

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin



**Možnosti ovlivnění kvality zrna ječmene mimokořenovou
výživou a aplikací pomocných látek a elicitorů**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna

Vypracoval:
Adam Podaný

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Možnosti ovlivnění kvality zrna ječmene mimokořenovou výživou a aplikací pomocných látek a elicitorů

vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce prof. Dr.Ing. Luďku Hřivnovi za odborné vedení, cenné rady a věcné připomínky při řešení diplomové práce.

ABSTRAKT

V literární části diplomové práce jsou shromážděny informace o možnostech ovlivnění kvality zrna ječmene mimokořenovou výživou a aplikací pomocných látek a elicitorů. V praktické části je posuzováno uplatnění hnojiv a pomocných přípravků firmy AGRA GROUP a.s. ve výživě jarního ječmene. Byla sledována dynamika růstu a vývoje rostlin ječmene, výnos zrna a jeho kvalita. Z výsledků maloparcelních polních pokusů založených v letech 2014 a 2015 na pozemku ZD Agrospol Velká Bystřice můžeme pozorovat pozitivní vliv mimokořenové výživy především na podporu tvorby výnosu zrna ječmene odrůdy Bojos. Pozitivně byla ovlivněna i kvalita zrna, především jeho mechanické vlastnosti. Přípravek NanoFyt Si pozitivně působil na výnos, zvyšoval podíl předního zrna a přispíval k vyššímu obsahu škrobu. Listové hnojivo K-Gel podporovalo využití hnojiv UREAstabil[®] + AmisaN, což vedlo k vyšším výnosům i k lepší kvalitě zrna. Přípravek nitrofenolát zvyšoval výnos a obsah škrobu v zru.

Klíčová slova: ječmen sladovnický, zrno, kvalita zrna, hnojení, mimokořenová výživa, elicitor

ABSTRACT

In the literary part of the thesis are information about the possibilities of influencing the quality of grain barely with foliar fertilizers and elicitors. In the practical part we explored the effect off ertilizer of company AGRA GROUP a.s. on quality of barley. The results of small-plot field trials established on plots of the Agrospol agricultural enterprise in 2014 and 2015 in Velká Bystřic we can see the positive effect of applied foliar fertilizers on the yield of the grain of spring barley variety Bojos. Also we can see positive effect on the quality of the grain, specially on the mechanical properties. Preparation NanoFyt Si had the positive effect on the yield, increase the proportion of leading grain and contributed to higher starch content. Foliar fertilizer K-Gel supported the use of fertilizers UREAstabil[®] + AmisaN, which led to higher yields and better grain quality. Preparation nitrophenol increased yield and starch content of the grain.

Keywords: malted barley, grain, quality of grain, fertilisation, foliar fertilizers, elicitors

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 CÍL PRÁCE	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
3.1 Morfologie obilky ječmene	11
3.2 Chemické složení obilky ječmene.....	12
3.3 Růst a vývoj ječmene	16
3.3.1 Tvorba a zrání zrna.....	17
3.4 Požadavky na kvalitu sladovnického ječmene	18
3.4.1 Subjektivní znaky.....	19
3.4.2 Objektivní znaky	20
3.5 Faktory ovlivňující kvalitu ječmene.....	23
3.5.1 Vliv agroekologických podmínek	23
3.5.2 Vliv odrůdy	24
3.5.3 Osivo	25
3.5.4 Vliv předplodiny	25
3.5.5 Vliv posklizňových zbytků	26
3.5.6 Zpracování půdy a setí	27
3.5.7 Vliv výživy.....	28
3.5.7.3 Mimokořenová výživa	33
3.5.7.4 Elicitace a elicitory.....	35
3.5.7.5 Fytohormony	36
3.5.8 Sklizeň a posklizňová úprava zrna	37
4 MATERIÁL A METODIKA.....	39
4.1 Materiál	39
4.1.1 Charakteristika pěstované odrůdy	39
4.1.2 Charakteristika použitých hnojiv	39
4.2 Metodika	42
4.2.1 Vyhodnocení výsledků.....	45
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	46
5.1 Průběh pokusů, zásahy během vegetace a vegetační pozorování	46

5.1.1 Průběh pokusů v roce 2014	46
5.1.2 Průběh pokusů v roce 2015	47
5.2 Vliv aplikovaných hnojiv na výnos zrna	49
5.3 Vliv aplikovaných hnojiv na kvalitu zrna	51
5.3.1 Vyhodnocení objemové hmotnosti	51
5.3.2 Vyhodnocení přepadu zrna nad sítím 2,5 mm	52
5.3.3 Vyhodnocení obsahu dusíkatých látek v zrně ječmene	53
5.3.4 Vyhodnocení obsahu škrobu	55
6 ZÁVĚR	58
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	60

1 ÚVOD

Ječmen, který je pro pivovarský průmysl nejdůležitější surovinou, patří mezi nejrozšířenější zemědělské plodiny na světě. Je pěstován téměř na všech světadílech, výjimku tvoří pouze Antarktida. Za oblast původu je považován Blízký východ, odkud se později rozšířil k nám do Evropy. Dějiny jeho pěstování sahají až do doby počátku zemědělství a je spolu s pšenicí druhou nejstarší obilninou.

Pěstování ječmene v Čechách a na Moravě je písemně doloženo z roku 1227. Z počátku se ječmen na našem území k výrobě piva používal jen okrajově jako vedlejší surovina na vaření piva „červeného“ typu. Přednostně se totiž u nás vařilo „bílé“ pivo z pšenice. Ječmen se tak používal hlavně pro výrobu krup nebo chleba. Zlom nastal v 17. stol., kdy se začal rozšiřovat ječný slad. Nastal rozmach ve stavbě sladoven a v 70. letech 19. stol. se mimo ječmene začal vyvážet také slad a postupně se jarní ječmen stal jednou z nejdůležitějších a exportních plodin na Moravě na přelomu 19. a 20. století. Ke zvýšení kvality ječmene a jeho výnosů přispěla éra šlechtění ječmenů a vytváření vhodnějších osevních postupů. Tato snaha přetrvává do dnešních dnů.

V současnosti v České republice představuje sladovnický ječmen jednu z nejvýznamnějších obilovin. Termínem „sladovnický ječmen“ se v našich podmínkách od 40. let 19. století rozumí kvalitní jarní ječmen dvouřadý – *Hordeum vulgare varieta nutans* – určený pro výrobu pivovarského sladu.

V západní Evropě a v poslední době i u nás se pro výrobu piva byť omezeně používá i ozimá forma dvouřadého ječmene.

Značné rozšíření ječmene není dáno pouze jeho předurčením jako hlavní pivovarské suroviny a celosvětovým stoupajícím výstavem piva, ale i jeho výbornými vlastnostmi jako krmiva s kratší vegetační dobou než pšenice, což umožňuje i v podmínkách kontinentálního klimatu menší kolísání výnosů (KOSAR A KOL., 2000).

Pěstování je možné ve všech výrobních oblastech s výjimkou horské. Pro vysokou kvalitu zrna je také velmi důležité stanoviště charakterizované nadmořskou výškou, klimatickými podmínkami a půdními poměry. Neméně důležitý je výběr vhodné odrůdy a správné ošetřování během vegetace. Zásadní je i dostatek živin potřebný pro růst a vývoj rostlin. Jelikož je sladovnický ječmen obilninou s velmi krátkou vegetační dobou, která se pohybuje kolem 100 - 120 dní, musí za tuto dobu přijmout co nejvíce živin, abychom dosáhli požadované kvality a také požadovaného výnosu. Předpokladem pro kvalitu a výnos ječmene, je stejnoměrná hladina všech

požadovaných živin v půdě. Proto by pěstitelé při hnojení neměli brát ohled pouze na hnojení základními prvky (N, K, P), ale měli by zohlednit i ostatní prvky, jako je třeba síra, mikroelementy ale i užitečné prvky, ke kterým patří např. křemík. Růst a vývoj rostlin ječmene v průběhu vegetace může ovlivnit i správné použití regulátorů růstu, rostlinných hormonů a jejich prekursorů.

Cílem naší práce bylo zaměřit se právě na tyto aspekty s využitím hnojiv a přípravků firmy AGRA CZ a.s.

2 CÍL PRÁCE

Cílem dané práce bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na možnosti ovlivnění výnosu a kvality zrna ječmene mimokořenovou výživou, aplikací pomocných látek a elicitorů.

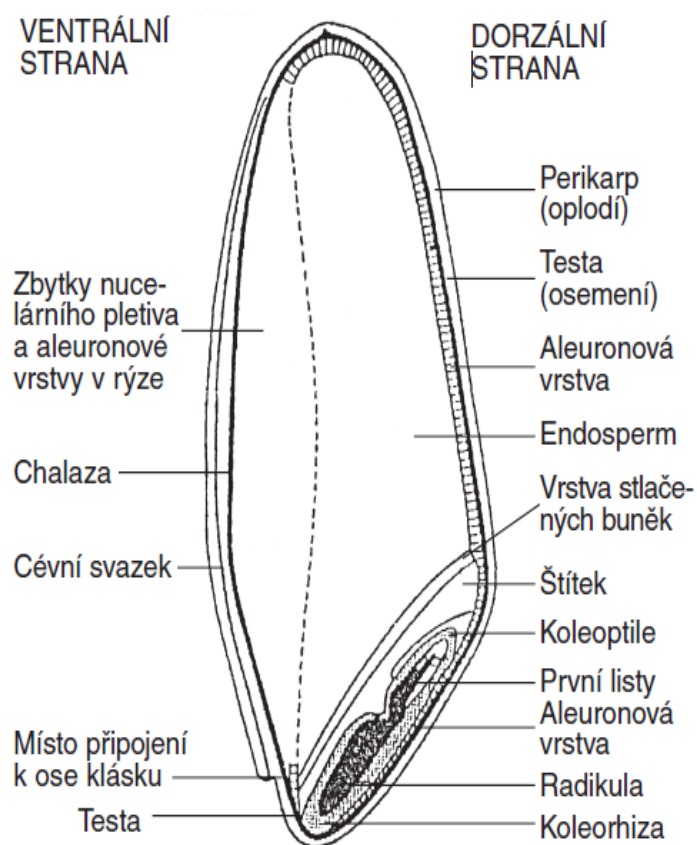
Založit maloparcelní polní pokusy a v nich provést aplikace vybraných hnojiv a pomocných látek.

Vyhodnotit vliv jednotlivých aplikací a posoudit možnosti jejich uplatnění v agrotechnice sladovnického ječmene.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Morfologie obilky ječmene

Obilka sladovnického ječmene má většinou slámově žlutou barvu, je podlouhlá, vejčitého tvaru se zašpičatělými konci. Obilka (obr. 1) se skládá ze tří částí: obalu, zárodku a endospermu (KOSAŘ A KOL., 2000). U pluchatého ječmene je obilka na hřbetní straně kryta pluchou, která svými okraji překrývá menší plušku. Plucha společně s pluškou chrání obilku před vnějšími vlivy. Při vaření piva ve varně se využívá filtračních vlastností pluch, které jsou značně obsaženy v mlátě. K pluše a plušce směrem ke středu obilky přiléhá oplodí (perikarp) a s ním pevně srostlé osemení (testa).



Endosperm vyplňuje hlavní podíl zrna. Jeho vnější aleuronová vrstva, se nachází bezprostředně pod osemením. Počet řad buněk aleuronové vrstvy klesá směrem k zárodku. Buňky aleuronové vrstvy obsahují zásobní bílkoviny, tuk a menší množství škrobových zrn. Vnitřní endosperm tvoří tenkostěnné buňky, do kterých se mimo jiné ukládá zásobní škrob. Na poměru uloženého zásobního škrobu k ostatním složkám endospermu závisí moučnatost či sklovitost endospermu (ZIMOLKA A KOL., 2006).

Obr. 1: Podélný řez obilkou (KOSAŘ A KOL., 2000)

Endosperm představuje část obilky, která se během výroby sladu podstatně biochemicky mění. Správný a bezproblémový průběh změn je základ úspěchu, jak výroby sladu, tak i výroby piva (PELIKÁN A KOL., 2002).

Zárodek (klíček, embryo) je umístěn ve spodní části obilky a svou vnější částí přiléhá k pluše. Po hydrataci je základem růstu nové rostliny (ZIMOLKA A KOL., 2006). Ze sladařského hlediska je zárodek velmi významný, protože z něj vychází veškeré podmínky k tvorbě enzymů, které jsou potřebné k hydrolyze složitých zásobních látek a látek důležitých pro klíčení a tvorbu extraktu (PELIKÁN A KOL., 1996).

3.2 Chemické složení obilky ječmene

Plně vyzrálá obilka obsahuje 12–14 % vody. Nižší procento obsahu vody je nepřijatelné. Voda je součástí buněčné protoplazmy a její nižší obsah by negativně ovlivnil technologickou jakost. Naopak vyšší obsah vody by způsobil problémy při skladování a následném zpracování obilky. Obsah sušiny se pohybuje v rozmezí 80–88 % (ZIMOLKA A KOL., 2006).

ANORGANICKÉ LÁTKY (POPELOVINY) - Anorganické látky jsou obsaženy v podstatně menší míře než látky organické. Jejich obsah se pohybuje mezi 2–3 %. Množství jednotlivých minerálních látek v rostlině je značně ovlivněno jejím zásobením živinami během růstu i zrání a podmínkami při pěstování. Jejich význam spočívá především v regulaci biosyntézy vysokomolekulárních organických sloučenin (škrobu, bílkovin, nukleových kyselin apod.). Stopové prvky mají také nezastupitelný význam, např. zinek, měď, mangan a bor jsou důležité pro činnost řady enzymů a koenzymů (KOSAŘ A KOL., 2000).

SACHARIDY - Největší podíl hmotnosti zrna (asi 80 %) tvoří látky organické, z nich pak největší podíl zaujímají sacharidy, ty jsou zastoupeny jak jednoduchými cukry, tak i vysokomolekulární sacharidy. Obsah sacharidů, obdobně jako obsah bílkovin může být rozdílný podle druhu obilniny, odrůd a jejich obsah je rovněž ovlivňován agroekologickými podmínkami. Liší se i obsah jednotlivých sacharidů podle částí zrna (ZIMOLKA A KOL., 2006).

ŠKROB - Škrob je podle KOSAŘE A KOL. (2000) nejvíce zastoupenou skupinou sacharidů. Obsah škrobu se pohybuje v rozmezí 60–66 % (dobrý sladovnický ječmen 63–65 %). Škrob je nejdůležitějším sacharidem. Je uložen hlavně v endospermu ve formě granulí. Čím více škrobu zrno obsahuje a čím je vyšší podíl velkých škrobových zrn, tím se stává zrno kvalitnější (PELIKÁN A KOL., 2002). Škrob je reverzním

polysacharidem a zásobárnou živin pro klíček v době klíčení (KULOVANÁ, 2002). Ječný škrob tvoří dvě základní složky: amylopektin (asi 75 %) a amyláza (asi 25 %). Obě frakce jsou tvořeny molekulami glukózy (ZIMOLKA A KOL., 2006). Amylóza se ve vodě rozpouští bez vzniku mazu. Barví se jodem do modra (KULOVANÁ, 2002). Amylopektin tvoří amorfni složku škrobu (DYR, HAUZAR, 1962).

NEŠKROBOVÉ POLYSACHARIDY - Celulóza je základní stavební složkou pluchy, obsažena je také v oplodí, osemeni (BASAROVÁ A ČEPIČKA, 1984). Při scezování sladiny zastává důležitou funkci, vytváří vlastně filtrační vrstvu, která odděluje sladinu od mláta (DYR, HAUZAR, 1962). Na stavbě a pevnosti buněčných stěn a buněčné stěny endospermu se podílejí hemicelulózy, které jsou nežádoucí, jelikož v pivě vytváří zákaly. Dále se v zrně ječmene vyskytují pentosany, které jsou dalšími podstatnými polysacharidy v ječmeni a lignin, který je obsažen ze 2 % (KOSAŘ A KOL., 2000).

DUSÍKATÉ LÁTKY - Dusíkaté látky jsou rozhodujícím ukazatelem na vhodnost pro sladovnické účely. Tvorba N-látek je založena na příjmu dusíku z půdy a organických kyselin jako meziprojektu štěpení sacharidů. Množství bílkovin kolísá v rozmezí 7–18 %, současné požadavky sladařů se pohybují v rozmezí 10–12 %. Dusíkaté látky mají zásadní technologický význam. Limitují zpracovatelnost ječmene na slad, ovlivňují pomnožení kvasinek, pěnovost, plnost chuti a koloidní stabilitu piva (PELIKÁN A KOL., 2002). Aminokyseliny jsou nejjednodušší dusíkaté sloučeniny, v bílkovinách jich bývá kolem 18–20 % (ZIMOLKA A KOL., 2006). Bílkoviny se v pivovarnictví dělí podle rozpustnosti na 4 frakce (dle Osborna a Bishopa). Albuminy (leukosin) jsou rozpustné ve vodě a ve zředěných roztocích solí zásad a kyselin. Štěpné produkty leukosinu jsou povrchově aktivní a přispívají k trvanlivosti pивní pěny. Globuliny (edestin) jsou nerozpustné ve vodě, rozpustné jsou v roztocích solí. Prolaminy (hordein) jsou rozpustné v 70 % alkoholu a v alkáliích. Při procesu scezování přechází do mláta, kde tvoří hlavní podíl bílkovin. Gluteliny jsou nerozpustné ve vodě, alkoholu a roztocích solí, rozpustné jsou ve zředěných alkáliích. Hojně se nachází v aleuronové vrstvě a téměř v nezměněném stavu přecházejí do mláta (DYR, HAUZAR, 1962).

LIPIDY - Lipidy se vyskytují v nepatrném množství a to hlavně v oblasti klíčků a aleuronové vrstvy. Jsou složeny hlavně z triglyceridů (triacylglycerolů), jsou rozpustné v éteru nikoliv ve vodě (ZIMOLKA A KOL., 2006). V zrně jsou zastoupeny v rozmezí 2,5–3 %. Při skladování jsou zdrojem energie, přičemž část lipidů zůstává v mlátě (PELIKÁN A KOL., 2002).

FOSFÁTY A POLYFENOLY - Fosfáty jsou tvořeny hlavně fitinem. Ten se vyskytuje v pluchách ve formě vápenato-hořečnaté soli. Polyfenoly se vyskytují v obalech a aleuronové vrstvě.

