



Hřivna Luděk, Gregor Tomáš, Šottníková Viera,  
Maco Roman

## **Možnosti využití látek regulujících velikost zrna sladovnického ječmene a jeho složení**

CERTIFIKOVANÁ METODIKA



**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

**Možnosti využití látek regulujících velikost zrna sladovnického ječmene a  
jeho složení**

*Certifikovaná metodika*

Prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna

Doc. Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

Doc. Ing. Viera Šottníková, Ph.D.

Ing. Roman Maco

**© Mendelova univerzita v Brně, Brno 2020**

**ISBN: 978-80-7509-699-9**

**Dedikace:** Předkládaná metodika byla vypracována na Agronomické fakultě Mendelovy univerzity v Brně jako výstup projektu TAČR TE02000177 „Centrum pro inovativní využití a posílení konkurenceschopnosti českých pivovarských surovin a výrobků“ aktivita: CKWP1\_07 Využití a testování látek regulujících velikost zrna a jeho složení.

**Podíl práce jednotlivých autorů na tvorbě metodiky:**

Prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna - vedoucí autorského kolektivu (AF MENDELU) – 35 %

Doc. Ing. Tomáš Gregor, Ph.D. - (AF MENDELU) – 25 %

Doc. Ing. Viera Šottníková, Ph.D. - (AF MENDELU) – 25 %

Ing. Roman Maco – 15 %

Oponenti: Ing. Alena Bezdíčková, Ph.D. /Ditana spol. s r.o./

Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D. /ÚKZÚZ Brno/

**Abstrakt:** Základem pro výrobu kvalitního sladu a potažmo výrobu piva je kvalitní surovina. To znamená ječné zrna, dostatečně extraktivní s maximálním obsahem škrobu a přiměřeným obsahem dusíkatých látek. Problémem současné doby je značná nevyrovnanost ve sladovnické kvalitě zrna, která je zapříčiněna významným poklesem výměry dané plodiny při stagnujícím nebo jen mírně rostoucím výnosu, čímž se snižuje nabídka a možnost výběru opravdu kvalitních partií zrna pro výrobu sladu. Situaci zhoršují také výkyvy v průběhu povětrnosti, především deficit srážek anebo jejich nevyrovnanost v průběhu vegetace. V neposlední řadě se často setkáváme i s výraznými nedostatky v agrotechnice jeho pěstování, což vzhledem ke krátké vegetační době dané plodiny eliminuje možnosti případné nápravy. Cílem dané metodiky je doplnit stávající znalosti o pěstování jarního sladovnického ječmene o nové poznatky, které byly získány díky mnoha provedeným experimentům s cílem optimalizovat růst zrna a formovat jeho kvalitu. Metodika vychází ze základů agrotechniky, přičemž je orientována na možnosti uplatnění cílené výživy rostlin doplněné o využití vybraných pomocných látek a stimulátorů, které jsou v současné době na trhu k dispozici.

**Klíčová slova:** sladovnický ječmen, kvalita zrna, hnojení a výživa, stimulatory růstu, pomocné látky

**Abstract:** High quality raw material is the basis for the production of quality malt and of course the production of beer. That means barley grain which is sufficiently extractive with a maximum starch content and an adequate nitrogen content. The current problem is a considerable imbalance in the malting quality of the grain caused by a significant decrease in the area of the given crop with stagnating or only slightly growing yield thus reducing the supply and choice of really good parts of the grain for the malt production. The situation is also worsen by the fluctuations in the course of weather especially rainfall deficit or the imbalance during the vegetation. Finally, agrotechnics of cultivation is not sufficiently implemented, which eliminates the possibility remedy due to the short growing time of the given crop. The aim of this methodology is to supplement the existing knowledge about the cultivation of spring malting barley with new knowledge gained through many experiments with the purpose of optimizing grain growth and the quality. The methodology is based on the basics of agrotechnics and is focused on the possibility of applying targeted plant nutrition supplemented by the use of selected excipients and stimulators that are currently available on the market.

**Key words:** malting barley, grain quality, fertilization and nutrition, growth promoters, excipients

## Obsah

1.0 Cíl metodiky	6
2.0 Úvod do problematiky	7
2.1 Vliv stanoviště	8
2.2 Vliv předplodiny a posklizňových zbytků	9
2.3 Vliv zpracování půdy	12
2.4 Vliv výsevku a termínu setí	13
3.0 Hnojení ječmene jako základ pro tvorbu výnosu zrna a jeho kvality	15
3.1 Dynamika příjmu živin jarního ječmene v průběhu vegetace	16
3.1.1 Hnojení dusíkem	21
3.1.2 Stanovení dávky dusíku	25
3.1.3 Dusík a síra	28
3.1.4 Možnosti eliminace dusíku v zrně ječmene	30
3.2 Fosfor a jeho uplatnění při tvorbě výnosu zrna a jeho kvality	34
3.2.1 Uplatnění hnojiv obsahujících P pro tvorbu kvalitního zrna	34
3.3 Draslík a jeho uplatnění při tvorbě výnosu zrna a jeho kvality	36
3.3.1 Uplatnění hnojiv obsahujících K pro tvorbu kvalitního zrna	36
3.4. Uplatnění Ca, Mg a mikroelementů a užitečných prvků při tvorbě výnosu zrna a jeho kvality	37
4.0 Uplatnění růstových hormonů a pomocných látek pro tvorbu výnosu zrna a jeho kvality	40
4.1 Uplatnění růstových látek při moření osiva	41
4.1.1 Vliv růstových látek na kořenovou kapacitu ječmene	42
4.1.2 Vliv růstových látek na výnos a kvalitu zrna ječmene	43
4.2. Uplatnění růstových látek při foliární výživě	44
4.2.1 Vliv foliární aplikace růstových látek na výnos zrna a jeho kvalitu	44
4.3 Uplatnění pomocných látek při ochraně porostu a zrna	45
5.0 Implementace poznatků a zkušeností v agrotechnice pěstování sladovnického ječmene	47
6.0 Stručné vyjádření k novosti a možným ekonomickým přínosům dané metodiky	49
7.0 Seznam použité literatury a publikací předcházejících metodice	50

## 1.0 Cíl metodiky

Pěstování jarního ječmene pro sladovnické účely patří k nejnáročnějším oblastem agronomické činnosti. Jarní ječmen je plodinou, která musí během krátké doby vegetace vytvořit přibližně stejné množství biomasy sušiny zrna jako ozimé obilniny. Vegetační doba je velmi krátká a pohybuje se standardně v rozmezí 100 – 125 dní. Náročnost je o to vyšší o co více excesů zaznamenáme během vegetace v průběhu povětrnosti, vliv ročníku je tedy zásadní. Do růstu a vývoje porostu se mj. promítá i celá řada dalších faktorů. Sem patří vliv stanoviště, tj. expozice pozemku, půdní poměry a agrochemické vlastnosti půdy. Ty bezprostředně ovlivňují i agrotechnické postupy jako je předseťová příprava pozemku, základní hnojení, volba odrůdy, příprava a ošetření osiva a termín setí. Příprava pozemku je závislá také na předplodině a dále na tom, zda budou a v jaké kvalitě zaorány posklizňové zbytky. Tato skutečnost ovlivňuje i dávku hnojiv pro základní hnojení. Ošetřování porostu během vegetace pak vychází nejenom z prováděných zásahů spojených s aplikací tuhých a kapalných hnojiv, regulátorů růstu a pesticidů. Jejich načasování a případná často i opakovaná aplikace je spojena s důsledně prováděnou kontrolní a monitorovací činností. K řízenému hnojení a výživě porostu sladovnického ječmene neodmyslitelně patří pravidelné odběry vzorků zeminy před setím a rostlin v průběhu vegetace. Jedině tak lze odpovědně reagovat na potřeby porostu a cíleně řešit daný stav. Regulace porostu a aplikace pesticidů je pak spojena s pravidelně prováděnou agrobiologickou kontrolou porostu a to prakticky od vzejití až po jeho dozrávání.

Cílem dané metodiky je doplnit stávající znalosti o pěstování jarního sladovnického ječmene o nové poznatky, které byly získány díky mnoha provedeným experimentům s cílem:

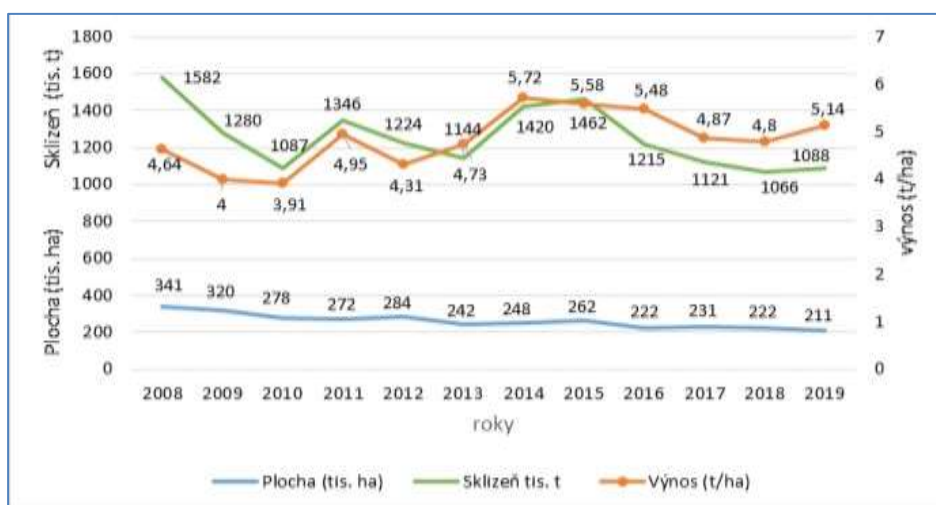
- 1) Upozornit na kritické body v pěstování sladovnického ječmene z pohledu jeho výživy s možnými dopady na růst, vývoj porostu a především kvalitu zrna.
- 2) Přiblížit souvislosti mající vztah k výnosu zrna a jeho kvalitě.
- 3) Ukázat prostředky k dosažení maximální produkce zrna plně sladařsky využitelného tj. v případě nad sítem 2,5 mm.
- 4) Nastínit možnosti regulace obsahu dusíkatých látek v zrně při zajištění vysoké extraktivnosti zrn.

Metodika vychází ze základů agrotechniky, přičemž je orientována na možnosti uplatnění cílené výživy rostlin doplněné o využití vybraných pomocných látek a stimulátorů, které jsou v současné době na trhu k dispozici.

Předkládaná metodika je metodikou otevřenou, vychází z experimentů a poznatků autorů včetně získaných dlouholetých praktických zkušeností. Lze si z ní vzít ponaučení, nelze ji však chápat pouze jako návod s ohledem na obrovskou heterogenitu pěstitelských podmínek v ČR. Je určena pro pěstitele sladovnického ječmene a slouží jako zdroj nových poznatků v poradenské činnosti Spolku pro ječmen a slad.

## 2.0 Úvod do problematiky

Produkce zrna jarního ječmene je směřována k uplatnění v potravinářství především pro výrobu sladu a následně piva (ŠPUNAROVÁ, PROKEŠ, 1998). Dosažení odpovídajícího výnosu zrna v požadované sladovnické kvalitě bývá často značně problematické. Výnos je závislý na výkonnosti produkčního potenciálu a schopnosti akumulace asimilátů v interakci s půdními a povětrnostními podmínkami (FLAŠAROVÁ, ONDERKA, 1997). Do výnosu a jeho kvality se výraznou měrou promítá také uplatňovaná agrotechnika a její nedílnou součástí jsou rovněž zásahy spojené s ochranou a výživou porostu. Jarní ječmen je u nás pěstován především pro potravinářské účely a z toho hlavně pro výrobu sladu. Zde jeho spotřeba představuje cca 700 tis. tun. Výše výnosu a kvalita produkce je s ohledem na krátkou vegetační dobu výrazně závislá na půdní úrodnosti a schopnosti půdy zásobovat rostliny během vegetace vodou a živinami na náležitě úrovni a v požadovaných poměrech (HŘIVNA ET AL., 2017).



**Obr. 1 Pěstební plocha, produkce a hektarový výnos jarního ječmene**

U jarního ječmene rozhodují o výši výnosu a jeho kvalitě tyto základní faktory – ročník, stanoviště, předplodina, odrůda a technologie jejího pěstování. Ročník je faktor, který pěstitel nemůže ovlivnit, potvrzují to i dosažené průměrné hektarové výnosy z posledních let (obr. 1). Produkce jarního ječmene v roce 2019 se pohybovala na úrovni cca 1 088 tis. tun při průměrném výnosu 5,14 t.ha<sup>-1</sup> (WWW.CZSO.CZ).

Určitým problémem je rovněž pokles ploch ječmene, který limituje společně s dosahovanými výnosy celkovou produkci sladovnického ječmene. Tím je omezen výběr kvalitních partií a sladaři často musí sáhnout i po kvalitativně horším zrně, které ne zcela vyhovuje jejich požadavkům. Nejčastějším problémem je nevyhovující obsah N-látek, nízké hodnoty přepadu zrna nad sítem 2,5 mm, často se setkáváme i s vyšším obsahem zrn sladařsky nevyužitelných apod. (HŘIVNA ET AL., 2017).

### **2.1 Vliv stanoviště**

Jarní ječmen je na stanovištní podmínky velmi náročný. Je to spojeno především s jeho oproti jiným obilninám slabším kořenovým systémem. Rozhodující je i krátká vegetační doba, která se pohybuje zpravidla v rozpětí 100 – 125 dní. Je proto nezbytné, aby měl k dispozici dostatek živin i vláhy v průběhu celé vegetace pokud možno bez jakýchkoli výkyvů způsobených jejich nedostatkem. To je ale v současnosti často velmi těžce dosažitelné. Lokality s vyšší přirozenou úrodností se nachází v kukuřičné a řepařské oblasti, které bývají často v období vegetace chudší na srážky, a můžeme se zde setkávat s výrazným vláhovým deficitem. Přesun pěstitelských ploch do obilnářské a bramborářské výrobní oblasti sebou nese rizika pozdějšího setí, posunu sklizně, což často koresponduje s horší technologickou kvalitou zrna. Snižuje se přepad zrna nad sítem 2,5 mm, klesá objemová hmotnost zrna a naopak zpravidla neúměrně roste obsah dusíkatých látek v zrně.

Podle průzkumů, které provedli PSOTA ET AL., (2016) lze najít významné rozdíly v reakci na prostředí mezi odrůdami. Zjistili, že nejnižší výnos předního zrna (> 2,5 mm) je v kukuřičné výrobní oblasti, která trpí pravidelně nedostatkem vody (ŽALUD ET AL., 2006). Na druhou stranu v těchto často nepříznivých podmínkách byla stanovena nejlepší odezva na aplikaci pesticidů a hnojiv (HORÁKOVÁ ET AL., 2015). Potvrdilo se, že některé odrůdy si dokáží s nedostatkem vláhy poradit lépe než jiné.

Nejvyšších výnosů předního zrna je dosahováno v řepařské výrobní oblasti, tj. v oblasti s nejlepšími přírodními podmínkami pro pěstování sladovnického ječmene. Následuje oblast obilnářská a pak bramborářská. Za významné kritérium, které lze využít pro hodnocení daného stanoviště, je považován podíl předního zrna.

Ječmen jarní je typickou plodinou staré půdní síly. Za nejlepší předplodiny jsou všeobecně považovány organicky hnojené okopaniny (řepa cukrová, řepa krmná a pozdní brambory). V kukuřičné a řepařské oblasti jsou vyhovujícími předplodinami také kukuřice na siláž a na zrno, ovšem za předpokladu, že se před orbou dokonale rozdrť nadzemní části rostlin a urychlí se jejich rozklad. V letech s výrazným vláhovým deficitem dává ječmen vyšší výnosy po obilninách méně náročných na vodu. Cukrovka a kukuřice v těchto letech svými vyššími požadavky na vodu prohlubují negativní vliv vláhového deficitu a proto za takovýchto podmínek nezajišťují stabilitu vysokého výnosu ječmene jarního (HRIVNA, CERKAL, 2004).

## ***2.2 Vliv předplodiny a posklizňových zbytků***

Standardní předplodinou po stránce výnosu i kvality je cukrovka. Pouze v suchých podmínkách, zejména v kukuřičné výrobní oblasti, je po na vodu náročné cukrovce dosahována nižší výnosová stabilita. Kukuřice je pro jarní ječmen předplodinou poměrně dobré kvality, v suchých letech jsou výnosy po kukuřici stabilnější než po cukrovce. Ostatní širokolisté předplodiny (víceleté pícniny, luskoviny) přicházejí v úvahu méně často vzhledem k jejich většímu využití jako předplodin pro ozimou pšenici, resp. protože nezajišťují dostatečných sladovnických parametrů jarního ječmene (N-látky). Výsledky ukazují na vyšší toleranci jarního ječmene na obilní předplodinu než např. u ozimé pšenice (PROCHÁZKOVÁ ET AL., 2011). V kukuřičné oblasti jsou výnosy jarního ječmene v suchých letech zpravidla lepší po obilninách než po širokolistých, na vodu náročnějších plodinách. V řepařské oblasti jsou obilniny již méně vhodné předplodiny pro jarní ječmen než plodiny širokolisté. V horších stanovištních podmínkách (v bramborářské a především horské výrobní oblasti) se projevuje negativní vliv obilní předplodiny výrazněji. Obvyklou obilní předplodinou jarního ječmene je ozimá pšenice. Ječmen jako předplodina se vyskytuje jen výjimečně vzhledem k obvykle vyššímu podílu pšenice v osevních postupech i k jeho horší kvalitě jako přímé předplodiny. V bramborářské výrobní oblasti jsou relativně dobrými předplodinami i žito a oves.

