

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní obor: agroekologie

Katedra rostlinné výroby a agroekologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Význam a metody hodnocení pokryvnosti ve vztahu k zaplevelení
porostů obilnin v podmínkách ekologického zemědělství**

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Autor diplomové práce:
Lukáš Kepl

ČESKÉ BUDĚJOVICE
2010

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Význam a metody hodnocení pokryvnosti ve vztahu k zaplevelení porostů obilnin v podmínkách ekologického zemědělství“ vypracoval samostatně, a veškerá použitá literatura, kterou cituji, je zařazena do seznamu v závěru práce.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 12. 4. 2010

.....
podpis autora

Mé poděkování patří vedoucímu mé diplomové práci Ing. Petru Konvalinovi, Ph.D., za metodické vedení. Dále Ing. Janu Šrámkovi za cenné rady, odborné připomínky a pomoc při realizaci pokusů.

ANOTACE:

Stanovení pokryvnosti rostlin je důležité, jak z hlediska hodnocení stavu a zápoje porostu, tak i z pohledu zaplevelení pěstovaných rostlin. Bakalářská práce pojednává o využitelnosti nových metod stanovení pokryvnosti pomocí výpočetní techniky. V literárním přehledu jsou představeny vlastnosti plevelů, možnosti a metody jejich regulace. V ekologickém zemědělství se klade velký důraz na prevenci, která představuje základní opatření v ochraně rostlin. Regulace hustoty plevelných rostlin je velmi důležitá z hlediska konkurence schopnosti a produktivity rostlin, což samozřejmě ovlivňuje výnos.

Výsledky práce jsou věnovány postupu a praktického provedení metody analýzy obrazu a porovnání této metody s metodou odhadu. Pokusy byly prováděny za podmínek ekologického zemědělství v obilninách respektive v porostech různých druhů jarní pšenice. V porovnání s odhadovou metodou se analýza obrazu jeví jako perspektivní metoda, kterou je možné aplikovat v praxi při určování pokryvnosti.

Klíčová slova: pokryvnost, regulace plevelů, ekologické zemědělství

ANNOTATION:

Determination of the cover of plants is important, both in terms of assessing the situation and crop canopy, and also in terms of weed infestation of cultivated plants. Thesis deals with the usefulness of new methods for the determination of coverage by using computer technology. The literature review presents the characteristics of weeds, options and methods for their control. In organic farming is a big emphasis on prevention, which is a fundamental measure in plant protection. Regulate the density of weed plants is very important in terms of competitive ability and productivity of plants, which obviously affects the yield.

The results of this analysis process and practical implementation methods for image analysis and comparison of this method of estimation method. Experiments were carried out under organic farming conditions in cereals respectively in stands of different types of spring wheat. In comparison with the estimate using the image analysis appears promising method that can be applied in practice in determining cover.

Keywords: cover, weed control, Organic Farming

OBSAH:

ČESKÉ BUDĚJOVICE.....	1
<u>Úvod.....</u>	6
<u>Literární přehled.....</u>	8
	Plevel 8
Vlastnosti plevelů.....	8
Plevel v ekologickém zemědělství.....	9
Možnosti regulace plevelů.....	10
Regulace plevelů před zahájením konverze.....	10
Míra potlačení plevelů.....	11
Úplné odstranění plevelů.....	11
Regulace zaplevelení podle prahu škodlivosti.....	11
Práh škodlivosti vyjádřený početností.....	11
Práh škodlivosti vyjádřený pokryvností.....	12
Práh škodlivosti vztažený k růstové fázi plodiny (kritické období).....	12
Regulace plevelů s ohledem na pozitivní funkce.....	12
Metody regulace zaplevelení.....	13
Nepřímé metody.....	13
Osevní postup.....	13
Zpracování půdy.....	14
Čistota osiva.....	15
Přímé metody.....	16
Mechanické metody.....	16
Vláčení branami.....	16
Plečkování.....	17
Chemické metody.....	17
Termické metody.....	17
Biologické metody.....	18
	Mulčování 19
Pokryvnost a zaplevelení.....	20
	Pokryvnost 20
	Zaplevelení 20
Metody hodnocení pokryvnosti.....	21
<u>Cíl práce.....</u>	22
<u>Metodika.....</u>	23
Pokusný porost obilnin.....	23
Charakteristika lokality.....	23
Postup při používání metody odhadu.....	24
Posuzování pokryvnosti.....	25
<u>Výsledky.....</u>	26
Použití analýzy obrazu.....	26
Srovnání přesnosti metod.....	30
Pšenice jednozrnka.....	30
Pšenice dvouzrnka.....	31
	Pšenice setá 31
Pšenice špalda.....	32
1.1. Vyhodnocení druhových a odrůdových rozdílů.....	33
Pšenice jednozrnka.....	33

Pšenice dvouzrnka	33
	<u>Pšenice setá</u> 33
Pšenice špalda	33
<i>Diskuse</i>	<i>36</i>
<i>Závěr</i>	<i>38</i>
<i>Literatura</i>	<i>39</i>

Úvod

Označení rostlin jako plevelné, získaly současně s počátkem zemědělství. Rostliny, které se nedaly využít k pěstování pro obživu člověka, se staly plevelnými. Tyto rostliny patřily a stále patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele. Jejich škodlivost je od ostatních škodlivých organismů odlišná. Plevelné rostliny, s výjimkou poloparazitických a parazitických druhů, plodiny nepoškozují přímo na rozdíl od chorob a živočišných škůdců, kteří přímo napadají a ničí plodiny. Plevelné rostliny svojí konkurenční schopností zhoršují životní prostředí plodin a tím snižují výnos. Z tohoto důvodu se začaly plevelné rostliny hubit a redukovat na únosnou hranici.

Regulace plevelů byla vždy velmi pracovně i časově náročná. V minulosti bylo odstraňování především ručním, později mechanickým způsobem. S rozvojem techniky a chemie se metody regulace neustále zdokonalovaly. Především používání herbicidů významně ovlivnilo regulaci plevelů. Velkoplošné a opakované používání herbicidů má však celou řadu rizik. Kromě rizik ekologických a jejich vlivu na zdraví zvířat a lidí jsou jejich dlouhodobému působení vystavena plevelová společenstva, která na používání herbicidů bezprostředně reagují.

Na polích po opakované několikaleté aplikaci zůstává pouze několik tolerantních plevelných druhů, které se však rychle přemnoží a silně konkurují plodinám.

Ekologické zemědělství, které vychází ze zásad udržitelného rozvoje, se snaží těmto rizikům vyvarovat. Podle Směrnice FAO/WHO Codex Alimentarius je ekologické zemědělství „holistický systém řízení produkce, jenž podporuje a zlepšuje zdravotní stav agrárního ekosystému, včetně biodiverzity, biologických cyklů a biologické aktivity půdy. Zdůrazňuje používání výrobních způsobů proti používání výstupů z hospodaření a přitom se řídí tím, že regionální podmínky vyžadují systémy přizpůsobené danému místu. Toho dosahuje používáním agronomických, biologických a fyzikálních metod s cílem dosáhnout všech specifických funkcí systému“.

V ekologickém zemědělství představuje regulace plevelu celý komplex opatření, hlavně preventivních, ale i přímých. Z preventivních metod je důležitý vhodně zvolený osevní postup, dostatečné zpracování půdy a také způsob hnojení. Při přímé regulaci plevelů se nejvíce využívá mechanická regulace plevelných rostlin.

S rozvojem jednotlivých metod je snaha vylepšit i metody stanovení pokryvnosti plodin a plevelných rostlin. K tomu se v dnešní době také využívá výpočetní technika. Snaha je zpřesnit a zobjektivnit posuzování porostu člověkem, které může být velmi subjektivní. Tato bakalářská práce se zabývá problematikou hodnocení pokryvnosti ve vztahu k zaplevelení odhadovou metodou, ale hlavně pomocí analýzy obrazu.

Literární přehled

Plevel

„V současné zemědělské praxi se považují za plevele všechny druhy rostlin rostoucí mezi kulturními rostlinami proti vůli pěstitele, snižující množství a jakost sklizených rostlinných produktů“ (Kohout a kol., 1996). Podle definice Evropské společnosti pro výzkum plevelů je plevel rostlina, která překáží cílům a požadavkům člověka (Šarapatka, Urban a kol., 2006). Kott (1947, in Kohout a kol., 1996) rozlišuje „rostliny plevelné“, tj. druhy plané, člověkem nezušlechtěné, rostoucí spolu s kulturními rostlinami a škodící jim (např. pýr, pcháč) a „rostliny zaplevelující“, tj. druhy pěstované, zušlechtěné, jež jsou v porostu jako nežádoucí příměs (např. žito v pšenici). Zaplevelujícími rostlinami jsou na orných půdách stále častěji plodiny jako obilniny, ozimá řepka, slunečnice, ale i plevelná řepa (Kohout, 1999). Ahlgren a kol. (1951) charakterizují plevele „jako rostliny, jejichž nebezpečné vlastnosti převyšují vlastnosti prospěšné, nebo jako rostliny nepředstavující ekonomickou hodnotu“. Plevelé jsou vyhraněným termínem používaným především pro ornou půdu, sady, vinice a chmelnice, kde se dlouhodobě pěstují plodiny v čisté kultuře, kde jiný rostlinný druh není vítán (Kohout, 1999).

Vlastnosti plevelů

Plevelné rostliny mají na zemědělské půdě především negativní roli. Jejich škodlivost spočívá ve snižování výnosů, jelikož konkurují plodinám v odběru živin, vody a světla (Kostelanský, 2004). Oproti kulturním rostlinám lépe využívají půdní prostor a potlačují pěstovanou plodinu. Svou přítomností v porostu komplikují sklizeň a snižují kvalitu rostlinného produktu. Kromě toho jsou hostitelem různých chorob a škůdců a produkují generativní a vegetativní orgány schopné tvořit produktivní rostliny v několika následujících letech. Některé druhy jsou zdrojem alergenů, nebo jsou toxické pro člověka a domácí zvířata (László, 2006).