VITAMÍNY - V zrně ječmene jsou obsaženy rovněž vitaminy, které se nacházejí především v zárodku a v aleuronové vrstvě zrna. Jejich množství závisí na odrůdě a půdně klimatických podmínkách. Většina z nich tvoří součást aktivních skupin různých enzymů, a tím vlastně působí na enzymatickou aktivitu klíčícího zrna. Významný je obsah vitaminů komplexu B. V ječmeni je také obsažen vitamin C, vitamin H (biotin), kyseliny pantothenová, α -aminobenzoová, listová, provitamin A (karotenoidy). Neméně důležitý je vitamin E (α -, β -, γ - a δ - tokoferoly), který se nachází v zárodečné vrstvě zrna. Všechny tokoferoly jsou účinnými antioxidanty (KOSAŘ A KOL., 2000).

ENZYMY - Technologický proces výroby sladu a piva je závislý na činnosti enzymů, které zajišťují hlavní metabolismus zrna v průběhu vegetace a život zrna při posklizňovém uskladnění. Působí při tzv. rozluštění zrna v průběhu klíčení a tvorbě charakteristických vlastností sladu. Lze je rozdělit do šesti hlavních skupin: oxidoreduktázy, transferázy, hydrolázy, lyázy, izomerázy, ligázy (ZIMOLKA A KOL., 2006). Ze sladařského hlediska jsou nejdůležitějšími enzymy hydrolázy a oxidoreduktázy.

Tab.1: Chemické složení obilky ječmene (ZIMOLKA A KOL., 2006)

Látka	Procento v obilce
Sachridy	
Škrob	60–65
(Amylosa 17 – 24 % škrobu)	
(Amylopektin 76 – 83 % škrobu)	
Nízkomolekulární sacharidy	
Sacharosa	1–2
Ostatní cukry	1
Rafinosa	0,3–0,5
Maltosa	0,1
Glukosa	0,1
Fruktosa	0,1
Neškrobové polysacharidy	
Hemicelulosity :	
β- glukany	3,3–4,9
Pentozany	9
Celulosa	4–7
Tuky	3,5
Fosfáty	
Fytin	0,9
Polyfenoly	0,1–0,6
Dusíkaté látky	7–18
Rozpustné dusíkaté látky	1,9
Albuminy a globuliny	3,5
Hordeiny (prolaminy)	3–4
Gluteliny	3–4
Minerální látky	2

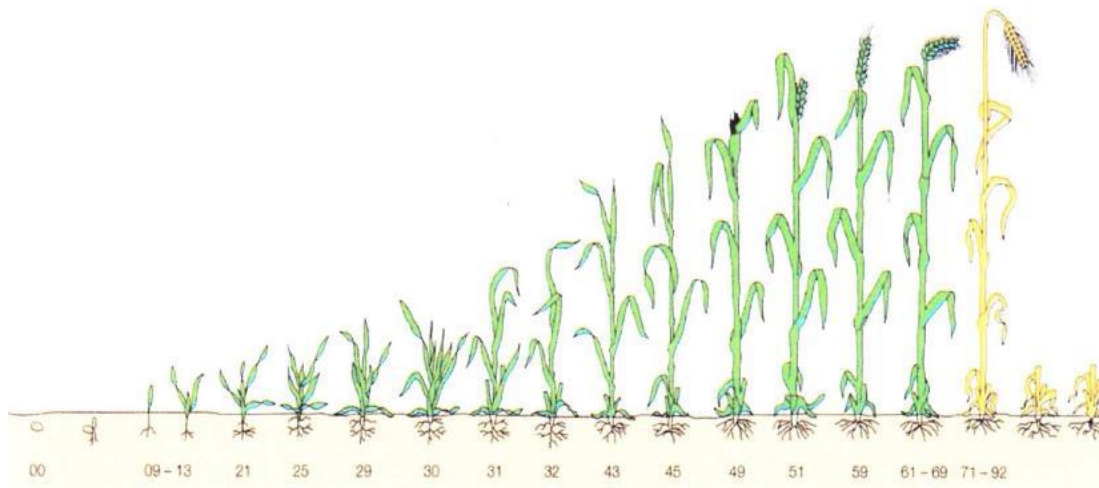
3.3 Růst a vývoj ječmene

Růstem a vývojem souhrnně nazýváme změny probíhající během životního cyklu (ontogeneze) ječmene. Zahrnují období od nabobtnání a vyklíčení obilky až do vytvoření obilky nové (tab. 2, obr. 2). Za růstové změny považujeme kvantitativní přírůstky organické hmoty (růst a diferenciaci rostlinných buněk a pletiv), vznik rostlinných orgánů a jejich prostorové uspořádání. Souběžně probíhají také kvalitativní změny (diferenciace), které vedou k přechodu rostlin z vegetativního do generativního období, vrcholícího vytvořením reprodukčních orgánů (zrna). Zatímco k zajištění růstu je třeba, aby vegetační faktory (voda, vzduch, živiny) měly rostliny k dispozici alespoň v minimálním množství, k průběhu vývojových změn (diferenciaci generativních orgánů) potřebují splnit limitové požadavky na vnější faktory, a to hlavně teplotní a světelné, působící v konkrétním časovém rozsahu (délka světelného dne) (ZIMOLKA A KOL., 2006).

Tab.2: Makrofenologická stupnice ječmene (ZIMOLKA A KOL., 2006)

Fáze růstu a vývoje	DC
Výsev	00
Vzcházení – vývoj 1. až 3. listu	09–13
Počátek odnožování	21
Hlavní odnožování	25
Konec odnožování	29
Začátek sloupkování	30
Stádium 1. kolénka	31
Stádium 2. kolénka	32
Začátek naduřování pochvy posledního listu	43
Naduřelá pochva	45
Viditelné osiny vyčnívající z pochvy	49
Začátek metání	51
Konec metání	59
Kvetení	61-69
Tvorba zrna až zralost	71-92

Obr. 2: Fenologická stupnice ječmene (ZIMOLKA A KOL., 2006)



3.3.1 Tvorba a zrání zrna

Období tvorby a zrání zrna rozhoduje o konečném výnosu a kvalitě sklizeného ječmene. V této fázi vývoje dochází k intenzivnímu transportu asimilátů a jejich spotřebování na tvorbu zrna. Vedle velikosti asimilačního povrchu, převážně horní části rostlin, je také důležitý zdravotní stav rostlin (napadení listovými chorobami, poškození listů škůdci), nepříznivě se projevuje také polehnutí porostů. Růst obilek můžeme rozdělit na tři časové fáze, kdy sledujeme rozdílnou akumulaci sušiny od jejího pozvolného nárůstu v první fázi přes rychlý nárůst (cca 15–35 dní po odkvětu) až k trvalému poklesu ve fázi třetí a zakončení v plné zralosti. V zrna jsou v tomto období syntetizovány z jednoduchých, ve vodě rozpustných, látek látky složitější, ve vodě nerozpustné. Nejdříve jsou do zrna transportovány převážně minerální látky, hlavně dusík. Později převládá ukládání bezdusíkatých asimilátů, z nichž vzniká škrob. Dochází ke změně skladby jednoduchých dusíkatých látek, dále k syntéze bílkovin a také klesá obsah ostatních N-látek. Nakonec se v zrna tvoří tuky. S přibývajícím koncentrací asimilátů roste obsah sušiny v zrna, dochází k jeho dehydrataci a zvyšuje se jeho hmotnost. Z pořadí syntézy a ukládání zásobních látek ve fázi tvorby a zrání zrna vyplývají i požadavky ječmene na podmínky vnějšího prostředí s ohledem na další užití produkce, především sladovnickou jakost. Při tzv. nouzovém dozrání (vlivem zaschnutí při vláhovém deficitu) se relativně zvyšuje podíl N-látek včetně bílkovin k látkám

bezdušikatým, hlavně škrobu. Na druhou stranu, prodloužení období zrání (např. v důsledku aplikace fungicidů s tzv. greening efektem) má za následek snížení relativního obsahu dusíkatých látek v zrně, neboť se prodlužuje především fáze transportu bezdušikatých asimilátů a syntézy škrobu (KLEM A KOL., 2011).

3.4 Požadavky na kvalitu sladovnického ječmene

Kvalita sladu je závislá na kvalitě a odrůdě použitého ječmene, dále také na technologii procesu sladování a na podmínkách skladování. Slad a jeho kvalita má zásadní vliv na kvalitu a vlastnosti vyrobeného piva. Zrno sladovnického ječmene musí splňovat hodnoty jakostních ukazatelů (tab. 3) a odpovídat smyslovým znakům. Požadavky na kvalitu sladovnického ječmene udává norma **ČSN 4611 00-5 Ječmen sladovnický**. Tato norma stanovuje požadavky sladoven a pivovarů na kvalitu zrna sladovnického ječmene.

Tab.3: Hodnoty jakostních ukazatelů – podle ČSN 46 11 00-5

Parametr	Limitní hodnota
Barva pluchy	žlutá i méně vyrovnaná
Vlhkost v hm. %	nejvýše 15,0
Přepad zrna nad sítem 2,5 mm v hm. %	nejméně 85,0
Zrnové příměsi sladařsky nevyužitelné v hm. %	nejvýše 3,0
Zrnové příměsi sladařsky částečně využitelné v hm. %	nejvýše 6,0
Neodstranitelná příměs v hm. %	nejvýše 1,0
Klíčivost (H ₂ O ₂) v % z celkového počtu zrn	nejméně 96,0
Obsah dusíkatých látek v sušině (N x 6,25) v hm. %	
a) nejméně	10,0
b) nejvýše	12,0

Zrno ječmene musí být typické barvy, bez cizích pachů, dobře vyzrálé, nepoškozené, zbavené osin a musí odpovídat požadavkům na zdravotní nezávadnost. Nesmí obsahovat živé škůdce v jakémkoli stadiu života a zrna s pluchou viditelně plesnivou a naplesnivělou.

Ukazatele sladovnické jakosti ječmene můžeme rozdělit na subjektivní a objektivní. Objektivní ukazatele dále dělíme na mechanické, fyzikální a chemické.

3.4.1 Subjektivní znaky

Mezi základní subjektivní znaky sladovnického ječmene řadíme: barvu, tvar, velikost, vůni, lesk a poškození zrna. Je požadována vyrovnaná, světlá, slámově žlutá barva ječmene svědčící o příznivém průběhu povětrnosti během dozrávání a správně provedené sklizni, zajišťující odpovídající barvu vyrobeného sladu. Ječmeny podtržené mívají vyšší podíl zrn nazelenalých, nevýraznou barvu, ječmeny pomoklé jsou našedlé apod. Zrno by mělo mít stejnoměrnou velikost a vyrovnaný tvar, aby při máčení ječmene docházelo k rovnoměrnému přijímání vody a tím i k rovnoměrnému klíčení. Lesk by měl být přirozený a vůně slámová bez cizích pachů (DUDÁŠ, 1992).

Podíl pluchy u našich jarních ječmenů se pohybuje v rozmezí 7 a 9 % hmotnosti zrna, zatímco u ozimých ječmenů tento podíl překračuje 10 %. Jemná, zvrásněná plucha typická pro naše ječmeny je považována za znak kvalitního sladovnického ječmene s přiměřeným obsahem tříslovin, které příznivě ovlivňují chuť piva. Při neopatrné sklizni a přezrálém zrně dochází k poškození pluchy, což zvyšuje hrozbu infekce při procesu máčení a klíčení. Kromě toho obilky s poškozenou pluchou přijímají vodu rychleji a to se negativně projevuje při klíčení. Zlomky a mechanicky poškozená zrna upozorňují na nesprávně provedenou sklizeň nebo na nešetrnou manipulaci s již sklizeným zrnem. Taková zrna jsou sladařsky bezcenná, protože při máčení přijímají více vody, snadno se přemáčejí a při klíčení střelčí. Jsou také živnou půdou pro mikroorganismy, vedoucí zejména k plesnivění klíčícího ječmene (PROKEŠ A KOL., 1997).

3.4.2 Objektívni znaky

PŘEPAD ZRNA NAD SÍTEM (2,5 mm) - Podíl zrna nad sítem 2,5 mm nám charakterizuje vyrovnanost a plnost zrna sladovnického ječmene. Vysoký podíl předního zrna ovlivňuje výtěžnost sladu (extraktivnost sladu). Velikostní vyrovnanost obilek partií ječmene je velmi důležitá i z technologických důvodů. Pouze vyrovnané a stejnoměrné zrno přijímá vodu při máčení stejnoměrně, rovnoměrně klíčí a dosahuje žádaného stupně rozluštění. Při základní hodnotě 80 % nad sítem 2,5 mm se s nárůstem o každých 5 % zvyšuje extraktivnost sladu o 0,6 % a Kolbachovo číslo o 1 %. Snižuje se extraktivní diference moučka-šrot o 0,4 % a viskozita sladiny. Při základní hodnotě 20 % nad sítem 2,8 mm se s nárůstem o každých 10 % zvyšuje extraktivní diference moučka – šrot o 0,3 % a zvyšuje se viskozita sladiny (KOSAR A KOL., 2000).

Sladovnický ječmen by neměl obsahovat žádný odpad, tzn., že by se v partiích neměla vyskytovat zaschlá a nevyvinutá zrna, která propadnou sítem 2,2 mm (KOSAR A KOL., 1997). Přepad zrna nad sítem 2,5 mm nelze ovlivnit. Jeho vysoký podíl ale ukazuje na dobrý ročník, zejména pak s příznivými podmínkami při dozrávání a lze předpokládat, že přijatý dusík nebyl uložen do zrna, ale byl využit na jeho tvorbu (PROKEŠ, 2000).

HMOTNOST TISÍCE ZRN (HTZ) - HTZ je funkcí tvaru a hustoty obilek a vyjadřuje se v gramech suché hmoty. Hodnoty HTZ se u ječmene pohybují v rozpětí 38–42 g v sušině. Při vyšším obsahu bílkovin v zrně ječmene lze dosáhnout dobré extraktivnosti sladu zvýšením hodnoty HTZ přetříděním na síte s většími otvory (např. 2,6 mm). Hmotnost tisíce zrn je také jedním z faktorů, podle kterého můžeme předpovědět extrakt ječmene. Čím lépe je slad rozluštěn, tím nižší je průměrná hmotnost tisíce zrn (HTZ) sladu (PSOTA, VEJRAŽKA, 2006).

OBJEMOVÁ HMOTNOST – Objemová hmotnost je poměr hmotnosti zkoušené obiloviny k objemu, který zaujímá po volném nasypání do nádoby za přesně stanovených podmínek. Jelikož škrob, jako nejdůležitější složka endospermu zrna ječmene určeného pro sladování, má vysokou specifickou hmotnost, lze na základě objemové hmotnosti usuzovat o vhodnosti daného ječmene pro sladovnické účely. Objemová hmotnost se uvádí v jednotce gram.litr^{-1} (KULOVANÁ, 2002). Z rozdílu mezi objemovou hmotností ječmene (72–74 kg) a objemovou hmotností sladu (světlého

54-58–60 kg; tmavého 52–55 kg) můžeme také usuzovat na úroveň rozluštění sladu (PSOTA, VEJRAŽKA, 2006).

SKLOVITOST - Sklovité a moučnaté zrna mají rozdílnou hustotu. Tato hustota se stanoví flotačním testem. Výsledky tohoto testu se vyjádří flotačním indexem. Lepší sladovnická kvalita je předpokládána u zrna s nižší hustotou.

VLHKOST - Optimální vlhkost zrna ječmene se pohybuje mezi 12–24 %. Je-li jeho vlhkost vyšší, je třeba ho před uskladněním sušit na optimální vlhkost, jinak by mohlo dojít k samozahřívání a poškození zrna. Suché zrno (do 14 % vlhkosti) výrazně snižuje všechny fyziologické a biochemické procesy, růst mikroorganismů a množení skladištních škůdců. Rozhodující pro vlhkost zrna jsou především podmínky v době dozrávání a při sklizni (KOSAŘ A KOL., 2000). Pokud vlhkost klesne pod 10 %, dochází k porušení enzymatické rovnováhy a ke snížení klíčivosti (PELIKÁN, 1996).

KLÍČIVOST A KLÍČIVÁ ENERGIE - Jedním z nejdůležitějších ukazatelů kvality sladovnického ječmene je klíčivost. Klíčivostí se rozumí procentuální podíl všech živých zrn schopných klíčit. Optimální klíčivost je 97 %. U zrna s nízkou klíčivostí, dochází k negativnímu ovlivňování průběhu sladování. Nevyklíčená zrna představují nejen ztráty při sladování, ale představují také vhodné prostředí pro rozvoj plísní. Klíčivá energie je počet zrn v procentech, které vyklíčí za normálních podmínek daných optimálním časovým průběhem a optimálním množstvím vody a vzduchu (KULOVANÁ, 2002). Klíčivá energie se dá zjistit namočením 2 krát 500 zrn do vody o 20 °C, po dobu 6 hodin, zrno se poté nechá klíčit ve vlhkém prostředí při 20 °C. Po 3 dnech se vypočítá počet naklíčených zrn, po následujících šesti dnech se zjistí procentuální podíl vyklíčených zrn a to nám udává klíčivost. Její hodnota by neměla klesnout pod 88 % (BAUER, 1962). U ječmene požadujeme, aby zrno vyklíčilo rychle a stejnoměrně, tak aby mohlo dojít k vyrovnanému rozluštění endospermu. Podle hodnot klíčivé rychlosti se dá rozpoznat, zda je zrno vyrovnané a nebudou s jeho klíčením problémy (KOSAŘ A KOL., 1997).