Vliv předplodiny se umocňuje v případě zaoarání posklizňových zbytků a to nejenom v dosaženém výnosu zrna ale také jeho kvalitě (HŘIVNA, 2003). Výsledky v tabulce 1 to potvrzují a je z nich zřejmé, že cukrovka je nejvhodnější předplodinou.

**Tab. 1 Výnos a kvalita zrna ječmene podle předplodiny**

Předplodina	Legenda	Výnos (t.ha <sup>-1</sup> )	Bílk. (%)	Přepad (%)
Cukrovka	n	50	69	69
	Průměr r. 2001	5,75	10,64	88,7
	Průměr r. 2002	5,42	10,68	87,87
Pšenice ozimá	n	32	41	41
	Průměr r. 2001	4,89	10,9	83,56
	Průměr r. 2002	5,68	10,84	88,11
Kukuřice	n	25	32	32
	Průměr r. 2001	5,21	10,95	86,39
	Průměr r. 2002	5,08	11,04	85,32

Legenda: n-počet stanovišť, Bílk. - obsah bílkovin (%), Přepad – přepad zrna nad sítím 2,5 mm (%)

Potvrzují to i výsledky chemického složení chrástu cukrovky přepočtené na zaoarávané posklizňové zbytky, které byly provedeny jako průměr z pěti pokusných lokalit na Opavsku (tab. 2). Množství živin akumulovaných v chrástu na konci září přepočtených na 1 ha pěstební plochy představuje nemalé hodnoty (HŘIVNA ET AL., 2014). Vzhledem k tomu, že plochy okopanin v posledních letech výrazně poklesly, ubylo i kvalitních předplodin. Jarní ječmen je stále častěji pěstován po obilninách. Zaoarává se velké množství posklizňových zbytků se širokým poměrem C:N (80-100 : 1). To samozřejmě komplikuje i dynamiku změn půdního dusíku, což může významně ovlivnit nejenom výnos ale také technologickou kvalitu zrna.

**Tab. 2 Akumulace živin porostem cukrovky**

živina	Chrást (kg.ha <sup>-1</sup> )	Kořen (kg.ha <sup>-1</sup> )
N	134	185
P	16	37
K	366	220
Ca	80	54
Mg	32	42
S	44	11

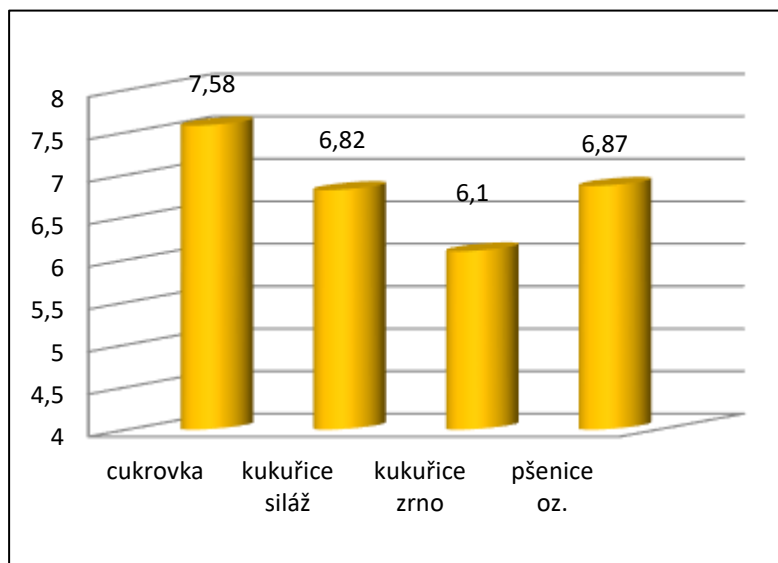
Rozklad posklizňových zbytků při absenci aplikace dusíku na slámu je pomalý, mikroorganismy odpovědné za rozklad pak poutají dusík z půdní zásoby a vzcházející a odnožující rostliny ječmene trpí jeho nedostatkem. To se negativně odráží v nízkém počtu produktivních odnoží a potažmo i v neuspokojivém výnosu. Naopak je-li předplodinou např. cukrovka a zaoráme-li všechny posklizňové zbytky, které obsahují velké množství živin a také dusíku (tab. 3), hrozí zde jejich nekontrolovatelné uvolňování v průběhu celé vegetace. V případě, že mineralizace probíhá pomalu, hrozí nebezpečí pozdního uvolnění N a vysokého obsahu bílkovin v zrně. Posun mineralizace posklizňových zbytků cukrovky do pozdějších jarních měsíců bývá aktuální při pozdní sklizni cukrovky, je odvislý od hloubky zaorání posklizňových zbytků zvláště u těžkých půd. Svou roli zde hraje také to, zda zaoráváme chrást čerstvý nebo zavadlý. Při zaorávce chrástu je třeba pamatovat na to, že se sice vyznačuje optimálním poměrem C : N ale má široký poměr C : P. Proto na půdách s nízkou zásobou fosforu je třeba upravit poměr C : P v zaoraném chrástu dodáním cca 5 kg P (tj.cca 11 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na 10 tun organické hmoty.

**Tab. 3 Průměrné hodnoty obsahu živin v sušině posklizňových zbytků (RICHTER ET AL., 2013)**

Posklizňové zbytky	% obsah živin v sušině					Poměr C:N
	N	P	K	Ca	Mg	
Sláma obil.	0,44	0,08	0,80	0,22	0,06	70 - 85:1
Sláma kukuřice	0,48	0,17	0,73	0,35	0,16	60 - 80:1
Chrást řepný	2,50	0,26	3,70	1,10	0,40	20 - 25 :1
Sláma oz. řepky	0,56	0,11	0,94	0,83	0,15	60 – 80:1
Sláma mák	0,90	0,20	3,00	1,50	0,14	40 – 50:1
Sláma luskovin	1,33	0,15	1,66	0,92	0,17	20 – 25:1

Z dosavadních pokusů vyplývá jednoznačný vliv zaorávaného chrástu na produktivní hustotu porostů. Zapravení chrástu cukrovky způsobuje zahuštění porostu, protože chrást obsahuje velké množství draslíku, který odnožování podporuje. V sušších a srážkově průměrných ročnících tento stav po zaorání chrástu jednoznačně zvyšuje výnos zrna. Vlhčí poměry ve vegetačním období ale vedou k negativním účinkům – zvýšení náchylnosti k poléhání, nižší HTZ a následně i ke snížení výnosu zrna, včetně podílu předního zrna. Musíme být tedy připraveni a v případě potřeby provádět regulační zásahy v porostu. Zaoraný řepný chrást způsobuje také výrazné změny v půdních vlastnostech, a to nejen agrochemických, ale i fyzikálních (HŘIVNA, CERKAL, 2004). Potvrzuje to i monitoring (obr.

2), prováděný v řepařské výrobní oblasti lokalitě Haná v roce 2011 (RICHTER ET AL., 2012). I zde se z pohledu výnosu jako nejlepší ukázala cukrovka.



**Obr. 2** Vliv předplodiny na tvorbu výnosu jarního ječmene

### 2.3 Vliv zpracování půdy

Způsob zpracování půdy je závislý do značné míry na předplodině a zaorávaných posklizňových zbytcích (tab. 2, 3), rozhodující je rovněž technika, kterou má pěstitel k dispozici. Množství rostlinných zbytků a jejich složení pak podmiňuje rychlost jejich rozkladu. Na půdách s vysokým obsahem humusu a při zaorávce značného množství posklizňových zbytků je vhodnější volit zpracování půdy do menší hloubky za účelem rychlého rozkladu posklizňových zbytků a uvolnění převážné části dusíku brzy na jaře, kdy může být rostlinou účelně využit pro tvorbu odnoží a jejich udržení v případě jarního přísušku. Hlubší zapravení doporučujeme provést tam, kde je nutné zaorat větší množství posklizňových zbytků s vyšší sušinou a zbytků, na kterých mohou přezimovat zárodky houbových chorob (fuzarióz apod.). Úprava poměru C:N dává záruku rychlého rozkladu slamnatých posklizňových zbytků (CERKAL ET AL., 2001).

Minimalizační technologie mohou ovlivňovat kvalitativní parametry zrna ječmene především prostřednictvím vlivu na rozklad posklizňových zbytků a uvolňování minerálního dusíku. U minimalizačních technologií dochází na jaře k pomalejšímu prohřívání půdy a menšímu provzdušnění, které zpožďuje uvolňování minerálního dusíku. To se následně může

negativně projevit na zvyšování obsahu dusíkatých látek v zrně. Ke srovnání vlivu minimalizačních technologií a orby na kvalitu zrna můžeme využít výsledky monitoringu prováděného v rámci projektu NAZV QE 1105, který probíhal v letech 2001-2003, které danou skutečnost potvrzují (tab. 4).

**Tab. 4 Kvalita zrna ječmene podle zpracování půdy**

Zprac. půdy	Legenda	Bílk.(%)	2,5mm (%)	Prop (%)	Zzah (%)	Klíčivost (%)
orba	n	53	53	53	53	53
	průměr	11,30	90,91	2,16	0,52	97,74
	od	8,60	52,94	0,22	0,10	85,00
	do	15,20	98,63	12,30	2,40	99,80
minimalizace	n	12	12	12	12	12
	průměr	11,67	87,70	4,36	1,27	98,48
	od	9,70	29,76	0,13	0,10	96,50
	do	14,20	97,06	32,24	7,50	99,80

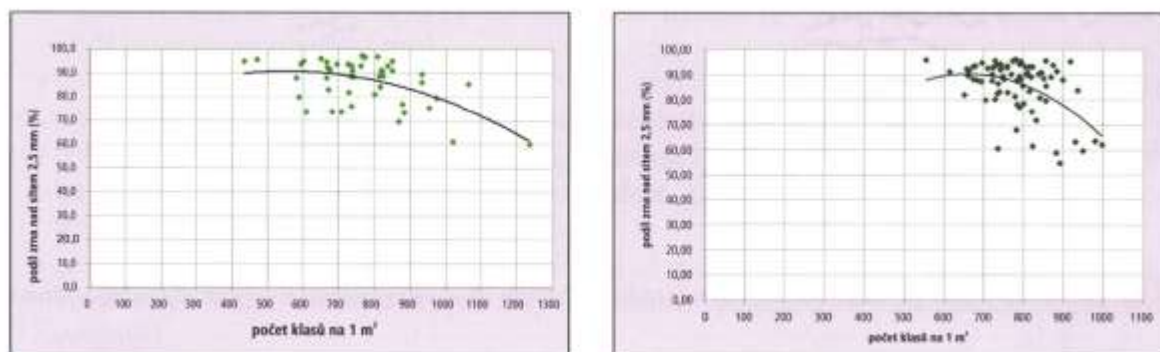
Legenda: Bílk.: dusíkaté látky (N x 6,25) v sušině; 2,5 mm: (přepad zrna nad sítím 2,5 mm) Prop: podíl zrna pod sítím 2,2 mm; Zzah: zrna se zahnědlými špičkami

## 2.5 Vliv výsevku a termínu setí

Založení porostu spolurozhoduje o výnosu a kvalitě zrna jarního ječmene. Pro dosažení vysokého výnosu je nutné vytvořit dostatečný počet produktivních odnoží. Ideální počet klasů na m<sup>2</sup> je limitován také vlastnostmi každé odrůdy. Především je limitována dosahovanou HTZ. Při neúměrném přehuštění porostu dochází ke snižování produktivity klasu, snižuje se počet zrn v klasu a HTZ. Klesá přepad zrna nad sítím 2,5 mm. Výsevek musí vycházet z místních podmínek, s důrazem na sušší lokality. Zvýšení běžně doporučeného výsevku pro danou oblast o 10-15 % se doporučuje při špatném fyzikálním stavu půdy, vyšším množství posklizňových zbytků na povrchu půdy (např. po kukuřici) a při setí po 15. dubnu. Příklad ukazující na negativní vliv příliš hustých porostů na hodnotu přepadu zrna nad sítím 2,5 mm ukazuje obr. 3 (ZIMOLKA ET AL., 2006).

Kvalita osiva je velmi důležitá. Podstatný je obsah zásobních látek tj. sacharidů, bílkovin a tuků, které mají významný vliv na rychlost klíčení, důležitý je i obsah minerálních

látek. Např. BAIER (1983) uvádí jako hraniční obsahy živin v osivu pro dosažení vysokých výnosů na úrovni 6 tun 1,9 % N, 0,38 % P, 0,44 % K, 0,06 % Ca a 0,14 % Mg.



**Obr. 3** Vliv hustoty porostu na hodnotu přepadu zrna nad sítím 2,5 mm

Ze současných poznatků víme, že i s nižšími obsahy živin lze dosáhnout vysokých výnosů, rozhodující jsou mechanické vlastnosti zrna tj. hmotnost tisíce zrn a objemová hmotnost. Je ale nezbytné, aby agrochemické vlastnosti půdy byly v pořádku. Často se setkáváme s názorem, že ječmen je vhodné hnojit dusíkem až po vzejití porostu z důvodu dostatečného množství zásobních látek a tedy i minerálních živin v obilce. Výsledky rozborů osiva (HŘIVNA, 2011) z pokusů prováděných v letech 2005-9 toto tvrzení ale vyvracejí (tab. 5). Obsah živin v obilce je poměrně nízký a v přepočtu na vysévaných 180 – 200 kg.ha<sup>-1</sup> osiva představuje 2,9-3,3kg N, 0,46-0,51kg P, 0,99-1,1 kg K, 0,26-0,28 kg Mg, 0,15-0,17 kg Ca, 0,28-0,30 kg S aplikovaných na 1 hektar půdy.

**Tab. 5** Obsah živin v osivu ječmene odrůdy Jersey

Rok	N	P	K	Mg	Ca	S
	[% v sušině]					
2005	1,55	0,341	0,56	0,136	0,071	0,148
2006	1,51	0,414	0,58	0,150	0,062	0,159
2007	1,82	0,402	0,62	0,162	0,102	0,171
2008	1,86	0,280	0,47	0,147	0,093	0,181
2009	1,41	0,333	0,51	0,115	0,101	0,123
průměr	1,63	0,254	0,548	0,142	0,086	0,156

Proto je nezbytné provést základní hnojení dusíkem již před setím porostu tak, aby byly vytvořeny vhodné podmínky pro vzcházení a následně bylo k dispozici dostatek živin a to nejenom dusíku ale také např. síry i pro odnožování porostu. Potenciální schopnost tvořit odnože je u jarního ječmene neobyčejně velká a je žádoucí, aby tvorba odnoží byla dostatečná

a vyrovnaná tak aby bylo dosaženo 2 až 4 plodných stébel na rostlině, což představuje 800 – 1000 klasů na m<sup>2</sup> (HŘIVNA, 2011A).

### 3.0 Hnojení ječmene jako základ pro tvorbu výnosu zrna a jeho kvality

Rozhodující pro výnos zrna a jeho kvalitu je již volba vhodného stanoviště charakterizovaného odpovídajícími půdními podmínkami s dostatečnými srážkami a optimálním průběhem teplot. Ječmen je-li vyset včas, může pro počáteční fáze využít zimní vláhy, v následujícím období je ale závislý na intenzitě a především rozvržení srážek. Odběr vody rostlinou vzrůstá s rostoucí dynamikou tvorby sušiny biomasy nadzemní hmoty. Adekvátně s růstem nadzemní části rostlin přirůstá také kořen. Nejcitlivější na nedostatek vody bývá ječmen v průběhu počátku sloupkování a následně v období metání a tvorby zrna. Nemá-li rostlina v tomto období dostatek srážek k dispozici, dochází k redukci počtu produktivních odnoží a trpí-li přísuškem později tj. v období metání /červen/, dochází k redukci počtu zrn v klasu, vývoj zrna je urychlen, snižuje se HTZ a podíl předního zrna, klesá výnos i jeho kvalita. Za nejvhodnější pro pěstování jarního ječmene jsou považovány půdy středně těžké s příznivými agrochemickými vlastnostmi (tab. 6). Obsah přístupných živin by se měl pohybovat v oblasti dobré zásoby.

**Tab. 6 Optimální zásoba živin v půdě pro pěstování sladovnického ječmene (mg.kg<sup>-1</sup>)**

Dobrá zásoba	Půdní druh		
	Lehká	Střední	těžká
P	81-115		
K	161-275	171-310	261-350
Ca	1801-2800	2001-3300	3001-4200
Mg	136-200	161-265	221-330

Poznámka: Obsah živin stanoven dle Mehlich III

Jarní ječmen velmi silně reaguje také na vlastnosti předplodiny. Pokud zůstávají na pozemku posklizňové zbytky je nutné je ošetřit tak, aby se rozložily pokud možno ještě na podzim, případně časně na jaře. Pozdější rozklad může snížit výnos a zhoršuje technologickou jakost zrna.