Plevelé mají, ale i mnoho pozitivních účinků nebo užitečných vlastností. Snižují účinek vodní a větrné eroze. Omezují vysychání a narušení půdní struktury. Slouží jako zdroj potravy pro hmyz, ptáky a savce. Mohou vynášet živiny z větších hloubek do

horních vrstev půdy (Šarapatka, Urban a kol., 2006). Některé druhy jsou vhodné pro výživu lidí, mohou být využité jako léčivé rostliny (např. jitrocel kopinatý, podběl obecný, pomněnka rolní). Plevelé jsou součástí koloběhu živin v půdě a nedílnou součástí ekosystému, kdy spolu s ostatními autotrofními organismy zvyšují biodiverzitu krajiny (László, 2006).

Zvýše uvedených pozitivních i negativních účinků plevelů vyplývá, že plevelé jsou jak škodlivé tak užitečné. Proto se v západní literatuře často vyhýbají termínu plevel a nahrazují ho výrazem „spolurostlina“. U nás se tento výraz zatím nevžil a stále používáme tradiční výraz plevel (Kalinová a kol., 2007).

Plevel v ekologickém zemědělství

Jednotlivé systémy hospodaření mají rozdílný pohled na plevelé. V konvenčním zemědělství se spíše poukazuje na jejich negativní vlastnosti a zdůrazňuje se potřeba čistého bezplevelného porostu a význam chemické ochrany proti nim. V ekologickém zemědělství se na plevelé pohlíží komplexně, to je i z hlediska jejich kladných vlastností a úlohy v agroekosystému (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Čím pestřejší je zaplevelení, zvláště při větším počtu druhů s menší pokryvností, tím více si vzájemně konkurují, méně škodí kulturnímu druhu a tím lepší je možnost jejich regulace (Kalinová a kol., 2007).

Cílem ekologického zemědělství je komplexem různých opatření udržet plevelé jako tzv. doprovodné rostliny v počtu, který nezpůsobuje významné ekonomické ztráty (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Hlavním základem ochrany rostlin v ekologickém zemědělství je pěstování silných a konkurenceschopných rostlin. Tyto plodiny pak mohou být chráněny metodami, které můžeme považovat za bezpečné. V EZ lze používat pouze přírodní látky, postupy nebo přípravky na ochranu rostlin povolené pro ekologické zemědělství v prováděcím právním předpisu (Kalinová a kol., 2007).

Možnosti regulace plevelů

Pohled na postavení a funkci plevelů v agrofytocenózách se neustále vyvíjí a mění, v souvislosti s tím se vyvíjí i koncepty a metody používaných při jejich potlačování. (Mikulka a kol., 2005).

Ze zhodnocení domácích a zahraničních poznatků při regulaci plevelů vyplynulo, že problematiku lze úspěšně řešit pouze s využitím komplexu opatření propracovaném na základě znalostí o biologických vlastnostech a ekologii plevelných druhů.

Komplex opatření proti plevelům zahrnuje diagnózu, prognózu a regulaci. Diagnóza zaplevelení je základním předpokladem řešení problému polních plevelů a zahrnuje určení druhu u všech forem a růstových fází plevelných rostlin. Současně musí být stanovena intenzita výskytu těchto druhů. Stejně důležitá je správná prognóza vývoje a významu zaplevelení. Vychází se ze znalosti biologie a škodlivosti jednotlivých druhů. Využívají se výsledky evidence zaplevelení porostů a půdy. Cílem prognózy je stanovení předpokládané škodlivosti a ekonomické významnosti zjištěného zaplevelení. Na základě těchto poznatků je možné zvolit postup komplexního hubení plevelů (Dvořák, Smutný, 2003).

Regulace plevelů před zahájením konverze

Před zahájením konverze na ekologické zemědělství je nezbytnou součástí projektu zjištění zaplevelení a návrh regulačních opatření. Většinou se zjišťuje aktuální zaplevelení, ale je možné zjistit i zaplevelení potenciální. Hodnocení výskytu plevelů a návrh regulace by měly být každoročně aktualizovány i po ukončení konverze.

Před zahájením konverze systému na EZ musíme zjistit stav zaplevelení. Jen tak můžeme hned první rok zvolit osevní postup a systém agrotechniky tak, aby došlo k eliminaci plevelů (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Předpokladem úspěšné regulace plevelů je znalost jejich biologie, správné rozlišení ve všech fázích růstu, snaha o vyvážený systém hospodaření, souvislé využívání všech metod regulace plevelů, kombinace nepřímých a přímých metod regulace. Mezi nejdůležitější kroky při zjišťování zaplevelení patří identifikace plevelů, jejich pokryvnost v procentech, hustota a životní forma plevele (Kalinová a kol., 2007).

Míra potlačení plevelů

Úplné odstranění plevelů

Snaha o co nejvyšší míru potlačení plevelů byla typická pro pěstitelské systémy s nedostatečně účinnými a flexibilními prostředky ochrany, kde každý ponechaný plevel představoval potenciální nebezpečí při uplatnění v pozdějších fázích vegetace, kdy již neexistují možnosti zásahu proti němu, nebo přinejmenším mohl způsobit navýšení půdní zásoby semen. Z tohoto důvodu byla v minulosti směřována většina zásahů do úplného počátku vegetace (Mikulka a kol., 1999).

Regulace zaplevelení podle prahu škodlivosti

Klíčový význam při rozhodování o zásahu mají termíny – hladina škodlivosti a práh škodlivosti. Hladiny škodlivosti je dosaženo, když zvýšení výnosu vlivem určitého zásahu má stejnou hodnotu jako vynaložené náklady. Prah škodlivosti je taková populační hustota škodlivých organismů, která opravňuje k provedení ochranného zásahu, aby nedošlo k překročení hladiny škodlivosti (Mašek, 2009).

Jinak řečeno práh škodlivosti ukazuje množství plevelů, které může být při daných nákladech na ošetření v porostu tolerováno. Kohout a kol. (1996) ho definují jako hustotu plevele, při níž jsou náklady na regulaci plevelů vráceny v úsporách, které přinesly přes celý pěstební systém.

K odstranění nebo potlačení plevelů se přistupuje pouze v případě, že mohou způsobit hospodářsky významnou újmu, která je vyšší než náklady vynaložené na ochranu. Musí být zohledněny i vyšší náklady na sklizeň a posklizňovou úpravu, jakož i na ochranu v následných plodinách v důsledku navýšení půdní zásoby semen vyprodukovaných tolerovanými plevele (Mikulka a kol., 1999).

Práh škodlivosti vyjádřený početností

S rostoucím počtem plevelných rostlin stoupá lineárně i výnosová ztráta, tedy škodlivost plevelů. Toto neplatí při velmi nízkých nebo velmi vysokých úrovních zaplevelení, kdy nabývá nelineárního průběhu. Rozdíl škodlivosti plevelů se několikanásobně liší podle zastoupených plevelů i podle zaplevelených plodin (Mikulka a kol., 2005). Niemann (1981) například uvádí jako práh škodlivosti v obilovinách pro svízel 0,1 – 0,5 rostlin na m², pro ostatní jednoleté dvouděložné druhy 40 – 50 rostlin na m² a pro celkové zaplevelení pětiprocentní pokryvnost. Häusler et al. (1998) používali při modelování lokálně specifického ošetření v obilninách pro svízel práh 0,2 r. na m²,

pro ostatní jednoděložné druhy 20 r. na m², ostatní dvouděložné druhy 40 r. na m². Uvedené hodnoty prahů škodlivosti jsou většinou stanoveny jako dlouhodobý průměr mnoha opakování. Vliv jednotlivých druhů plevelů na kulturní porost není závislý pouze na početnosti, ale také na vývojové fázi příslušných druhů stejně jako hustotě a vývojové fázi kulturního porostu a dále na půdních a povětrnostních podmínkách, které jsou v závislosti na ročníku a stanovišti velmi variabilní.

Práh škodlivosti vyjádřený pokryvností

Vyšší úroveň zaplevelení plevely s rychlým nárůstem pokryvnosti způsobuje újmu na počátečním růstu a vývoji plodin, což se může projevit např. nižším počtem a slabším vývinem odnoží u obilnin. Pro přesnější vyjádření může být pokryvnost plevelů vztažena ještě k růstové fázi plodiny nebo k pokryvnosti plodiny (Mikulka a kol., 2005).

Práh škodlivosti vztažený k růstové fázi plodiny (kritické období)

Některé plodiny, především širokořádkové, jsou citlivé na zaplevelení pouze v určitém časovém období, které je rozhodující z hlediska formování výnosotvorných prvků. Například u kukuřice je v současnosti považováno za kritické období fáze 4 – 6 listů. Kvalifikované stanovení prahu škodlivosti vyžaduje odborné znalosti, praktické zkušenosti a znalost místních podmínek (Mikulka a kol., 2005).

Regulace plevelů s ohledem na pozitivní funkce

Na rozdíl od předchozího konceptu není hlavním rozhodovacím kritériem škodlivost plevelů, ale využití jejich přínosu, které v agroekosystémech (nebo v jejich bezprostředním okolí) skýtají. Pozitivní funkce plevelů jsou již uvedeny výše. Tyto přínosy nelze v podstatě vyčíslit a mnohdy jsou v přímém rozporu s ekonomickými požadavky. Proto jsou způsoby regulace zaplevelení při zohlednění pozitivních ekologických funkcí plevelů v některých evropských zemích podporovány formou různých dotačních titulů.

Jedná se např. o dotační podporu při ponechání okrajových částí pozemků bez ochrany, aby byl vytvořen plynulý přechod mezi agrofytocenózou a lemovými společenstvy z důvodu jejich ochrany před vedlejšími vlivy regulačních opatření (Mikulka a kol., 2005).

Metody regulace zaplevelení

Plevelle lze regulovat mnoha metodami, Mikulka a kol. (2005) je rozděluje podle charakteru používaných prostředků do následujících skupin:

- **metody nepřímé (preventivní)**
- **metody přímé**
 - mechanické
 - chemické
 - termické
 - biologické

Nepřímé metody

Obecně je prevence nejdůležitější opatření při regulaci plevelů v ekologickém zemědělství. Podle Šarapatky, Urbana a kol. (2006) je nejdůležitější pro regulaci plevelů pečlivá a správná základní agrotechnika.

Velký důraz je kladen na opatření zaměřená na ochranu půdy před zanášením nových rozmnožovacích orgánů plevelů (semena, oddenky), očištění půdy od rozmnožovacích orgánů plevelů, vytvoření příznivých podmínek pro růst kulturních rostlin a pro podporu jejich konkurenceschopnosti vůči plevelům. K preventivním opatřením patří především respektování podmínek stanoviště a nároků plodiny, pestrý a vyvážený osevní postup (pěstování meziplodin a píce), péče o statková hnojiva a harmonické hnojení, volba vhodných odrůd, správné setí, optimální doba a způsob sklizně a posklizňové úpravy i péče o ruderalní a lemová společenstva v blízkosti polí (Konvalina a kol., 2007). Dále je třeba zabránit šíření plevelů kultivátory, sběracími a jinými stroji (Kalinová a kol., 2007).