OBSAH DUSÍKATÝCH LÁTEK - Obsah dusíkatých látek neboli obsah bílkovin, je nejdůležitější z chemických ukazatelů kvality sladovnického ječmene. Za optimální hodnotu se považuje 10,8 %, pro výrobní kvalitu by neměla být překročena hranice 11,5 %. Nežádoucí je i nízký obsah bílkovin 9 % a 10 %. Ječmen s vysokým obsahem je náročněji zpracovatelný, jsou vyšší provozní náklady a ne vždy se dostaví odpovídající efekt (KOSAŘ A KOL., 2000). Bílkoviny v technologickém procesu ovlivňují pomnožení kvasinek, pěnovost, plnost, chuť a koloidní stabilitu piva. Příliš nízký obsah se projevuje poruchami při kvašení, nižší pěnovostí, ale i prázdnější chutí. Naopak vyšší obsah bílkovin se projevuje snadnějším zahříváním díla při klíčení, jež má za následek zhoršenou stabilitu piva a náchylnost ke chladovým zákalům. Dochází také k potížím při scezování (pomalé stékání sladiny), k nižšímu prokvasu, ke zhoršení celkové jakosti a zejména chuti piva (PELIKÁN A KOL., 2002). Pro výrobu sladů plzeňského typu je vhodnější ječmen s nižším obsahem bílkovin, kdežto k výrobě sladů bavorského typu je vhodnější použít ječmen s vyšším obsahem dusíkatých látek. PROKEŠ A PSOTA (2002) uvádí, že slad, který je vyroben z ječmene s nízkým obsahem bílkovin je většinou extraktivně bohatý, ale enzymaticky chudý s nedostatkem rozpustného dusíku. Na druhé straně slad z ječmene, který má vyšší obsah bílkovin musí být dobře rozluštěn, a proto obsahuje rozpustného dusíku přebytek.

OBSAH ŠKROBU - S obsahem bílkovin do značné míry souvisí i obsah škrobu. U kvalitních ječmenů by se obsah škrobu měl pohybovat v rozmezí 63–64 % v sušině, tak aby byla zajištěna minimální hranice pro průměrnou extraktivnost sladu, která je 81 % v sušině (KOSAŘ A KOL., 2000). Kvalitní zrna ječmene pro sladování obsahuje vyšší podíl velkých škrobových zrn. Je-li v ječmeni malé množství škrobu, nelze žádnou technologií procento extraktivnosti zvýšit. Vysoký obsah škrobu je předpokladem nejen vysoké extraktivnosti, ale i křehkosti a friability sladu (POLÁK A KOL., 1998). Obsah škrobu závisí nejen na obsahu bílkovin, ale také na stavu porostu a délce slunečního svitu v závěru vegetace. Při základní hodnotě 63 % škrobu v sušině se s nárůstem o 1 % zvyšuje extraktivnost sladu o 0,5 % (KOSAŘ A KOL., 2000).

3.5 Faktory ovlivňující kvalitu ječmene

Výnos i kvalita sladovnického ječmene je ovlivňována řadou faktorů. Mezi hlavní faktory patří výběr vhodného stanoviště (půdní a klimatické podmínky), průběh povětrnosti, dobrá agrotechnika, která je spojena s výběrem vhodné předplodiny, přípravou půdy, hnojením před setím i v průběhu vegetace, termínem setí, zvolením vhodné odrůdy, ošetřováním ječmene během vegetace a způsobem sklizně. Důležitým faktorem je také ošetření zrna před uskladněním a poté samotné skladování (HŘIVNA, 2004).

3.5.1 Vliv agroekologických podmínek

Ječmen jarní je plodina, která je pěstitelsky velmi specifická. Jedná se o plodinu velmi citlivou na dodržení pěstitelské agrotechniky. Je náročná na stanoviště a daleko citlivější k nepřízni povětrnostních podmínek. Pro výnos a kvalitu ječmene je rozhodující již volba vhodného stanoviště, které je charakterizované odpovídajícími půdními podmínkami s dostatečnými srážkami a optimálním průběhem teplot (HŘIVNA, 2004).

Nejvhodnější oblastí pro pěstování jarního ječmene, který je určen k výrobě sladu, je úrodná řepařská výrobní oblast s převahou půd černozemního a hnědozemního charakteru, na spraši a sprašových pokryvech do nadmořské výšky 250 m. Tam se nejlépe daří také cukrovce, která je pro sladovnický ječmen nejvhodnější předplodinou (PETR, LOUDA, 1998). V poslední době se pěstování ječmene rozšiřuje z tradiční řepařské a obilnářské oblasti do oblasti bramborářské. Hlavním důvodem je zvyšování roční průměrné teploty na celém území republiky a častější výskyt suchých epizod v produkčních oblastech (PRUGAR A KOL., 2008).

Ječmen je obilnina, která je poměrně málo náročná na teplo a vláhu. Minimální teplota potřebná pro klíčení je 3–4,5°C. Průměrná teplota během růstu by se měla pohybovat kolem 8°C. Nízké teploty se projevují nepříznivě během vymetání a zaviňují značnou hluchost klasů. Ječmen nepotřebuje ani velké množství vody, vlhkost škodí daleko více než sucho. Mnoho srážek totiž prodlužuje vegetační dobu, tím se zvyšuje podíl slámy na úkor zrna, stoupá obsah dusíku až o 2 % a objemová hmotnost klesá o 1,5 až 2 kg (DYR, HAUZAR, 1962). Ječmen je však mnohem náročnější na půdu. Jedním z hlavních faktorů, který ovlivňuje jeho pěstování je půdní kyselost. Ta by se měla pohybovat v řepařské oblasti v rozmezí 6,2–7,2 pH, v bramborářské 5,8–6,2 pH.

Půdní kyselost má negativní vliv na růst i na sladovnickou kvalitu, potlačuje tvorbu kořenového systému a snižuje účinnost živin (KOSAŘ A KOL., 1997).

3.5.2 Vliv odrůdy

Na základě dlouhodobého sledování a vyhodnocování českého a zahraničního sortimentu sladovnických ječmenů se prokázal výrazný vliv odrůdy na řadu kvalitativních znaků a vlastností ječmene a sladu. Významnou odrůdovou vlastností je například obsah dusíkatých látek, obsah škrobu a s tím související extraktivnost, dále pak dosažitelný stupeň prokvašení, friabilita aj. Proto je potřebné, aby byly zpracovávány partie čisté odrůdy. Odrůdově čisté ječmeny se zpracovávají ve sladovně daleko lépe než směs a poskytují kvalitativně vyrovnanější (homogenní) slady. Zpracování čisté odrůdy přináší, tako vyšší výtěžnost extraktu, vyrovnanější kvašení a zvýšení friability. Je to efekt, který se projeví teprve při zpracování v pivovaru nižší spotřebou některých pomocných látek, úsporou energie apod. (KOSAŘ A KOL, 2000).

Důležitou odrůdovou vlastností je sladovnická jakost, která je ověřována ve spolupráci s Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským v Brně. Jakost je pak prezentována pomocí devítibodové stupnice, kde devět bodů znamená nejvyšší jakost. Má-li odrůda méně než čtyři body či neodpovídá některému ze sledovaných parametrů, je považována za nesladovnickou. V publikacích je uváděn čtyřletý průměr a může se tedy mezi jednotlivými ročníky vydání vlivem zaokrouhlování a odlišným průběhem počasí mírně lišit (JORDOVÁ, 2006).

Pro pěstitele je dále důležité znát odolnost odrůdy proti poléhání (silné polehnutí porostu snižuje výnos i jakost) a aktuální stav odolnosti proti napadení nejrozšířenějšími chorobami. Je ovšem důležité správně interpretovat bodové hodnocení odolnosti. Konkrétní napadení rostliny chorobou je výslednicí vztahu odolnosti odrůdy a infekčního tlaku choroby (JUREČKA, 1997).

Nabídka kvalitních odrůd se stále zvyšuje a pro pěstitele je důležité, aby vybral odrůdu, která bude splňovat jak jeho požadavky, tak i požadavky sladařů.

3.5.3 Osivo

Dalším nezbytným předpokladem pro dosažení dobrého výsledku při pěstování jarního ječmene je jakost osiva. Přestože se nákup uznaného osiva od semenářských firem může zdát finančně nákladný, investice do osiva se vyplatí, protože uznané osivo dává záruku vysoké biologické hodnoty, která se ve výsledku promítne do výnosu a kvality zrna (LANGER, 2002).

3.5.4 Vliv předplodiny

Při výběru vhodné předplodiny je důležité brát v úvahu množství a kvalitu posklizňových zbytků, přičemž záleží také na způsobu a termínu jejich zapravení do půdy. Ječmen pro sladovnické účely vyžaduje takovou předplodinu, která zanechává půdu v dobrém výživném stavu. Tím se vytvářejí předpoklady pro zvýšení výnosu o 5 až 17,5 % při zachování dobré sladovnické hodnoty zrna. Pokud to splněno není, je nutné ve větší míře korigovat výživný stav porostu pro zajištění vysokého a kvalitního výnosu, což se nutně odrazí ve vyšších nákladech (RICHTER A KOL., 2004).

Nejvhodnějšími předplodinami pro jarní ječmen je cukrovka a ve vyšších polohách brambory. Předplodinová hodnota kukuřice je kolísavá a hodně závisí na povětrnostních podmínkách v době její sklizně, i účelu pěstování. Rizikovými faktory jsou zejména utužení půdy a posklizňové zbytky, které mohou být zdrojem infekce houbami rodu *Fusarium*. Kukuřice na siláž je pro jarní ječmen jednoznačně lepší předplodinou než kukuřice na zrna. Po obilninách (lepší je vždy zařazení po ozimé pšenici než po jarním ječmeni samotném) můžeme dosahovat srovnatelných výnosů jako po okopaninách, nejsme však doposud schopni zcela eliminovat rizika snížení sladovnické kvality - nižší podíl předního zrna, vyšší obsah bílkovin (JORDOVÁ, 2006).

Vzhledem ke snižování počtu ploch tradičních dobrých předplodin nastává potřeba zařazovat do osevních sledů jarní sladovnický ječmen i po předplodinách méně obvyklých. Jako perspektivní se jeví například ozimá řepka nebo mák (ŠPUNAROVÁ A KOL, 2006). Jarní ječmen se poté vysévá po obilnině (VÁŇOVÁ, 2003).

Hlavními příčinami zaorávání řepného chrástu jsou nové technologie sklizně cukrovky, stále rostoucí podíl zemědělských podniků orientovaných na tržní rostlinnou produkci s chybějícím či omezeným chovem hospodářských zvířat, a tím snížená potřeba využívání chrástu pro krmné účely. Jelikož se s útlumem chovu dobytka snižuje také produkce hnoje, plní v tomto případě zaorávka řepného chrástu roli organického

hnojení a nachází stále větší uplatnění v zemědělské praxi. Na druhé straně to však nezůstává bez vlivu na kvalitu zrna ječmene (HRUBÝ A KOL., 2000). V případě pomalého rozkladu organické hmoty v půdě může dojít k pozdnímu uvolňování dusíku a k nežádoucímu zvýšení obsahu bílkovin v zrně (LANGER, 2002).

3.5.5 Vliv posklizňových zbytků

Dlouhodobější efekt v působení na jarní ječmen může mít zaorávka zeleného hnojení nebo dnes již běžná zaorávka řepného chrástu. Oba tyto typy organického hnojení jsou do půdy zapravovány pozdě na podzim, takže jejich rozklad v půdě je závislý na průběhu teplot během zimy (ZIMOLKA A KOL., 1997).

Dle HRIVNÝ (2002) je při pěstování sladovnického ječmene třeba respektovat následující zásady:

- pro sladovnický ječmen jsou nejvhodnější organicky hnojené předplodiny, jako cukrovka, brambory, kukuřice, řepka
- při zaorávání slámy kukuřice, pšenice apod. upravíme poměr C:N přidáním dusíku (7-10 kg N/t slámy). Pro aplikaci je vhodné zvolit kapalná dusíkatá hnojiva (DAM 390, roztoky močoviny, Beta-liq apod.)
- při zaorávání řepného chrástu zvláště na půdách s nízkou zásobou P aplikujeme 6-7 kg P na 10 tun chrástu
- při zaorávce chrástu nedoporučujeme hnojit K a Mg
- slámu i chrást zapravíme střední orbou
- u ostatních předplodin pro sladovnický ječmen korigujeme dávku živin podle množství zaoraných posklizňových zbytků u jednotlivých předplodin.

V průměru se zapravením chrástu se do půdy dostane 7 tun sušiny organické hmoty s 220 kg N, 22 kg P, 295 kg K, 45 kg Ca a 34 kg Mg. Jelikož obsah dusíkatých látek je v zrně sladovnického ječmene limitován 10,5–11,0 % a do značné míry souvisí s hnojením minerálními hnojivy, ale i s přeměnami N z organických látek v půdě, je nerovnoměrná homogenizace rozvrstvení na pozemku při zaorávání řepného chrástu, který představuje snadno mineralizovatelnou organickou hmotu, příčinou nekontrolovatelného uvolňování N během vegetace (RICHTER, RYANT, 2002).

Rychlost uvolňování a množství mineralizovaného dusíku ovlivňuje významným způsobem vedle průběhu počasí v daném ročníku také hloubka orby i následná kultivace půdy. Vedle rovnoměrného rozptýlení chrástu je také důležitý termín jeho zaorání (ONDERKA A KOL., 2001).

U pozdě zaoraného chrástu se mineralizuje dusík až na jaře a to může vést ke žluknutí porostu. Proto je zvláště při chladném a suchém jaru potřeba přihnout tyto porosty asi 15 kg N na ha. Je zde však větší riziko, že pozdější mineralizace chrástu zvýší obsah dusíkatých látek v zrně. Zaoraný řepný chrást rovněž způsobuje výrazné změny v půdních vlastnostech, a to nejen agrochemických, ale také fyzikálních. Na úrovni těchto změn se podílí především vliv povětrnosti v daném ročníku. K nejvýznamnějším změnám dochází ve vodním režimu, kdy se v suchých letech zhoršuje vodní deficit. Ovlivňovány jsou ale i další půdní charakteristiky, jako například objemová hmotnost redukovaná, maximální kapilární kapacita, zásoba nitrátového a amonného N. Tyto změny půdních vlastností ztěžují zpracování půdy, což pak ovlivňuje výnosové a kvalitativní parametry jarního ječmene (RICHTER, RYANT, 2002).

3.5.6 Zpracování půdy a setí

U jarního ječmene je setí a založení porostu jednou z nejdůležitějších operací v technologii pěstování, protože vzhledem ke sladovnické kvalitě jsou možnosti nápravy porostu v průběhu vegetace omezené. Pro jarní ječmen jako plodinu s nejkratší vegetační dobou je velmi důležité vystižení optimálního termínu setí v daném ročníku. Vzhledem k zachycení zimní vláhy, ale i krátkého dne, který ovlivňuje počáteční růstové a vývojové fáze ječmene (potlačuje apikální dominanci a podporuje odnožování), je žádoucí co nejranější. Na nástupu jara a vyšších teplot závisí průběh půdních procesů, zejména nitrifikace, a tím i další průběh růstu a vývoje jarního ječmene. Zpoždění termínu výsevu proti optimálnímu v daném ročníku přináší ztrátu 50–100 kg za každý den. (PROCHÁZKOVÁ, MÍŠA, 2005).

Pro jarní ječmen je základním agrotechnickým opatřením podzimní orba, po které je nezbytné zabezpečit jarní provzdušnění ornice a přípravu seťového lůžka v hloubce 30–40 mm, nejlépe jednou pracovní operací nářadím s aktivním pohybem (rotační nebo vibrační brány) (KOSAŘ A KOL., 1997). Kvalitní podzimní mělčí až středně hluboká orba (15-18-20 cm) by měla být provedena nejpozději do poloviny listopadu. V suchých oblastech nebo v suchých letech lze s ohledem na nedostatek půdní vláhy

použít minimalizované zpracování půdy. Předseťovou přípravu je vhodné provést co nejdříve na jaře, ale zásadně až když je půda dostatečně vyzrálá.

Stejně důležitá jako termín setí je i norma výsevku, která významně ovlivňuje hustotu porostu. Doporučené výsevky jsou - řepařská oblast 3,5, bramborářská oblast 4,0–4,5, kukuřičná oblast 3,5–4,0 MKS ha. Vyšší výsevky jsou neefektivní a neekonomické. Ani při extrémně pozdním termínu setí se vysoké výsevky neuplatnily. Při stanovení výsevku bychom měli vždy vycházet z deklarované klíčivosti a HTZ a nevysévat stejné množství pro všechny odrůdy (KOSAŘ A KOL., 1997).

3.5.7 Vliv výživy

Významný vliv na výnos a kvalitu sladovnického ječmene má také jeho výživa. Vzhledem k mělkému kořenovému systému a potřebě intenzivního příjmu živin během krátkého vegetačního období vyžaduje ječmen jejich dostatek ve snadno přístupné formě (MÍŠA, 2003). Dle KLEMA A KOL., (2006) jsou pro optimalizaci výživy ječmene nezbytné tři základní předpoklady:

- dobrá půdní struktura, stabilita půdních agregátů a dostatečné provzdušnění zajišťující rychlé tvoření kořenového systému do větší hloubky
- rozklad posklizňových zbytků předplodiny již na podzim nebo brzy na jaře omezující poutání minerálního dusíku v počátku vegetace a následné pozdní uvolňování
- přísun pohotových živin v minerální podobě do poloviny sloupkování.

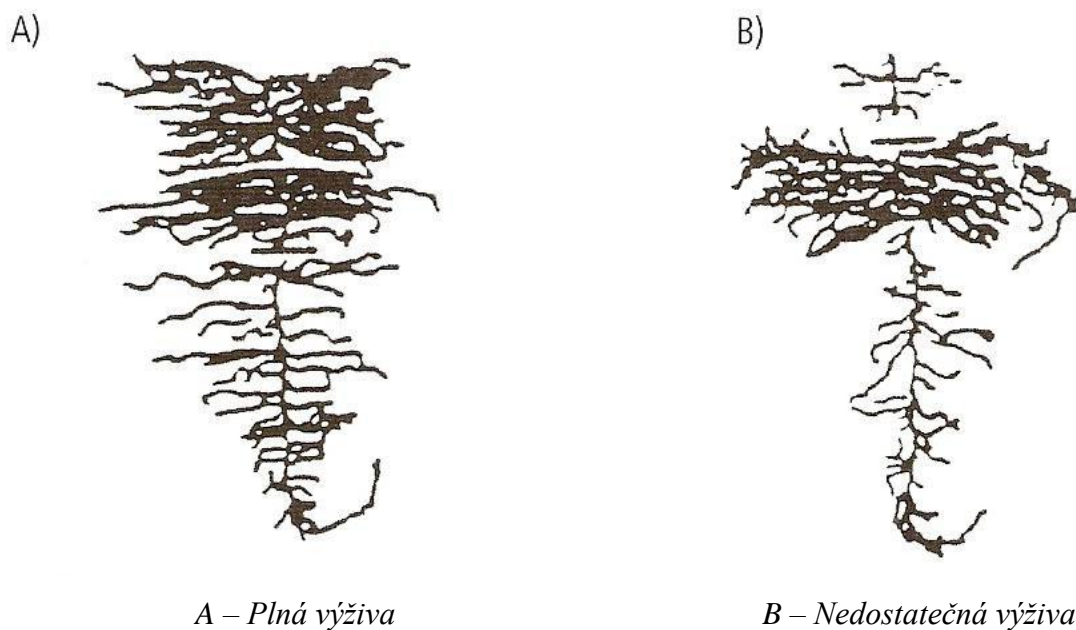
Sladovnický ječmen má zvýšené nároky na fosfor, draslík, hořčík a vápník, a proto je třeba hnojením upravit živinný režim půdy alespoň na zásobu vyhovující. Dohnojení je vhodné již k předplodině, protože fosfor se podílí na kvalitě zrna, působí příznivě na obsah škrobu, a tím i na extrakt ve sladu. Draslík zlepšuje kyprost endospermu, má vliv na jemnost pluch, působí na syntézu sacharidů a snižuje obsah dusíkatých látek (HRIVNA, 2003). Významnou živinou u sladovnického ječmene je také dusík, který limituje obsah bílkovin v zrna (RICHTER, RYANT, 2002).

