyz a choroby nebo jako alternativní zdroj energie a v neposlední řadě plní nepostradatelnou okrasnou funkci (Zimdahl, 1993). Tyto skutečnosti je nutné mít na paměti, neboť cílem rostlinné produkce by mělo být nalezení rovnováhy mezi systémem hospodaření na půdě, regulací plevelů a požadavkem na zachování diverzity rostlinných a živočišných druhů (Salava a Chodová, 2007). Toto je však v současných ekonomických podmínkách velmi těžké.

5 Závěr

V této práci jsem se pokusila pochopit principy a mechanismy fungování a utváření konkurenčních vztahů mezi plevely a kulturní plodinou, konkrétně cukrovou řepou. Rostliny tedy v zásadě konkurují o vodu, živiny a světlo. Jejich předpoklady, zda budou v konkurenci úspěšné či nikoli jsou výrazně ovlivněny stavbou jejich těla a několika dalšími faktory. Plevelné rostliny mají ve srovnání s kulturními plodinami lepší výchozí podmínky, které jsou často podporovány neumělými zásahy člověka v osevním postupu či způsobu kultivace půdy.

Cukrová řepa, jakožto jedna z konkurenčně nejslabších plodin, představuje v tomto ohledu pěstitelskou výzvu. Lze konstatovat, že z hlediska zaplevelení je nejzranitelnější v období do zapojení porostu. Velmi důležité je předcházet zaplevelení především pozdními jarními plevely a zabránění jejich reprodukci.

Obecně vzato, pochopení vztahů mezi plevely a plodinami nám může být velmi užitečné při zefektivňování regulace plevelných společenstev na zemědělské půdě tak, aby byly posíleny zásady udržitelného využívání přírodních zdrojů. Naopak neznalost těchto vztahů vede mnohdy k nevhodnému hospodaření, a proto často dochází ke zbytečným pěstitelským pochybením, které vedou nejen k ekonomickým, ale také k ekologickým ztrátám.

6 Seznam literatury

- BAJČI, P., PAČUTA, V. a ČERNÝ, I.: Cukrová repa. ÚVTIP – NOI. Nitra. 1997, s. 111
- BASKIN, J. M. and BASKIN, C. C.: A discussion of the growth and competitive ability for C3 and C4 plants. *Castanea*. 1978 (43), p. 71 – 76 [cit. 7. Dubna 2010]. Dostupné z <<http://www.jstor.org/pss/4032752>>
- ČERNÝ, I.: Okopaniny. ÚVTIP – NOI. Nitra. 2003, s. 145
- DUNBABIN, V.: Simulating the role of rooting traits in crop – weed competition. *Field Crop Research*. 2007 (104), s. 44 – 51
- DRAYCOTT, A. P.: Sugar beet. 1.edition, Blackwell Publishing Ltd, 2006, United Kingdoms, p. 474
- FUKSA, P., VRZAL, J.: Konkurenční vztahy mezi plevely a kukuřicí. *Úroda*, 2000 (5), s. 30 – 31
- HAMOUZ, P.: Diagnostika plevelů v počátečních fázích růstu – pozdní jarní plevele. *Farmář*. 2007 (5), s. 23 – 26
- HNILIČKA R., PULKRÁBEK J.: Porovnání fotosyntetické aktivity plevelných a kulturních řep. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2008 (12), s. 335 – 337
- HOLEC J., SOUKUP J.: Ekologický význam plevelů. *Farmář*, 12, 2006 (5), s. 20 – 23
- HOLEC J., TYŠER L., SOUKUP J.: Dlouhodobé změny ve výskytu polních plevelů. *Farmář*, 13, 2007 (6), s. 38 – 40
- CHODOVÁ, D., SALAVA, J.: Rezistentní plevele a tolerantní plodiny. *Úroda*, 2005 (6), s. 45 -47
- INTERJIT and KEATING, K. I.: Allelopathy: principles, procedures, processes, and promises for biological control. Academic Press. 1999, p. 231
- JURSÍK, M., SOUKUP, J., VENCLOVÁ V.: Konkurenční schopnost plevelů v porostu cukrovky. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 119, 2003 (9 – 10), s. 230 – 233
- JURSÍK, M., HOLEC, J., HAMOUZ, P.: Svízel přítula (*Galium aparine*). *Listy cukrovarnické a řepařské*. 121, 2005a (2), s. 49 – 50
- JURSÍK, M., HOLEC, J., SOUKUP, J.: Heřmánkovec nevonný a příbuzné druhy. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 121, 2005b (3), s. 89 - 94
- JURSÍK, M., HOLEC, J., BRANT, V.: Pcháč rolní (*Cirsium arvense*). *Listy cukrovarnické a řepařské*. 122, 2006a (12), s. 335 – 339
- JURSÍK, M., HOLEC, J., BRANT, V.: Pýr plazivý (*Elytrigia repens*). *Listy cukrovarnické a řepařské*. 122, 2006b (11), s. 304 – 308