Osevní postup

Správně sestavené osevní postupy jsou jedním z nejdůležitějších preventivních opatření regulace plevelů (Hron, Vodák, 1959). Plevelle jsou svojí klíčivostí, rytmem růstu a vývoje rozmnožováním a jinými vlastnostmi blízké určitým kulturním plodinám. V ozimých obilovinách často najdeme chundelku metlici, psárku polní nebo svízel přítulu, v jařinách se vyskytuje hořčice polní, ředkev ohnice a nebo oves hluchý, v okopaninách nejčastěji roste lebeda, merlík, pětour a lilek (Neuerburg, Padel, 1994).

Určitý plevelný druh se tedy může konkurenčně uplatnit v jednotlivých plodinách pouze tehdy, je-li jeho životní rytmus sladěn s plodinou (Hron, Kohout, 1986).

Dlouholeté pěstování jakékoliv plodiny nebo skupiny plodin biologicky se málo odlišujících na jednom poli vede ke zvýšení zaplevelení půdy a porostů, zejména takovými druhy plevelů, které se lépe přizpůsobují ke společnému růstu s danými polními plodinami. Střídání plodin je tedy pro utlumení výskytu plevelů v porostech nezbytné. Střídáním pěstovaných plodin se přerušují v osevních postupech podmínky příznivé pro rozvoj jednoletých skupin plevelů a další regulace je značně usnadněna (Stach, 1995).

Dodržování osevního postupu je tak nejlevnějším a velmi účinným nástrojem regulace plevelů (Kalinová a kol., 2007).

Správným střídáním plodin nelze nikdy potlačit všechny plevele najednou, lze se však zaměřit na problematické druhy a omezit je v úrovni škodlivosti.

Zpracování půdy

Celkově soustava zpracování půdy významně působí na zvyšování půdní úrodnosti. Zvláště působí na úpravu fyzikálních vlastností půdy, především její struktury a pórovitosti a tím také ovlivňuje vodní a vzdušný režim. Z pohledu regulace plevelů je hlavním úkolem postupně očišťovat půdu od rozmnožovacích orgánů, ničit vzešlé plevele na půdě a zabránit dalšímu rozšiřování plevelů (Hron, Kohout, 1986).

Podle stavu zaplevelení, druhu a stavu půdy, doby hnojení, druhu a dávky hnojiv je třeba volit typ mechanizace, dobu a hloubku zpracování půdy i počet zásahů a intervalů mezi nimi. Řady kultivačních zásahů je významná a má svůj specifický cíl, například podmítka obrací půdu a zaklápí posklizňové zbytky, semena plevelů a rostlinných patogenů, orbou dále připravíme půdu, aniž bychom narušili fytosanitární účinek podmítky a vláčním připravíme set'ové lůžko (Konvalina a kol., 2007).

Každý plevelný druh má specifické vlastnosti, které mohou představovat ve vztahu ke zpracování půdy konkurenční výhodu, nebo naopak handicap. Jedná se především o schopnost vzcházet z různých hloubek orničního profilu, dlouhověkost diaspor a požadavky na světelný režim během vzcházení. Podle toho pak dochází k ústupu určité skupiny plevelů, ale není vyloučeno i opačné působení, zpracování půdy může rozvoj některých plevelných druhů i podpořit (Mikulka a kol., 2005).

Čistota osiva

Šíření diaspor plevelů prostřednictvím osiva (tzv. speirochorní) představovalo v dřívějších dobách velmi vážný zdroj zaplevelení. Tato cesta semen plevelů do půdy je díky čistící technice a používání uznaného osiva částečně omezena (Hron, Vodák, 1959). Základem je zabránit množení plevelů už při množení osiv. Semenařské porosty je proto nutné udržovat v bezplevelném stavu. Taxativně jsou stanoveny nejvyšší počty rostlin vybraných plevelných druhů v množitelských porostech plodin. Jsou to druhy s velkou škodlivostí, jejichž semena jsou z osiv obtížně odstranitelná. Čištění vypěstovaných osiv je cíleno k dosažení hranice stanovené vyhláškou Mze ČR č. 191/96 Sb. Z technických důvodů a kvůli vlastnostem semen plevelů (velikost, tvar) nelze dosáhnout úplné čistoty osiv. Vyhláška proto povoluje určitý výskyt plevelných semen v osivech. Např. v 1000 g osiva základního rozmnožovacího materiálu obilnin je povolena přítomnost 2 nažek svízele přituly (Dvořák, Smutný 2003).

Prostřednictvím osiva jsou zavlékány také některé invazní druhy, které by se přirozenými způsoby nemohli do nových areálů výskytu rozšířit (plevelné proso, plevelná řepa, mračňák Theophrastův). Příměsi plodin a zplanělých rostlin nejsou z přírodního osiva mnohdy odstranitelné. Příkladem může být kontaminace osiva cukrové řepy plevelnou řepou, která je křížencem cukrové řepy a planě rostoucích forem řepy (Mikulka a kol., 2005).

Význam preventivních metod regulace zaplevelení spočívá v cíleném dlouhodobém udržování společenstev plevelů v požadovaném stavu z hlediska druhového složení a úrovně výskytu, což vytváří lepší výchozí podmínky pro uplatnění a spolehlivost přímých metod ochrany, a tím jejího zjednodušení a zlevnění.

Přímé metody

Přímé metody ochrany jsou představovány zásahy proti existujícímu nebo očekávanému zaplevelení s cílem nežádoucí plevelnou vegetací zcela odstranit nebo omezit její škodlivost na žádoucí, akceptovatelnou úroveň (Mikulka a kol., 2005).

Pokud se v porostech kulturních rostlin vyskytují plevely, mají být potlačovány již od začátku přímými metodami, aby nezískaly převahu (Neuerburg, Padel, 1994).

V produkčních systémech se zákazem chemie jsou možnosti razantnějších regulačních zásahů omezené. Opírají se převážně pouze o způsoby mechanické fyzikální a termické. Zvláštní postavení má mulčování (Zídek a kol., 1992).

Mechanické metody

Mechanické hubení plevelů se ve většině případů uplatňuje v systému zpracování půdy při pěstování jednotlivých plodin, jehož hlavním cílem je úprava orničního profilu a regulace termodynamických podmínek v půdě (Kvěch, Škoda, 1985).

Mechanické zásahy prováděné proti plevelům během vegetace jsou komplikovanější, protože je nutné zohledňovat i požadavky plodiny – aby nebyla plevelohubným zásahem vystavena přílišnému stresu nebo dokonce poškození, a přizpůsobit se také půdním podmínkám. Efektivnost zásahu je silně limitována počasím. Především na těžkých půdách, kde je velmi úzký vlhkostní interval zpracovatelnosti půdy, je požadovaného výsledku velmi těžké dosáhnout. U mechanických zásahů je velmi důležitá včasnost s ohledem na růstové fáze plevelů a způsob seřízení nářadí ve vztahu k půdním podmínkám a plodině (Mikulka a kol., 2005).

Vláčení branami

Vláčení je nejdůležitější přímé opatření k regulaci plevelů. Brány mají nejvyšší plošný výkon ze všech radličkových nářadí a jsou použitelné i na svazích. Podle tvaru pracovních orgánů rozeznáváme hřebové brány, síťové brány, radličkové brány, prutové brány a kloubové brány (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Pro účinnost vláčení je důležitý vhodný termín. Schiffer (1961) například uvádí, že je výhodnější převlačovat obilí před vzejitím a v době od vytvoření třetího a čtvrtého listu ponechat obilí v klidu. Při vhodném termínu je možné spojit agrotechnicky účelné ošetření jarních obilnin (podpoření odnožování) s mechanickým hubením plevelů. Podle Dvořáka (1964) je běžně možné vláčením snížit zaplevelení obilnin o 45 – 65 %.

Vláčením prutovými branami se dobře redukuje drobnosemenné plevely, velkosemenné klíčící plevely z větší hloubky se už redukuje hůře a vytrvalé hlubokokořenicí vůbec. Prutové brány se používají především v obilovinách, pokud se vyskytují na těžkých, jílovitých půdách, samotné vláčení nestačí, proto se podle možnosti zařazuje plečkování (Neuerburg, Padel, 1994).

Plečkování

Plečkování slouží vedle regulace plevelů také ke kypření slehlé půdy. Tradičně jsou plečkovány jen brambory, kukuřice a řepa. Již několik let přecházejí někteří ekozemědělci, pěstující obiloviny na větší rozloze, k plečkování obilí. Předpokladem je rozteč řádků 15-18 cm. Vhodnou úpravou lze většinu pleček připevnit na čelo traktoru nebo na nosič nářadí mezi osami na traktoru. Pořízení nosičů nářadí je drahé, ale má obrovskou výhodu, že k obsluze je nutná pouze jedna osoba a při jedné pracovní jízdě může být provedeno jak plečkování, tak vláčení (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Chemické metody

Kazda a kol. (2003) označují chemické metody jako nejvýznamnější způsob ochrany proti všem skupinám škodlivých organismů.

Chemická regulace (využívaná v konvenčním zemědělství) je jen jedním z článků řetězu regulačních opatření, a je možnost jej nahradit. Vždy je však nutné využít kombinace několika metod (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

V ekologickém zemědělství se chemické metody nepoužívají a proto se o nich nebudu dále zmiňovat.

Termické metody

Při termické regulaci plevelů se využívá skutečnosti, že v důsledku přehřátí dochází v rostlině k nevratným změnám, které způsobí její úhyn. Optimální účinek nářadí závisí na množství a přenosu energie, které způsobuje zvýšení teploty. K nevratnému poškození pletiv postačuje krátkodobé zvýšení teploty asi na 45°C, přičemž není nutné mechanické poškození buněk. V praxi se nejčastěji používají propanové hořáky, jejichž plamenem se nadzemní biomasa plevelů sežehne. Nevýhodou je nebezpečí požáru a vysoká cena použitého plynu (Dvořák, Smutný, 2003).