Vyvážená zásoba živin od počátku a během vegetace má příznivý vliv na růst rostliny, a zároveň tím rozhoduje o obsahu živin v rostlině. Pro zajištění kvalitního výnosu je důležité prvních 15 dnů zintenzivnit příjem fosforu oproti dusíku. Po

vytvoření třetího listu se zvyšuje tvorba biomasy a nároky ječmene se otočí ve prospěch dusíku oproti fosforu. Optimální koncentrace N a P v počátečních fázích vývoje stimuluje tvorbu odnoží. Nadměrné množství těchto prvků vede k zahuštění porostu, poléhání, snížení výnosu a jakosti zrna. Vysoký obsah K v půdě na úkor N a P naopak tvorbu odnoží inhibuje a antagonisticky působí na příjem hořčíku. Od vzejití do období prvního kolénka (25.–30. dne) odčerpá ječmen 40–60 % všech živin z celkového množství a přitom vytvoří asi 20 % sušiny. Nadbytek dusíku v době odnožování zvyšuje tvorbu neproduktivních odnoží. (ZIMOLKA A KOL., 2006).

Při nedostatku živin se kořen nevětví, ale roste do hloubky. Naopak dostatek živin od počátku vegetace stimuluje růst, a tím rozhoduje o zásobení rostlin živinami (obr. 3).

Obr. 3: *Vliv výživy na kořenový systém jarního ječmene (ZIMOLKA A KOL., 2006)*



Dávky P a N by měly pokrývat celou potřebu těchto prvků (s ohledem na zásobu přístupných živin v půdě). V případě N bývají dávky hnojiv aplikované přímo k ječmeni nižší, než je skutečná potřeba pro dosažený výnos, neboť jarní ječmen využívá především dusíku uvolňovaného z půdní zásoby (MÍŠA, 2001).

Živiny z hnojiva doplňují zejména odebrané živiny z půdních zásob. Platí zde pravidlo, že fosforem, draslíkem, hořčíkem, hnojíme tzv. půdu a pouze dusíkem hnojíme rostlinu. Proto je nezbytné znát především zásobu tzv. přijatelných živin v půdě (BALÍK, 1993). Při určení dávky fosforu, draslíku a hořčíku vycházíme z potřeby čistých

živin na předpokládaný výnos (tab. 4). Od základní dávky (normativu) je odečtena živina dodaná v organickém hnojivu a korekci obsahu P, K, Mg provedeme podle výsledků AZZP (agrochemické zkoušení zemědělských půd) (RICHTER, RYANT, 2002).

Tab.4: Průměrný odběr živin (kg/t) přepočtený na výnos hlavního produktu

N	P	K	Ca	Mg
24	5,2	19,9	6	1,8

3.5.7.1 Hnojení dusíkem

Hnojení dusíkem je z pohledu výnosu a kvality zrna základním faktorem. Nelze jím však nahradit ostatní intenzifikační prvky, protože pouze ucelený pěstitelský systém dává předpoklad vysokého výnosu a dobré sladovnické jakosti (ČERNÝ A KOL., 2007).

Základní dávka dusíku se řídí výrobní oblastí a výnosem předplodiny a pohybuje se mezi 20–60 kgN/ha. Dávku dusíku upravujeme podle obsahu minerálního dusíku v půdě ve vzorcích odebraných v předjaří (konec února, začátek března) z hloubky 0–30 cm. Při vlastním hnojení dusíkem (tab. 5) se řídíme jeho obsahem v půdě ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ zeminy). Dále můžeme určit jeho dávku z N_{\min} vynásobením konkrétní hodnoty koeficientem 4,5 (při odběru do 30 cm), a tak zjistíme zásobu půdního dusíku v $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, která by neměla přesahovat jeho potřebu na předpokládaný výnos (HŘIVNA A KOL., 2005).

Tab.5: Kritéria pro hnojení ječmene dusíkem podle obsahu půdního N_{\min} (podle Wickeho)

Výrobní oblast	Obsah N_{\min} ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Dávka N $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$
Bramborářská - obilnářská	méně než 12	60
	12–22	40
	více než 22	20
Řepařská - intenzivní	méně než 13	50
	13–23	30
	23–30	0
	více než 30	méně vhodná pro sladovnický ječmen

Porosty seté časně nepřihnojujeme dusíkem při obsahu nad 1 mg N-NH₄ na 1 kg zeminy. Po méně vhodných předplodinách nehnojíme porosty brzy seté při obsahu N_{min} v půdě nad 50 kg.ha⁻¹ nebo více než 2 mg N-NH₄ na 1 kg zeminy. Dusíkem nepřihnojujeme ani při poměru N-NO₃⁻:N-NH₄ větším než 10. Cílem těchto korekcí je dosáhnout s ohledem na dané povětrnostní podmínky maximálního využití živin pro tvorbu výnosu při náležité jakosti sladovnického ječmene (RICHTER, RYANT, 2002).

Při rozhodování o dávkách dusíkatých hnojiv na jaře bychom neměli opomenout zásobu dostupného N v hlubších vrstvách půdy. Je to dusík, který v předchozím roce předplodina nevyčerpala, spolu s dusíkem, který se uvolnil mineralizací z posklizňových zbytků, statkových hnojiv a rozkladem humusu. Rostliny pro růst a výnos umějí využít i tento dusík (HABERLE, 2004).

Podle ZIMOLKY (2006) počítáme-li s výnosem zrna kolem šesti tun z hektaru, činí spotřeba dusíku zhruba 120 kg.ha⁻¹. K jarnímu hnojení je vhodné používat dobře rozpustné ledky amonné (s vápencem nebo dolomitem), ale i kapalná hnojiva. Na pozemcích, kde následuje ječmen po cukrovce a kde nebyla provedena úprava poměru C:P, se doporučuje aplikovat NP roztok v aridních oblastech a v humidnějších podmínkách NP tuhé hnojivo.

3.5.7.2 Potřeba dusíku během vegetace

Stanovení základní dávky dusíku podle N_{min} v půdě před setím umožní pěstiteli zvolit s ohledem na vývoj povětrnostních podmínek na podzim a na jaře takovou dávku dusíku, která zajistí optimální vývoj porostů v prvních vývojových fázích. U sladovnického ječmene převažuje v zemědělské praxi názor, že rozhodující část dusíku by měla být aplikována před setím (ZIMOLKA A KOL., 2006).

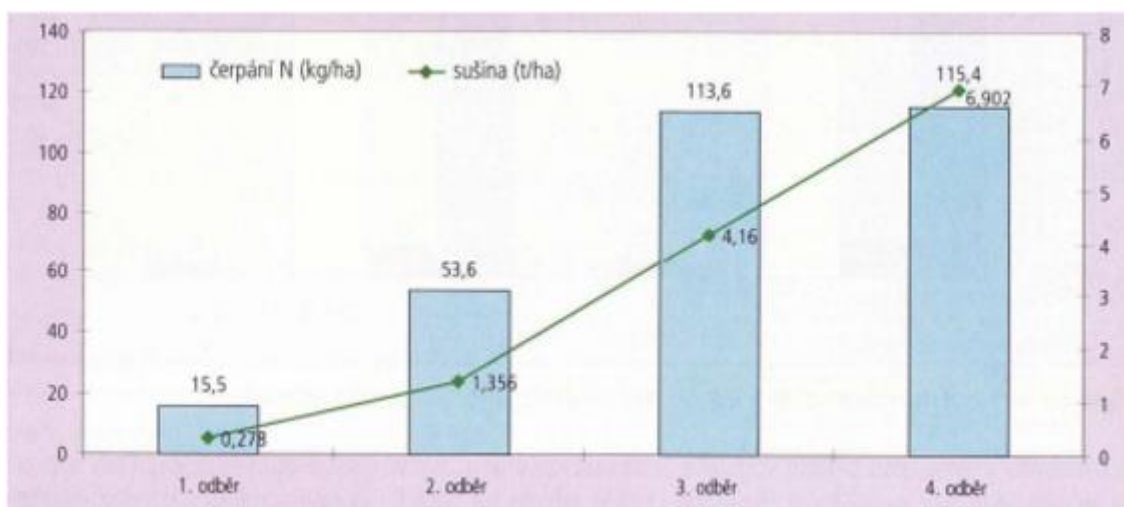
Intenzivní odběr dusíku (obr. 4) je do konce sloupkování (80–85 %). Nejvyšší odběr nastává v době odnožování, proto by se dávka dusíku měla dělit do dvou aplikací:

1. před setím nebo nejlépe hnojením pod patu dle předplodiny 70–80 % N předpokládané dávky
2. ve fázi dvou listů až počátku odnožování do 30 % - dávka by neměla přesáhnout 25 kg.ha⁻¹ (ČERNÝ et al., 2007).

Jarní ječmen patří do skupiny plodin, které jsou na nedostatek živin na počátku vegetace velmi citlivé. Nedostatek dusíku se projevuje řídkými porosty, nízkým počtem výnosotvorných prvků a technologicky nevhodným (nízkým) obsahem N v zru. Naopak při nadbytku dusíku v rostlinách dochází během odnožování k nárůstu množství neproduktivních odnoží, vyšší obsah N po vymetání vede k poléhání porostu, nestejnomyernému dozrávání zrna, zvyšuje podíl zrna II. třídy a přispívá k vyšší koncentraci dusíkatých látek v zru (HŘIVNA A KOL., 2005).

Nejvhodnější hnojiva pro jarní ječmen jsou DAM 390, LAV 27,5, kombinovaná hnojiva s fosforem (např. Amofos) a roztoky močoviny na přihnojení (ČERNÝ A KOL., 2007). Při stanovení nepoměru ve výživném stavu rostlin v pozdějších fázích vegetace volíme pro úpravu výživného stavu převážně mimokořenovou výživu (uplatňujeme nízkoprocentní roztoky hnojiv ze široké nabídky současného sortimentu listových hnojiv) (HŘIVNA A KOL., 2005).

Obr. 4: Průběh tvorby sušiny a čerpání dusíku během vegetace jarního ječmene



Pozn.: 1.odběr – počátek odnožování, 2.odběr – plné odnožování, 3.odběr - sloupkování, 4.odběr - metání

3.5.7.3 Mimokořenová výživa

V průběhu vegetace může často dojít k deficitu různých živin. V takovém případě se nabízí možnost úpravy výživného stavu mimokořenovou (listovou) výživou (HŘIVNA, RICHTER, 2004).

Listovou výživou rozumíme proces, kdy dodáváme jemným postřikem živiny na povrch listů a rostlina je následně přijímá a využívá. Tímto způsobem je možné v provozních podmínkách podpořit aktivitu rostliny a uhradit část nároku na živiny (MRÁZ, 2001). Řešení nedostatku živin může být buď částečné, je-li deficit hluboký a jde-li o makroživinu, ale může být i trvalé (u mikroelementů) v případě nepříliš hlubokého schodku. V žádném případě však nelze listovou výživou nahradit hnojení plodin přes půdu (HŘIVNA, RICHTER, 2004).

Kterákoliv živina, je-li v nedostatku, omezuje nejen možnost tvorby výnosu z přijatých živin, ale omezuje příjem i živin ostatních, to znamená, že limituje dosažení vyššího výnosu a dobré kvality. Účinek listových hnojiv je omezován pouze při silném poškození rostlin chorobami a škůdci, při silně kyselé půdní reakci a při nízké zásobě živin v půdě (BAIEROVÁ, 2003). Účelné je korigovat výživný stav rostlin v rozhodujících vývojových fázích a usměrňovat obsah prvků v rostlině tak, aby prostřednictvím jejího metabolismu byly posíleny jak výnosotvorné prvky, tak i kvalitativní parametry zrna jarního ječmene. Výživa ječmene tedy vyžaduje komplexní přístup. Významnou roli také sehrává volba druhu a dávky hnojiva vycházející z obsahu živin v půdě (HŘIVNA, RICHTER, 2004).

Velkou výhodou listových hnojiv je možnost operativní dodávky živin v okamžiku jejich nejvyšší potřeby přímo na místo účinku. Dále je aplikace správně zvolených listových hnojiv výhodným nástrojem k odstranění krátkodobých deficitů, které jsou způsobeny přechodným zhoršením podmínek pro příjem živin z půdy. Své opodstatnění má mimokořenová výživa i v období snižující se aktivity kořenového systému v reprodukční fázi vývoje pěstované plodiny (TRČKOVÁ, 2003). Ovšem i při přívodu živin přes mimokořenovou výživu se mohou vyskytnout problémy, na které je nutno upozornit. Například při nadměrné teplotě může dojít k zasychání aplikovaného živného roztoku a k následnému vykrystalizování solí na povrchu listu, při silném větru může být část postřiku z porostu odváta, při příliš vysoké koncentraci živin v postřiku může dojít k poškození listové plochy popálením (proto je důležité věnovat koncentraci roztoku velkou pozornost). Následuje-li brzy po aplikaci déšť, může dojít ke smytí postřikové látky z povrchu listů. Ztráty mohou vzniknout i při použití na nedostatečně

zapojený řídký porost. V tomto případě část roztoku dopadne na půdu, kde je jeho využití nevýznamné (BAIEROVÁ, 2003).

Přihnojení jarního ječmene během vegetace listovými hnojivy se příznivě projevuje především tam, kde živiny v půdě nejsou v potřebném množství a poměru nebo dochází ve výživě rostlin ke skrytým poruchám (např. vlivem nízkých teplot na počátku vegetace, v důsledku nepříznivého fyzikálního stavu půdy apod.). Na půdách s vyváženou zásobou živin a dobrým fyzikálním stavem má toto opatření na výnos zrna většinou nepatrný efekt (MÍŠA, 2003).

Při volbě konkrétního listového hnojiva je třeba znát výživový stav plodiny. Přibližně se lze orientovat podle půdních rozborů, ale přesnější informace poskytne listová analýza. Jestliže půdní rozbor prokáže dostatek živiny a vzorek z rostliny nedostatek, limituje příjem živiny některý jiný faktor (utužení půdy, požerky na kořenech apod.) (PEZA, 2003). Korekční výživová opatření směřujeme hlavně do období, kdy je pro růst a vývoj rostliny ječmene důležité její chemické složení, to je ve fázi 3. až 4. plně rozvinutého listu (odpovídá začátku odnožování – růstová fáze DC 21) (MÍŠA, 2003). Při přetrvávajícím chladném počasí se osvědčilo použití listového hnojiva obsahujícího fosfor, protože je prokázáno, že chlad způsobuje blokaci příjmu této živiny a jelikož se jedná o fyziologický proces, ani použití intenzivnějších dávek fosforečného hnojení přes půdu rostlinám nepomohlo jeho obsah zvýšit (BAIEROVÁ, 2004).

Nabídka listových hnojiv je dnes velmi široká. Procesy příjmu živin přes list jsou však poměrně komplikované a nelze se tedy domnívat, že vhodným listovým hnojivem může být každý roztok obsahující potřebné živiny (PEZA, 2004).

3.5.7.4 Elicitace a elicitory

Elicitaci můžeme definovat, jako indukci obranných mechanismů rostlinného organismu, například zvýšení tvorby sekundárních metabolitů, vyvolanou aplikací vnějšího stresového faktoru chemického, biologického, světelného, tepelného či mechanického charakteru (KUŽEL A KOL., 2005).

Elicitory indukují v rámci rostlinných obranných mechanismů tvorbu nízkomolekulárních sekundárních metabolitů fytoalexinů, jako jsou například terpeny, flavonoidy, isoflavonoidy, steroidy, kumariny, stilbeny a další (DICOSMO, MISAWA, 1985). V užším smyslu elicitor chápeme jako látku, která se vytváří po proniknutí patogenu do organismu rostliny a spouští obrannou reakci rostliny. Elicitory se dělí na exogenní, které jsou metabolity patogenu, např. některé polysacharidy, specifické enzymy a peptidy, a endogenní, které se uvolňují z porušených buněčných stěn organismů, např. oligoglukany, oligomery chitinu, oligogalakturonany (BLÁHA A KOL., 2003). Elicitory můžeme také dělit na fyzikální a chemické, ty pak na abiotické a biotické, a dále na elicitory komplexního složení a definovaného složení (RADMAN A KOL., 2003).

Abiotické elicitory jsou středem menšího zájmu než biotické (RADMAN A KOL., 2003) V praxi se nejčastěji využívá chemicky čistých sloučenin nebo jednoduchých sloučenin kovů a vzácných kovů obvykle aplikovaných ve vodném roztoku o velmi nízké koncentraci (DVOŘÁKOVÁ, 2006). Mnoho kovových prvků se v rostlinném organismu běžně nachází. Z makroelementů jsou to vápník a hořčík, z mikroelementů pak železo, molybden, mangan, kobalt, zinek, měď, lithium, olovo a další. Tyto prvky, které se v rostlinném organismu vyskytují v podobě iontů, organických a anorganických solí, chelátů či oxidů, působí mnohdy jako katalyzátory enzymatických reakcí a uplatňují se například při transportních pochodech či při neutralizaci organických kyselin, jsou nepostradatelné pro fotosyntézu, biosyntézu chlorofylu a respiraci, ovlivňují také metabolismus rostlinných hormonů (NOVÁČEK, 2009).