Ječmen jarní je typickou plodinou staré půdní síly. Za nejlepší předplodiny jsou všeobecně považovány organicky hnojené okopaniny (řepa cukrová, řepa krmná a pozdní

brambory). V kukuřičné a řepařské oblasti jsou vyhovujícími předplodinami také kukuřice na siláž a na zrno, ovšem za předpokladu, že se před orbou dokonale rozdrť nadzemní části rostlin a urychlí se jejich rozklad. V letech s výrazným vláhovým deficitem dává ječmen vyšší výnosy po obilninách méně náročných na vodu. Cukrovka a kukuřice v těchto letech svými vyššími požadavky na vodu prohlubují negativní vliv vláhového deficitu, a proto za takovýchto podmínek nezajišťují stabilitu vysokého výnosu ječmene jarního.

Ječmen sladovnický má zvýšené nároky na P, K, Ca, Mg a proto je třeba hnojením upravit živinný režim půd alespoň na zásobu vyhovující. Dohnojení je vhodné provést již k předplodině, protože fosfor se podílí na kvalitě zrna, působí příznivě na obsah škrobu, a tím i extraktu ve sladu.

Draslík zlepšuje kyprost endospermu, má vliv na jemnost pluch, působí na syntézu sacharidů a snižuje obsah N-látek.

Při nedostatku živin se kořen nevětví a roste do hloubky. Dostatek živin od počátku vegetace stimuluje růst, a tím rozhoduje o zásobení rostlin živinami. Pro dosažení kvalitního výnosu je důležité zajistit v prvních 15 dnech intenzivnější příjem fosforu nad dusíkem. Po vytvoření třetího listu se zvyšuje tvorba biomasy a ječmen vyžaduje více dusíku než fosforu. Optimální koncentrace N a P stimuluje tvorbu odnoží. Vysoká hladina těchto prvků vede k zahuštění porostu, poléhání, snížení výnosu a jakosti. Vysoký obsah K v půdě na úkor P a N inhibuje tvorbu odnoží a antagonisticky působí na příjem hořčíku.

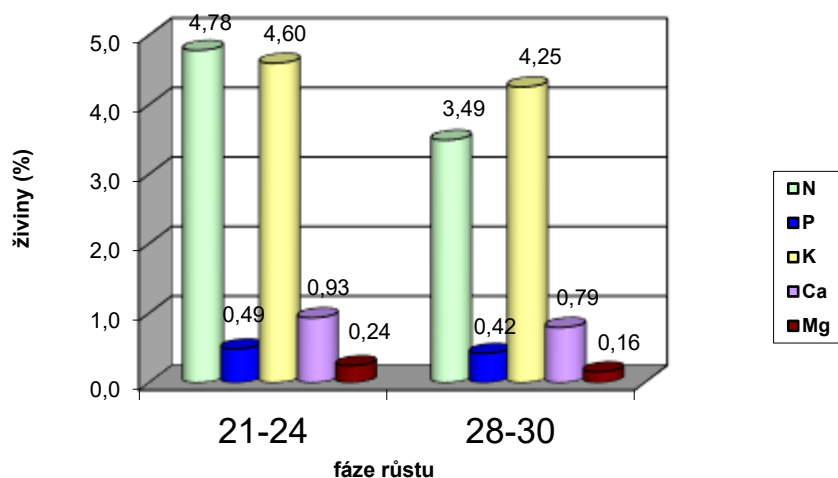
### ***3.1 Dynamika příjmu živin jarního ječmene v průběhu vegetace***

Oproti ozimým obilninám má jarní ječmen slabší kořenový systém (HŘIVNA ET AL., 2005). Vzhledem k tomu, že vytváří značné množství biomasy během krátké doby, musí mít k dispozici dostatek živin v přístupné formě (KLEM ET AL. 2011). V prvních 25 – 30 dnech od vzejití porostu odčerpá ječmen 40 - 60 % všech živin z celkového množství a přitom vytvoří pouze 20 % sušiny (RICHTER ET AL., 2004). Oproti pšenici je daleko náchylnější na stresy, především ze sucha. S ohledem na výše uvedené skutečnosti se často setkáváme s porosty, u kterých můžeme pozorovat disproporce v jejich výživném stavu. Jejich stanovení se ale bez odběru rostlin a jejich chemického rozboru neobejde.

Pro dosažení kvalitního výnosu je třeba zajistit v prvních 15 dnech intenzivnější příjem fosforu nad dusíkem, což bývá např. po předplodině cukrovce se zaorávkou chrástu problematické. Chrást je bohatý dusíkem a draslíkem, je zde ale nízký obsah fosforu

charakterizovaný širokým poměrem C:P. Proto je nutné, zvláště v počátečních stádiích vývoje porostu, zabezpečit dostatek této živiny. Příjem fosforu významně ovlivňuje také teplota půdy; je-li chladné jaro, je příjem P nízkými teplotami limitován. Odběr živin porostem je do značné míry závislý na dynamice tvorby biomasy sušiny. Po vytvoření třetího listu se zvyšuje její tvorba a ječmen vyžaduje více N než P. Ve fázi odnožování je hladina N a K vyrovnaná a odběr živin se vyznačuje vyšší dynamikou než tvorba sušiny. Vysoký obsah draslíku v půdě na úkor fosforu a dusíku může v tomto období inhibovat tvorbu odnoží a působit antagonisticky na příjem hořčíku. Naopak nadbytek dusíku v době odnožování zvyšuje tvorbu neproduktivních odnoží. Celkově zvýšený příjem dusíku přetrvává do prodlužovacího růstu, kdy se výrazně zvyšuje produkce biomasy (HŘIVNA, RYANT, 2006).

Se zvyšující se rychlostí tvorby sušiny (zvýšení rychlosti růstu nastává v průběhu odnožování a sloupkování) začíná klesat i koncentrace živin v rostlinách (obr. 4). Je proto nezbytné zajistit hned na počátku vegetace vysoký obsah živin v sušině rostlin, aby zředění nebylo příliš vysoké a nedocházelo k redukci výnosu.



**Obr. 4 Průměrné koncentrace živin v rostlinách jarního ječmene v DC 21–24 a DC 28–30**

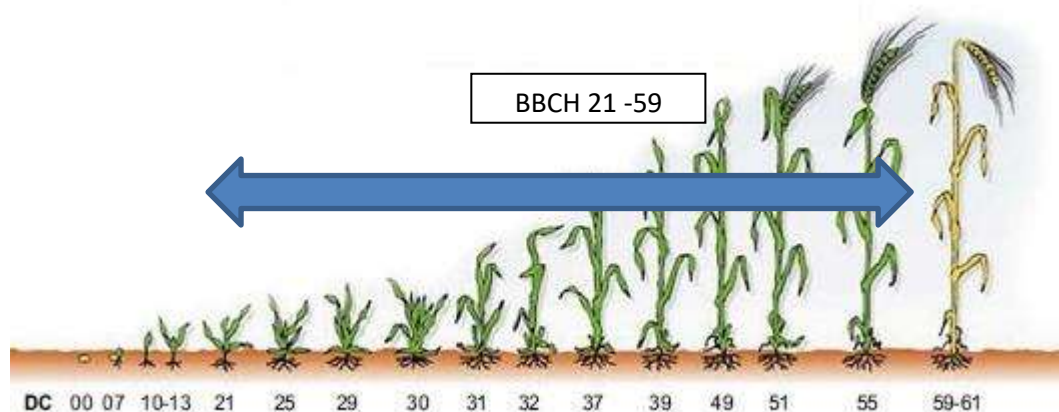
Při nedostatku živin se kořen nevětví a roste do hloubky. Od vzejití do 25.-30. dne vegetace (konec odnožování až začátek sloupkování, DC 29–30) odčerpá ječmen 40 – 60 % všech živin z celkového množství a přitom vytvoří cca 20 % sušiny. Bezproblémovost příjmu živin v tomto období je tedy velmi důležitá (RICHTER ET AL., 2004). Proto je nezbytné výživný

stav porostu neustále sledovat a operativně případné nedostatky řešit a to často jako komplex opatření spojený také s ochranou a regulací porostu (KLEM ET AL., 2011; BEZDÍČKOVÁ 2015; HŘIVNA ET AL., 2015; ČERNÝ 2015). Regulační opatření musí být operativní, bez větších prodlev.

Do počátku sloupkování rostliny ječmene přijímají podle BAIERA A BAIEROVÉ (1985) z celkového množství živin až 54 % N, 46 % P, 63 % K, 50 % Ca a 33 % Mg . To při výnosu pěti tun zrna z hektaru představuje 65 kg N, 12 kg P, 63 kg K, 15 kg Ca a 3 kg Mg.

V období tvorby zrna rozlišujeme čtyři fáze. První spadá do období sloupkování. Druhá je od začátku metání do mléčné zralosti, kdy jsou využity rezervy ze stébla. Pak následuje pozdní nalévání zrna, které začíná ve fázi mléčné zralosti a končí ukončením fotosyntézy. Pro tvorbu zrna se využívají opět rezervy ze stébla, které se translokují do zrna. Poslední fázi charakterizuje růst zrna, který se děje na úkor transportu asimilátů ze stébel a probíhá až do konce plné zralosti.

Z výsledků monitoringu výživného stavu ječmene v regionu Čechy prováděného v roce 2017, kdy byly odebírány vzorky ječmene v různých vývojových fázích porostu (obr. 5) vyplynulo, že rozhodující příjem dusíku (obr. 6) je během odnožování a další intenzivnější

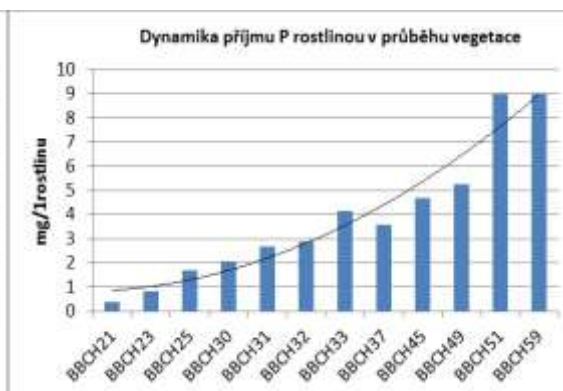


**Obr. 5** Vývojové fáze ječmene jarního

Příjem byl pozorován až na konci sloupkování a během metání porostu. Podobnou dynamiku vykazoval také fosfor (obr. 7) a síra (obr. 11), jejíž příjem velmi úzce koreluje s příjmem dusíku (HŘIVNA, 2011).

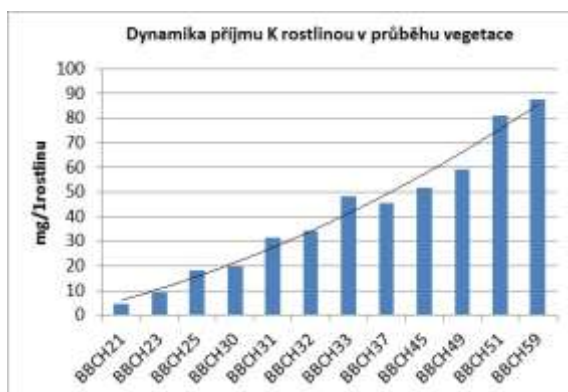


Obr. 6

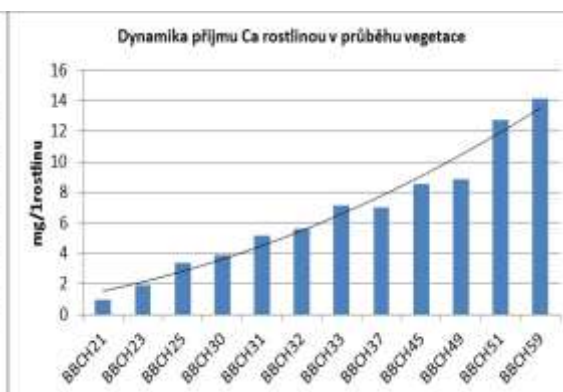


Obr. 7

Příjem draslíku (obr. 8) a vápníku (obr. 9) byl během vegetace rovnoměrnější. I zde ale došlo v průběhu sloupkování k určité příjmové depresi.

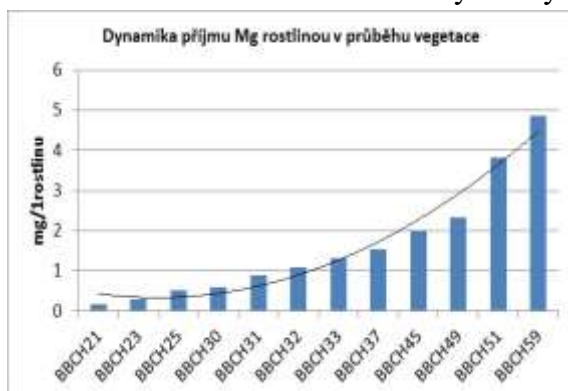


Obr. 8

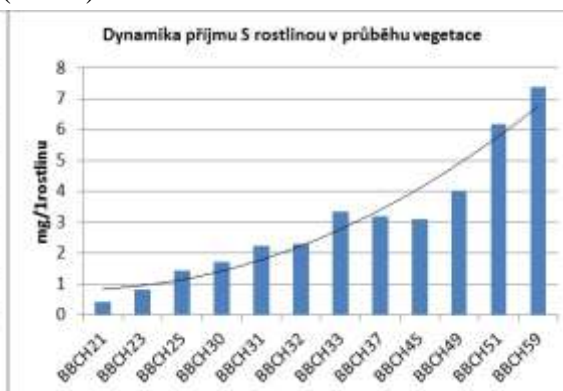


Obr. 9

Stabilním příjmem s vyšší dynamikou i během sloupkování se vyznačoval hořčík. Zde lze vidět souvislost s nárůstem biomasy sušiny (obr. 9).

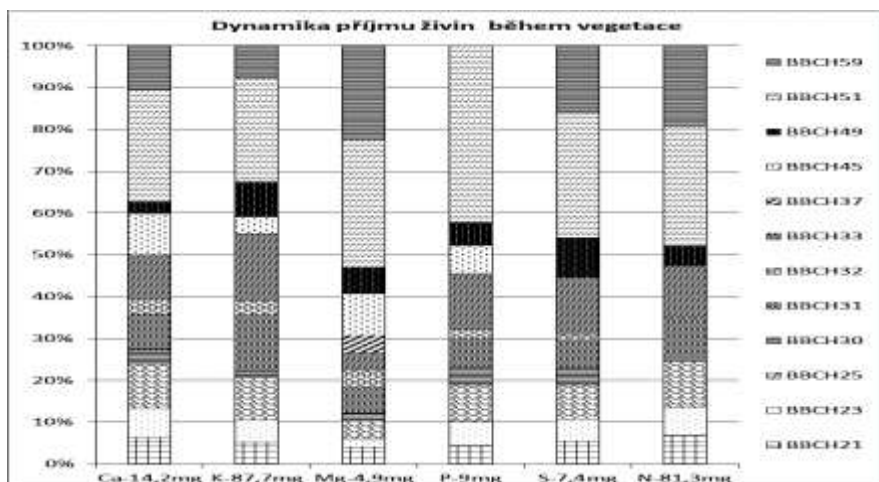


Obr. 10



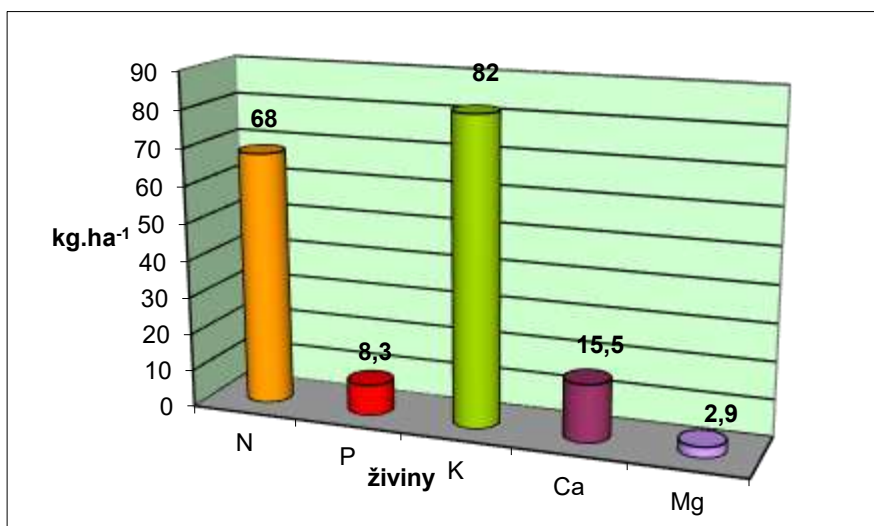
Obr. 11

Rozdíly v dynamice příjmu živin během vegetace pak můžeme pozorovat v obr. 12. Zde jsou největší odlišnosti v příjmu oproti ostatním živinám pozorovatelné především u hořčíku a fosforu.