Účinek na plevely prudce vzrůstá se zmenšující se vzdáleností hořáku od povrchu půdy. Mikulka (2005) uvádí, že při pracovní rychlosti 3,5 km/h a spotřebě plynu 50

kg/ha je při vzdálenosti 20 cm od povrchu půdy účinek přibližně 30%, při 10 cm již 65%. Účinnost je závislá i na pracovní rychlosti. Při malé změně pracovní rychlosti z 1,5 km/h na 3 km/h dochází ke snížení účinnosti na plevely až o 70%.

Ošetření plamenem je vhodné především pro porosty některých druhů zeleniny (např. mrkev, cibule). Frekvence ošetření bývá různá, obvykle podle potřeby před výsevem nebo mezi výsevem a vzejitím rostlin (Zídek a kol., 1992).

Kreeb et al. (1994, in Dvořák, Smutný, 2003) lépe hodnotí používání infrazářičů. Hořícím propanbutanem se zahřívá mříž z manganové ocele na teplotu 800°C, ta pak povrch půdy dlouhovlnným zářením ohřívá na 100°C. Zařízení uplatňující tyto principy se v omezené míře uplatňují při hubení plevelů na komunikacích, zejména železnicích.

Na stejném principu je využití horké vodní páry. Rostliny se zahřívají na teplotu přes 70°C a během 2 – 3 dnů hynou. Lze použít i vařící vody, která proniká do půdy a ničí i podzemní části (Dvořák, Smutný, 2003).

Biologické metody

Biologické metody regulace zaplevelení využívají negativních interakcí mezi rostlinami (i plevelnými) a jejich antagonisty. Na negativních interakcích se mohou podílet jak patogenní mikroorganismy (viry, bakterie, houby), tak i různé skupiny bezobratlých živočichů (hmyz, roztoči, hlísti) (Mikulka a kol., 2005).

Z mikroorganismů způsobující choroby je nejznámější rez vonná, která dokáže na stanovišti zničit nebo silně potlačit pcháč oset. Z fytopatogenních bakterií se s částečným úspěchem ověřovala plevelohubná účinnost *Pseudomonas syringae* proti *Avena fatua* a *Sorgum halapense* a bakterie *Pseudomas solanacearum*.

Určitý význam má použití fytopatogenních mykromycet při potlačování plevelů, kde se využívá přirozených regulačních faktorů růstu a šíření rostlin. Rozhodující je selektivita a efektivnost zásahu. Využití patogenních mikromycet, které je možné kultivovat a které si zachovávají určitou perzistenci v přírodních podmínkách tvoří základ vývoje mykoherbicidů. Nejznámějšími příklady jsou přípravek Collego, jehož funkční podstatou je houba *Colletrotrichum gloeosporoides* f. sp. *Aeschynomene*, používaná proti druhu *Aeschynomene virginica* v USA v porostech rýže a sóji. A dalším používaným mykoherbicidem je přípravek Devine na bázi houby *Phytophthora palmivora*, používaný v citrusových plantážích proti invaznímu plevelnému druhu *Morrenia odorata*. Výhodou patogenních hub je ve většině případů dobrá selektivita a nulová fytotoxicita pro kulturní rostliny (Kohout a kol., 1996).

Je skutečností, že ochrana rostlin pomocí biologických metod (hmyz a mikoherbicity) je pro životní prostředí šetrné a relativně levnější, ale jejich použitelnost je omezena. Nevýhoda spočívá v pomalém účinku, vlivu klimatických faktorů (teplota, srážky apod.), úzkém spektru použití a omezené životnosti výrobků. Proto tato metoda není zcela spolehlivá a navíc stále chybí průmyslové pozadí (Radics, 2006).

Mulčování

Mulčování je pokrývání půd kompostem, rašelinou, slámou i jinými organickými hmotami. Nastýlka se dává co nejdříve a má být 5 – 10 cm vysoká. Při mulčování rašelinou je dostatečná vrstva 3 cm. Mulč brání růstu vzešlých jednoletých plevelů. Pro utlumení vytrvalých druhů není mulčování dostatečné (Dvořák, Smutný, 2003).

Mulčování patří svým principem k biotechnickým fyzikálním metodám. Jako mulčovací materiál lze použít i mulčovací papír a fólie. V zahraničí platí u pěstitelských směrů hospodařících bez chemických ochranných prostředků povinnost konzultovat použití mulčovacích materiálů s odbornými poradci, popř. deklarovat jejich biologickou nezávadnost (Zídek a kol., 1992).

Pokryvnost a zaplevelení

Pokryvnost

Pokryvnost plevelů je prostorový výskyt plevelů v plodině nebo na poli. Vyjadřuje poměr plochy, kterou pokrývají plevele k plošné jednotce povrchy půdy, na níž je hodnocení prováděno (Kůdela, Braunová, 2007).

Zaplevelení

Šarapatka, Urban a kol. (2006) rozdělují zaplevelenost na:

zaplevelenost potenciální

- je množství rozmnožovacích orgánů plevelů nacházejících se v půdě. Je nutné si uvědomit, že zásoba semen může někdy překračovat i naše nejsmělejší představy. Proplavovací metodou zjistil Kohout a kol. na Pokusné stanici v Uhřetěvsi zásobu semen plevelů v ornici v rozmezí 260 až 750 milionů semen na hektar. Rozmnožovací schopnost plevelů je někdy nesmírná, např. penízek rolní může na jedné rostlině vytvořit až 15000 semen, hořčice rolní až 32000, laskavec ohnutý až 500000 semen. Semena plevelů jsou schopna udržet klíčivost i několik desítek a někdy i stovek let (merlík z vykopávek až 1700).

zaplevelenost aktuální

- je dána počtem vzešlých rostlin ve všech fázích růstu a vývoje. Zjišťuje se metodou odhadovou, početní, hmotnostní nebo kombinovanou.

zaplevelenost kritická

- je charakterizována výskytem nebezpečných plevelů ve větším množství (pýr, pcháč, šťovík koňský a další. V takovém případě se doporučuje jejich chemická regulace ještě před zahájením konverze. Ve vlastním EZ je pak již regulace zdlouhavá a nákladná. Dalším řešením je pěstovat na zaplevelené půdě dva roky jetelotrávu nebo směsku a často ji sekat. Tímto opatřením lze za cenu snížení tržní produkce pozemek také odplevelit (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Metody hodnocení pokryvnosti

a) Odhadová metoda

Celková pokryvnost i pokryvnost jednotlivých druhů je stanovena odhadem. Metoda je to sice rychlá, avšak subjektivní.

b) Početní metoda

Tato metoda spočívá v početnosti jednotlivých plevelů na určité ploše (1 m²).

c) Váhová metoda

Základen metody je zvážení nadzemní biomasy plevelných rostlin na jednotce plochy.

d) Kombinovaná metoda

Je to kombinace početní a váhové metody. U plevelných rostlin stanovíme početnost a hmotnost.

Obrovskou nevýhodou současných metod je jejich značná nepřesnost, zachycení pouze malého procenta z celkové plochy, subjektivita vyjádřená osobou hodnotitele a časová náročnost. Je proto snaha orientovat se na metody přesnější s použitím moderní techniky, tj. ty metody, které zahrnou do hodnocení celý pozemek a dokáží analyzovat místní rozdíly v zaplevelení s velkou přesností (0,1 -1 m) ve spojení s geografickými informačními systémy a jsou schopny tyto informace zaznamenat do mapy v souřadnicovém systému.

Jelikož současná praxe nabízí pouze vizuální kontrolu při prohlídce porostu a ruční zakreslení do mapy, bylo by nejjednodušším řešením tuto vizuální detekci míst zaplevelení zanást do souřadnicového systému pomocí malého osobního přijímače GPS signálu (Geographic Position System). Ovšem průzkum polí provedený pochůzkou je velmi pracný a detekce plevelů pomocí strojového vidění je jednou z možných alternativ.

Z těchto uvedených důvodů jsou hledány metody mnohem přesnější, bez možného ovlivnění lidským faktorem. Řešení, které se nabízí v dnešní době využívání počítačové techniky v mnoha oblastech lidského života, je použití analýzy digitalizovaného snímku pozemku nebo rostliny – analýzy obrazu (Axman, 2002).

Cíl práce

Zhodnocení využitelnosti metody analýzy obrazu v porovnání s odhadovou metodou pro hodnocení pokryvnosti obilnin v podmínkách ekologického zemědělství.

Pracovní hypotézy:

- Použití metody analýzy obrazu pro hodnocení pokryvnosti je snadno aplikovatelné v praxi.
- Hodnocení zaplevelení metodou odhadu je méně přesné než použití analýzy obrazu
- Při vyhodnocení pokryvnosti jsou rozdíly mezi různými druhy rodu *Triticum* L.

Metodika

Pokusný porost obilnin

Ve své práci jsem pracoval se čtyřmi druhy rodu pšenice (*Triticum* L.). Byly to:

- **pšenice jednozrnka (*Triticum monococum* L.)**
 - diploidní
 - odrůdy:
 - Schwedisches einkorn - vývoj jarní, stát původu Švédsko
 - J2118- vývoj jarní, stát původu Albánie
- **pšenice dvouzrnka [*Triticum dicoccum* (SCHRANK) SCHUEBL]**
 - tetraploidní
 - odrůdy:
 - Rudico - vývoj jarní, stát původu Česká republika
 - Mestnaja - vývoj jarní, stát původu Gruzie
- **pšenice setá (*Triticum aestivum* L.)**
 - hexaploidní
 - odrůdy:
 - Postoloprtská přesívka - vývoj přechodný, stát původu Československo
 - Jara - vývoj jarní, stát původu Československo
 - SW Kadrlj – vývoj jarní, stát původu Švédsko
- **pšenice špalda (*Triticum spelta* L.)**
 - hexaploidní
 - odrůdy:
 - označení JŠ1 – neznámí původ
 - označení JŠ4 – neznámí původ

Charakteristika lokality

Sledování zaplevelení bylo prováděno na pokusných parcelkách v Českých Budějovicích, které patří do mírně teplého klimatického regionu (MT3). Průměrný roční úhrn srážek činil 69,1 mm, průměr teplot byl 9,7 °C.

Údaje o srážkách a o teplotách byly použity z meteorologické stanice v Českých Budějovicích. V Tab. č. 1 jsou uvedeny denní srážky a průměrné denní teploty a trvání slunečního svitu za rok 2009.