Mezi biotické stresory můžeme řadit patogenní mikroorganismy, jako jsou např. viry, bakterie a jiné mikroorganismy, houby, dále hmyzí a živočišné škůdce, ale také rostliny. Biotické elicitory komplexního složení bývají nejčastěji homogenáty virů, bakterií a hub (HNILIČKA A KOL., 2003). Biotické elicitory na bázi organických sloučenin také představují velmi širokou skupinu látek se stimulačními účinky, přičemž počet nově objasněných molekulárních struktur rozličných biotických elicitorů stále

stoupá. Řadíme sem různé proteiny, glykoproteiny, oligosacharidy či rostlinné hormony (ANDERSON, 1975, HAHN 1989).

Optimální koncentraci stejného elicitoru u různých kultur in vitro v případě jeho pozitivního působení nelze zobecnit a je specifická, mimo jiné pro tu kterou kulturu a dobu elicítace. Účinnost elicítace je závislá na mnoha faktorech, které často působí synergicky, jako jsou stáří kultury, fyziologický stav rostliny, koncentrace elicitoru a v jakých časových periodách byl elicitor podáván. Velice důležitou podmínkou je, aby elicitor nesnižoval životaschopnost kultury, proto se obecně užívají nižší koncentrace elicitorů (PEXÍDR, 2004). Doposud není uspokojivě vysvětlen mechanismus účinku biotických a abiotických elicitorů, jakož ani struktura biosyntetických drah sekundárního metabolismu rostlin (SIATKA, KAŠPAROVÁ, 2007).

3.5.7.5 Fytohormony

Jsou přirozené látky označované také jako růstové regulátory. Tyto látky si rostlina sama tvoří k regulaci svého růstu a vývoje. Kromě přirozených růstových regulátorů existují i syntetické, které nejsou součástí metabolismu, ale po jejich aplikaci mohou na růst rostliny působit jak povzbudivě tzv. stimulanty tak inhibičně tzv. retardanty (PROCHÁZKA A KOL., 2003). Rostlinné hormony dělíme do pěti skupin. Tyto skupiny tvoří auxiny, gibereliny, cytokininy, kyselina abscisová (ABA) a ethylen. Auxiny, gibereliny a cytokininy působí na rostlinu stimulačně, zatímco kyselina abscisová a ethylen inhibičně. Kromě těchto základních skupin existují ještě další látky s regulačním působením např. brassinosteroidů, kyselina jasmonová, polyamidy, oligosacharidy a další (HOPKINS, 2008). Je důležité si uvědomit, že neexistuje růstový proces, který by byl řízen pouze jedním fytohormonem a na druhé straně neexistuje fytohormon, který by ovlivňoval pouze jediný růstový proces (HOTA, 2007).

Při pěstování ječmene můžeme růstové regulátory využít pro tvorbu „pevného hustého nízkého“ porostu sladovnického ječmene s vysokým výnosem a vyhovujícími kvalitativními parametry. Toho lze dosáhnout opatřeními, které povedou k zahuštění porostu a vytvoření většího množství odnoží na rostlině – např. listovou výživou a stimulanty růstu (Atonik Pro, Sunagreen). Nové možnosti představuje také použití subletálních dávek graminicidů jako alternativa k regulátorům na bázi chlormequatchloridu (CCC). Princip působení těchto alternativních regulátorů i CCC je v omezení apikální dominance rostlin a v následném zahuštění porostu vytvořením většího počtu odnoží na rostlině (KŘOVÁČEK, 2006).

Aplikací růstových regulátorů můžeme také zabránit polehnutí porostu, které má za následek nejen komplikovanou sklizeň a větší sklizňové ztráty, ale projeví se negativně zejména na kvalitě zrna (napadení fuzariózami a dalšími houbovými chorobami). Takto napadené zrno je poté pro skladování nepoužitelné (BEZDÍČKOVÁ, 2006).

3.5.8 Sklizeň a posklizňová úprava zrna

Správná volba doby sklizně je velmi důležitá. Pro výrobu kvalitního sladu potřebuje sladařský průmysl zrno vyzrálé, které v co nejkratší době dosáhne maximální klíčivosti a klíčivé energie. Předčasná sklizeň zabrání přesunu zásobních látek z rostliny do zrna a způsobuje tak relativně vyšší obsah dusíkatých látek, dochází ke snížení klíčivé energie a klíčivosti a prodlužuje se doba posklizňového dozrávání. Dochází obvykle také ke zmenšení podílu předního zrna a tím nižší extraktivnosti. Na druhou stranu pozdní sklizeň zvyšuje nebezpečí výdrolu zrna a vyvstává možnost poškození porostlostí (PROKEŠ A KOL., 1997).

Dalším důležitým parametrem, který ovlivňuje kvalitu zrna je vlhkost. Pokud vlhkost zrna přesahuje 20 %, jsou sníženy hodnoty energie klíčení a klíčivosti. Závažným problémem je také poškození zrna, které může nastat při sklizni a má za následek problematické skladování zrna. Při skladování a posklizňové úpravě zrna je třeba dosáhnout co nejnižších ztrát na hmotnosti a jakostních škod, jelikož sklizený ječmen může obsahovat zrna různé velikosti, příměsi a nečistoty a může mít vyšší vlhkost, je třeba před uskladněním provést posklizňové úpravy. Zrno se předčistí od hrubých nečistot, prachu, úlomků, kulatých příměsí a vytrídí se dle velikostí (KLEM A KOL., 2006).

U skladování zrna sladovnického ječmene je limitujícím faktorem vlhkost. Pro zrno všech obilovin je nejvyšší hodnota vlhkosti zrna pro uskladnění 14 %. Čím má zrno vyšší vlhkost, tím je proces dýchání intenzivnější. Suché zrno, které má vlhkost pod 14 %, má téměř nulovou energii dýchání. Středně suché zrno, vlhkost 14,5–15,5 %, dýchá dva až čtyřikrát více, vlhké zrno, o vlhkosti 15–17 %, čtyři až osmkrát více a mokré zrno, které má vlhkost nad 17 %, dýchá až dvacetkrát intenzivněji než zrno suché. Intenzita dýchání má za následek nárůst teploty. Při vlhkosti nad 16 %, hlavně při vysokém navrstvení zrna dochází k nárůstu teploty za velmi rychle. Teploty nad 30°C vytváří vhodné prostředí pro rozvoj mikroorganismů, plísní a skladištních škůdců.

Důležitou roli hraje i relativní vlhkost vzduchu, která by měla být 75 %. Při vyšší relativní vlhkosti vzduchu hrozí rozvoj plísní (HŘIVNA, KUČEROVÁ, 2000).

Vlhkost zrna lze snížit pomocí dvou metod. Buď pomocí horkého vzduchu a nebo studeným vzduchem aktivním větráním. Při použití horkého vzduchu je třeba zajistit, aby nedocházelo k přehřívání zrna, denaturaci bílkovin, poškození klíčivosti zrna a překročení teploty média. Důležité je také oddělit sušené a nesusšené zrno, jelikož při máčení přijímají vodu jinou intenzitou a to má za následek nerovnoměrné klíčení. Použitím studeného vzduchu se nejen zpomalí fyziologické pochody probíhající v zrnu, omezí se rozvoj obilní mikroflóry a ze zrna se vysuší určité množství vody. Aktivní větrání je tedy významným faktorem, který zajišťuje kvalitní šetrné posklizňové ošetření zrna zvláště v podnicích bez sušáren, nebo s nedostačující kapacitou (HŘIVNA, KUČEROVÁ, 2000).

Další možností, jak lze ovlivnit kvalitu zrna ječmene je čištění. Touto operací se nejen ovlivní obsah příměsí a nečistot, ale i přepad zrna a tím i obsah dusíkatých látek v zrnu. Zrna malé velikosti obsahují více dusíkatých látek, než zrna velká (ČERNÝ, 2007).

Pro dosažení kvalitní sklizně je nutné vytvořit předpoklady, které vychází z výše uvedených poznatků a je možno je shrnout do několika hlavních bodů:

- výběr vhodné odrůdy do konkrétních pěstitelských podmínek
- nákup osiva od seriózní množitelské firmy
- dodržovat zásady agrotechniky s ohledem na hnojení a zaorávku posklizňových zbytků
- zajistit šetrné provedení sklizně a pečovat o sklizené zrno, zejména při vyšší vlhkosti
- úzce spolupracovat se sladovnou v zájmu docílení požadovaných jakostních parametrů

‘Zabezpečení uvedených podmínek dává při příznivém průběhu povětrnosti kvalitní základ pro jakostní sklizeň.(PROKEŠ A KOL., 1997).

4 MATERIÁL A METODIKA

V rámci maloparcelních polních pokusů bylo ověřováno uplatnění hnojiv a přípravků firmy AGRA GROUP a.s. ve výživě jarního ječmene. Byla sledována dynamika růstu a vývoje rostlin ječmene, výnos zrna a jeho kvalita.

4.1 Materiál

4.1.1 Charakteristika pěstované odrůdy

Do pokusu byla vybrána odrůda ječmene Bojos. Stručná charakteristika této odrůdy je uvedena níže:

- odrůda patří mezi sladovnické polopozdní odrůdy středního vzrůstu
- má velmi dobrou odnožovací schopnost a středně dobrou odolnost proti poléhání
- odolnost proti napadení padlím, střední odolnost proti napadení rzi ječnou, hnědou a rhynchosporiovou skvrnitostí
- vhodná do všech oblastí
- zaručuje výnosovou jistotu
- vysoký podíl předního zrna (u ošetřených variant)
- preferovaná odrůda při výrobě piva Českého typu
- výběrová sladovnická kvalita
- nutné ošetření fungicidy proti rzi a skvrnitostem, ošetření morforegulátory růstu potřebné jen u silných porostů

4.1.2 Charakteristika použitých hnojiv

Během pokusu byla použita dusíkatá hnojiva a dusíkatá hnojiva se sírou. Charakteristika hnojiv začleněných do experimentu je uvedena níže:

- AMISAN – AmisaN je koncentrované kapalné hnojivo, jehož základní složkou je močovina a síran amonný (23 kg N/100 l, 6 kg S/100 l). Obsahuje okamžitě přijatelnou vodorozpustnou síru. Hnojivo je vhodné pro použití při hnojení všech polních plodin, které pozitivně reagují na kombinaci N a S v použitém hnojivu. Pro maximální využití předností účinku močovinové složky je vhodné přidat inhibitor ureázy StabilureN.

- DAM 390 - Kapalné dusíkaté hnojivo (min. 30 % celkového N, min. 15 % amidického N). Obsahuje rychle i pozvolně působící formu dusíku a proto je možné jím hnojit na jaře před setím a na půdách s dobrými absorpčními vlastnostmi jednorázově po celou vegetaci (jarní ječmen, oves ...). K přihnojování v průběhu vegetace se používá buď nezředěný (hlavně při hnojení obilnin a řepky), nebo zředěný.
- LAV 27 - Ledek amonný s vápencem (27 % N). Toto hnojivo tvoří směs dusičnanu amonného s jemně mletým vápencem ve formě bělavých až světle hnědých granulí. Kombinace dvou forem dusíku umožní použití tohoto hnojiva jak k hnojení před setím nebo výsadbou, tak i během vegetace rostlin. LAV27 je vhodný prakticky ke všem plodinám a do všech půd.
- K-GEL - Listové hnojivo (K_2O 175 g/l, S 58 g/l), které je určeno pro podporu procesů fotosyntézy především v pozdních fázích vegetace s prodlouženou účinností díky gelotvorné složce. Aplikuje se v době, kdy je plně vyvinut listový asimilační aparát a jeho funkčnost rozhoduje o intenzitě tvorby cukerných složek v zásobních (hlízy, bulvy) či generativních (zrno obilnin) orgánech. Je určeno k ošetření neaktivnějších částí rostlin, které jsou nejvíce vystaveny dopadajícímu světelnému záření. U gelových hnojiv gelotvorná složka zajišťuje lepší přilnavost postřikové jíchy k povrchu listů a zároveň zpomaluje vysychání a ztrátu vody. Tím je omezena krystalizace a následné riziko spadnutí živin ve formě krystalů z povrchu listů na zem. Při opětovném zvýšení vlhkosti gel jímá vodu a krystaly živin se opět rozpouštějí a obnovuje se proces vstupu živin do listů. K-Gel obsahuje smáčedlo, které výrazně zvyšuje kontaktní plochu postřikové jíchy a povrchu listů. Tím dochází k vyššímu účinku živin a v případě vzájemných kombinací i přípravků na ochranu rostlin.
- NNF - NanoFYT Si (20 % hydratovaných částic $SiO_2 \cdot n H_2O$) je pomocný rostlinný přípravek s obsahem křemíku, určený pro mimokořenovou výživu postřikem na list. Tento přípravek je určen k rychlému dodání křemíku u obilovin. Křemík zvyšuje pevnost stěn rostlinných buněk, což se projevuje zvýšením tuhosti kutikuly listů a zvýšenou tolerancí ke škůdcům a nemocem. Snižuje se tím i výpar vody v suchém období. Přípravek obsahuje jako formulační látky také přírodní estery, přičemž aplikace komplexu nanočástic

obsahujících křemík spolu s těmito přírodními estery působí příznivě na kondici pěstovaných kultur a výrazně přispívá k omezení biotických a abiotických stresů během vegetace.

- NF – N-Fenol Mix (4-nitrofenolát sodný v % 0,9 % 9 g/l, 2-nitrofenolát sodný v % 0,6 % 6 g/l, 5-nitroguajakolát sodný v % 0,3 % 3 g/l) je rostlinný stimulant pro použití během období aktivního růstu. Používá se za cílem zvýšení aktivity rostlin, za současného zlepšení čerpání živin z půdy a zvýšení tvorby biomasy rostlin. Zvyšuje odolnost proti nepříznivým podmínkám prostředí a tlaku škodlivých činitelů. Jeho použití je možné ve všech plodinách.
- STU – StabilureN je pomocná půdní látka ve formě kapaliny, jejíž základní složkou je inhibitor ureázy ve speciálním rozpouštědlovém systému. Používá se pro zlepšení vlastností hnojiv, která obsahují močovinou (amidickou) formu dusíku. StabilureN dočasně omezuje přeměnu močoviny na amoniakovou formu dusíku a tím podporuje průnik dusíku do kořenové zóny již při minimálním úhrnu srážek. Dále omezuje ztráty dusíku únikem amoniaku do ovzduší. StabilureN se používá ve spojení s kapalnými hnojivy typu DAM 390, SAM, roztoky močoviny a podobně, která obsahují aspoň 50 % dusíku v amidické formě. StabilureN se přidává do postřikové jíchy jako poslední složka po dokonalém rozmíchání předchozích substancí.
- US – UREAstabil[®] je hnojivo na bázi amidického dusíku s obsahem inhibitoru ureázy (NBPT). Granule hnojiva jsou velikostně tříděny, což zaručuje vyšší rovnoměrnost aplikace a téměř vylučuje přítomnost prachového podílu. Inhibitor ureázy, kterým je granule na povrchu obalena, oddaluje po rozpuštění přeměnu $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ na NH_4^+ a zvyšuje tak přímou účinnost aplikovaného dusíku. K vlastní hydrolyze dochází až po zasáknutí roztoku hnojiva, kdy dojde vlivem rozředění k poklesu koncentrace inhibitoru. Jeho působením nedochází při povrchových aplikacích ke ztrátám N únikem do ovzduší, je zabezpečen jeho rychlý pohyb do kořenové zóny a je omezena nežádoucí fixace NH_4^+ na povrchu půdy mimo dosah rostlin. Toto hnojivo používáme tam, kde potřebujeme při povrchové aplikaci zajistit rychlejší průnik dusíku do kořenové zóny a zvýšit jeho lepší dostupnost pro rostlinu. Použitím UREAstabil[®] je eliminován tzv. „pomalý“ účinek močoviny a jsou po určité době udrženy její vlastnosti. Další výhodou je omezení ztrát dusíku únikem amoniaku do ovzduší, zejména pokud není možné hnojivo okamžitě zapravit. Vysoký efekt technologie použití

hnojiva UREAstabil[®] tvoří dostatečná jednorázová dávka a aplikace v době vláhové jistoty.

4.2 Metodika

V průběhu let 2014 a 2015 byly založeny maloparcelní polní pokusy, ve kterých byla ověřována hnojiva firmy AGRA CZ a.s. ve výživě jarního ječmene odrůdy Bojos. Byla sledována dynamika růstu a vývoje rostlin ječmene, výnos zrna a jeho kvalita.

Pokusy byly založeny na pozemcích patřících do katastru ZD Agrospol Velká Bystřice. Pozemky se nachází v klimatickém regionu mírně teplém, mírně vlhkém. Půda je středně těžká, půdní typ hnědozem. Zemědělský podnik hospodaří bez živočišné výroby tzn. že všechny posklizňové zbytky zaorává. Aktuální průběh povětrnosti v nejdůležitějších měsících uvádí následující tabulky (tab. 6-7).

Ještě před aplikací hnojiv byly odebrány vzorky zeminy. Výsledky rozboru zeminy znázorňuje tab. 8. U vzorku zeminy byl stanoven také obsah N_{\min} , na základě kterého byla vypočítána zásoba přístupného dusíku v půdě a dle výsledků bylo rozhodnuto, že další dohnojení dusíkem není třeba.