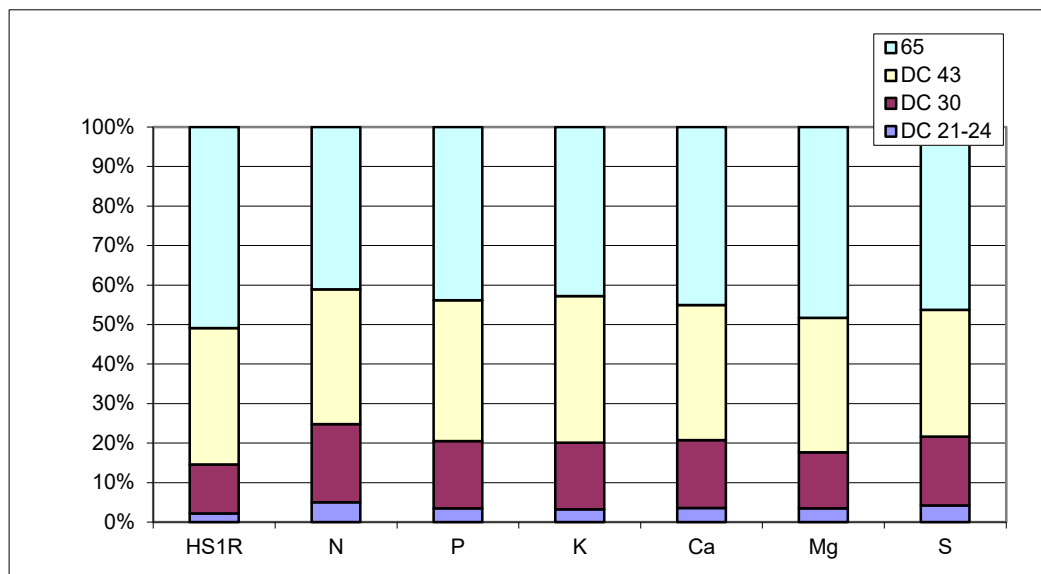
**Obr. 12**

Výsledky monitoringu ukázaly na to, že sladovnický ječmen vyžaduje monitorování výživného stavu v průběhu celé vegetace. Vždyť cca 30 – 50 % živin bylo odebráno porostem až během konce sloupkování a během metání porostu (HŘIVNA ET. AL., 2018). Čerpání během odnožování a počátku sloupkování pak prezentuje obr. 13. a výsledky, které byly zjištěny korespondují s údaji, které uvádí i BAIER A BAIEROVÁ (1985). Pokud dochází k deficitu živin během odnožování, snižuje se tvorba odnoží, při pozdějším deficitu během vegetace je redukována klas, počet zrn v klasu a nakonec i HTZ.



**Obr. 13 Čerpání živin porostem ječmene do fáze BBCH 28-30**

Dynamika příjmu živin může být v jednotlivých letech odlišná. Významnou roli zde může sehrát i lokalita a místní podmínky. Příjem živin rostlinami ječmene až do kvetení porostu byl sledován po dobu 7 let u 16ti zemědělských subjektů na Opavsku. Rychlost příjmu živin je zachycena na obr. 14.



**Obr. 14** Dynamika tvorby sušiny rostlin ječmene a čerpání živin v průběhu vegetace

### 3.1.1 Hnojení dusíkem

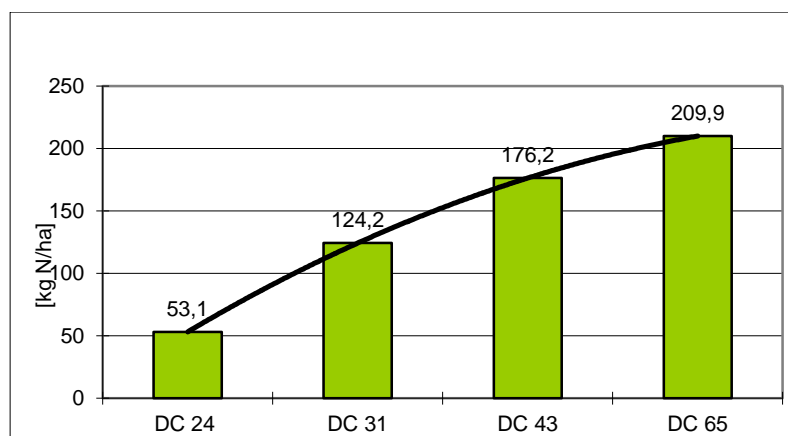
Klíčovým prvkem k dosažení trvale vysokých výnosů je dusík. Je obvykle nejvíce limitující minerální živinou pro růst a vitalitu rostlin. Je zapojen do všech metabolických procesů rostliny. Důležité je, aby rostliny ječmene měly k dispozici dusík v době, kdy ho skutečně potřebují (DELOGU ET AL., 1997). Zemědělská praxe zpravidla funguje tak, že je dusík aplikován ve vyšších dávkách před setím a pak se doladuje jeho dávka během odnožování, případně na počátku sloupkování porostu. Případné dohnojení je velkou měrou také závislé na průběhu povětrnosti. Nerovnoměrný příjem dusíku způsobuje nevyrovnanost porostů během sklizně, zvyšuje podíl zelených zrn a propad (POLÁK ET AL., 1993). Dosažení odpovídajících výnosů zrna v požadované sladovnické kvalitě bývá tedy často problematické (HŘIVNA, 2003<sub>A</sub>).

Hnojení dusíkem má významný vliv na konečnou sklizeň a pokud tento prvek není dodán rostlině v pravý čas, tak klesá výnos a kvalita zrna (MORENO ET AL., 2003). Využití aplikovaného N z průmyslového hnojiva plodinami může být nižší jak 50 %. Velká část

aplikovaného N je ztracena procesy, jako je těkání do ovzduší, mikrobiální imobilizace a vyplavování v závislosti na formě hnojiva a aplikace (LADHA ET AL., 2005).

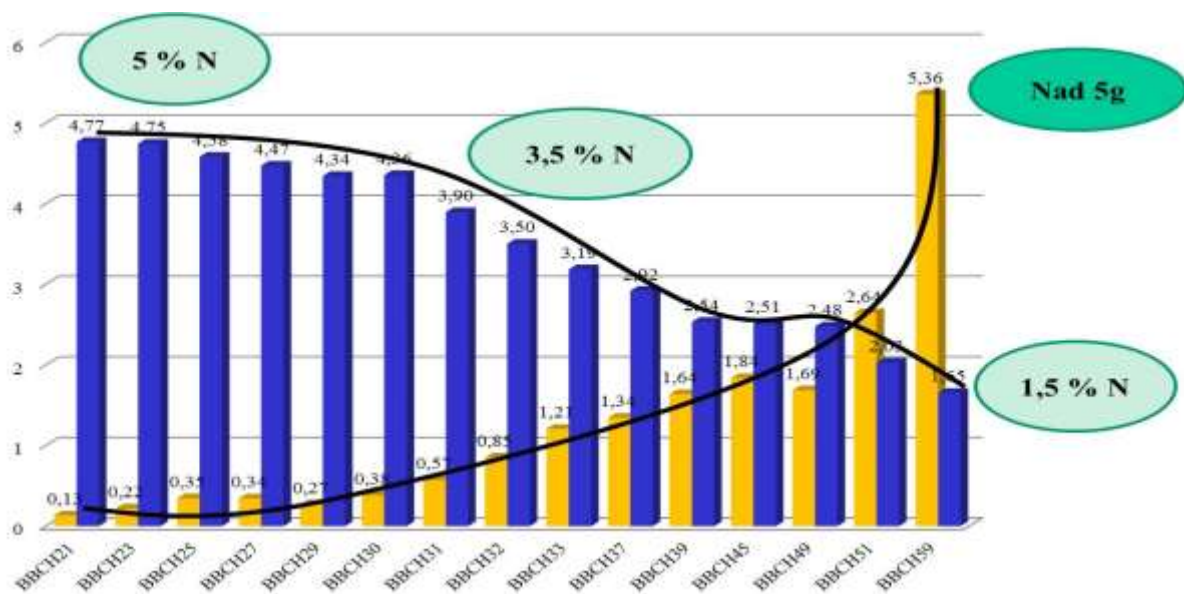
Potřebné množství dusíku a jeho využití závisí na průběhu počasí, typu půdy, předplodině i odrůdě ječmene. Hnojení dusíkem ve správně nastavené dávce a aplikačním termínu je pro zvýšení produkce plodin zásadní. Dusík je tedy hlavní makroživinou pro dosažení vyššího výnosu a kvality ječmene. Na druhé straně, nadměrné hnojení dusíkem způsobuje nadměrný růst, náchylnost k poléhání rostlin, nízkou hmotnost zrna, menší množství klasů, zpožděné dozrávání a větší náchylnost k chorobám a škůdcům (ALAM, 2007). Při aplikaci dusíkatých hnojiv by se měl brát zřetel taky na koncentraci minerálního dusíku v půdě, který vzniká přirozenou mikrobiální aktivitou. Hlavně aby nedocházelo k přehnojení, zbytečným ztrátám a negativnímu vlivu na životní prostředí (SIPOLA A YLÄRANTA, 1985).

Vzhledem k tomu, že řada pěstitelů je zvyklá aplikovat dusíkatá hnojiva v průběhu předseťové přípravy půdy a to často pouze jednorázově a dále už se o porost z hlediska výživy nestará, zhoršují se často zcela zbytečně disproporce ve výživném stavu rostlin, snižuje se výnos zrna a zhoršuje jeho kvalita. Je proto nezbytně nutné změnit přístup k výživě a hnojení sladovnických ječmenů a racionalizovat ho. Proto, abychom to mohli provést, je nutné provádět odběr vzorku zeminy na stanovení  $N_{min}$  před setím a odběry vzorků rostlin 2x během vegetace, přičemž první odběr by měl být směřován na počátek odnožování a druhý na počátek sloupkování. V rámci odběru stanovíme hmotnost sušiny 1 rostliny a v sušině obsah dusíku a ostatních živin. Rozhodující v těchto obdobích je především dostatečné zásobení rostlin dusíkem. Z obr. 15 je patrná dynamika odběru dusíku během vegetace. Jedná se o průměrné čerpání N stanovené na základě pětiletých pokusů s odrůdou ječmene Jersey (HŘIVNA, 2011).



**Obr. 15 Čerpání dusíku během vegetace ( $kg \cdot ha^{-1}$ )**

V průběhu vegetace může být dusík přijímán různou intenzitou, která se odvíjí od jeho zásoby v půdě a také od povětrnostních podmínek, především vláhových. Platí zde to, že s rostoucí alokací dusíku do biomasy porostu dochází ke snižování jeho koncentrace v sušině biomasy, což je způsobeno zředěvacím efektem, který je úměrný rychlosti růstu rostlin. Z výsledků, které máme k dispozici, můžeme odvodit, jaká by měla být koncentrace dusíku v sušině porostu v různých vegetačních fázích (obr. 16). Pokud je obsah dusíku v dané fázi výrazně vyšší, hrozí riziko vysokých dusíkatých látek v zrně ječmene. Naopak při nižší koncentraci dusíku může hrozit i nižší obsah N-látek pod hranicí 10 %, což je z pohledu sladařského hodnocení a využití rovněž problematické. Vzhledem ke znalosti obsahu N-látek v sušině rostlin v jednotlivých vývojových fázích během vegetace můžeme v případě výraznějších odchylek cíleně reagovat a nepříznivý stav do značné míry eliminovat. V případě nízké koncentrace dusíku v sušině přihnojit dusíkem a to i v relativně pokročilé fázi vegetace. Naopak je-li obsah dusíku vysoký, cílenými zásahy jejich obsah v zrně ječmene usměrňovat.



**Obr. 16** Dynamika změn obsahu dusíku v sušině nadzemní biomasy během vegetace

Kumulace dusíku v zrně je mj. také ovlivněna množstvím založených výnosových prvků. Významnou roli zde hraje tzv. produktivní hustota porostu, kterou chápeme jako počet plodných stébel na jednotce plochy (MOUDRÝ, 2003). Je závislá od výsevku a úrovně

odnožení porostu. Dále pak je to počet zrn v klasu, který je indikátorem akumulací kapacity klasu (KOSTREJ ET AL., 1998). Z hlediska výnosu je pak důležitá HTZ a ta je ovlivněna aktivním plněním zrna které lze rozdělit na

1. počáteční (pomalé) období naplňování zrn, které trvá 15 – 18 dní po kvetení,
2. fáze rychlého růstu a intenzivní akumulace sušiny v zrně (v tomto období se nahromadí až 90 % sušiny), probíhá v době 18 – 35 dní po kvetení,
3. fáze s trvale se snižující rychlostí růstu a pomalého naplňování, je ukončena plnou zralostí zrna.

Podle PETRA ET AL. (1980) je hmotnost obilky ovlivněna:

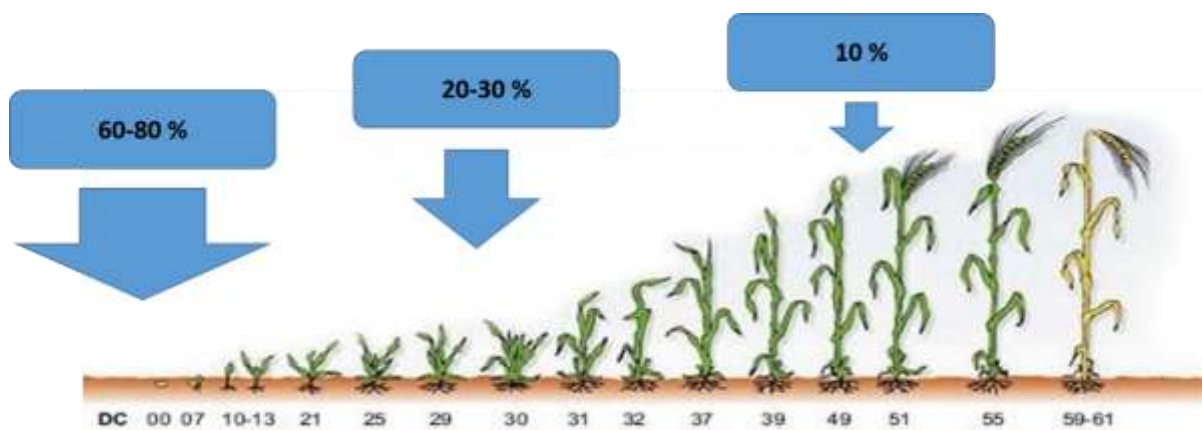
- a) mohutností a délkou aktivní funkce asimilačního aparátu horní části rostliny,
- b) schopností převést asimiláty do zrna,
- c) délkou období tvorby obilky,
- d) podmínkami počasí a výživou v době dozrávání (vláha, teplota, živiny),
- e) výskytem chorob (listových a klasových) a škůdců.

Z pohledu eliminace vysokého obsahu N-látek v zrně je důležité, aby období tvorby zrna spojené s tokem asimilátů do zrna probíhalo co nejdéle, protože se tím zvyšuje jistota zředění případně vyššího obsahu N látek akumulovanými polysacharidy.

Pro tvorbu zrna mohou být využity rezervy ze stébla, které se translokují do zrna. Může jít i o dusíkaté látky, což se může projevit v i významně negativně v kvalitě zrna (CERKAL ET AL., 2001).

Z těchto biologických procesů vyplývá pro jarní ječmen požadavek, zajistit dynamický rozvoj 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 (sacharidů) do klasů a zajistit tak výnos zrna a jeho kvalitu.

Za tímto cílem je účelné provádět korekci výživného stavu rostlin v rozhodujících vývojových fázích a usměrňovat obsah prvků v rostlině tak, aby přes metabolismus rostliny byly posíleny nejen výnosové prvky, ale i kvalitativní parametry zrna jarního ječmene. Pro dusík to znamená směřovat jeho aplikaci do 3 klíčových období (obr. 17).