Tabulka 1: Meteorologické ukazatele 2009

Průměrná teplota vzduchu													
měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	průměr
°C	-0,3	-0,2	4,4	12,7	14,3	15,8	19,2	19,2	15,2	8,7	6,9	0,3	9,7
Úhrn srážek													
měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	průměr
mm	10,2	52,1	56	24,3	111	197,8	128,2	93,2	35,4	54,3	25,5	41,5	69,1
Trvání slunečního svitu													
měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	průměr
hod	56	26,5	61,1	261	206,1	163,9	217,1	235	159	74	92,2	38,3	132,5

Zdroj: ČHMU

Tato lokalita se nachází v bramborářské výrobní oblasti s nadmořskou výškou 388 m. n. m. Půdní typ je pseudoglejová kambizem a půdní druh hlinitopísčité. V tabulce č. 2 jsou jednotlivé ukazatele z analýzy půdy za rok 2009.

Tabulka 2: Analýza půdy

Ukazatel	Hodnota
pH (CaCl ₂)	5,91
Fosfor (P) ve 100 gramech sušiny	120 mg/kg
Draslík (K) ve 100 gramech sušiny	65 mg/kg
Hořčík (Mg) ve 100 gramech sušiny	114 mg/kg
Vápník (Ca) ve 100 gramech sušiny	1452 mg/kg
N-NH ₄ ve 100 gramech sušiny	15,7 mg/kg
N-NH ₃ ve 100 gramech sušiny	11,2 mg/kg

Zdroj: laboratoř AGRO-LA, spol. s r.o.

Jednotlivé parcelky měly velikost 1,25 x 5 m (6,25 m²). Jako předplodina byla použita vojtěška. Výsevek byl pro všechny zástupce 350 zrn/m². Parcelky byly ve třech opakování.

Postup při používání metody odhadu

Tuto metodu jsem prováděl společně s Ing. Šrámkem a proběhl dne 5.5.2009. Pokryvnost se stanovuje subjektivním odhadem a to tak, že porovnáme množství nadzemních částí s vodorovným povrchem (půda) a to podle stupnice 0 – 100 % (0 % je půda bez pokryvu, při 100 % není půda vidět přes biomasu rostlin).

Společně se stanovením pokryvnosti odhadovou metodou bylo provedeno i nafocení pokusných parcel. Každá parcelka byla nafocena 3x fotoaparátem Nikon 5600.

Pokryvnost byla dále hodnocena počítačovým programem MultiSpecW32. Ke zjištění statisticky průkazného vlivu sledovaných faktorů byla aplikována analýza rozptylu a následně metody minimální průkazné difference (LSD).

Posuzování pokryvnosti

Při porovnávání výsledků jednotlivých metod pouze pomocí průměrů jednotlivých kontrol, může docházet ke zkreslení čísel vlivem vysoké rozkolísanosti. A proto jsou výsledky doplněny o směrodatnou odchylku jako pomocný výpočet a o variační koeficient.

Směrodatná odchylka (SD) je kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru. Zhruba řečeno vypovídá o tom, jak moc se od sebe navzájem liší typické případy v souboru zkoumaných čísel. Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak. Definuje se jako odmocnina z rozptylu náhodné veličiny X .

Variační koeficient (VK) slouží k posouzení, je-li variabilita malá nebo velká. To zjistíme když porovnáme směrodatnou odchylku s průměrem.

$$v_x = \frac{S_x}{\bar{x}}$$

kde S_x je směrodatná odchylka a $\bar{x}$ je průměr náhodných veličin X (Řezanková a kol. 2000).

Výsledky

Použití analýzy obrazu

Při analýze obrazu jsem používal program MultiSpecW32. Je to volně dostupný program, který lze nalézt na adrese <http://cobweb.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec> a který slouží především k testování algoritmů klasifikace multispektrálního obrazu. Program je neustále vyvíjen v nových verzích, které lze nalézt na uvedené adrese.

V praxi má tento program mnoho využití:

- sledování povrchu Země, jeho změn a využití (land cover/use)
- detekce požárů, monitorování záplav, pohyb ledovců a ledových polí
- pro mapování území a tvorbu podkladů pro geografické informační systémy (GIS)
- zemědělství - kontrola kvality a množství úrody, sledování obsahu vody ve vegetaci a půdě, sledování případné nákazy vegetace, zamoření hmyzem, monitorování škod způsobených přírodními živly (Dobrovolný, 2009).

Celý program je tvořen jedním souborem, který stačí po stažení z internetu rozbalit do příslušné složky. Po poklepání na ikonku programu se otevře hlavní okno, které uvnitř sebe obsahuje okno s názvem Text Output (obrázek 1). Do tohoto okna jsou směřovány veškeré textové výstupy z jednotlivých operací zpracování.

Všechny funkce tohoto programu jsou umístěny pod osmi položkami hlavní nabídky:

File – otvírání a ukládání veškerých datových souborů nejen se snímky, ale i s popisnou statistikou, transformačními rovnicemi, textovými výstupy apod.

Edit – především nástroje pro práci se schránkou

Project – možnosti zakládání nových projektů, práce s projekty již existujícími, přidávání obrazových souborů do projektu

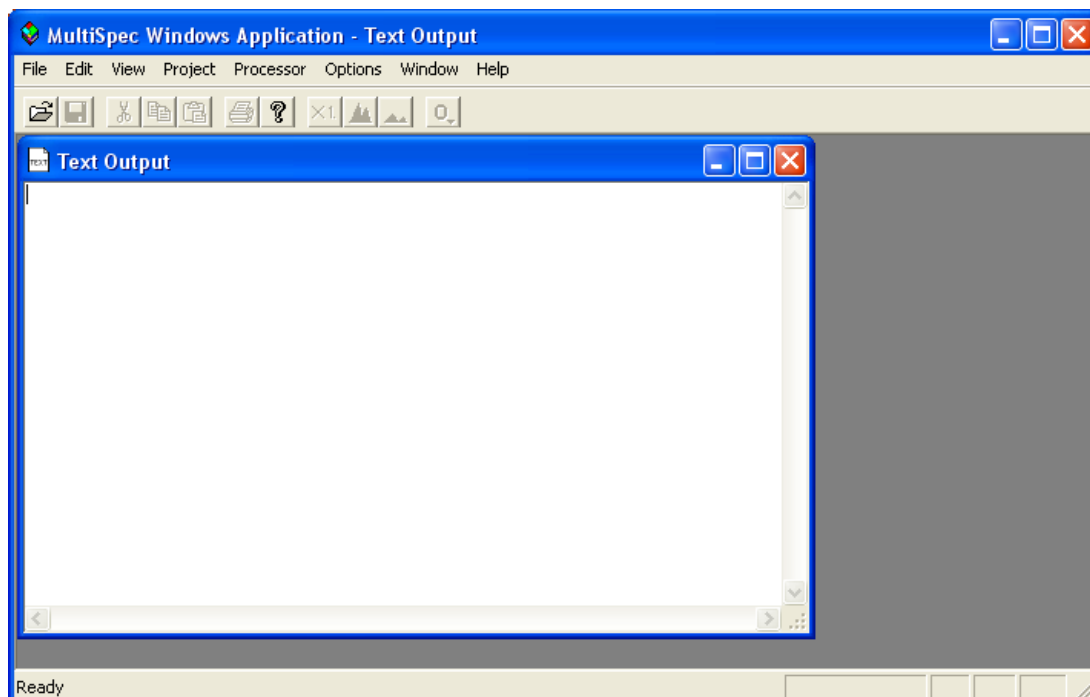
Processor – nejdůležitější položka obsahující analytické nástroje programu, které jsou využívány v následujících cvičeních a které umožňují především provádět řízenou a neřízenou klasifikaci obrazu, transformovat snímek metodou hlavních komponent, měnit parametry zobrazení snímků atd.

Options – operace s paletami barev

Window – základní operace s okny programu

Help – informace o verzi programu

Obrázek 1: Hlavní okno programu MultiSpecW32

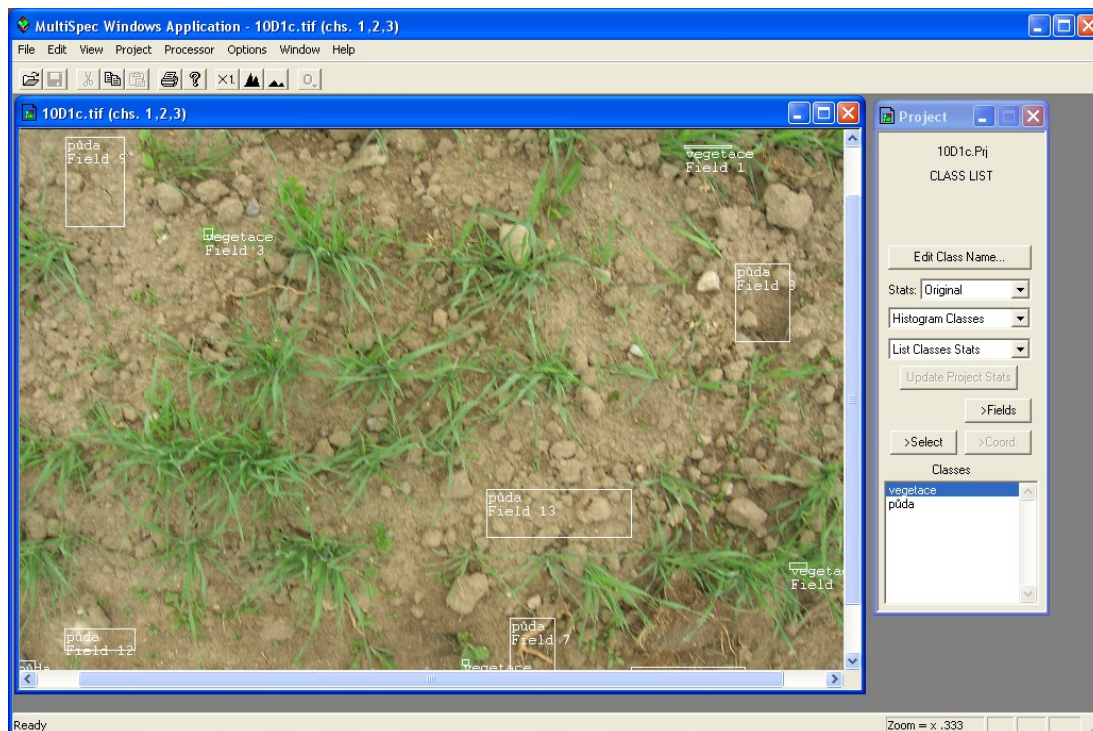


Při klasifikaci se snímek musí nejprve otevřít. Pod nabídkou **File** kliknu na **Open Image** a otevře se okno s adresářem pro výběr snímku. Po potvrzení snímku se objeví okno **Set display Specifications**. Zde můžu nastavit následné zobrazení snímku, ale není nutné ho měnit. Potvrdím a otevře se okno s požadovaným snímkem.