Tab.6: Průběh povětrnosti 2013/2014

Rok	Měsíc	Průměrná teplota (°C)	Normál (°C)	Úhrn srážek (mm)	Normál (mm)
2013	září	13,5	13,8	88	47,0
2013	říjen	10,7	8,7	47,4	36,0
2013	listopad	5,3	3,1	43	36,0
2013	prosinec	1,9	-0,4	15,2	26,0
2014	leden	1,4	-2,0	14,5	22,0
2014	únor	3,6	-0,3	18	18,0
2014	březen	9,1	3,9	23,8	25,0
2014	duben	11,9	8,9	52	33,0
2014	květen	14,5	14,3	66,6	61,0
2014	červen	18,3	17,3	47,8	68,3
2014	červenec	21,8	19,4	70,8	71,4
2014	srpen	18,2	19,1	85,5	62,7

Tab.7: *Průběh povětrnosti 2014/2015*

Rok	Měsíc	Průměrná teplota (°C)	Normál (°C)	Úhrn srážek (mm)	Normál (mm)
2014	září	16,0	13,8	86,8	47,0
2014	říjen	10,9	8,7	52,0	36,0
2014	listopad	7,4	3,1	23,1	36,0
2014	prosinec	1,9	-0,4	42,5	26,0
2015	leden	1,0	-2,0	50,8	22,0
2015	únor	1,3	-0,3	10,9	18,0
2015	březen	5,4	3,9	48,3	25,0
2015	duben	9,7	8,9	27,7	33,0
2015	květen	14,3	14,3	63,9	61,0
2015	červen	19,5	17,3	40,1	68,3
2015	červenec	23,4	19,4	40,1	71,4
2015	srpen	24,6	19,1	41,8	62,7

Tab.8: *Agrochemické vlastnosti pozemku*

Rok	P	K	Mg	Ca	pH
2014	90,8	178	122	2690	6,88
2015	94,5	348	138	2093	6,5

Pozn.: Obsah živin je uveden v mg.kg⁻¹ a stanoven dle Mehlicha III

Na podzim bylo provedeno zapravení posklizňových zbytků střední orbou (chrástu cukrovky). Dále byla aplikována P-hnojiva (0,5 q/ha) – Superfosfát (45 % P₂O₅) a K-hnojiva (draselná sůl 60 %). Před setím byla provedena aplikace N-hnojiv v dávce 2q/ha LAV 27 (provedeno dle plánu hnojení zemědělského podniku plošně).

V roce 2014 bylo setí realizováno 12.3. 2014 a v následujícím roce proběhlo 24.3. 2015. V obou letech činil výsevek 3,7 MKS. V prvním roce bylo založeno celkem 7 variant, v roce následujícím byl na základě předchozích výsledků a požadavku zadavatele, upraven počet variant na 6. Každá varianta byla vyseta ve čtyřech opakováních. V průběhu vegetace byly mimo aplikace testovaných hnojiv prováděny standardní agrotechnické zásahy tj. aplikace morforegulátorů a fungicidů. Aplikace testovaných hnojiv byla provedena dle schématu uvedeného níže (tab. 9-10). Porost ječmene byl v obou letech sklizen v plné zralosti. Sklizeň byla provedena maloparcelní

sklízecí mlátičkou Wintersteiger s automatickým vzorkovacím zařízením a váhou. Termíny sklizně byly 3.8. 2014 a 6.8. 2015. Z každého opakování byl odebrán vzorek zrna k dalším analýzám.

Tab.9: Schéma pokusu 2013/2014

Hnojení N (hnojivo, kg N/ha)									
1. aplikace		2. aplikace		3. aplikace		4. aplikace		Celkem (kg/ha)	
ihned po zasetí		BBCH 14/21		BBCH 34		BBCH 51 - 61		N	S
1	US 40	DAM 25 + STU		-----		-----		65	0
	0,85 q/ha	64 l/ha + 0,128 l/ha							
2	US 40	AmisaN 25 + STU		-----		-----		65	6,5
	0,85 q/ha	109 l/ha + 0,2 l/ha							
3	US 40	AmisaN 25 + STU		-----		K-Gel		65	6,5
	0,85 q/ha	109 l/ha + 0,2 l/ha				3 l/ha			
4	US 40	LAV 25		-----		-----		65	0
	0,85 q/ha	0,9 q/ha							
5	US 50	-----		AmisaN15+STU+voda		-----		65	4
	1,1 q/ha			65l/ha+0,12l/ha+250l/ha					
6	US 40	AmisaN 25 + STU		-----		NNF 0,3		65	6,5
	0,85 q/ha	109 l/ha + 0,2 l/ha				0,3 l/ha			
7	US 40	AmisaN 25 + STU		NNF 0,3		-----		65	6,5
	0,85 q/ha	109 l/ha + 0,2 l/ha		0,3 l/ha					

Pozn.: STU= StabilureN, US= UREAstabil, NNF= NanoFYT Si, AmisaN= koncentrovaný roztok močoviny a síranu amonného (23kg N/100l, 6kg S/100l), číslo za označením hnojiva znamená dávku N v kg/ha

Tab.10: Schéma pokusu 2014/2015

var.	Hnojení N (hnojivo, kg N/ha)					Celkem(kg/ha)	
	1. aplikace	2. aplikace	3. aplikace	4. aplikace	N	S	
	ihned povzejití	BBCH 21/25	BBCH 37	BBCH 55 - 61			
1			-----	-----	65	6,5	
2			-----	NF 0,3 l/ha	65	6,5	
3	US 40 (0,85 q/ha)	AmisaN 25 + STU (109 l/ha + 0,2 l/ha)	-----	K-Gel 3 l/ha	65	6,5	
4			K-Gel 3 l/ha	NNF 0,3 0,3 l/ha	65	6,5	
5			-----	NNF 0,3 0,3 l/ha	65	6,5	
6			NNF 0,3 0,3 l/ha	-----	65	6,5	

Pozn.: STU= StabilureN, US= UREAstabil, NNF= NanoFYT Si, AmisaN= koncentrovaný roztok močoviny a síranu amonného (23kg N/100l, 6kg S/100l), číslo za označením hnojiva znamená dávku N v kg/ha, var.=varianta

4.2.1 Vyhodnocení výsledků

Z každého opakování byly odebrány vzorky zrna pro analýzy. Byly stanoveny tyto parametry zrna: výnos zrna, objemová hmotnost, přepad zrna nad sítem 2,5 a 2,8 mm na Steineckerově prosévadle, obsah škrobu dle Ewerse a obsah N-látek dle Kjeldahla (BASAROVÁ A KOL., 1992). Výsledky byly vyhodnoceny a zpracovány do tabulek a grafů pomocí programů STATISTICA 12 a Microsoft Excel.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výnos a kvalita rostlinné produkce je významným způsobem ovlivněna výživou rostlin. Pokud v půdě není zajištěn nezbytně nutný obsah všech živin, nemůžeme očekávat takové výsledky, které by zajistily vysoký a kvalitní výnos zrna.

5.1. Průběh pokusů, zásahy během vegetace a vegetační pozorování

Pokusy proběhly v letech 2014 a 2015. Průběh pokusů a termíny aplikace testovaných hnojiv dle schématu pokusu jsou popsány níže.

5.1.1 Průběh pokusů v roce 2014

Hned po vzejití porostu (2.4. 2014) byla provedena první aplikace hnojiv. Porost vzešel velmi dobře. Dne 5.5. 2014 byla provedena 2. aplikace hnojiv dle metodiky. Před touto aplikací byl proveden postřik herbicidem Mustang Forte 0,8 l/ha. Aplikace hnojiv proběhla při teplotě 15°C. Porost byl suchý a počasí oblačné. Porost byl vyfotografován (obr. 5-7).

Obr. 5-7 : *Stav porostu během odnožování (5.5. 2014)*



Dne 20.5. 2014 byla provedena 3. aplikace přípravků. Teplota v době postřiku byla 22°C, porost byl suchý..

Dne 7.6. 2014 byla provedena poslední aplikace na varianty 3 a 6. Porost byl vymetaný a začínal kvést. Teplota v době postřiku byla 20°C. Porost byl vlhký. Z důvodu výskytu chorob byl aplikován fungicid - CredoPlinker (1,7 l.ha⁻¹). Porost byl vyfotografován (obr.8-9).

Dne 3.8. 2014 proběhla v plné zralosti sklizeň pomocí maloparcelní polní mlátičky Wintersteiger s automatickou váhou a vzorkovacím zařízením.

Obr. 8-9 : *Stav porostu během metání a kvetení (7.6. 2014)*



5.1.2 Průběh pokusů v roce 2015

Dne 24.4. 2015 byla provedena první aplikace hnojiv. Porost se nacházel v DC 21 (obr. 10–13). Půda byla v době aplikace suchá, pod povrchem vlhká. Hnojivo bylo zapraveno.

Obr. 10-13 : *Stav porostu při založení pokusu (24.4. 2015)*





Dne 30.4. 2015 byl aplikován na všechny varianty AmisaN + STU 109 l/ha. Porost byl v době aplikace suchý. Vál mírný vítr. Aplikace proběhla při teplotě 15°C. Půda byla suchá.

Dne 29.5. 2015 došlo k aplikaci hnojiv v BBCH 37. Aplikace proběhla při teplotě 7°C. Byla velmi silná rosa a půda byla vlhká.

Dne 12.6. 2015 byla provedena poslední aplikace přípravků. Aplikace proběhla na středně silnou rosu. Půda byla suchá. Porost zatím suchem stresován nebyl.

Dne 13.6. 2015 byla provedena plošná aplikace fungicidu (přípravek Prosaro (1 l/ha)). Porost byl v době postřiku poměrně zdravý, místy se začaly vyskytovat první projevy napadení houbovými chorobami. Aplikace proběhla na mírnou rosu. Díky postřiku se až do konce vegetace podařilo porost udržet ve velmi dobrém zdravotním stavu.

Dne 6.8. 2015 byl porost ječmene sklizen. Sklizeň byla provedena maloparcelní sklízecí mlátičkou Wintersteiger s automatickým vzorkovacím zařízením a váhou (obr. 14–17).

Obr. 14-17: Sklizeň pokusu (6.8. 2015)





5.2 Vliv aplikovaných hnojiv na výnos zrna

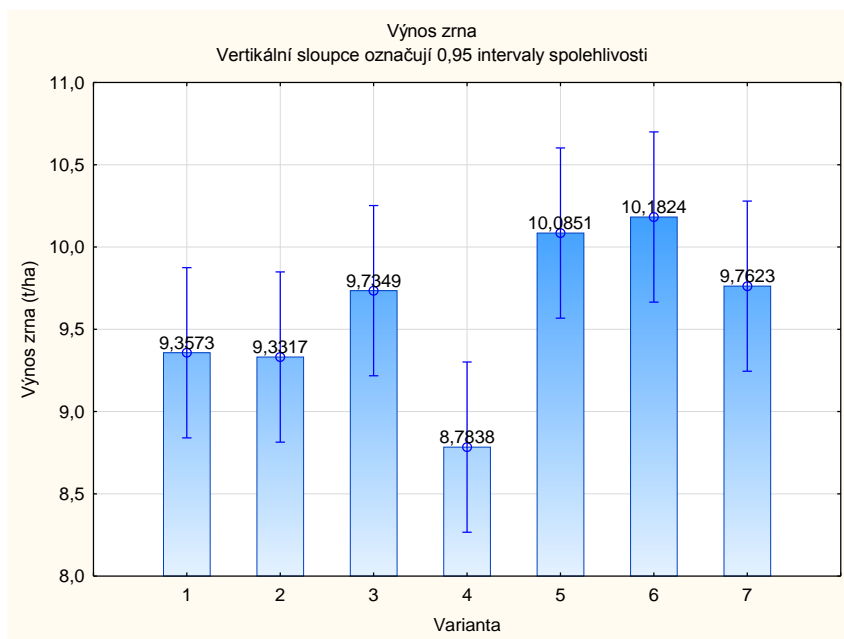
Výnos zrna ječmene je ovlivněn různými faktory. Největší vliv na výnos zrna mají povětrnostní podmínky, dále obsah dusíku v půdě, odrůda a výsevek. Konečný výnos pak významně koreluje s počtem odnoží a s hmotností vysušené nadzemní části biomasy na jednotku plochy (KOUTROUBAS, 2014). Při tvorbě zrna se ve větším či menším měřítku využívají rezervy ze stébla a listů a ty jsou translokovány do zrna. Z těchto biologických procesů pro jarní ječmen vyplývá požadavek na zajištění dynamického rozvoje asimilačních orgánů v raných vývojových fázích i ve druhé polovině vegetace (rozvoj stébel, pochev listů a klasů) a v období tvorby zrna usměrnit tok asimilátů do klasů, a tak zajistit výnos zrna a jeho kvalitu (HŘIVNA, RICHTER, 2004). Pro stabilizaci výnosů sladovnického ječmene můžeme využít různých pomocných látek. Jejich vliv na výnos je tím větší, čím jsou méně příznivé podmínky pro růst a vývoj ječmene (BEZDÍČKOVÁ, 2014).

Díky velmi dobrým povětrnostním podmínkám v roce 2014, nebyl vliv použitých hnojiv zcela průkazný a všechny varianty dosahovaly velmi vysokých výnosů. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u varianty 6, v průměru $10,182 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (obr. 18). U této varianty byl aplikován přípravek NanoFyt Si v pozdní fázi vegetace. Pozitivní vliv na výnos zrna se také potvrdil u variant, u kterých došlo k aplikaci hnojiva AmisaN na počátku sloupkování. Naopak nejmenší výnos v tomto roce byl dosažen u varianty 4, v průměru $8,784 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Z toho vyplývá, že aplikace hnojiva LAV po vzejití porostu byla efektivní nejméně.

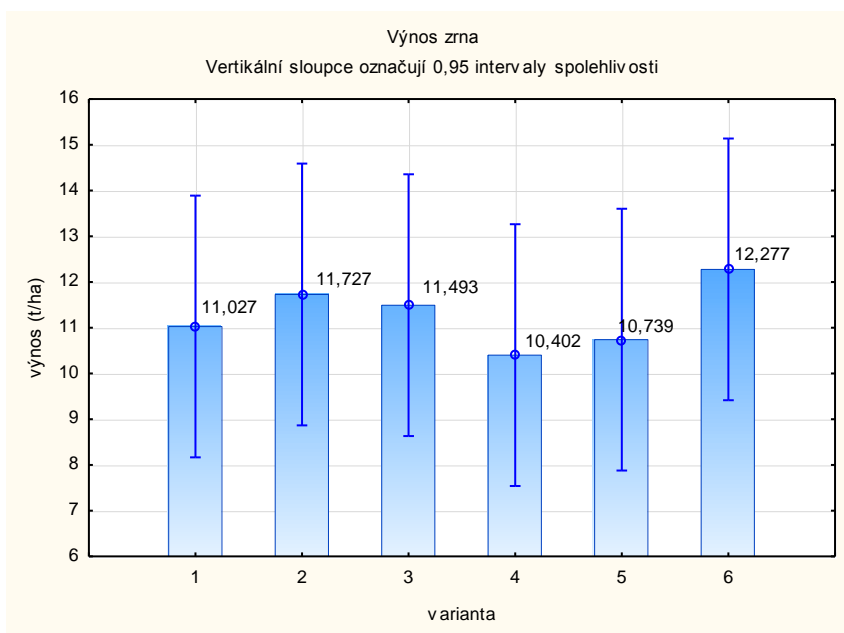
Výnos zrna dosažený v roce 2015 byl i přes extrémní povětrnostní podmínky (sucho a vysoké teploty) excelentní. Nejvyšší výnos, v průměru 12,277 t.ha⁻¹, byl stanoven u varianty 6 po samostatné aplikaci přípravku NanoFyt Si v BBCH 37 (obr. 19). Dobré výnosy byly také dosaženy u variant 2 a 3 po aplikaci NF (nitrofenolát) a hnojiva K-Gel.

V obou ročnících se na vysokém výnosu zrna mimo jiné podílely i jeho vynikající mechanické vlastnosti.

Obr. 18: Výnos zrna 2014 (t.ha⁻¹)



Obr. 19: Výnos zrna 2015 (t.ha⁻¹)



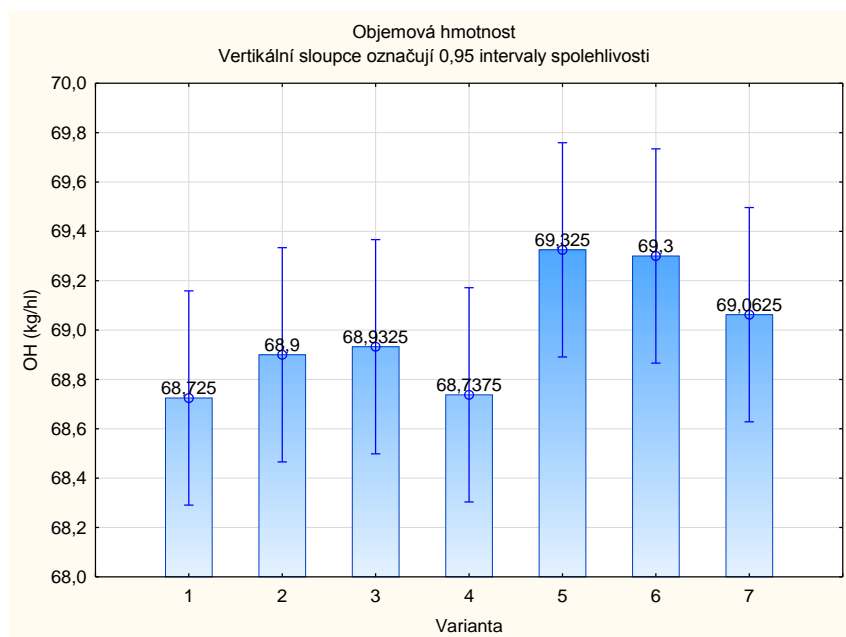
5.3 Vliv aplikovaných hnojiv na kvalitu zrna

Kvalita zrna sladovnického ječmene je charakterizována mnoha kvalitativními parametry. Při našem pokusu jsme se zaměřili na hodnocení vlivu aplikace vybraných hnojiv na objemovou hmotnost, přepad zrna nad sítem 2,5 mm, obsah N-látek a škrobu.

5.3.1 Vyhodnocení objemové hmotnosti

Objemová hmotnost je hmotnost hektolitru zrn ječmene v kilogramech. Stanovení objemové hmotnosti probíhá pomocí speciální objemové váhy na čtvrt litru nebo jeden litr (BASAŘOVÁ A KOL., 1992). KOSAŘ A KOL. (2000) uvádí, že objemová hmotnost je ovlivněna především obsahem škrobu v zrně, vlhkostí zrna a výrazný vliv mají také povětrnostní podmínky. Objemová hmotnost má také přímý vliv na extraktivnost sladu. Z rozdílu mezi objemovou hmotností ječmene (72–74 kg) a objemovou hmotností sladu (světlého 54–58–60 kg; tmavého 52–55 kg) můžeme také usuzovat na úroveň rozluštění sladu (PSOTA, VEJRAŽKA, 2006).