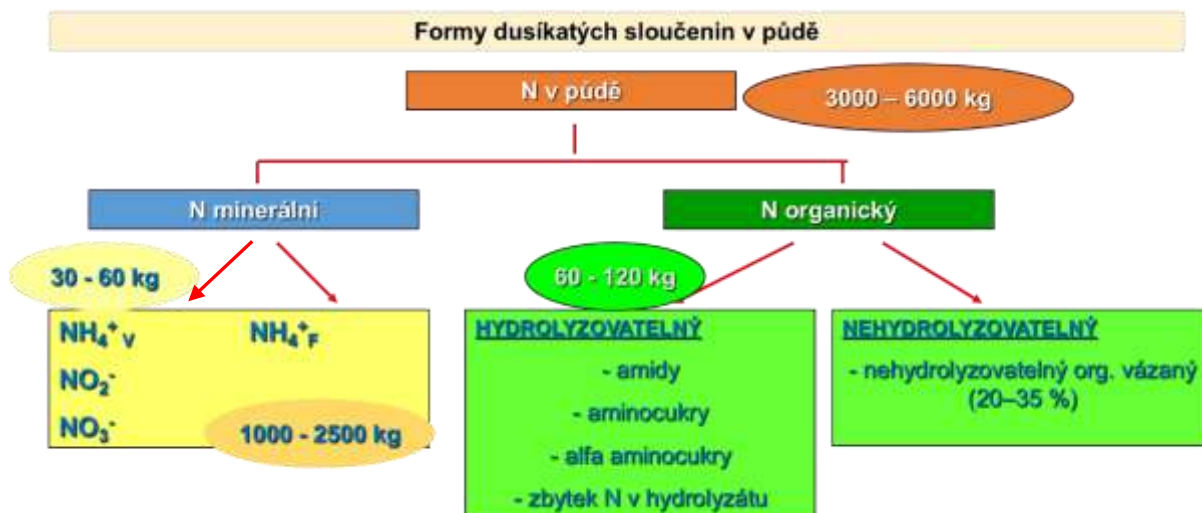


**Obr. 17 Hnojení jarního ječmene dusíkem**

### 3.1.2 Stanovení dávky dusíku

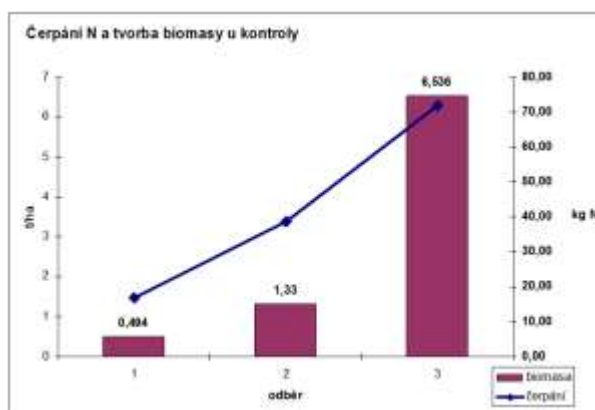
Hnojení dusíkem musí být především efektivní. Správné stanovení dávky dusíkatého hnojiva nemusí být vždy jednoduché. Nízká dávka dusíku se negativně odrazí v tvorbě výnosových prvků a naopak vysoká může způsobit přehuštění porostu, což může mít vliv na větší dispozici k poléhání, vyšší produkci zadinového zrna a vyšší obsah dusíkatých látek v zrně. Proto je nezbytné při optimalizaci hnojení dusíkem vycházet z produkčních možností stanoviště, které odvodíme z historie výnosů. Čím delší dobu evidujeme výnosové výsledky na daném pozemku, tím jistější budeme při plánování výnosu zrna, což je první předpoklad pro stanovení potřeby dusíku. Dále pak musíme zohlednit předplodinu a kvalitu zaoraných posklizňových zbytků. Bližší informaci o úrovni jejich rozkladu nám poskytne stanovení obsahu  $N_{min}$  v půdě, které bychom měli vždy provést při předset'ové přípravě pozemku. Odběry zajistí, provedou a vyhodnotí komerční laboratoře, zabývající se odběry a analýzami vzorků pro zemědělskou prvovýrobu, případně pracoviště ÚKZÚZ. Doporučujeme vybrat laboratoře s akreditací pro dané analýzy. Stanovení přístupného dusíku v půdě je klíčové pro správné nastavení dusíkatého hnojení.

Tady je potřebné odebrat půdní vzorky z profilu 0-30 cm a 30-60cm. Při stanovení dávky musíme vycházet ze skutečnosti, že dusík se nachází v půdě v různých formách a pouze ta přístupná je momentálně pro porost využitelná (obr. 18). To ale neznamená, že se nemůže další dusík do přístupné formy v průběhu vegetace uvolnit především z tzv. lehce hydrolyzovatelného dusíku ( $N_{LH}$ ), stejně tak jako, že v důsledku růstu kořene si nemůže porost další dusík z hlubších vrstev osvojit. Důležitý může být i druh použitého hnojiva.

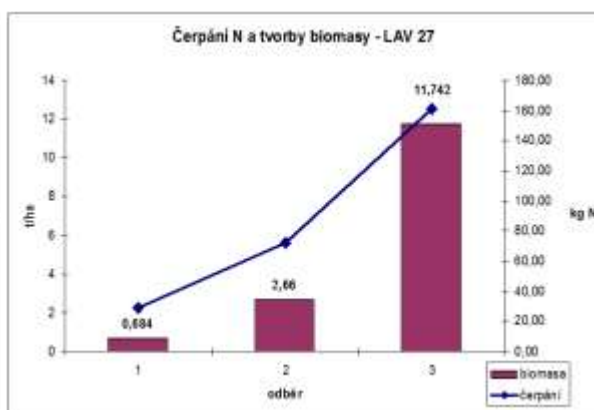


**Obr. 18** *Formy dusíkatých sloučenin v půdě*

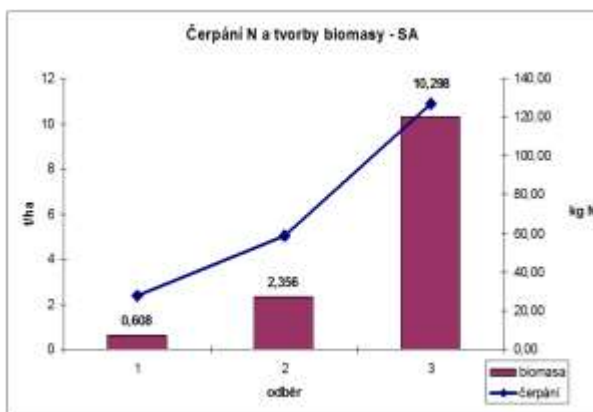
Z níže uvedených obrázků (obr. 19 – 26), které charakterizují průběh čerpání dusíku a dynamiku tvorby sušiny po aplikaci tuhých hnojiv je zřejmé, že existují rozdíly mezi jednotlivými druhy dusíkatých hnojiv jak v rychlosti jejich působení, tak ve využitelnosti jednotlivých živin pro tvorbu výnosu. S ohledem na potřeby ječmene v rané fázi vegetace je potřeba, aby dusík byl snadno dostupný a využitelný. Ukazuje se, že hnojivo LAV 27 a DASA, močovina a případně i síran amonný (SA) podporují v počátku vegetace tvorbu sušiny, síra v hnojivu DASA pak příznivě působí i na příjem dusíku. Na druhou stranu aplikace UreaStabil působí z pohledu sledovaných faktorů pozvolně ale s dlouhodobým efektem. To pak koresponduje s množstvím přijatého N v době metání porostu, kdy nejvíce přijatého N bylo zaznamenáno po aplikaci močoviny a UreaStabil. Výsledky platily pro jednorázovou aplikaci provedenou v průběhu odnožování porostu.



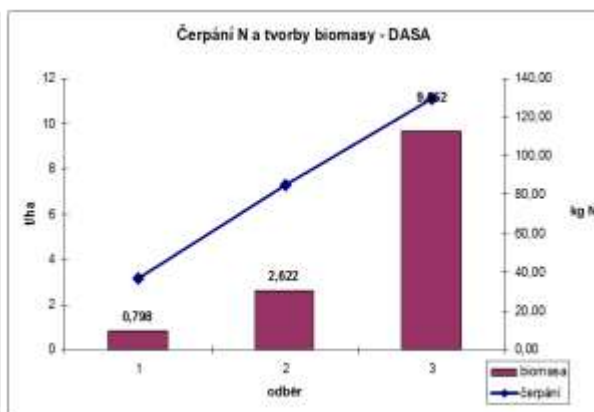
**Obr. 19**



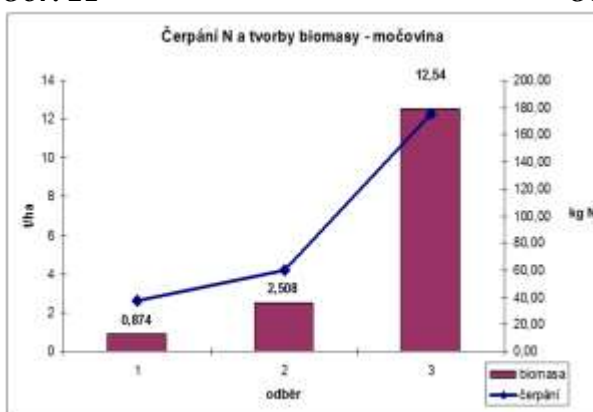
**Obr. 20**



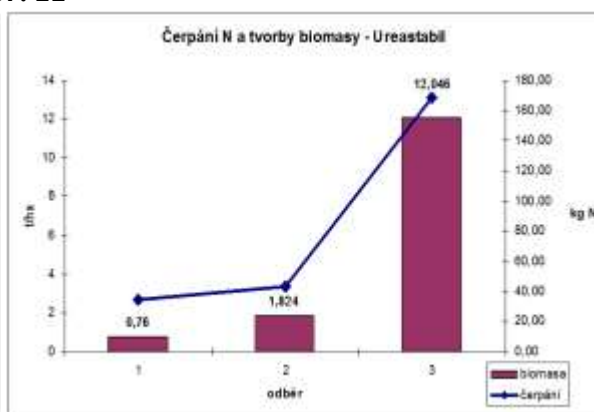
Obr. 21



Obr. 22



Obr. 23



Obr. 24

Volba dávky dusíku je tedy závislá na plánovaném výnosu zrna. Zde vycházíme ze skutečnosti, že na 1 tunu výnosu zrna včetně slámy je zapotřebí cca 23 kg N. Při výnosu zrna 6 tun.ha<sup>-1</sup> to pak představuje cca 132 – 150 kg N. Od tohoto množství pak odečítáme množství dusíku, které se nachází v profilu 0-30 cm a zohledňujeme i hlubší profil. Na středně těžkých půdách stanovíme obsah dusíku, nacházející se v profilu 0-30 cm na 1 ha pozemku přepočtem: N<sub>min</sub> (mg.kg<sup>-1</sup>) x 4 = kg N.ha<sup>-1</sup>. toto množství pak odečítáme od vypočtené celkové potřeby dusíku pro výnos.

#### **Příklad 1:**

Plánovaný výnos zrna...6,5 t.ha<sup>-1</sup>....Potřeba dusíku pro výnos : 6,5 x 23 kg = 149,5 kg.ha<sup>-1</sup> N.

Obsah N<sub>min</sub> v půdě.....15mg.kg<sup>-1</sup>....Zásoba přístupného dusíku: 15 x 4 = 60 kg.ha<sup>-1</sup> N

Zbývá dohnojit : 149,5 – 60 = **89,6 kg.ha<sup>-1</sup> N**

Tuto dávku dusíku pak rozdělíme podle schématu viz.obr. 17.

Ve skutečnosti to tak jednoduché není, musíme ještě zohlednit případný reziduální dusík v profilu 30-60 cm. Je-li jeho obsah vyšší jak 50 kg.ha<sup>-1</sup> N, doporučujeme vypočtenou dávku

snížit o cca 30 % a na každých 10 kg nad tuto hodnotu přidáváme dalších 5 %. Je-li hodnota obsahu N<sub>min</sub> v profilu 30-60 cm vyšší jak 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, nedoporučujeme zde ječmen pěstovat.

#### **Příklad 2:**

Plánovaný výnos zrna...6,5 t.ha<sup>-1</sup>...Potřeba dusíku pro výnos : 6,5 x 23 kg = 149,5 kg.ha<sup>-1</sup> N.

Obsah N<sub>min</sub> v půdě.....12 mg.kg<sup>-1</sup>...Zásoba přístupného dusíku: 12 x 4 = 48 kg.ha<sup>-1</sup> N

Zbývá dohnojit : 149,5 – 48 = 101,5 kg.ha<sup>-1</sup> N

V profilu 30-60cm se ale nachází 50 kg.ha<sup>-1</sup> N....provedeme korekci o 30 %

101,5 kg snížíme o 30 %.....101,5 x 0,70 = 71 kg

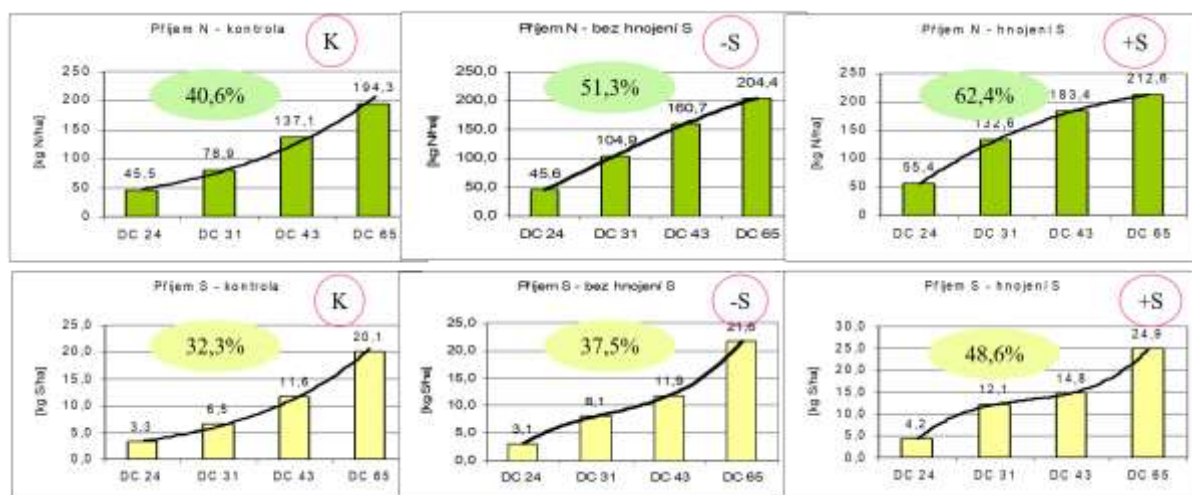
Zbývá dohnojit : **71 kg.ha<sup>-1</sup> N**

Platí jedna zásada a to, že optimalizace dusíkaté výživy nemůže být jednorázovou, ale musí být průběžnou záležitostí diagnostiky (BAIER ET AL., 1988). Čerpání dusíku porostem jarního ječmene během vegetace má svou dynamiku. Proto se dle našich doporučení jeví při předseťovém hnojení porostu jako vhodné aplikovat pouze cca 60-80 % vypočítané dávky dusíku. Další hnojení provádíme dle agrochemických rozborů rostlin (ARR) a výsledky rozborů konfrontujeme s údaji platnými pro určitou vývojovou fázi porostu (obr. 16). Při rozhodování akceptujeme i hmotnost rostlin, případně hodnotíme počet produktivních odnoží a při odběrech ve 2. polovině sloupkování až metání porostu se zajímáme o produktivitu klasu. Dohnojení v těchto pozdních vývojových fázích provádíme zásadně kapalnými dusíkatými hnojivy o nízkých koncentracích a dávka dusíku by neměla překročit 20 kg.ha<sup>-1</sup> N. Závěrem k této kapitole je nezbytné dodat, že celkový úhrn dusíku aplikovaný na porost nesmí překročit dávku stanovenou pro danou výnosovou hladinu (viz. Nitrátová směrnice).

#### *3.1.3 Dusík a síra*

Pro efektivní využití dusíku je nezbytné počítat i s uplatněním síry. Bylo prokázáno, že jak aplikace dusíku, tak i síry má pozitivní vliv na tvorbu jednotlivých orgánů rostlin. To ale neplatí tehdy, je-li dávka dusíku nízká stejně tak, jako když současně s duskem síra není aplikována. Projevuje se tak jednoznačně pozitivní vliv síry na příjem a využití dusíku (MC GRATH, ZHAO, 1996, HŘIVNA ET AL., 2001). Výsledky pokusů, které prováděl HŘIVNA (2011<sub>A</sub>), to potvrzují. V rámci pětiletého pokusu v průběhu let 2005-2009 u odrůdy ječmene

Jersey pěstované po předplodině cukrovce stanoven ve čtyřech fázích vegetace obsah N a S v sušině rostlin a vypočteno čerpání živin. Byl hodnocen vliv chemického složení rostlin a čerpání živin na výnos a technologické parametry zrna (obr. 25). Potvrdilo se, že společná aplikace dusíku a síry přispívá k jejich rychlejší kumulaci v nadzemní biomase rostlin, což může být efektivní především v období odnožování a na počátku sloupkování porostu. Síra, která je začleňována do různých primárních a sekundárních metabolitů, které hrají důležitou roli ve správném růstu a vývoji rostlin, ovlivňuje funkci proteinů, enzymů, hormonů a mnoha dalších metabolitů. Nedostatek S vede k snížení růstu rostlin, vitality a odolnosti vůči abiotickým a biotickým stresům (LEWANDOWSKA, SIRKO 2008). Přiměřená výživa Sírou zajišťuje správný transport a příjem dusíku a taky jeho vliv na rostlinu v průběhu jejího životního cyklu (VELIZ ET AL. 2017).



**Obr. 25** Dynamika příjmu N a S u variant hnojených a nehnojených dusíkem a sírou

Hnojení sírou může do jisté míry ovlivnit i kvalitu zrna ječmene (HŘIVNA ET AL., 2007). MCGRATH ET AL. (2002) prokázali zvýšení výnosu zrna ječmene po aplikaci síry o  $1,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (o 34,9 %). Aplikace síry přispěla také ke snížení obsahu dusíku v zrně z 1,95 % na 1,8 %, což bylo pravděpodobně v důsledku zřed'ovacího efektu. Za určitý nedostatek pak autoři považují zvýšení barvy sladu, mladiny a horší homogenitu. ERIKSEN, MORTENSEN (2002) doporučují aplikovat síru i v pozdějších fázích vývoje rostlin. Pozdější aplikace S prováděná před metáním podporuje relativní snížení koncentrace dusíku v zrně ječmene. Podobně GRZEBISZ, PRZYGOCKA-CYNA (2007) také vidí aplikaci síry jako prostředek pro snížení

obsahu N-látek v zrně ječmene. Pozdní aplikace síry je prevencí redukce obsahu sirných aminokyselin.