Na tomto snímku musím klasifikovat barevné spektrum pixelů pro vegetaci a pro půdu. V hlavní nabídce kliknu na tlačítko **Procesor** a z nabídky vyberu Statistics. Otevře se okno **Set Project Options**, ve kterém už nic neměním a potvrdím tlačítkem OK. Na pravé straně hlavního okna se otevře okno s názvem **Project**, ve kterém se zaznamenávají data o klasifikačních třídách (půda, vegetace).

Tahem myší označím část snímku zastupující vegetaci (půdu) a v okně **Project** kliknu na tlačítko **Adt To List**. Objeví se okno **Define Class and/or Field Description**. Zde do pole Clas Name napíšu název (vegetace) a zmáčknou OK. Takto označím několik reprezentačních ploch s vegetací (cca 5), ale s tím rozdílem, že v okně **Define Class and/or Field Description** už nepíšu znovu název, ale v poli Class vyberu rovnou pole vegetace. Takto označím i plochy s půdou. Na obrázku 2 jsou zobrazena jednotlivá označení.

Obrázek 2: Okno s označením půdy a vegetace



Dále v nabídce kliknu na **Processor** a tlačítko **Classify**, objeví se okno **Set Classification Specifications**. Pokud chci uložit data, zaškrtnu pole **Disk file** a pole **Image Window Overlay** pro vygenerování snímku a potvrdím OK. Původní snímek (obrázek 3) se vygeneruje do dvoubarevného obrázku (obrázek 4). Jedna barva označuje vegetaci a druhá půdu. Okno se snímek minimalizují a v okně **Text Output** je zaznamenána pokryvnost jednotlivých tříd (vegetace, půda) a další výstupy o snímku.

Nejdůležitější část výstupních informací z programu MultiSpecW32

CLASS DISTRIBUTION FOR SELECTED AREA

Number			
	Class	Samples	Percent
1	vegetace	1 033 862	20.5
2	půda	4 004 986	79.5
	Total	5 038 848	100.0

End maximum likelihood classification

1 CPU seconds for classification. 12-19-2009 15:21:25

A photograph of a soil surface. The soil is a light brown, sandy texture with many small, dark brown clumps and pebbles. Sparse green grass is growing in patches, particularly along the top and bottom edges. In the center, there are several small, low-growing green plants with rounded leaves. A few small, dark brown, circular objects, possibly seeds or small stones, are scattered on the soil surface.

pūda Field 6

pūda Field 7

pūda Field 1

pūda Field 2

vegetace Field 3

pūda Field 4

pūda Field 9

Srovnání přesnosti metod

V následující části přináším srovnání přesnosti hodnocení pokryvnosti různými metodami hodnocení: metodou odhadu a metodou analýzy obrazu. Kromě zhodnocení přesnosti rozdílů, resp. přesnosti jsem dále hodnotil rozdílný stupeň pokryvnosti u pšenice jednozrnky, pšenice dvouzrnky, pšenice seté (jarní a přesívkové formy) a u jarní špaldy.

Pšenice jednozrnka

Prvním hodnoceným druhem byla pšenice jednozrnka (Tabulka 3). Podle nízké variability (VK) mezi metodami bylo přesnější hodnocení u odrůdy J2118. Použitím multispektrální analýzy obrazu vyšel variační koeficient 6,18%, odhadovou metodou byl díky třem shodným odhadům roven nule a proto se jeví odhadová metoda jako přesnější. Hodnocení průměrné pokryvnosti vycházelo s rozdílem 7,3% (odhad = 10%; MultiSpecW32 = 17,3%). Při hodnocení druhé odrůdy Schwedisches einkorn jsem naopak vyhodnotil jako přesnější metodu analýzy obrazu (MultiSpecW32 – VK=15,39%; odhad – VK = 20,2%). Rozdíl v průměrné pokryvnosti mezi metodami u této odrůdy vyšel 6%.

Tabulka 3: Pokryvnost pšenice jednozrnky

ODRŮDA	PLOCHA	ODHAD (%)	MultiSpecW32 (%)	ROZDÍL (%)
Schwedisches einkorn	kontrola 1	10	18,5	8,5
	kontrola 2	15	14	1
	kontrola 3	10	20,5	10,5
	průměr	11,67	17,67	6,00
	SD	2,3570226	2,718251	
	VK %	20,20	15,39	
J2118	kontrola 1	10	16,1	6,1
	kontrola 2	10	17,1	7,1
	kontrola 3	10	18,7	8,7
	průměr	10,00	17,30	7,30
	SD	0	1,070825	
	VK %	0,00	6,18	

Pšenice dvouzrnka

Dále jsem hodnotil odrůdy pšenice dvouzrnky (Tabulka 4). U odrůdy Rudico byla přesnější metoda multispektrální analýzy (MultiSpecW32 - VK = 5,86%; odhad - VK = 12,86%). Pro odrůdu Mestnaja vychází s minimálním rozdílem přesněji metoda odhadová s variabilitou VK = 20,41% oproti odhadu VK = 22,80%. U obou odrůd byly malé rozdíly v průměrné pokryvnosti jednotlivých metod (Rudico - 3,57%; Mestnaja - 2,7%).

Tabulka 4: Pokryvnost pšenice dvouzrnky

ODRŮDA	PLOCHA	ODHAD (%)	MultiSpecW32 (%)	ROZDÍL (%)
Rudico	kontrola 1	20	21,2	1,2
	kontrola 2	20	23,7	3,7
	kontrola 3	15	20,8	5,8
	průměr	18,33	21,90	3,57
	SD	2,3570226	1,283225	
	VK %	12,86	5,86	
Mestnaja	kontrola 1	15	23,5	8,5
	kontrola 2	25	16	9
	kontrola 3	20	28,6	8,6
	průměr	20,00	22,70	2,70
	SD	4,0824829	5,17494	
	VK %	20,41	22,80	

Pšenice setá

Jediným druhem, u kterého jsem hodnotil tři odrůdy, byla pšenice setá (Tabulka 5). Podle rozdílů mezi metodami vyšla přesněji odrůda SW Kadrilj. U této odrůdy byla vyšší přesnost při použití analýzy obrazu (VK = 8,26%) oproti odhadové metodě (VK = 25,71%). Průměrná pokryvnost obou metod byla velmi podobná (rozdíl 0,03%). Metoda analýzy obrazu se ukázala přesnější i u druhé odrůdy Jara (VK = 9,42%). Odhadová metoda se v tomto případě jeví jako velmi nepřesná (VK = 35,36%). V průměrné pokryvnosti se však obě metody znovu shodovaly s rozdílem 0,03%. Třetí odrůdou byla Postoloprtská přesívka. Zde jsem naopak vyhodnotil jako přesnější odhadovou metodu (odhad – VK = 17,68%; MultiSpecW32 - VK = 21,63%). Rozdíl průměrné pokryvnosti mezi jednotlivými metodami byl poměrně vysoký 8,63%.

Tabulka 5: Pokryvnost pšenice seté

ODRŮDA	PLOCHA	ODHAD (%)	MultiSpecW32 (%)	ROZDÍL (%)
Postoloprtská přesívka	kontrola 1	10	23	13
	kontrola 2	15	15,7	0,7
	kontrola 3	15	27,2	12,2
	průměr	13,33	21,97	8,63
	SD	2,3570226	4,751374	
	VK %	17,68	21,63	
Jara	kontrola 1	15	17,6	2,6
	kontrola 2	15	20,1	5,7
	kontrola 3	30	22,2	7,8
	průměr	20,00	19,97	0,03
	SD	7,07106781	1,880307	
	VK %	35,36	9,42	
SW Kadrilj	kontrola 1	15	17,5	2,5
	kontrola 2	25	17,1	7,9
	kontrola 3	15	20,5	5,5
	průměr	18,33	18,37	0,03
	SD	4,71404521	1,517308	
	VK %	25,71	8,26	

Pšenice špalda

Posledním hodnoceným druhem byla pšenice špalda (Tabulka 6). V tomto případě vycházelo hodnocení přesněji (nižší rozdíly mezi metodami) u odrůdy JŠ4. Při použití multispektrální analýzy jsem zaznamenal vyšší přesnost (VK = 7,54%). U odrůdy JŠ1 tomu bylo naopak (odhad – VK = 26,73%; MultiSpecW32 – VK = 32,42%). Průměrný procentický rozdíl metod v pokryvnosti činil 4,33% oproti 2,33% u odrůdy JŠ4.

Tabulka 6: Pokryvnost pšenice špaldy

ODRŮDA	PLOCHA	ODHAD (%)	MultiSpecW32 (%)	ROZDÍL (%)
JŠ1	kontrola 1	30	15,4	14,6
	kontrola 2	25	31	6
	kontrola 3	15	36,6	21,6
	průměr	23,33	27,66	4,33
	SD	6,236096	8,970074	
	VK %	26,73	32,42	
JŠ4	kontrola 1	35	27,5	7,5
	kontrola 2	20	19,3	0,7
	kontrola 3	30	31,2	1,2
	průměr	28,33	26	2,33
	SD	6,236096	4,972592	
	VK %	22,01	7,54	

1.1. Vyhodnocení druhových a odrůdových rozdílů

Pšenice jednozrnka

U tohoto druhu pšenice se celková pokryvnost (kulturní rostlina + plevel) pohybovala od 10 % (J2118, Schwedisches einkorn – odhad) do 20,5 % (Schwedisches einkorn – MultiSpecW32). V rámci opakování byla zaznamenána určitá rozkolísanost u všech opakování, jak je vidět v tabulce 3. U metody odhadu se pohybovala v rozmezí 10 % (Schwedisches einkorn – kontrola 1,3) až 15 % (Schwedisches einkorn – kontrola 2). Při použití metody analýzy obrazu je variabilita od 14 % (Schwedisches einkorn – kontrola 2) do 20,5 % (Schwedisches einkorn – kontrola 3).