Obr. 20: Objemová hmotnost zrna 2014 ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$)



Jak můžeme vidět na obr. 20, hodnoty objemové hmotnosti v roce 2014 se pohybovaly v rozmezí $68,73\text{--}69,33 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u varianty 5 ($69,33 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$), u které bylo aplikováno hnojivo AmisaN na počátku sloupkování a u varianty 6 ($69,30 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) po aplikaci přípravku NanoFyt Si. U všech variant však byly rozdíly minimální.

Objemová hmotnost v roce 2015 nebyla v důsledku malé hmotnosti odebraných vzorků stanovena.

5.3.2 Vyhodnocení přepadu zrna nad sítím 2,5 mm

Podíl předního zrna je z hlediska sladařského využití velmi důležitým ukazatelem, protože právě přední zrno se zpracovává pro sladařské účely. Při vhodné výživě je dosaženo vysokého podílu předního zrna. Tento vysoký podíl je zřetelným signálem, že ječmen měl během celé vegetace dostatek pohotových a přístupných živin a že zejména dusík byl využit pro tvorbu výnosu a nebyl ukládán do zrna (PROKEŠ, PSOTA, 2001).

HŘIVNA (2014) poukazuje na závislost hodnocení velikostních frakcí zrna ječmene vzhledem k výnosu. Výsledky roku 2014 potvrdily, že u variant s největším přepadem zrna nad sítím 2,8 mm byl i nejvyšší výnos zrna (varianty 5 a 6). Při hodnocení podílu zrna na sítě 2,5 mm byl trend zcela opačný. V roce 2015 se sice tento jev nepotvrdil, což však můžeme přisoudit extrémním povětrnostním podmínkám v tomto ročníku.

Pro sladařské zpracování je rozhodujícím faktorem celkový podíl sladařsky zpracovatelných zrn tj. Σ 2,5 + 2,8 mm. Zbylé zrno tvoří takzvaný propad a pro výrobu sladu se nevyužívá. Dle normy ČSN 46 11 00-05 je požadavek na přepad zrna nad sítím min. 85 %.

V roce 2014 byly hodnoty podílu předního zrna u hnojených variant téměř 97 % což je výjimečné. U varianty č. 6 po aplikaci přípravku NanoFyt Si v pozdní fázi vegetace byly zaznamenány také velmi nízké hodnoty propadu (tab. 11).

Ročník 2015 se vyznačoval ještě vyššími hodnotami přepadu zrna nad sítím 2,8 a 2,5 mm. Nejvyšší hodnota přepadu zrna nad sítím 2,8 byla zaznamenána u varianty č. 3 po aplikaci přípravku K-Gel (86,93 %). Jak můžeme vidět v tabulce č. 12, rozdíly mezi jednotlivými variantami nebyly příliš velké. Podíl zrna na sítě 2,5 mm byl vyšší u variant s nižšími podíly zrna na sítě 2,8 mm. Nejnižší hodnota propadu (2,20 %) a tudíž nejvyšší výtěžnost kvalitního zrna byla zaznamenána opět u varianty č. 3, na kterou se aplikoval přípravek K-Gel. Také rozdíly u propadu v roce 2015 byly zanedbatelné, což svědčí o vysoké kvalitě zrna u všech variant. Pokud srovnáme požadavek na přepad zrna nad sítím dle normy ČSN 46 11 00-05 (min. 85 %), pak u všech variant byl v tomto roce vyšší jak 97 %, což je skutečně velmi příznivý stav.

Tab.11: Třídění zrna 2014

varianta	průměrové hodnoty %			PPZ (2,8 mm + 2,5mm)
	2,8 mm	2,5 mm	propad	
1	77,72	18,53	4,09	96,25
2	78,53	17,92	3,74	96,45
3	79,10	17,20	3,72	96,30
4	75,68	19,63	4,35	95,31
5	80,61	15,51	3,77	96,12
6	81,90	14,87	3,17	96,77
7	78,69	17,80	3,50	96,49

Tab.12: Třídění zrna 2015

varianta	průměrové hodnoty %			PPZ (2,8 mm + 2,5mm)
	2,8 mm	2,5 mm	propad	
1	86,33	11,28	2,35	97,61
2	86,65	11,13	2,23	97,78
3	86,93	10,70	2,20	97,63
4	86,50	10,90	2,57	97,40
5	84,60	12,65	2,73	97,25
6	86,10	11,50	2,50	97,60

5.3.3 Vyhodnocení obsahu dusíkatých látek v zrně ječmene

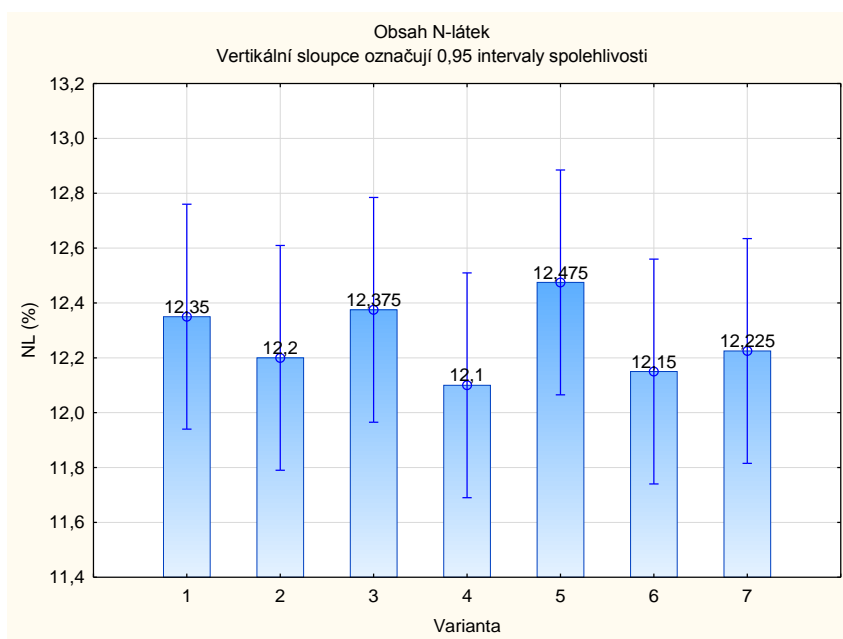
Obsah dusíkatých látek, v praxi označovaný jako obsah bílkovin, patří mezi hlavní kritéria při výkupu sladovnického ječmene. PETR (2004) tvrdí, že na obsahu bílkovin se podílí z 12 % odrůda a ze 72 % pěstitelské podmínky. PROKEŠ A KOL. (1997) uvádí jako optimální obsah bílkovin v ječmeni 10,7–11,2 %, přičemž pro zajištění výroby kvalitních sladů by neměla být překročena hranice 11,5 %. Podle KOSAŘE (2000) se optimální množství dusíkatých látek v zrně ječmene z technologického hlediska pohybuje mezi 10,7–11,2 %. ČERNÝ (2007) zase uvádí za ideální hodnotu 11 %, nejvýše pak 12,5 %. ZIMOLKA (2006) za nepřijatelnou hranici udává obsah 9,5 % dusíkatých látek v zrně ječmene. Dle ČSN 46 11 00-05 by se obsah dusíkatých látek měl pohybovat v rozpětí mezi 10-12 %.

Z výsledků, uvedených v obr. 21 můžeme vidět, že obsah dusíkatých látek se u všech variant, v roce 2014, pohyboval v rozmezí 12,10–12,48 % a byl tedy nad hranicí kvality požadovanou sladovnicemi. Nejvyššího obsahu dusíkatých látek dosáhla varianta 5 (v průměru 12,48 %) po aplikaci přípravku AmisaN na počátku sloupkování. Naopak nejnižší hodnota byla zaznamenána u varianty 4, u které došlo k aplikaci

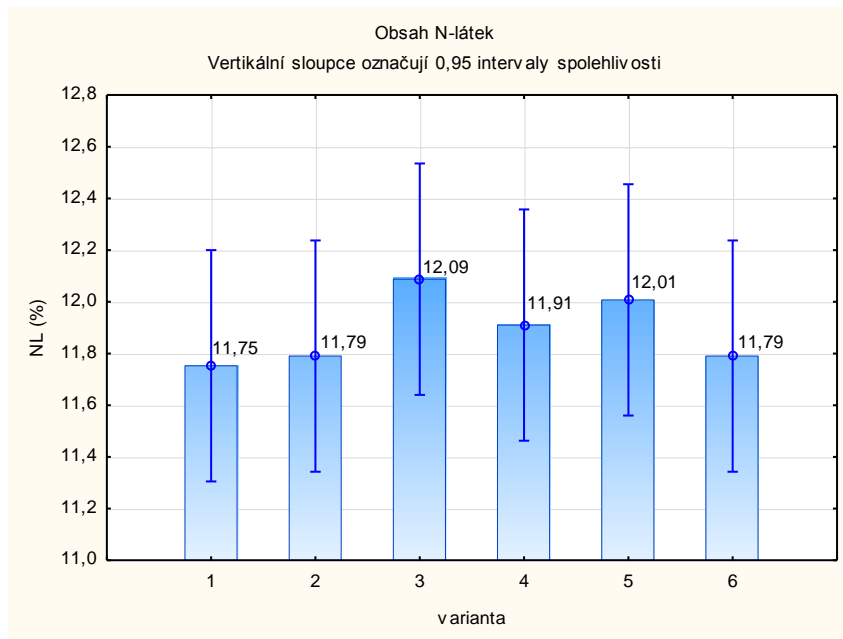
hnojiva LAV po vzejití porostu. Ale také tato varianta byla nad rámec hodnoty požadované sladovny (v průměru 12,10 %).

Obsah dusíkatých látek v roce 2015, můžeme považovat za poměrně příznivý. Z obr. 22 můžeme vyčíst, že se pohyboval v průměru mezi 11,75–12,09 %, což jsou z hlediska sladovnických kritérií lepší hodnoty než v roce předešlém. Nejvíce dusíkatých látek (v průměru 12,09 %) obsahovala varianta 3 po aplikaci přípravku K-Gel, díky kterému došlo k lepšímu využití kombinace hnojiv UREAstabil[®] + AmisaN. V průměru nejnižší hodnoty byly sledovány u varianty č. 1 (11,75 %), u které nebyla použita mimokořenové výživa. Z technologického hlediska byl však obsah dusíkatých látek u této varianty nejvíce optimální. Celkově mimokořenová výživa zvyšovala v tomto roce obsah dusíkatých látek o 0,004–0,34 %.

Obr. 21: Obsah N-látek 2014 (%)



Obr. 22: Obsah N-látek 2015 (%)



5.3.4 Vyhodnocení obsahu škrobu

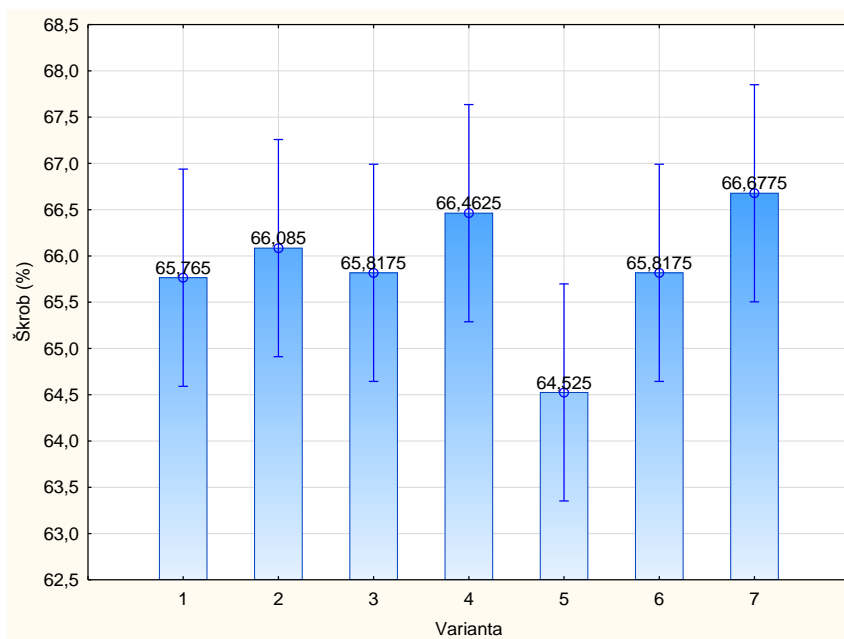
Obsah škrobu v zrně ječmene je pro sladaře velmi významným ukazatelem. Rozhoduje o extraktivnosti sladu a také o tom, kolik vytěžíme alkoholu při vaření piva. Množství škrobu v zrně ječmene souvisí i s obsahem bílkovin. Vysoký obsah škrobu je základem nejen vysoké extraktivnosti, ale také křehkosti a friability sladu (POLÁK A KOL., 1998). Podle PELIKÁNA A KOL. (2004) by se měl obsah škrobu u dobrých sladovnických ječmenů pohybovat mezi 63 a 65 % v sušině. Čím více škrobu zrně obsahuje a čím je vyšší podíl velkých škrobových zrn, tím je kvalitnější surovinou.

V obrázku č. 23 můžeme vidět, že v roce 2014, všechny varianty v průměru přesahovaly hranici 64 %. Nejvyšší obsah škrobu byl stanoven u varianty 7 (66,68 %), u které došlo k aplikaci přípravku NanoFyt Si v časnější fázi růstu (BBCH 34). Nejnižší hodnota byla stanovena u varianty 5 po použití koncentrovaného roztoku močoviny a síranu amonného v kombinaci s hnojivem StabilureN a vodou. Ale i tato varianta přesahovala hranici 64 %.

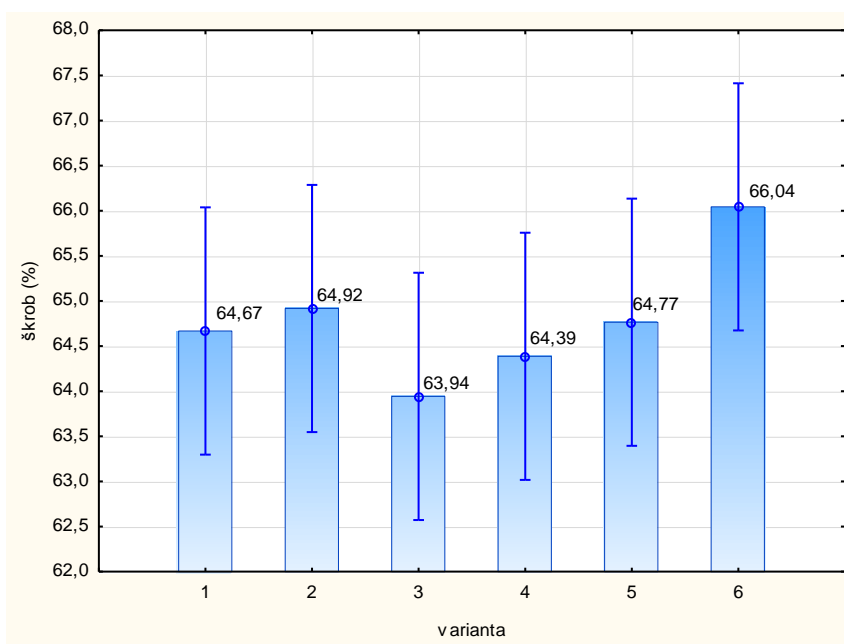
V ročníku 2015 se obsah škrobu v průměru pohyboval v rozmezí 63,94-66,04 % (obr. 24). Aplikace přípravku NanoFyt Si v časnější fázi růstu u varianty č. 6, která obsahovala škrobu nejvíce (66,04 %), přispěla ke zvýšení obsahu škrobu oproti variantě č. 1 v zrně o cca 1,37 %. Pozitivně se projevila také aplikace nitrofenolátu (NF)

u varianty č.2, která v průměru obsahovala 64,97 % škrobu v zrně. Tento stav se také odrazil v celkové produkci škrobu (obr č. 25). Nejvyšší výnos byl zaznamenán u varianty č. 6 (8,108 t/ha) díky vysoké produkci zrna i jeho škrobnatosti. Nárůst byl opravdu výrazný a dosahoval ve srovnání s variantou č. 1 (7,131 t/ha) téměř o 1 tunu vyšší produkci (977 kg/ha).

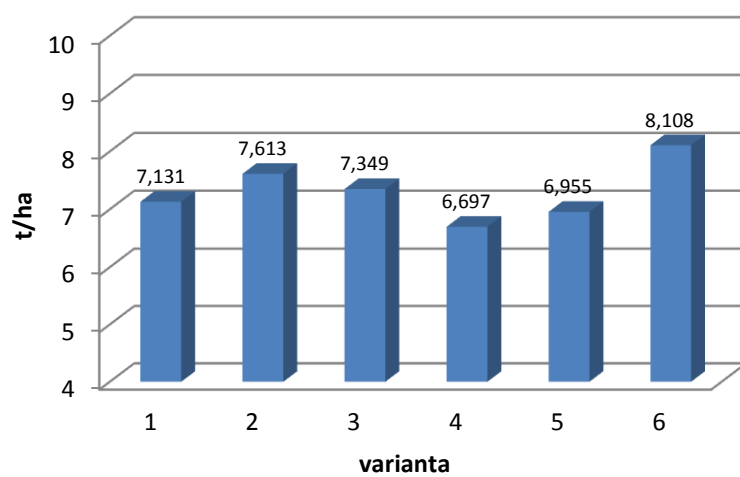
Obr. 23: Obsah škrobu 2014 (%)



Obr. 24: Obsah škrobu 2015 (%)



Obr. 25: Výnos škrobu 2015 (%)



6 ZÁVĚR

Literární část diplomové práce zahrnuje informace o možnostech ovlivnění kvality zrna ječmene mimokořenovou výživou a aplikací pomocných látek a elicitorů. Praktická část se zabývá vyhodnocením výsledků maloparcelních pokusů v letech 2014 a 2015 a posouzení vlivu hnojiv firmy AGRA CZ a.s. ve výživě jarního ječmene.