### 3.1.4 Možnosti eliminace dusíku v zrně ječmene

Silný, zapojený porost s optimálním počtem produktivních odnoží na jednotku plochy je předpokladem bezproblémové kvality zrna. Proto, abychom takový porost vytvořili, musíme zajistit dostatek živin a to i dusíku hned od počátku vegetace. Podmínkou jsou i příznivé povětrnostní podmínky, především dostatek půdní vláhy. Hodnocením vztahu mezi obsahem dusíku v sušině rostlin v různých fázích vegetace a obsahem dusíku v zrně se zabývali HŘIVNA ET AL., (2012). Testovali vztah mezi obsahem dusíku v sušině rostlin případně jeho čerpáním a obsahem bílkovin v zrně ve 4 růstových fázích (BBCH 24, 30, 43 a 65). Prokázali, že na obsah bílkovin v zrně ječmene má především vliv obsah dusíku v sušině biomasy (tab. 7). Zatímco v počátečních fázích vegetace je tato závislost záporná (BBCH 24), později se mění na kladnou. (BBCH 43, BBCH 65). V době kvetení porostu se jednalo již o kladnou středně silnou až silnou závislost ( $r = 0,608^{**}$ ,  $r = 0,596^{**}$ ). Podobné vztahy byly prokázány mezi čerpáním síry a obsahem bílkovin v zrně. Potvrdilo se, že příjem síry velmi silně koreluje s příjmem dusíku (JEZ, J., ET. AL., 2008, MALHI, ET. AL., 2007, RYANT, HŘIVNA, 2004). Byl rovněž potvrzen negativní vztah mezi obsahem bílkovin a škrobu ( $r = -0,503^{**}$ ) v zrně.

**Tab. 7 Hodnocení vztahů mezi obsahem bílkovin v zrně, čerpáním N a S a kvalitou zrna**

Interakce	Korelační koeficient	Rovnice regrese
bílkoviny x obsah N (DC24)	$r = -0,602^{**}$	$y = 8,9749 - 0,4009 \cdot x$
bílkoviny x čerpání N (DC43)	$r = 0,465^{**}$	$y = -53,1878 + 9,3014 \cdot x$
bílkoviny x obsah N (DC65)	$r = 0,608^{**}$	$y = -0,3746 + 0,1779 \cdot x$
bílkoviny x čerpání N (DC65)	$r = 0,596^{**}$	$y = -98,0941 + 14,62 \cdot x$
bílkoviny x obsah S (DC24)	$r = -0,446^{**}$	$y = 0,5993 - 0,0235 \cdot x$
bílkoviny x čerpání S (DC43)	$r = 0,379^{**}$	$y = -3,2984 + 0,715 \cdot x$
bílkoviny x obsah S (DC65)	$r = 0,540^{**}$	$y = -0,0399 + 0,0197 \cdot x$
bílkoviny x čerpání S (DC65)	$r = 0,569^{**}$	$y = -11,4448 + 1,6827 \cdot x$
bílkoviny x škrob	$r = -0,503^{**}$	$y = 71,696 - 0,7298 \cdot x$

Z uvedených výsledků jednoznačně vyplývá, že základem pro eliminaci dusíkatých látek v zrně ječmene je i cílená aplikace N-hnojiv nejlépe před setím, čímž je podpořena

akumulace dusíku v rostlině hned od počátku vegetace podporující dostatečné odnožení porostu a následnou diferenciaci produktivních odnoží, které mají spíše zředovací efekt z pohledu obsahu N-látek v zrně. Dostatečná listová plocha a hmotnost sušiny jedné rostliny je předpokladem pro následný kvalitní vývoj porostu během celé vegetace. Cílem tedy je, aby koncentrace dusíku v sušině nadzemní hmoty na počátku odnožování byla na úrovni 5-5,5 % N. Vysoká koncentrace dusíku na počátku vegetace přispěje k vytvoření mohutného asimilačního aparátu, který je méně zranitelný z pohledu případného nekontrolovaného příjmu N v pozdějších fázích vegetace např. v důsledku uvolnění reziduálního dusíku mineralizací, což může nekontrolovaně zvýšit obsah N-látek v zrně.

V průběhu vegetace se můžeme setkat s tím, že obsah dusíkatých látek v sušině porostu je příliš vysoký a hrozí tak nebezpečí vysokého obsahu bílkovin v zrně. Pokud zjistíme danou situaci na počátku sloupkování, jeví se dle našich výsledků jako efektivní uplatnění hnojiv, obsahujících molybden. Molybden má mimořádně vysokou fyziologickou účinnost. Význam molybdenu při redukci nitrátů aktivací nitrátreduktázy při syntéze bílkovin bývá zdůrazňován jako jeho hlavní funkce. Funguje jako nosič elektronů. Při hnojení 1-2kg molybdenanu amonného na ha se naopak dvojnásobně zvýšil obsah kyseliny askorbové, zvýšil se obsah chlorofylu, karotenoidů a zvýšila se intenzita fotosyntézy (RICHTER, 2004). V našich pokusech byla testována hnojiva Lister Mo v dávce 0,3 l.ha<sup>-1</sup> a Lamag Mo (3,2 l.ha<sup>-1</sup>). Jejich aplikace na počátku sloupkování přispěla ke snížení obsahu N-látek v zrně ječmene až o 0,5 % oproti neošetřené kontrolní variantě.

Podobně mohou pomoci pomocné rostlinné přípravky. K nim patří i přípravky obsahující huminové a fulvové kyseliny. Huminové látky mohou ovlivňovat jak dýchání, tak fotosyntetický proces. Stimulační účinky huminových látek přímo korelují se zvýšeným příjmem makroživin, jako je dusík, fosfor, síra a mikroživin, jako jsou Fe, Zn, Cu a Mn (NARDI ET AL., 2002). PETTIT, (2004) pozoroval, že aplikace huminových a fulvových kyselin na plodiny obvykle souvisí se zvýšenou iniciací kořenů a jejich růstem. Kyselina huminová je organický biostimulátor, který významně ovlivňuje růst a vývoj rostlin a zvyšuje výnos plodin, stimuluje rostlinné enzymy, hormony a zlepšuje mj. úrodnost půdy (MAYHEW, 2004). Tyto pozitivní účinky na rostliny lze připsat hlavně fyziologické aktivitě podobné fytohormonům (NARDI et al., 2016). Jedním z přípravků na této bázi je i Lignohumát MAX, vysoce koncentrovaný vodný roztok přípravku získaného hydrolyticko-oxidačním rozkladem technických lignosulfonátů. Představuje směs huminových a fulvových kyselin a jejich solí,

kde fulvové kyseliny a jejich soli převažují. Foliární aplikaci tohoto přípravku testovali také HŘIVNA ET AL., 2018<sub>B</sub>, HŘIVNA ET AL., 2019. Aplikace byla směřována na počátek a konec sloupkování porostu. V prvním roce testování aplikace přípravku byl zvýšen výnos zrna o 505 kg.ha<sup>-1</sup> a snížil se obsah N-látek o 0,6 %. Ve druhém roce aplikace zvýšila výnos zrna o 157 – 252 kg.ha<sup>-1</sup> a obsah N-látek se snížil o 0,5 %. Projevil se zde do určité míry zředovací efekt, který způsobil přírůstek výnosu zrna. Zvyšování výnosu po přidání huminových látek zaznamenali taky WALI ET AL., (2018).

Podobné efekty jsme zaznamenali i po použití některých hnojiv určených pro mimokořenovou výživu ale i tuhých hnojiv, o kterých bude pojednáno v následujících kapitolách v souvislosti s možností ovlivnění velikosti zrna.

Účinné z pohledu snížení obsahu N v zrně mohou být i pomocné látky obsahující vybrané živiny v kombinaci s dalšími látkami. K nim patří i přípravek Florone. Jedná se o přípravek pro foliární aplikaci fungující jako inhibitor, který reguluje vegetativní růst. Vytváří lepší podmínky pro kvetení a dozrávání plodů. Po aplikaci Florone má rostlina kompaktní vzhled. Je vhodné pro aplikaci v průběhu sloupkování především tehdy, když není porost ječmene výrazněji stresován suchem a je pouze predikováno nebezpečí vyššího obsahu N-látek v zrně. Přípravek obsahuje i cytokininy, u kterých lze předpokládat zvýšení intenzity tvorby reprodukčních orgánů, nalévání zrna a produkci větších zrn. To se odráží i ve vyšším výnosu zrna (BEZDÍČKOVÁ, 2018) a zároveň přispívá opět ke zředovacímu efektu a snížení obsahu N-látek. V příhodných povětrnostních podmínkách lze očekávat poměrně významné snížení obsahu N-látek v řádu desetin procent i více jak 1%.

Aplikace rostlinných hormonů jsme prováděli i v našich pokusech. V rámci našich pokusů byla testována foliární aplikace pomocného rostlinného přípravku AUCYT Start který mimo jiné obsahuje deriváty cytokininů (HŘIVNA ET AL. 2019<sub>A</sub>). V roce 2018 bylo provedeno testování přípravku aplikací v BBCH 21-22, 30-33 a 50 se zaměřením na výnos a kvalitu zrna sladovnického ječmene. Aplikace zvyšovala výnos zrna o 75 – 114 kg.ha<sup>-1</sup>. Po aplikaci rostla objemová hmotnost zrna i HTZ. Pozdní aplikace snižovaly obsah N-látek v zrně v řádu desetin procent. Výsledky byly příznivé i přesto, že porost byl po celou dobu vegetace stresován suchem. K podobným závěrům došli i KOPRNA ET AL., (2019), kteří potvrdili u pšenice po aplikaci daného přípravku rovněž nárůst výnosu zrna i HTZ.

Dalším možným řešením, které příznivě působí nejenom na tvorbu výnosových prvků, ale i kvalitu zrna je uplatnění biostimulátorů na bázi mořských řas např. GA 142

(*Ascophyllum nodosum*). Přípravek Rooter<sup>®</sup>, který podporuje tvorbu kořenového systému se aplikuje v polovině odnožování a jak uvádí BEZDÍČKOVÁ (2018) z výsledků dvouletých pokusů, průkazně zvyšuje počet zrn v klase (o 2–2,5 zrna/klas), roste i HTZ (o 0,5–1,8 g), což se projevilo na zvýšení výnosu o 0,32–0,76 t.ha<sup>-1</sup>. Velmi zajímavé byly zejména výsledky po aplikaci systému Rooter<sup>®</sup> 1,0 l/ha v BBCH 23 a Forthial<sup>®</sup> 1,0 l/ha v BBCH 31, kdy došlo k průměrnému navýšení výnosu o 0,76 t.ha<sup>-1</sup> za současného snížení obsahu N-látek o 0,7 %. Zatímco na kontrole bez aplikace biostimulátorů byl obsah N látek mimo požadavky na sladovnickou kvalitu, po použití systému ošetření produkce splňovala sladovnické parametry.

Vylepšení výživného stavu rostlin i v pozdní fázi vegetace může přispět k nastartování rostlin ječmene k vyššímu výkonu a případně i snížit obsah dusíkatých látek. Jedním z takovýchto komplexních hnojiv je hnojivo Samppi. Jak uvádí BEZDÍČKOVÁ (2017), je možné spojit aplikaci přípravku Samppi v dávce 1 l.ha<sup>-1</sup> ve fázi BBCH 45 – 51 společně s posledním fungicidem. V rámci tříletého pokusu, který autorka provedla při úrovni dusíkaté výživy 100 kg N.ha<sup>-1</sup> snížila obsah N-látek v zrně o 0,8 - 1,2 % za současného zvýšení výnosu o 3–5 % . Podobně v dalších pokusech prokázala pokles o 0,1 – 2,4 %. Je prokázáno, že aplikace mikroživin železa a bóru má vliv na výnosové prvky (RAWASHDEH, SALA 2016). Zinek a železo mohou prodloužit vegetační dobu ječmene v průběhu kvetení a zrání zrna. Kromě toho ovlivňují hmotnost zrna, délku klasu, počet zrn na klas, obsah chlorofylu, a výnos zrna (JANMOHAMMADI ET AL., 2016). Dá se tedy předpokládat i snížení obsahu N-látek v zrně.

Podobně fungují i přípravky, které se používají pro regulaci růstu porostu a fungicidní ochranu. Samotné použití regulátorů růstu, které přispějí ke zpevnění stébla a zabrání polehnutí porostu je pozitivní v tom, že je zajištěn přirozený vývoj rostliny až do dozrání porostu. U polehlého porostu je vývoj zrna omezen, zrno se dostatečně nenaplní škrobem a vytváří se tak zrno zadinové, s vysokým obsahem N-látek. V

Využití fungicidů ze skupiny strobilurinů prodlužuje vegetaci, udržuje porost zdravý a tím zajišťuje plnohodnotný růst a vývoj zrna. BEZDÍČKOVÁ (2017) v rámci pětiletých pokusů docílila řízenou aplikací přípravku Cerone a aplikací přípravku Fandango snížení obsahu N až o 0,9 %.

Výše uvedené příklady s použitím vybraných přípravků ukazují na možnosti ovlivnění – snížení obsahu dusíkatých látek v zrně. Chtěli bychom upozornit na to, že možností, jak ovlivnit obsah dusíkatých látek v zrně ječmene je podstatně více. Na trhu je v současnosti celá

řada přípravků, které mají často podobné složení. Nebylo však v našich silách všechny otestovat. Výše uvedené možnosti je potřeba brát jako jedny z mnoha.

### ***3.2 Fosfor a jeho uplatnění při tvorbě výnosu zrna a jeho kvality***

Fosfor patří mezi nejdůležitější stavební živiny ve výživě rostlin. Zásoba přijatelného fosforu v půdách klesá a fosfor se postupně stává limitujícím prvkem výnosu a kvality produktu. Při současném omezeném hnojení statkovými hnojivy (např. hnojem), případně organickými hnojivy (např. kompostem) a minerálními hnojivy dochází k odčerpání fosforu z půdy, které bilančně přesahuje vstupy. To má za následek snižování obsahu přístupného fosforu v půdě (KUNZOVÁ 2009).

Při nedostatku fosforu dochází k menšímu odnožování, stébla jsou krátká a slabě vyvinutá, listy jsou vzpřímené, tmavohnědé a přechází do červenofialové barvy. Při nedostatku fosforu v období počátečního růstu se vytváří nevhodný poměr mezi N a P v nadzemní části rostliny a přijatý N nemůže rostlina hospodárně využít. Fosfor zkracuje dobu zrání, ovlivňuje zdravotní stav rostlin, zvyšuje odolnost proti poléhání, zlepšuje sladovnickou kvalitu zrna, působí příznivě na obsah škrobu a extraktu, zvyšuje podíl předního zrna a ovlivňuje klíčivost obilí (PŘÍKOPA, 2005).

Fosfor je jedním z nejdůležitějších prvků pro růst po dusíku. Má významné zastoupení v několika biochemických a fyziologických funkcích. Ovlivňuje fotosyntézu, transport látek, převod asimilátů na škrob a přenos genetických informací (MEHRVARZ ET AL., 2008). Fosfor je pro rostliny velmi důležitým prvkem, protože pomáhá správnému vývoji kořenového systému a také urychluje zralost. Je nezbytný pro tvorbu semen, syntézu proteinů a enzymů, ale také je nezbytný pro téměř všechny aspekty růstu rostlin (ABBAS ET AL., 2016). Nejvýraznější působení je hlavně v půdách chudých na fosfor. Aplikace fosforu příznivě ovlivňuje růst rostlin a taky může zmírňovat dopady sucha na kvalitu a výnos rostlin (MUMTAZ ET AL., 2014).