Pšenice dvouzrnka

Celková pokryvnost dvouzrnky se pohybovala v rozmezí od 15 % (Rudico, Mestnaja – odhad) do 28,6 % (Mestnaja - MultiSpecW32) (Tabulka 4). Variabilita při použití odhadové metody byla od 15 % (Rudico - kontrola 3) do 25 % (Mestnaja – kontrola 2). Při hodnocení pokryvnosti programem MultiSpecW32 vyšly hodnoty od 16 % (Mestnaja – kontrola 2) do 28,6 % (Mestnaja – kontrola 3).

Pšenice setá

Jak můžeme vidět v tabulce 5, je tato pšenice reprezentována třemi odrůdami. Rozptyl celkové pokryvnosti je od 10 % (Postoloprtská přesívka – odhad) do 27,2 % (Postoloprtská přesívka – MultiSpecW32). Při odhadování byla hodnota mezi 10 % (Postoloprtská přesívka – kontrola 1) a 30 % (Jara - kontrola 3). Metodou analýzy obrazu jsem vyhodnotil pokryvnost od 15,7 % (Postoloprtská přesívka – kontrola 2) do 27,2 % (Postoloprtská přesívka – kontrola 3).

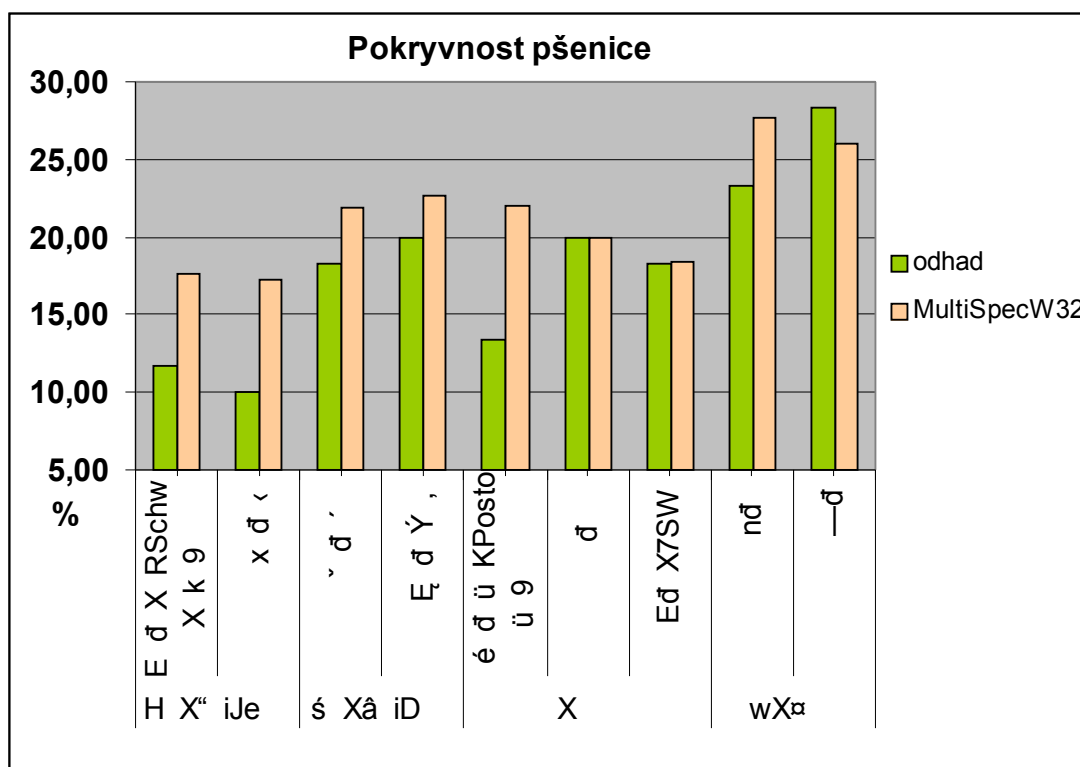
Pšenice špalda

Celková pokryvnost plodin s plevelnými rostlinami byla v rozmezí od 15 % (JŠ1 – odhad) do 36,6 % (JŠ1 – MultiSpecW32) (Tabulka 6). U metody odhadu se pokryvnost pohybovala od 15 % (JŠ1 – kontrola 3) do 35 % (JŠ4 – kontrola 1). Při hodnocení metodou spektrální analýzy obrazu byly hodnoty v rozmezí 15,4 % (JŠ1 – kontrola 1) až 36,6 % (JŠ1 – kontrola 3).

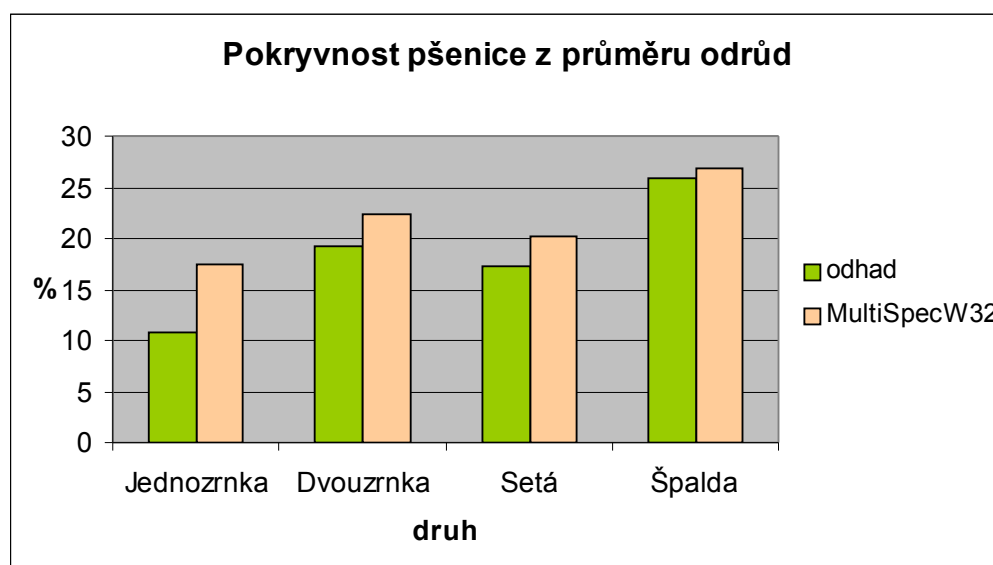
Na následujícím grafu 1 je vidět souhrn srovnání přesnosti hodnocení pokrývnosti metodou odhadu a metodou analýzy obrazu. Z grafu je také patrný rozdílný stupeň pokrývnosti u pšenice jednozrnky, pšenice dvouzrnky, pšenice seté a pšenice špaldy. Celkovou nejnižší pokrývnost jsem stanovil u pšenice jednozrnky (odrůda J2118 10%) a naopak nejvyšší pokrývnost měla pšenice špalda (odrůda JŠ4 28,33%).

Při porovnání pokrývnosti mezi jednotlivými druhy pšenice (graf 2) vidíme, že všechny ostatní převyšuje pšenice špalda. Naopak nejméně pokrývá půdu porost pšenice jednozrnky. Mezi těmito extrémny je pšenice dvouzrnka a pšenice setá. Tyto dva druhy měly podobnou pokrývnost.

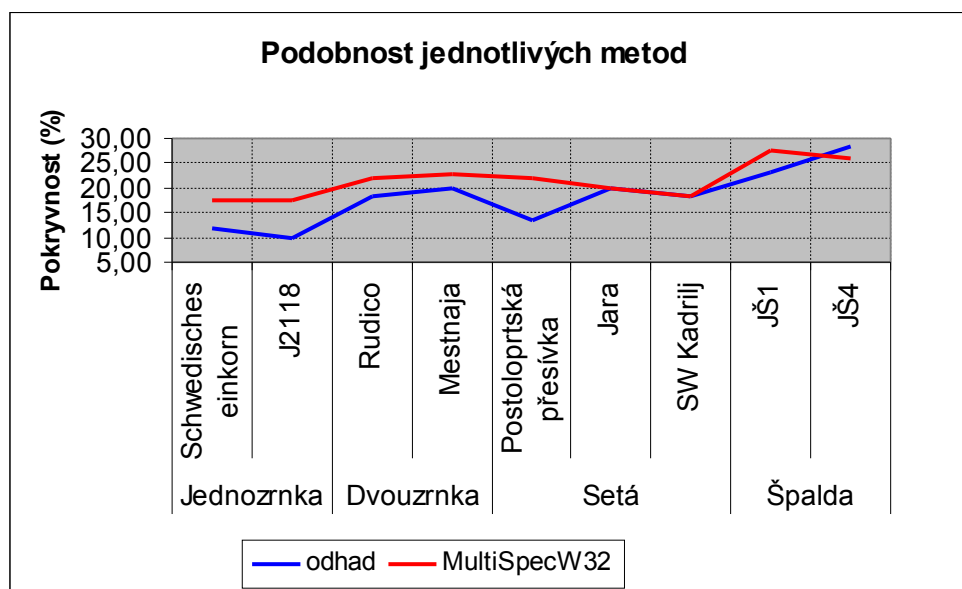
Graf 1: Pokrývnost jednotlivých druhů a odrůd pšenice



Graf 2: Pokryvnost druhů pšenice



graf 3: Podobnost metod



V grafu 3 je dobře vidět u jakých odrůd se metody odhadu a metoda analýzy obrazu shodovaly (Jara, SW Kadrlj) a kde byly nejodlišnější (Postoloprtská přesívka).

Diskuse

Na základě mého hodnocení se zdá, že výsledky analýzy obrazu a odhadu vyšly v rámci druhů i odrůd více či méně obdobně. Větší rozdíly jsem zaznamenal v rámci kontrolních variant. Tyto výkyvy mohou být způsobeny více faktory.

Z pohledu analýzy obrazu může být prvním faktorem nepřesnost při fotografování jednotlivých parcel. Je možné, že na některých snímcích je zobrazena větší část okraje parcelky, která snižuje celkovou pokryvnost rostlin. S tím souvisí i orientace fotografií. Delší hrana snímku by měla být rovnoběžná a kratší kolmá na řádky vysévaných odrůd pšenice. Menší nepřesnosti mohly vzniknout i při hodnocení v programu MultiSpecW32 z pohledu klasifikace jednotlivých pixelů (Axman, 2002). Pokud se například na rostlinách vyskytovaly určité vady (tmavá, hnědá místa), program je mohl vyhodnotit jako půdu, čímž by se snížila pokryvnost rostlin. Tyto nepřesnosti mohou být vysvětlením rozkolísanosti pokryvnosti u některých pokusů.