- JURSÍK, M., SOUKUP, J., HOLEC, J.: Regulace plevelů v cukrovce. Listy cukrovarnické a řepářské 124, 2008a (7 – 8), s. 207 - doplnit
- JURSÍK, M., HOLEC, J., SOUKUP, J., VENCLOVÁ, V.: Competitive relationship between sugar beet and weeds in dependence on time of weed control. Plant soil environ. 54, 2008b (3), p. 108 – 116
- KLEM, K., VÁŇOVÁ, M.: Analýza konkurenčních vztahů mezi ozimou pšenicí a jednoletými plevelnými druhy. Rostlinná výroba. 45, 1999 (10), s. 445 – 453
- KOCIÁN, P.: Orobanchaceae. 2003 – 2009. [cit. 15. února 2010]. Dostupné z <<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=72>>
- KONEČNÝ, I.: Cukrová řepa v roce 2009. Listy cukrovarnické a řepářské, 125, 2009 (9 – 10), s. 256 - 259
- KOHOUT, V. a kol.: Herbologie, plevele a jejich regulace. Praha: AF ČZU v Praze, 1996, s. 116
- LOBKOWICZ, M.: Democratizace univerzit a křesťanská kultura. OMNIPRESS. Praha. 1991, s. 48
- MARTINKOVÁ, Z., HONĚK, A.: Ježatka kuří noha – obtížný plevel agrofytocenóz. Rostlinolékař. 1993 (3), s. 23 – 24
- MIKULKA, J.: Vliv výživy rostlin a dalších faktorů na výskyt plevelů. Úroda. 2008 (3)
- MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M.: Biologie a regulace laskavců. Farmář. 2004 (3), s. 37 – 38
- MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M. a kol.: Plevelné rostliny. 2. vydání, Profi Press, s. r. o, 2005a, Praha, s. 148
- MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M.: Vytrvalé dvouděložné plevele. AGRO. 2005b (7), s. 8 – 9
- MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M.: Významné a nově se šířící plevele: pýr plazivý. Úroda, 2006 (2), s. 62 – 63
- OTÝPKOVÁ, Z.: Plevle v minulosti a dnes. Živa, 54, 2006 (4), s. 161 – 163
- OTTŮV SLOVNÍK NAUČNÝ – 18. díl. 1902. Vydavatel a nakladatel J. Otto v Praze, s. 1026
- PROCHÁZKA, S., MACHÁŘKOVÁ, I., KŘEKULE, J., ŠEBÁNEK, J. A KOL.: Fyziologie rostlin. Academia. 1998, s. 484
- RAJCAN I., SWANTON C. J., Understanding maize – weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. Field Crop Research. 2001 (71), p. 139 – 150

- SALAVA, J., CHODOVA, D.:Plevele pomáhají udržovat biodiverzitu v agrosystému. Úroda. 2007 (5), s. 67 - 71
- SKALICKÝ, M., PULKRÁBEK, J., HEJNÁK, V.: Charakteristika plevelné řepy a regulace šíření. Úroda. 2008 (8), s. 33 - 35
- SLAVÍKOVÁ – HOLCOVÁ, L., MIKULKA, J.: Rezistentní plevele v České republice: Laskavec ohnutý – *Amaranthus retroflexus*. Agromanuál. 2008a (6), s. 15
- SLAVÍKOVÁ – HOLCOVÁ, L., MIKULKA, J.: Rezistentní plevele v České republice: Merlík bílý – *Chenopodium album*. Agromanuál, 2008b (8), s. 18
- SLAVÍKOVÁ – HOLCOVÁ, L., MIKULKA, J.: Rezistentní plevele v České republice: Ježatka kuří noha – *Echinochloa crus galli*. Agromanuál, 2009 (9 – 10), s. 22
- TYŠER, L., NEČASOVÁ, M.: Současné spektrum plevelů v porostech cukrovky na vybraných plochách České republiky. Listy cukrovarnické a řepařské, 125, 2009 (4), s. 116 – 119
- ZAHRADNÍČEK J. a kol.: Vyběhlice a plevelná řepa cukrovce škodí. Agromagazín, 2009 (5), s. 18 - 20
- ZIMDAHL, R. L.: Fundamentals of weed science. Academic press. 1993, p. 450
- ZIMDAHL, R. L.: Weed – Crop Competition. Blackwell Publishing, Oxford, 2002, p. 220
- <<http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/hadatko-repne.html>> [2010-04-06]
- [2010-04-06]