#### ***3.2.1 Uplatnění hnojiv obsahujících P pro tvorbu kvalitního zrna***

Úloha fosforu je pro růst a vývoj rostlin nezastupitelná. Jeho případný deficit se hned na počátku vegetace může projevit nedostatečným odnožením porostu, vytvořením nízkého počtu produktivních odnoží a následně může mít negativní vliv na tvorbu generativních

orgánů. V energetickém metabolismu rostliny hraje fosfor významnou roli. Je důležitý jak pro mladé rostliny, které potřebují dostatečné množství fosforu pro rozvoj odnoží a klásků, (RÖMER A SCHENK, 1997), tak i ve druhé polovině vegetace, kde se účastní při tvorbě zrna. Klíčová je úloha fosforu při tvorbě zrna, což je důležité z pohledu jeho sladovnického využití. Základem je zajistit dostatek fosforu hned od počátku vegetace. Při základním hnojení aplikujeme cca 5,2 kg P na jednu tunu produkce zrna včetně slámy. Při plánovaném výnosu 6 tun zrna z hektaru bychom tak měli aplikovat na 1 hektar cca 31, 2 kg P. Realita je ale jiná. Dávky fosforečných hnojiv jsou zpravidla podstatně nižší. Zjistíme – li deficit fosforu v průběhu vegetace, můžeme provádět přihnojení porostu a to až do pozdní fáze vegetace. Tyto aplikace zpravidla přispívají k zajištění vyšších hodnot přepadu zrn nad sítem 2,5 mm, vyšší extraktivnosti zrna, což se odrazí ve vyšším obsahu škrobu a současně přispěje k naředění dusíkatých látek v zrně a jejich snížení na požadované rozmezí 10-12 %. Přístupnost fosforu z tuhých P-hnojiv nebývá v roce aplikace velká. Pro zvýšení účinnosti je výhodné provést jejich aplikaci tzv. „pod patu“. Jsou-li ale aplikována hned po vzejití porostu, mohou ještě výživný stav rostlin částečně ovlivnit a také přispět k vyššímu výnosu a kvalitě zrna ječmene. Možnosti aplikace tuhých P-hnojiv a jejich vliv na výživný stav rostlin testoval HŘIVNA (2010). Zjistil po aplikaci hnojiv Eurofertil Plus NP 35 i Yara Mila NP ve fázi BBCH 14 zvýšení koncentrace fosforu v sušině rostlin na konci odnožování a v první polovině sloupkování. Později se obsah P v sušině rostlin vyrovnal. Tato aplikace pak měla efekt především výnosový. Přírůstek výnosu po aplikaci hnojiva Eurofertil Plus NP 35 činil oproti kontrole v průměru cca 459 kg.ha<sup>-1</sup> a u hnojiva Yara Mila NP cca 221 kg.ha<sup>-1</sup>. Po aplikaci hnojiv s fosforem byla zaznamenána oproti kontrole i vyšší hodnota přepadu zrna nad sítem 2,8 mm HŘIVNA (2010<sub>A</sub>) a vyšší objemová hmotnost zrna. Pozitivní vliv na výnos zrna i objemovou hmotnost po aplikaci Eurofertil Top 45 NPS a Eurofertil Plus NP 35 aplikovaných opět na počátku odnožování porostu ječmene potvrdili také HŘIVNA ET AL., (2015). V podobně koncipovaných pokusech opět se stejnými hnojivy bylo potvrzeno navýšení výnosu zrna a pozitivní bylo zvýšení obsahu škrobu o 0,97 – 1,78 % oproti kontrolní variantě HŘIVNA ET AL., (2016).

V případě, že zjistíme nízký obsah fosforu později během vegetace, můžeme zasáhnout nízkou koncentrovanou roztokem hnojiv a aplikovat je přímo na list. Testována byla např. hnojiva Folit P s dobrým výnosovým efektem (ČERNÝ 2018), Fosfor Stim 900 (Hřivna et al., 2020). Příznivý vliv na tvorbu velkých zrn byl stanoven po aplikaci Yara Vita

Kombiphos po vymetání porostu (HŘIVNA ET AL., 2015<sub>A</sub>). Lze předpokládat podobné efekty i při použití jiných P-hnojiv určených pro mimokořenovou výživu.

### ***3.3 Draslík a jeho uplatnění při tvorbě výnosu zrna a jeho kvality***

V rostlině je draslík velmi pohyblivý. Charakteristickým rysem pro  $K^+$  je vysoká schopnost průniku buněčnými membránami. Draslík zasahuje do celé řady metabolických procesů. Významná je jeho účast v procesu fotosyntézy a dýchání. Podporuje tvorbu cukru syntézu škrobu a pozitivně ovlivňuje dusíkatý metabolismus. Koncentrace draslíku v rostlinách ječmene se pohybuje mezi 2 – 5 %. Nejvyšších hodnot dosahuje ve fázi kvetení a v období dozrávání dochází k jeho snížení v důsledku vylučování zpět do půdy. Příjem draslíku zpravidla úzce koreluje s příjmem dusíku a bylo potvrzeno (HŘIVNA ET AL., 2018), že jeho příjem je v průběhu vegetace dokonce vyšší než u dusíku. Zatímco ve fázi růstu BBCH 59 měly rostliny v průměru přijato cca 81 mg N na rostlinu u draslíku to bylo 89 mg K. Draslík ovlivňuje metabolismus rostlin při procesech začleňování (inkorporace)  $CO_2$  do sacharidů. Zvyšuje tok asimilátů, příznivě působí na poměr mezi asimilací a disimilací, zvyšuje translokaci látek z listů do zásobních orgánů. Při jeho dostatku je lepší vyžrávání pletiv a pevnější anatomická stavba rostlin v důsledku zesilujících se buněčných stěn, množí se sklerenchymatické buňky a snižuje se nebezpečí poléhání. Zvyšuje se mrazuvzdornost. Zajišťuje příznivější vodní provoz rostlin tím, že snižuje transpiraci a hodnotu transpiračního koeficientu (množství spotřebované vody na produkci sušiny). Zvyšuje tím i odolnost vůči suchu. Zvyšuje intenzitu kvetení. Nedostatek draslíku se projevuje omezenou tvorbou vysokomolekulárních látek (RICHTER ET AL., 2001). Nadbytek draslíku porušuje rovnováhu živin a snižuje tvorbu odnoží. Draslík zlepšuje zdravotní stav a kvalitu zrna. Působí na jemnost pluch, příznivě působí na obsah škrobu v zrně, na kyprost endospermu a snižuje obsah dusíkatých látek v zrně. Vysoká zásobenost půdy draslíkem inhibuje tvorbu odnoží, výrazně zvyšuje obsah hrubých bílkovin v sušině zrna, snižuje obsah škrobu, extraktivnost sladu, Kolbachovo číslo a relativní extraktivnost při 45 °C (ZIMOLKA ET AL., 2006).

#### ***3.3.1 Uplatnění hnojiv obsahujících K pro tvorbu kvalitního zrna***

Pro draslík, stejně tak jako pro fosfor platí, že je nezbytné ho aplikovat při přípravě pozemku před setím. Jedině tak, zajistíme jeho dostatek v průběhu celé vegetace hned od

počátku růstu vzhledem k tomu, jakou intenzitou je čerpán hned od počátku vegetace. Při stanovení dávky draselných hnojiv bychom měli vycházet z bilanční metody. Tzn. podle plánovaného výnosu zrna při zohlednění zásoby přístupného draslíku v půdě aplikovat příslušné draselné hnojivo. Při bilanci vycházíme z toho, že na 1 tunu zrna včetně slámy musí rostliny přijmout cca 20 kg K. Pokud je zásoba přístupného draslíku v půdě dobrá a sláma bude po sklizni ponechána na poli k zapravení, můžeme si dovolit aplikační dávku snížit o cca 30 %. Na pozemcích, kde je zásoba pouze vyhovující, bychom měli dávku K aplikovat v plném rozsahu tj. při 6 t výnosu zrna cca 120 kg.ha<sup>-1</sup> K. Naopak na pozemcích s vysokou zásobou přístupného K si můžeme dovolit aplikaci K-hnojiv vypustit.

Zjistíme – li deficit draslíku v průběhu vegetace, můžeme provádět přihnojení porostu a to až do pozdní fáze vegetace. Tyto aplikace zpravidla přispívají podobně jako u fosforu k zajištění vyšších hodnot přepadu zrn nad sítem 2,5 mm, vyšší extraktivnosti zrna, což se odrazí ve vyšším obsahu škrobu a současně přispěje k naředění dusíkatých látek v zrně a jejich snížení na požadované rozmezí 10-12 %.

K přihnojení můžeme formou nízkoprocentního (3-5%) postřiku na list aplikovat hnojiva jako Krista K, K-Gel 175, Fumag 6NK Ca, Campofort Garant K, Folit K apod. Aplikace hnojiva K-Gel 175 byla testována po vymetání porostu, na počátku kvetení. Při aplikaci byl příznivě ovlivněn oproti kontrolní variantě nejenom výnos zrna (HŘIVNA ET AL., 2018<sub>A</sub>), ale i přeпад zrna nad sítem 2,8 mm (HŘIVNA ET AL., 2015<sub>A</sub>, HŘIVNA ET AL., 2016<sub>A</sub>).

### ***3.4. Uplatnění Ca, Mg a mikroelementů a užitečných prvků při tvorbě výnosu zrna a jeho kvality***

***Vápník*** pozitivně působí na příjem živin tím, že ovlivňuje semipermeabilitu buněčných membrán. Jeho význam spočívá v tom, že je stavební látkou (pektát) zpevňující buněčné stěny, neutralizuje a váže některé organické kyseliny, ovlivňuje aktivitu řady enzymů v rostlinách (např. nitrátoreduktázy). Při nedostatku Ca dochází k zastavení růstu kořenů (kořenové vlášení), kořeny jsou krátké a odumírají (od špičky) a postupně slizovají. Listy blednou a u nově se tvořících listů dochází ke krogenatosti. Chlorózy vedou až k hákovitému zakřivení nerozvinutých čepelí, které přecházejí k hnědnutí a nekrotám. K významnějším změnám při nízkém obsahu přístupného Ca v půdě dochází v druhé polovině vegetace u stonků. Na stonku se vyloučí kapka sekretu, stonek je sklovitý a hnědne.

Poškození se rozšiřuje a rostlina se na zaškrceném místě ohýbá a pak odumírá. Sklizní jedné tuny zrna ječmene jarního a odpovídajícího množství slámy se odčerpá 5,7 – 8,5 kg Ca.

**Hořčík** je obsažen v sušině celé rostliny v koncentraci zpravidla pod 0,30 %. Rostliny vyžadují rovnoměrný přísun hořčíku během celé vegetace. Hořčík zasahuje do celé řady metabolických procesů v rostlině. Velmi důležitá je jeho funkce v chlorofylu - z celkového obsahu v rostlině je v chlorofylu vázáno 15 – 20 % Mg (RICHTER ET AL., 2001).

Sklizní jedné tuny zrna ječmene jarního a odpovídajícího množství slámy se odčerpá 1,2 – 2,4 kg Mg.

Vápník přijímá rostlina během celého svého vývoje. Na rozdíl od hořčíku se vápník nachází více ve slámě než v zrnu, a proto se podstatná část vápníku odebraného rostlinou vrací zpět do půdy. Za dostatečně hořčíkem zásobené rostliny jarního ječmene považujeme na počátku sloupkování koncentraci 0,15 – 0,30 % a před metáním 0,12 – 0,30 % Mg v sušině. (PŘÍKOPA, 2005).

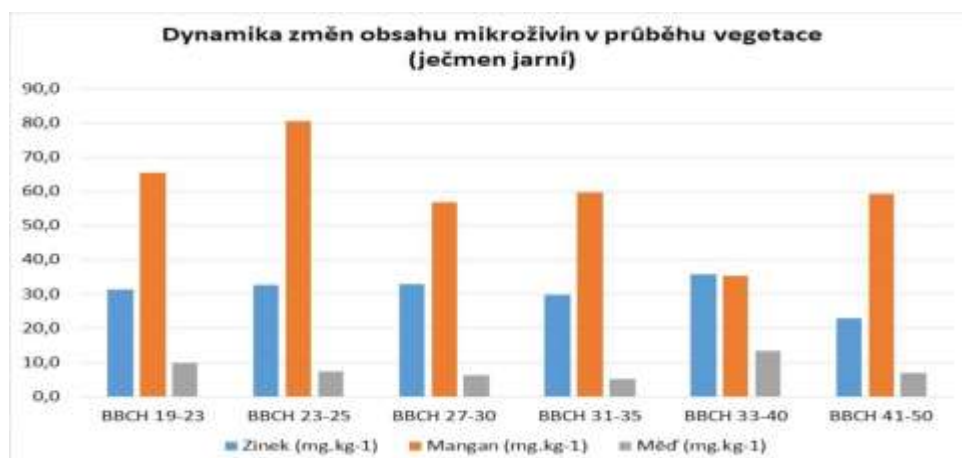
**Mikroelementy** hrají ve výživě jarního ječmene rovněž významnou roli. Z mikroelementů významných pro ječmen se uplatňuje zejména měď a mangan. Použití hnojiv obsahujících tyto živiny má perspektivu zejména v kapalné formě na list v podmínkách jejich nízkého obsahu v půdě nebo v případě jejich zhoršeného příjmu z půdy, což je důležité zejména ve vláhově deficitních letech (PŘÍKOPA, 2005). Kritéria hodnocení výživného stavu mikroelementy uvádí tabulka 8.

**Tab. 8 Obsah mikroelementů (mg.kg<sup>-1</sup>) v sušině nadzemní části rostlin ječmene jarního na počátku sloupkování (NEUBERG ET AL., 1990)**

mikroelement	obsah mg.kg <sup>-1</sup>		
	nízký	střední	vysoký
bór	< 2	2 – 8	> 8
mangan	< 25	25 – 60	> 60
měď	< 5	5 – 12	> 12
molybden	< 0,2	0,2 – 0,7	> 0,7
zinek	< 20	20 - 60	> 60

Změny v obsahu živin v průběhu vegetace z monitoringu prováděného v regionu Čechy v suchém roce 2018 prezentuje obr. 26 (HŘIVNA ET AL., 2019B). Z nich je patrné, že porosty i v suchém roce nevykazovaly známky deficitu manganu, mědi a zinku. Při pravidelných

odběrech vzorků rostlin není těžké případný deficit aplikací formou mimokořenové výživy odstranit.



**Obr. 26** Dynamika změn obsahu mikroživin v průběhu vegetace

**Užitečné prvky** můžeme velmi efektivně ve výživě sladovnického ječmene uplatnit. V současnosti se využívá k aplikaci především křemík. Polní plodiny se v akumulaci křemíku významně odlišují. Obecně platí, že jednoděložné rostliny akumulují více křemíku, než dvouděložné.

Křemík se kumuluje v pokožce listů, kořene a v buněčných membránách cévního svazku. Zde se lokalizuje ve formě amorfních částic tzv. fytolitů. Křemík se může uplatnit i jako prvek při abiotických stresech, při suchu se kumuluje v buněčných stěnách cév a brání jejich stlačení v podmínkách vysoké transpirace způsobené suchem nebo tepelným stresem. Křemík, který je součástí celulózy v membránách epidermálních pletiv, také chrání rostliny proti působení nadměrné ztráty vody. Přispívá k zúžení štěrbin průduchů, což vede ke snížení transpirace listy a ztráty vody výparem. Křemík tedy napomáhá k překonávání různých abiotických i biotických stresů. Při foliární aplikaci křemíku byla zaznamenána vyšší odolnost proti padlí. Snížilo se také poškození porostů okusem zvěří. Aplikace křemíku pomohla zvýšit odolnost porostu i vůči savému hmyzu. Bylo zjištěno, že po aplikaci Si se snižuje intenzita sání savým hmyzem. Křemík může různými mechanismy eliminovat také negativní vliv těžkých kovů na rostlinnou produkci.

Z výživářského hlediska je podstatné především to, že vyšší dostupnost křemíku může podpořit lepší využití fosforu rostlinami. Podobně křemík podporuje příjem draslíku. Stejně

tak byl pozorován po postřiku na list metakřemičitanem sodným lepší příjem a akumulace dusíku a vápníku rostlinou HŘIVNA ET AL., (2019C).

HŘIVNA ET AL., (2018C) testovali pomocný rostlinný přípravek NanoFyt Si a hnojivo Carbon Si. Po aplikaci přípravku NanoFyt Si v BBCH 34 se zvýšil výnos zrna, došlo i ke zvýšení hodnot přepadu zrna nad sítem 2,5 mm, snížení obsahu N-látek a zvýšení obsahu škrobu. V případě hnojiva Carbon Si byl opět pozitivně ovlivněn výnos zrna ječmene s tím, že vyšší přírůstky byly zaznamenány tam, kde byl přidán ke hnojivu pomocný přípravek Insenol.

#### **4.0 Uplatnění růstových hormonů a pomocných látek pro tvorbu výnosu zrna a jeho kvality**

Daná problematika již byla částečně popsána v předchozích kapitolách. V této části je hlavní pozornost věnována problematice uplatnění růstových látek při moření osiva, vlivu těchto aplikací na kapacitu kořene s celkovým dopadem na výnos zrna a jeho kvalitu.

*Cytokininy* (CK) se podílejí na mnoha aspektech růstu a vývoje rostlin včetně dělení a diferenciaci buněk, růstu výhonků a kořenů, apikální dominanci, stárnutí, vývoji zrna a reakce proti biotickým a abiotickým stresorům. Hladiny cytokininů jsou regulovány. Během stárnutí se hladiny aktivních cytokininů snižují, předčasné stárnutí taky vede ke snížení výnosu.

Během raných fází vývoje zrna je koncentrace přechodně zvýšena a koresponduje s nukleárními a buněčnými děleními, které jsou určující pro konečnou velikost zrna. Exogenní aplikace cytokininu může vést ke zvýšenému výnosu semen. Úloha cytokininů v regulaci zrna i jeho kvality je jednoznačná, avšak na regulaci se podílejí i další abiotické, biotické i fyziologické faktory (JAMESON, SONG, 2015).

Je třeba podotknout, že v současnosti je věnována ze strany šlechtitelů pozornost vytvoření transgenních rostlin ječmene, u kterých jsou ovlivněny mechanismy tvorby a odbourávání rostlinných hormonů. Např. utlumením CKX (cytokinin oxidáza/dehydrogenáza) bylo dosaženo vyššího výnosu zrna, díky většímu počtu produktivních odnoží a většímu počtu zrn (HOLUBOVÁ ET AL., 2018). Naproti tomu v podobné studiích, kde taky došlo ke snížení aktivity CKX, nedošlo ke zvýšení výnosu, ale naopak došlo ke zvýšení velikosti a délky kořene. To naznačuje, že regulace cytokininové aktivity a její působení je složitý mechanismus a změny pouze v jednom faktoru mohou mít neočekávané důsledky (GASPARIS ET AL. 2019).