Z mimotechnických faktorů je na prvním místě množství biomasy rostlin. Z tohoto hlediska jde hlavně o mezerovitý porost. Domnívám se, že volné části bez vegetace zapříčinily největší rozkolísanost ve výsledcích. Mezery v porostu jsou způsobeny mnoha faktory, hlavně chybami v agrotechnice, což potvrzuje i Petr a Húska (1997), kteří uvádějí, že mezerovitý porost může vznikat ucpáváním výsevného ústrojí při používání nesprávně upraveného osiva. S tím souvisí i choroby semen, které snižují klíčivost a také způsobují mezerovité vzcházení, jak udává Prokinová (2010). Semena mohou sloužit i jako potrava pro živočichy. Kazda a kol. (2003) se z obilných škůdců zmiňuje např. o muchnici zahradní, jejíž polyfágní larvy vyhledávají nabobtnalá zrna nebo ukusují mladé rostliny pod povrchem půdy. V Českých Budějovicích výrazně poškozuje také kolonie havranů. Tyto skutečnosti samozřejmě narušují zápoj a způsobují volná místa v porostu. Tento stav je nežádoucí z hlediska konkurence schopnosti a produktivity porostu. Petr a Húska (1997) dodávají, že porosty s nerovnoměrným zápojem mají nerovnoměrný vývoj, hůře odolávají poléhání i šíření chorob, což se samozřejmě negativně projeví na výši výnosu i kvalitě zrna.

V mezerovitých a špatně zapojených porostech obilnin se lépe daří také plevelným rostlinám. Mikulka (2005) uvádí, že se v těchto nezapojených porostech daří rostlinám

jako je ježatka kuří noha, laskavec ohnutý, kokoška pastuší tobolka, heřmánek pravý nebo pelyněk černobýl.

Při pohledu na výsledky je také dobře vidět, jak se liší pokryvnost v rámci jednotlivých druhů pšenice.

V pokusných podmínkách na stanovišti v Českých Budějovicích měla nejvyšší pokryvnost pšenice špalda. Je to způsobeno jejími nízkými nároky na prostředí, to potvrzují také Petr, Húska a kol. (1997), kteří zdůrazňují možnost pěstování i v horších půdních a povětrnostních podmínkách. O nenáročnosti druhu se dočteme také u dalších autorů. Konvalina a kol. (2008), pozitivně hodnotí vyšší vzrůst a z toho vyplývající lepší konkurenční schopnost vůči plevelům. Pozitivně se uplatňuje také vyšší schopnost kořenové soustavy přijímat živiny i z méně přístupných forem. Domnívám se, že pro pěstování pšenice špaldy jsou v ekologické zemědělství ideální podmínky. Autoři Moudrý a Jůza (1998) dále doplňují, že díky vysoké nutriční hodnotě špaldového zrna je v hodná také pro výrobu biopotravin.

Nižší pokryvnost než špalda měla pšenice dvouzrnka. To by mohlo být způsobeno nenáročností na půdu i předplodinu, o čemž se zmiňují Konvalina a kol. (2008) a dodávají, že dobře roste na suchých i podzolových půdách a díky hlubšímu kořenovému systému zvyšuje odolnost dvouzrnky k suchu.

Podobnou, i když o něco menší pokryvnost, jsem vyhodnotil u pšenice seté. Nižší pokryvnost zdůvodňuji pomalým jarním vývojem a velmi slabě rozvinutým kořenovým systémem, jak uvádějí Konvalina a kol. (2008). Pšenice setá je nejvíce pěstovaným druhem ve světě i u nás. Druh má vysoké nároky na podmínky, hlavně na úrodnost půdy a průběh počasí (Petr, Húska a kol., 1997).

Naopak nejmenší pokryvnost jsem vyhodnotil u pšenice jednozrnky. To připisuji její celkové drobnosti a malé prošlechtěnosti, jak uvádějí Konvalina a kol. (2008). Pomalý je také růst po vzejití a proto může být jednozrnka přerůstána plevely.

Závěr

Důležitost kvalitního určení pokryvnosti a zaplevelení je potřeba před započítím každého pěstitelského opatření a to především pro volbu správného zásahu a jeho termínu.

Při zhodnocení využitelnosti metody analýzy obrazu je zřejmé, že tato metoda v praxi využitelná je a také je možné ji použít pro hodnocení pokryvnosti ve vztahu k zaplevelení obilnin v podmínkách ekologického zemědělství.

Z dosažených výsledků popsaných metod jasně vyplívá, že se od sebe v některých případech odlišují více (Postoloprtská přesívka rozdíl 8,63%) a na některých pokusech došlo téměř ke shodě v pokryvnosti určené různými metodami (Jara; SW Kadrilj rozdíl 0,03%).

Při používání metody odhadu je třeba určité zkušenosti, ale i tak mohou být hodnocení nepřesná, protože se jedná o subjektivní pohled, který se liší podle hodnotitele. Na druhou stranu je tato metoda velmi rychlá a pro některé účely dostačující a také k ní nepotřebujeme žádné pomůcky ani přístroje.

Metodou spektrální analýzy obrazu naopak získáme přesné číslo, kterému odpovídá množství zelené biomasy (odpovídá počtu pixelů patřících určitému nadefinovanému barevnému spektru) na zvolené lokalitě. Nevýhodou této metody je ovšem potřeba získání obrazu daného porostu a také časová náročnost, která je způsobena přiřazováním určitého barevného spektra k rostlinám a k půdě na konkrétních snímcích. Předpokládám, že poslední zmíněný nedostatek bude jistě během vývoje dalších verzí programu MultiSpecW32 odstraněn.

V porovnání s odhadovou metodou se analýza obrazu jeví jako perspektivní metoda, která najde široké uplatnění také v zemědělské činnosti při určování pokryvnosti a regulaci plevelných rostlin.

Literatura

1. Ahlgren G., Klingman G., Wolf D. (1951): Principles of weed control. Wiley, 368 s.
2. Axman P. (2002): Možnosti využití image analýzy při stanovení zaplevelenosti pozemků polních plodin (Disertační práce). MZLU Brno, Agronomická fakulta, 60 s.
3. Dobrovolný P. (2009): Digitální zpracování materiálů DPZ. elektronické učební texty. Masaríkova univerzita v Brně, [on line], [cit. 2.3.2010]. Dostupné na: http://www.geogr.muni.cz/archiv/vyuka/DPZ_CVICENI/Texty/cviceni_uvod.html
4. Dryšlová T., Procházková B., Lukas V. (2007): Hodnocení aktuálního zaplevelení porostu pšenice (triticum l.) pěstované ekologicky. Ekologické zemědělství 2007, AF MZLU v Brně, s. 111 – 114
5. Dvořák J. (1964): Vliv různého způsobu mechanického ošetření jarního ječmene na hubení plevelů. Acta univ. agric. Brno, s. 205 – 215.
6. Dvořák J., Smutný V. (2003): Herbologie – Integrovaná ochrana proti polním plevelům. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 168 s.
7. Häusler A., Nordmeyer H., Niemann P. (1998): Voraussetzungen für eine teilflächenspezifische Unkrautbekämpfung. Z. PflKrankh. PflSchutz, s. 249-256.
8. Hron F., Vodák A. (1959): Polní plevelé a boj proti nim. SZN Praha, 380 s.
9. Kalinová J., Moudrý J., Konvalina P., Moudrý J. (2007): Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 43 s.
10. Kazda J., Jindra Z., Kabíček J., Prokinová E., Ryšánek P., Stejskal V. (2003): Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. Vydavatelství zemědělských časopisů, Praha, 153 s.
11. Konvalina P., Moudrý J., Kalinová J., Capouchová I., Stehno Z. (2008): Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 65 s.
12. Konvalina P., Moudrý J., Moudrý J., Kalinová J. (2007): Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 118 s.

13. Kostelanský F. a kol. (2004): Obecná produkce rostlinná. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2. vydání, 212 s.
14. Kůdela V., Braunová M. a kol. (2007): Česko-anglická rostlinolékařská terminologie. Academia, Praha, 874 s.
15. Kunisch M. (2002): Precision Farming in der Unkrautbekämpfung Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XVIII, s. 415-420
16. Kvěch O., Škoda V. (1985): Současné a perspektivní způsoby zpracování půdy. Vysoká škola zemědělská v Praze, 111 s.
17. Mašek J. (2009): Přímé způsoby ochrany. ČZU Praha, [on line], [cit. 12.3.2010]. Dostupné na: http://www.agroweb.cz/Postrikovace,-rosice-a-zmlzovace__s445x35244.html
18. Mikulka J., Kneifelová M., Martinková Z., Soukup J., Uhlík J. (2005): Plevelné rostliny. Profi Press s.r.o., Praha, 148 s.
19. Moudrý J., Jůza J. (1998): Pěstování obilnin. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 90 s.
20. Neuerburg W., Padel S. (1994): Ekologické zemědělství v praxi. FOA, Praha, 476 s.
21. Niemann P. (1981): Schadschwellen bei der Unkrautbekämpfung. Angewandte Wissenschaft, Reihe A, 257 s.
22. Petr J., Húska J. a kol. (1997): Speciální produkce rostlinná – I. ČZU Praha, Agronomická fakulta, 197 s.
23. Prokinová E. (2010): Škodlivost patogenů přenosných osivem. ČZU Praha, katedra ochrany rostlin, [on line], [cit. 14.3.2010]. Dostupné na: <http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=111374&iSub=566&PHPSESSID=3e.html>
24. Radics L. (2006): Organic Farming. Szaktudás Kaidó Ház Rt., Budapest, 264 s.
25. Řezanková H., Marek L., Vrabec M. (2000): IASTAT - Interaktivní učebnice statistiky. [on line], [cit. 12.3.2010]. Dostupné na: <http://iastat.vse.cz>
26. Schifer W. (1961): Das Unkraut geht ins Netz. Landwirtschaftliches Wochenblatt, s. 16 – 17
27. Šarapatka B., Urban J. a kol. (2006): Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk, 502 s.
28. Zídek T. a kol. (1992): Nechemická ochrana rostlin. Zemědělské nakladatelství Brázda, 112 s.