7 Samostatné přílohy

7.1 Seznam příloh

Příloha č. 1: Diagram zobrazení rostlinné kompetice

Příloha č. 2: Tabulka č. 1 Požadavky rostlin na vodu k výrobě 1 kg sušiny

Příloha č. 3: Tabulka č. 2 Vybrané plevele agrofytocenóz se schopností alelopatie

1 Příloha č. 1

Diagram: Zobrazení vyskytující se rostlinné kompetice



Zdroj: ZIMDAHL, R. L.: Fundamentals of weed science. 1993, p. 109

2 Příloha č. 2

Tabulka č. 1 Požadavky rostlin na vodu k výrobě 1 kg sušiny

Rostlina	Množství vody [kg]	Typ fotosyntézy
Laskavec ohnutý	290 – 305	C ₄
Bělotrn statný	314	C ₄
Merlík bílý	660	C ₃
Slunečnice roční	744	C ₃
Šrucha zelená	281	C ₄
Brambory, hlíza	2400	C ₃
Brambory, výhonek	329	C ₃
Kukuřice	350	C ₄
Ječmen, zrno	949	C ₃
Ječmen, celá rostlina	523	C ₃
Pšenice	500	C ₃
Vojtěška	830	C ₃
Čirok	623	C ₄

Zdroj: ZIMDAHL, R., L.: Fundamentals of weed science. 1993, p. 152

3 Příloha č. 3

Tabulka č. 2 Vybrané plevele agrofytoocenóz se schopností alelopatie

Plevelný druh (lat.)	Plevelný druh (ob. Název)
<i>Abutilon theophrasti</i>	Mračňák Theofrastův
<i>Agropyron repens</i>	Pýr plazivý
<i>Amaranthus dubius</i>	Laskavec pochybný
<i>Amaranthus palmeri</i>	Laskavec Palmerův
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Laskavec ohnutý
<i>Annentaria microphylla</i>	Kokarda sličná
<i>Avena fatua</i>	Oves hluchý
<i>Brassica nigra</i>	Černohořčice setá
<i>Calluna vulgaris</i>	Vřes obecný
<i>Camelina sativa</i>	Lnička setá
<i>Centaurea malucosa</i>	Chrpa horská
<i>Chenopodium album</i>	Merlík bílý
<i>Cirsium arvense</i>	Pcháč oset
<i>Convolvulus sepium</i>	Opletka plotní
<i>Echinochloa cruss – galli</i>	Ježatka kuří noha
<i>Erica scoparia</i>	Vřesovec metlovitý
<i>Euphorbia esula</i>	Pryšec obecný
<i>Galium aparine</i>	Svízel přítula
<i>Holcus lanatus</i>	Medyněk vlnatý
<i>Kochia scoparia</i>	Bytel metlatý
<i>Lactuca scarolia</i>	Locika kompasová
<i>Lolium multiflorum</i>	Jílek mnohokvětý
<i>Matricaria inodorata</i>	Heřmánkovec nevonný
<i>Oenothera biennis</i>	Pupalka dvouletá
<i>Polygonum aviculare</i>	Rdesno ptačí
<i>Roroppa indica</i>	Rukev obecná
<i>Rumex crispus</i>	Šťovík kadeřavý
<i>Stellaria media</i>	Ptačinec žabinec

Zdroj: INTERJIT and KEATING K. I.: Allelopathy: principles, procedures, processes and promises for biological control . 2001, p. 149 - 151