Z výsledků našeho pokusu můžeme vyvodit tyto závěry:

- Výnosy zrna byly do značné míry ovlivněny ročníkem. Nevyšších výnosů dosahovala v obou letech varianta č. 6, u které došlo k samostatné aplikaci přípravku NanoFytSi 0,3 l/ha v dřívější fázi růstu. Velmi dobře můžeme hodnotit také vliv nitrofenolátu u varianty č. 2 v roce 2015, kdy činil výnos v průměru 11,727 t.ha⁻¹. Vzhledem k extrémním povětrnostním podmínkám a dosaženým výnosům, v tomto roce, by bylo vhodné vliv tohoto přípravku ještě ověřit. Pozitivní vliv měla i aplikace přípravku K-Gel, kdy docházelo k výrazně lepšímu využití kombinace hnojiv UREAstabil[®] + AmisaN. Nejnižších výnosů bylo dosaženo u varianty č. 4, kde bylo použito tuhé hnojivo LAV 25 a jen se potvrdilo, že aplikace pouze tuhých hnojiv je efektivní nejméně.
- Varianty s vyšší objemovou hmotností dosahovaly nejvyšších výnosů a naopak varianty s nejnižší objemovou hmotností dosahovaly výnosů nižších. Tyto výsledky nám potvrdily, že zpravidla s nárůstem objemové hmotnosti roste i výnos zrna. V roce 2015 jsme nemohli tyto závěry ověřit, protože jsme pro stanovení neměli k dispozici dostatek zrna.
- Hodnoty podílů předního zrna u hnojených variant dosahovaly v obou ročnících výjimečných hodnot. Pohybovaly se v rozmezí 95,31–97,78 %. Velmi dobře se uplatnila aplikace přípravku NanoFyt Si v pozdní fázi vegetace a přípravek K-Gel. Varianty, u kterých byly použity tato hnojiva, také dosahovaly nejnižších propadů (3,17 a 2,20 %) a tudíž nejvyšší výtěžnosti kvalitního zrna. Výsledky roku 2014 potvrdily kladnou závislost mezi zastoupením frakce zrn nad sítem 2,8 mm a výnosem.
- Obsah dusíkatých látek v zrně ječmene dosahoval u většiny vzorků příliš vysokých hodnot a z technologického hlediska byl tedy nad hranicí kvality požadované sladovny. Obsah dusíkatých látek v zrně byl nejvyšší po aplikaci hnojiva AmisaN na počátku sloupkování (v průměru 12,10 %). Dále se také opět

prokázal pozitivní vliv přípravku K-Gel na lepší využití hnojiv UREAstabil[®] + AmisaN.

- V obou ročnících obsah škrobu u všech stanovených variant přesahoval hranici 64 % v průměru, což by mělo zajišťovat optimální extraktivnost sladu. Nejvíce škrobu obsahovaly varianty po aplikaci přípravku NanoFyt Si v časnější fázi růstu. Samostatná aplikace NanoFytu v BBCH 37 v roce 2015 přispěla ke zvýšení obsahu škrobu v zrně o cca 1,37 %, což se odrazilo ve zvýšení produkce škrobu z hektaru o 977 kg/ha oproti variantě bez mimokořenné výživy. Velmi dobře můžeme hodnotit i vliv aplikace nitrofenolátu (v průměru 64,92 % obsahu škrobu v zrně). Tvrzení výrobce, že hnojivo K-Gel je vhodné pro podporu procesů fotosyntézy, především v pozdních fázích vegetace s prodlouženou účinností, což by se mělo odrazit ve vyšším obsahu škrobu v zrně, se v našem pokusu nepotvrdilo.

Závěrem můžeme konstatovat, že kvalitu zrna ječmene nejvíce ovlivňoval přípravek NanoFyt Si, který pozitivně působil na celkový výnos, zvyšoval podíl předního zrna a přispíval i k vyššímu obsahu škrobu. Listové hnojivo K-Gel mělo zase vliv na lepší využití hnojiv UREAstabil[®] + AmisaN a přispívalo tak k vyšším výnosům i k lepší kvalitě zrna. Neztratil se ani přípravek nitrofenolát, který podpořil především výnos a obsah škrobu v zrně. I přesto, že výsledky pokusu byly do značné míry ovlivněny povětrnostmi, tak se prokázal pozitivní vliv mimokořenné výživy, jak z hlediska podpory tvorby a výnosu zrna, tak i z hlediska pozitivního vlivu na kvalitu zrna, především na jeho mechanické vlastnosti. Použití mimokořenné výživy při pěstování jarního ječmene se určitě vyplatí.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANDERSON R. J., a kol., (1975).: *Journal Inst. Brewery*, roč. 81, s. 208.

BAIEROVÁ V., (2003): *Listová výživa pomáhá zemědělcům. Farmář*, č. 5, vol. 9, s. 20-21, ISSN 1210-9789.

BAIEROVÁ V., (2004): *Pomoc porostům obilnin. Farmář*, č. 4, vol. 10, s. 20 - 21, ISSN 1210-9789.

BALÍK J., (1993): *Základy výživy rostlin. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR*, Praha, 36 s., ISBN: 80-7105-056-3.

BASAŘOVÁ G., a kol. (1992): *Pivovarsko-sladařská analytika. Merkanta s.r.o. Praha* 388 s.

BAUER M., (1962): *Technologie – učební obor sladovník. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha*, 165 s.

BEZDÍČKOVÁ A., (2014): *Péče o kořenovou soustavu a zvýšení odolnosti vůči stresům – předpoklad využití výnosového potenciálu a stabilizace výnosů sladovnického ječmene. In: Kompedium 2014, JH & C, 278 01 Kralupy nad Vltavou*, 23-26 s., ISBN 978-80-213-2441-1.

BEZDÍČKOVÁ A., (2006): *Praktické využití výsledků pokusů s růstovými regulátory v jarním ječmeni. Sborník z konference „Úspěšné plodiny pro velký trh“ - Ječmen a cukrovka, Ditana spol. s r.o., 3 s.*

Bláha L., Bocková, R., Hnilička F., Hniličková H., Holubec V., Millerová J., Štolcová J, Zieglerová J., (2003): *Rostlina a stres. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby*, s. 156.

ČERNÝ L. a kol., (2007): *Jarní sladovnický ječmen – Pěstitelský rádce*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 44 s.

ČSN 46 1100 – 5 *Obiloviny potravinářské – část 5: ječmen sladovnický* platí od 2006 – 01 – 01.

DICOSMO F., MISAWA M., (1985): *Eliciting secondary metabolism in plant cell cultures*. *Trends*, Biotechnol, New Orleans, USA, s. 318-322.

DVOŘÁKOVÁ J., (2006): *Studium vlivu elicitorů na obsah některých účinných látek v rostlině Ostropestřec mariánský Silybum marianum (L.) Gaertn.* Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 87 s.

DUDÁŠ F., (1992): *Vliv hnojení a způsobu hospodření se slámou na výnos, jakost zrna a sladu ječmene jarního v monokultuře a po předplodine cukrovce*. VSŽ, Brno, s. 62.

DYR J., HAUZAR I., (1962): *Chemie a technologie sladu a piva, díl I. Hlavní suroviny, sladařství*. VŠCHT, Praha, 236 s.

HABERLE, J., SVOBODA P., (2004): *Zásoba dusíku v podorničí*. *Farmář*, č. 4, vol. 10, s. 25 - 26, ISSN 1210-9789.

HAHN M. G., BUCHELI, P., CERVONE, F., DOARES S. H., O'NEILL R. A., DARVILL, A. A ALBERSHEIM, P., (1989): *The roles of cell wall constituents in plant-pathogen interactions*. In *Plant-Microbe Interactions. Molecular and Genetic Perspectives*. T. Kosuge and E. W. Nester, eds (New York, NY: McGraw Hill Publishing Co.). vol. 3, s. 131-181.

HNILIČKA F., HNILIČKOVÁ H., BLÁHA L., MÖLLEROVÁ J., ZIEGLEROVÁ J., (2003): *Ekologické a fyziologické odezvy rostlin na biotické stresory. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*. In: *Sborník příspěvků*, 2003. s. 156 - 170.

HOPKINS W. G.,(2008): *Introduction to Plant Physiology*, 4. vyd., 111 River Street, Hoboken, 512 s., NJ 07030-5774.

HOTA D., (2007): *Synthetic plant growth regulators* [online]. New Delhi: Gene-Tech Books, 2007, 274 s. ISBN 9781441655455.

HRUBÝ J., a kol. (2000): *Zapravený chrást cukrovky ovlivňuje jarní ječmen. Úroda*, 2000, č. 9, vol. XXXXVIII, s. 20 – 21, ISSN 0139-6013.

HŘIVNA L., BOROVIČKA K., CERKAL R., (2005): *Optimalizace výživy jarního ječmene pro dosažení sladovnické kvality zrna. Agro roč. 2, sv. X/2005, s. 77 - 81, ISSN 1211 – 362X.*

HŘIVNA L., CERKAL R., (2004): *Možnosti ovlivnění výnosu i kvality jarního ječmene, Agro, 2004, č. 4, vol. IX, s. 65 – 70, ISSN 1211-362X.*

HŘIVNA L., HOLÁNEK P., (2003): *Možnosti ovlivnění kvality sladovnického ječmene, Úroda, 2003, č. 8, vol. LI, s. 12 – 15, ISSN 0139-6013.*

HŘIVNA L., KOTKOVÁ B., DOSTÁLOVÁ Y., BUREŠOVÁ I., (2014): Srovnání využití tuhých a kapalných N-hnojiv a jejich vliv na výnos a kvalitu sladovnického ječmene, In: *Kompedium 2014, JH & C, 278 01 Kralupy nad Vltavou, 31-34 s., ISBN 978-80-213-2441-1.*

HŘIVNA L., KUČEROVÁ J., (2000): *Sladovnický ječmen po sklizni. Úroda = Pôda a úroda: časopis pro rostlinnou produkci., č. 8, Praha : Strategie Praha, s. 6 – 7, ISSN 0139-6013.*

HŘIVNA L., RICHTER R., (2004).: *Korekce výživy jarního ječmene během vegetace. Úroda – tématická příloha: Sladovnický ječmen, 2004, č. 2, vol. LII, s. 18 – 19, ISSN 0139-6013.*

JUREČKA D. (1997): *Odrůdová problematika sladovnického jarního ječmene. In: Aktuální otázky pěstování, šlechtění, hodnocení jakosti a obchodu se sladovnickým ječmenem*, Sborník referátů ze semináře konaného v Brně na MZLU dne 26.2. 1997, MZLU, Brno, s. 18 – 24.

KLEM K., BABUŠNÍK J., SPÁČILOVÁ V.(2006): *Pěstitelské technologie sladovnického ječmene. Úroda – tématická příloha: Jarní obilniny*, č. 1, vol. LIV, s. 10– 15, ISSN 0139-6013

KLEM K., HŘIVNA L., RYANT P., MÍŠA P., (2011): *Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene*, Agrotest fyto, s.r.o. Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, ISBN 978-80-904597-0-3.

KOSAŘ K., PROCHÁZKA S. a kol.,(2000): *Technologie výroby sladu a piva*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a. s., Praha 398 s. ISBN 80-902658-6-3.

KOSAŘ K., PROKEŠ J., PSOTA V., ONDERKA M., VÁŇKOVÁ, M., (1997): *Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování. Ústav zemědělských a potravinářských informací*, Praha, 45 s. ISBN 80-86153-02-9.

KOUTROUBAS S.D., (2016) : *Grain yield and nitrogen dynamics of Mediterranean barley and triticale*, Archives of agronomy and soil science, 484-501 s., DOI 10.1080/03650340.

KŘOVÁČEK J., VAŠÁK J., (2006): *Nové možnosti regulace růstu sladovnického ječmene. In: Úspěšné plodiny pro velký trh-Ječmen a cukrovka.*, 44-45 s.

KULOVANÁ E., (2002): *Kvalita ječmene*, Agroweb, dostupné na: http://www.uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/Kvalita-jecmene__s457x8505.html

KUŽEL S., TRÍSKA J., KOLÁŘ L., ŠPIČKA J., CÍGLER P., HRUBÝ M., VYDRA J., VRCHOTOVÁ, N., (2005): *Technologie pěstování rostlin Echinacea purpurea a Schizandra chinensis a extrakce účinných látek. Závěrečná zpráva o realizaci projektu Kontakt ME 704*, 2005. s. 101.

LANGER I., (2002): *Agrotechnika jarního ječmene. In: Ječmenářská ročenka 2002*, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 2001, s. 146 – 152, ISBN 80-86576-000.

MÍŠA P., (2001): *Nízké výnosy jarního ječmene ve vztahu k agrotechnice. Úroda – tématická příloha: Jarní ječmen*, č. 1, vol. XXXXIX, s. 3 – 5, ISSN 0139-6013.

MÍŠA P., (2003): *Jak úspěšně pěstovat jarní ječmen?. Farmář*, č.1, vol. 9, s.16 –19, ISSN 1210-9789.

MRÁZ J., (2001): *Listová výživa – nedostatečně využívané intenzifikační opatření. Agro*, č. 4, vol. VI, s. 36 – 37, ISSN 1211-362X.

NOVÁČEK F., (2009): *Fytochemické základy botaniky*, Fontána, 284 s. ISBN 978-80-7336-457-1.

ONDERKA M., a kol., (2001): *Vliv zaorávání chrástu cukrovky na kvalitu sladovnického ječmene. Úroda - tématická příloha: Jarní ječmen*, č. 1, vol. XXXXIX, s. 6-7, ISSN 0139-6013.

PELIKÁN M. a kol., (1996): *Technologie kvasného průmyslu*. MZLU, Brno, 135 s., ISBN 80-7157-240-3.

PELIKÁN M. a kol., (2004): *Technologie kvasného průmyslu*. MZLU, Brno, 135 s., ISBN 80-7157-578-X.

PELIKÁN M., DUDAŠ F., MÍŠA D., (2002): *Technologie kvasného průmyslu*. MZLU, Brno 129 s. ISBN 80-7157-578-X.

PETR J., (2004): *Postavení jarního ječmene v českém obilnářství. Úroda*, č. 2, vol. LII, s. 1– 3, ISSN 0139-6013.

PETR J., LOUDA F., (2008): *Produkce potravinářských surovin*. Vydavatelství VŠCHT, Praha, 213 s., ISBN: 80-7080-332-0.

PEXÍDR R., (2004): *Vliv kyseliny acetylsalicylové na obsah účinných látek ve vybraných léčivkách*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 80 s.

PEZA Z., (2003): *Moderní koncepce listové výživy*. *Úroda*, č. 4, vol. LI, s. 20 -21, ISSN 0139-6013.

PEZA Z., (2004): *Cesta za vyšší kvalitou sladovnického ječmene*. *Agro*, č. 5, vol. IX, s.72 –73, ISSN 1211-362X.

POLÁK B., VÁŇOVÁ M., ONDERKA M.(1998): *Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene*. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha, 1998, 38 s., ISBN: 80-7105-166-7.

PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J., (2003) *Fyziologie rostlin*, Academia Praha (2. vydání), s. 253-259.

PROCHÁZKOVÁ B., MÍŠA P., (2005): *Vliv různých způsobů zpracování půdy a hospodaření s posklizňovými zbytky na výnos a kvalitu zrna jarního ječmene*. In: *Kompendium vybraných poznatků pěstování jarního ječmene*. Konference „Jarní ječmen – základ úspěchu rostlinné výroby ČR v evropském soustátí“, ČZU v Praze, 2005, s. 15 – 18, ISBN80-213-1296-3.

PROKEŠ J., PSOTA V., (2001): *Kvalitní surovina – předpoklad kvalitního sladu a piva*. *Úroda*, 2001, č. 2, vol. XXXIX, s. 18 – 19, ISSN 0139-6013.

PROKEŠ J., PSOTA V.,(2002): *Kvalitní surovina – Předpoklad kvalitního sladu a piva*. *Úroda*, roč. 49, 2/2002, s. 18, 19.

PROKEŠ J., PSOTA V., PELIKÁN M., HŘIVNA L., (1997): *Jakostní požadavky na surovinu z hlediska sladarského*. In: Aktuální otázky pěstování, šlechtění, hodnocení jakosti a obchodu se sladovnickým ječmenem. Sborník referátů ze semináře konaného v Brně dne 26.2. 1997., MZLU, Brno, s. 61–67.

PROKEŠ J., (2000): *Technologický význam dusíkatých látek v ječmeni a sladu*. *Kvasný průmysl*, 46(10), 277-279.

PSOTA V., VEJRAŽKA K., (2006): *Fyzikální vlastnosti obilek ječmene a zrn sladu*, *Kvasný Průmysl*, 52 (5): s. 148 – 150.

RADMAN R., SAEZ T., BUCKE C., KESHAVARZ T., (2003): *Elicitation of plants and microbial cell systems*, *Biotechnology and Applied Biochemistry*, vol. 37, s. 91–102.

RICHTER R., (2004): *Biogenní prvky*. Multimediální učební texty z výživy rostlin.

Dostupné na:

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm

RICHTER R., RYANT P., (2002): *Výživa a hnojení obilnin*. In: *Nové aspekty v pěstování obilovin*. Sborník příspěvků odborného semináře MZLU Brno, MZLU, Brno, 2002, s. 3 -15.

SIATKA T., KAŠPAROVÁ M., (2007): *Vliv sloučenin vanadu na růst a produkci kumarinů v suspenzní kultuře Angelica archangelica L.* *Čes. slov. Farm.*, roč. 56, č. 5, s. 230–234.

ŠPUNAROVÁ M., MÍŠA P., (2006): *Agrotechnika pěstování jarního sladovnického ječmene*. *Ječmenářská ročenka*, s. 132 – 139, ISBN 80-86576-17-5.

TRČKOVÁ M., (2003): *Fyziologické aspekty listové výživy*. *Úroda*, č. 4, vol. LI, s. 8- 9, ISSN 0139-6013.

VÁŇOVÁ M., (2003): *Jak zlepšit současný stav pěstování jarního ječmene. Úroda*, č. 4, vol. LI, s. 28 -31, ISSN 0139-6013.

ZIMOLKA J. a kol., (2006) : *Ječmen : formy a užitkové směry v ČR*. 1. vyd. Profi Press, Praha, 200 s. ISBN 80-86726-18-5.

ZIMOLKA J., ONDERKA M., HRUBÝ J., (1997): *Nové postupy v pěstební technologii sladovnického ječmene. In: Aktuální otázky pěstování, šlechtění, hodnocení jakosti a obchodu se sladovnickým ječmenem. Sborník referátů ze semináře konaného v Brně na MZLU dne 26.2. 1997, MZLU, Brno, s. 25 – 32.*