K zajímavému zjištění dospěli RAMIREDDY ET AL. (2018), kteří vytvořili transgenní rostliny se zvýšenou aktivitou CKX v kořenech. Zvýšená aktivita CKX snižovala koncentraci jednotlivých CK v kořeni. U vybraných transgenních linií došlo k prodloužení kořene, ke zvýšení obsahu jednotlivých makro a mikroživin v rostlině a v zrna a také k nižší citlivosti na sucho. Kvůli snížení koncentraci CK, (a velkého sucha), pravděpodobně dochází k potlačení růstu laterálních kořenů a stimulaci růstu hlavního apikálního kořene, který se tak dostává do nižších vlhčích půdních vrstev.

**Auxiny** se účastní všech růstových regulací v rostlinném vývoji a pomáhají rostlině zprostředkovat vnější podněty a okolní svět, stejně jako pomáhají uskutečňovat zásadní kroky utváření tělního plánu. Přítomnost auxinu je zásadní pro jakýkoli vývojový proces v rostlinách a již v časných fázích určuje založení apikálního a bazálního pólu vznikajícího embrya. Za auxin můžeme označit řadu chemických látek, které mají společnou nebo obdobnou biologickou aktivitu, i když se chemicky liší. Nejvýznamnějším zástupcem je kyselina indol-3-octová (IAA).

Vedle přirozených auxinů existují také auxiny syntetické, tedy připravované uměle. Zpravidla se jedná o chemicky odlišné látky, přesto se vyznačují účinky velmi podobným auxinům přirozeným. Významná je například kyselina 1-naftyloctová (NAA). Na rozdíl od IAA je chemicky stálejší (i levnější) a přidává se proto často jako účinný auxin do komerčních prostředků na podporu zakořeňování i jiných stimulatorů růstu (WWW.CS.WIKIPEDIA.ORG).

#### **4.1 Uplatnění růstových látek při moření osiva**

Prospěšná může být taky aplikace biologicky aktivních látek přímo na osivo, která zabezpečuje rovnoměrné klíčení, zvyšuje klíčivou energii, životaschopnost zrna a snižuje napadení od různého druhu plísní a hub (PEKARSKAS, SINKEVIČIENE 2011). Účinek těchto látek se v konečném důsledku může také projevit ve zvýšeném výnosu, odolnosti vůči abiotickým faktorům a také ovlivňují kvalitativní parametry zrna (KUNJAMMAL, SUKUMAR 2019).

HŘIVNA ET AL., (2017) a (2018<sub>D</sub>) testovali možnosti uplatnění biologicky aktivních látek aplikovaných na osivo jako příravek ke klasickému mořidlu. V rámci pokusu testovali příravek OLIGAL SD. Příravek OLIGAL SD obsahuje fulvokyseliny a huminové

kyseliny, glycin betain, zeatin a z mikroelementů B, Mn a Zn. Aplikace přípravku přispěla v prvním roce testování především ke zvýšení výnosu zrna, v následujícím roce se zvýšila i objemová hmotnost zrna, HTZ i hodnota přepadu zrna nad sítem 2,8 mm.

#### *4.1.1 Vliv růstových látek na kořenovou kapacitu ječmene*

Většina aplikovaných hnojiv je přijímána prostřednictvím kořenového systému. Kvalita kořene a především jeho mohutnost a délka jsou klíčové pro zabezpečení rostlin ječmene potřebným množstvím živin a vody v průběhu celé vegetace. Proto, abychom byli schopni posoudit, do jaké míry splňuje kořen požadavky pro zajištění dostatečného množství živin v průběhu celé vegetace, musíme být schopni ho změřit. Progresivní a nedestruktivní metodou měření kořenového systému je měření jeho elektrické kapacity, kdy nedochází k destrukci postranních chloupků kořene, které tvoří větší část povrchu kořene. Rostlinné pletivo se chová jako kondenzátor a při přechodu proudu vykazuje paralelní elektrickou kapacitu, jejíž velikost se dá měřit ve fyzikálních jednotkách – mikro a nanofaradech (STŘEDA, KLIMEŠOVÁ 2016). Metoda měření kořene pomocí elektrické kapacity zohledňuje vliv kořenového vlášení a pouze živou část kořenů (HAJZLER ET AL. 2010). Nevýhodou metody je nedostatek znalostí týkající se elektrického obvodu systému rostlin. Hodnoty jsou pouze srovnatelné pro rostliny stejného druhu pěstované v stejném substrátu, při stejné půdní vlhkosti a měřeno ve stejný čas. V analýze je taky třeba vzít v úvahu vývojové fáze rostlin (NAKHFOROOSH ET AL. 2012).

I přes nevýhody byla víckrát potvrzena účinnost elektrické kapacity kořene předpovídat „skutečné“ kořenové vlastnosti. Výsledky odhalily významné rozdíly mezi genotypy a hloubkou půdy. Významná a pozitivní korelace byla i mezi kapacitou kořene, délkou kořene a povrchem kořene (CHLOUPEK ET AL., 2010, NAKHFOROOSH ET AL., 2012, SVAČINA ET AL., 2014).

Velikost kořenového systému se jeví i jako vhodný selekční mark pro šlechtění rostlin vůči suchu (SVAČINA ET AL. 2014). Větší kořenový systém (o 3,9 %), hlavně v suchých stresových podmínkách přispěl ke zvýšení výnosu (o 8,1 %).

HŘIVNA ET AL., (2019<sub>b</sub>) testovali vliv moření osiva ječmene přípravkem M-Sunagreen, který je prezentován jako stimulátor růstu a vývoje rostlin určený ke zvýšení intenzity počátečního vývoje rostlin v průběhu klíčení a nárůstu hmotnosti kořenového systému

(WWW.CHEMAPAGRO.CZ). Tento předpoklad je založen na obsahu auxinů kyseliny 2-aminobenzoové a 2-hydroxibenzoové. Současně testovali přípravek Primseed, obsahující potřebné živiny v kombinaci s přítomnými auxiny a cytokininy, které mohou přispívat ke zvýšení objemu kořenové soustavy a rovnoměrnějšímu a rychlejšímu vzcházení (WWW.EAGRI.CZ/PUBLIC). Byl vyhodnocen vliv těchto aplikací na kapacitu kořene a tvorbu výnosových prvků. Aplikace zvyšovala kořenovou kapacitu o cca 11 - 12,5 %, rostl počet klasů na m<sup>2</sup> o 25 – 27 klasů, zvyšoval se počet zrn v klasu o 1,01 – 11,01 % a rostl i počet zrn na rostlině o 1,5 – 18,2 %.

Podobně BEZDÍČKOVÁ (2018<sub>A</sub>) ve 4 pokusných ročnících ověřovala moření přípravkem M-Sunagreen (1,5 l/t). Po aplikaci zjistila průkazné navýšení hmotnosti biomasy kořenů, zvýšení bylo zaznamenáno i při tvorbě nadzemní biomasy. K podobným závěrům došla i při ověřování přípravku TS Osivo (0,5 l/t), které obsahuje aminokyseliny, huminové látky NPK vázané na aminokyseliny, močovinný N, výtazek z mořských řas, B, Mo, Fe v chelátové formě, Mg, Zn, Mn a Cu ve formě síranů, adaptogenní látky a látky se smáčivým a lepivým účinkem (WWW.TRISOL.FARM/PŘIPRAVKY).

#### *4.1.2 Vliv růstových látek na výnos a kvalitu zrna ječmene*

Význam mohutnosti kořene pro výnos a kvalitativní parametry zrna sladovnického ječmene je zjevný. Bylo prokázáno, že sladovnické odrůdy ječmene s vyšší kořenovou kapacitou měly výrazně vyšší obsah škrobu a extraktu (SVAČINA ET AL. 2014).

KLIMEŠOVÁ ET AL., (2011) zjistila při statickém zpracování dat z výsledků měření kořenové kapacity vysoce průkazná pozitivní korelaci mezi velikostí kořenového systému (VKS) ve fázi sloupkování a výnosem ( $r = 0,610^{**}$ ) a průkazný vztah mezi průměrnou VKS a výnosem ( $r = 0,461^{*}$ ). Byl však zjištěn i negativní vztah mezi VKS a výnosem v podmínkách s nadprůměrnými srážkami a vlhkých lokalitách, což ve stávajících povětrnostních podmínkách není častým jevem. Větší VKS tak byla spíše na obtíž a snižovala výnos (STŘEDA ET AL., 2012).

V roce 2018 bylo provedeno testování přípravků M-Sunagreen a Primseed aplikovaných na osivo při moření. Byl vyhodnocen vliv těchto aplikací na výnos zrna a jeho kvalitu. Moření přípravkem M-Sunagreen zvyšovalo výnos o cca 200 kg.ha<sup>-1</sup>, aplikace

mořidla Primseed zvyšovala objemovou hmotnost zrna, HTZ i podíl sladařsky využitelného zrna. Přípravek Primseed zvyšoval obsah škrobu v zrně o 0,8 % (HŘIVNA ET AL., 2019<sub>E</sub>).

K podobným závěrům dospěla také BEZDÍČKOVÁ (2018<sub>A</sub>). U přípravku M-Sunagreen v průměru 4 let zaznamenala zvýšení výnosu o 2,1 q.ha<sup>-1</sup>, zvýšení HTZ o 1,2 g, zvýšení objemové hmotnosti o 0,45 kg.hl<sup>-1</sup>, zvýšení počtu klasů na m<sup>2</sup> o 36,5 a zvýšení počtu zrn v klasu o 1,33. U přípravku TS-Osivo bylo navýšení výnosu v průměru 2 let +2,85 q/ha, zvýšení HTZ o 0,8 g, objemové hmotnosti o 0,35kg.hl<sup>-1</sup>, zvýšení počtu klasů na m<sup>2</sup> o 39.

#### ***4.2. Uplatnění růstových látek při foliární výživě***

Vliv stresových abiotických faktorů na rostliny v posledních letech narůstá. Vliv vysoké teploty a sucha je jedním ze základních faktorů, které způsobují snížení výnosu a kvality pěstovaných kulturních plodin. Aplikace biologicky aktivních látek, zejména fytohormonů, v průběhu vegetace může částečně eliminovat dopad jednotlivých stresů na rostlinu (MOHAMMADI, MORADI 2013),

##### *4.2.1 Vliv foliární aplikace růstových látek na výnos zrna a jeho kvalitu*

Dá se předpokládat, že exogenní aplikace cytokininů může zlepšit biologický výnos obilovin zvýšit počet produktivních odnoží, snížit počet neproduktivních odnoží, zlepšit kvalitu zrna, plnění zrna a vést tak k větší homogenitě klasů. Zdá se však, že tyto reakce jsou závislé na typu aplikovaných cytokininů, plodině, době aplikace i podmínkách růstu (KOPRNA ET AL. 2016).

ŠPÍŠEK ET AL., (2018) testovali v rámci tříletých pokusů aplikaci stimulačních přípravků TS Osivo a TS Eva ([WWW.TRISOL.FARM/PRIIPRAVKY](http://WWW.TRISOL.FARM/PRIIPRAVKY)) v BBCH 13 – 29 na výnos ječmene jarního. Současně byly otestovány i vlivy derivátů s cytokininovým účinkem, označeným jako RR-H a RR-O v kombinaci se stávajícími stimulanty. Tyto přípravky měly pozitivní vliv na rozvoj hmotnosti kořenového systému (až o 32 %), nárůst biomasy, výnos semen (až o 9,33 %). Aplikace testovaných přípravků na osivo i rostliny potvrdily ekonomickou návratnost takovéto aplikace. Z uvedeného dále vyplynulo, že efektivnější je časnější aplikace přípravku.

Jedním z přípravků, který je kombinací výživy a fytohormonů na bázi syntetických derivátů cytokininů je přípravek Aucyt Start (ŠAMALÍK, 2018). V rámci jeho testování byla

prováděna aplikace na počátku odnožování v dávce 2-4 l.ha<sup>-1</sup> podobu 4 let. Výsledky potvrdily zvýšení HTZ o 0,8 %, počtu klasů o 5,7 %, přepadu zrna nad sítím 2,5 mm o 0,8 % a výnosu zrna o 3,4 %. Stejně tak aplikace přípravku Sunagreen, na počátku sloupkování porostu pozitivně ovlivnila výnos zrna. HŘIVNA ET AL., 2020<sub>A</sub> testovali přípravky Sunagreen M a Salis jako mořidlo a Sunagreen a Aucyt Start formou postřiku na list v raných fázích vegetace. Schéma pokusu je uvedeno v tabulce 9.

**Tab. 9 Schéma pokusu**

Var.	„moření osiva“	BBCH 13 – 21	BBCH 25 – 27
1	Kontrola (nemořeno)		
2	M-Sunagren (1,5 l/t)		
3	Salis (3,0 l/t)		
4	Salis (3,0 l/t)	Aucyt Start (3,0 l/ha)	
5	Salis (3,0 l/t)		Sunagreen (0,5 l/ha)

Zatímco přípravky Salis a Aucyt Start obsahují deriváty cytokininů, přípravky Sunagreen a M-Sunagreen obsahují především auxiny. Efektivní z pohledu výnosu zrna zde bylo jak moření přípravkem M-Sunagreen (var. 2), tak i moření přípravkem Salis a následným postřikem přípravkem Sunagreen (var. 5). Objemová hmotnost zrna se pohybovala v rozmezí od 66,95 kg.hl<sup>-1</sup> do 67,53 kg.hl<sup>-1</sup>. Nejvyšší byla u var. 3 a 4 tj. osiva mořeného přípravkem Salis případně s následnou aplikací Aucyt Star. U všech variant byla ve srovnání s kontrolou objemová hmotnost vyšší. Přírůstek představoval cca 0,13 – 0,58 kg.hl<sup>-1</sup>.

#### **4.3. Uplatnění pomocných látek při ochraně porostu a zrna**

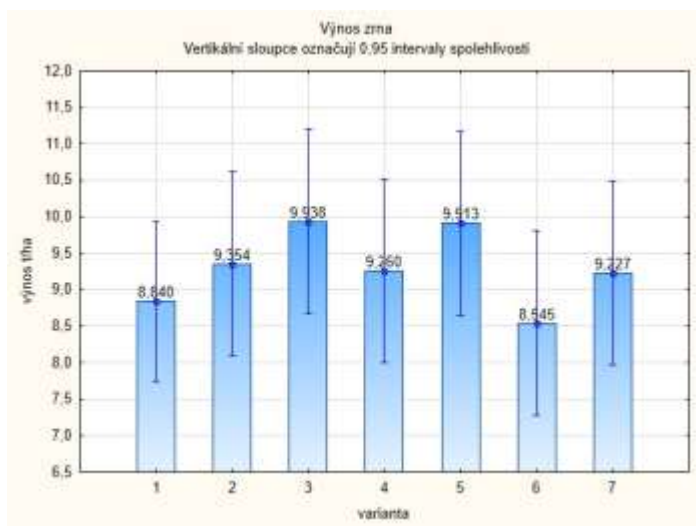
HŘIVNA ET AL. (2018<sub>E</sub>) testovali uplatnění pasivního pomocného přípravku Insenol® s účinnou látkou polyvinylpyrrolidon (polyvinylpyrrolidone 60 g/l), který je primárně určen jako přípravek pro omezení ztrát před a při samotné sklizni. Může být ale také aplikován v průběhu vegetace, kdy by měl přispět k určité ochraně porostu proti vnějším vlivům. Použití přípravku, který byl aplikován v BBCH 55 – 70 zvyšovala výnos oproti kontrole o 85 – 263 kg.ha<sup>-1</sup>. Výhodná je jeho kombinace společně s křemíkem (HŘIVNA ET AL., 2018<sub>C</sub>).

Z výsledků pokusu (tab. 10) provedeného v roce 2014 (obr. 28) je patrné, že aplikace křemíku v kombinaci s pomocným přípravkem Insenol přinášela větší benefit. Přitom ranější termíny aplikací přispěly k vyššímu výnosu zrna. V následujícím roce, ve kterém byl Carbon Si aplikován pouze v kombinaci s přípravkem Insenol, tomu bylo naopak. Největší výnos zrna byl pozorován po aplikaci v BBCH 61. Za pozitivní je však potřeba považovat to, že ve všech případech, s výjimkou aplikace samotného hnojiva Carbon Si ve fázi BBCH 61 v roce 2014, byl výnos zrna oproti kontrolní variantě vyšší. Přírůstek výnosu se v roce 2014 pohyboval od 387 kg/ha po 1098 kg/ha. V roce 2015 byl přírůstek nižší v rozmezí od 60 kg/ha po 535 kg/ha (obr. 29).

**Tab. 10: Schéma pokusu**

Var.	Schéma hnojení	Dávka	Termín aplikace
1*	kontrola	-	-
2	Carbon Si	1,0	34
3*	Carbon Si + Insenol	1,0 + 0,75	34
4	Carbon Si	1,0	51
5*	Carbon Si + Insenol	1,0 + 0,75	51
6	Carbon Si	1,0	61
7*	Carbon Si + Insenol	1,0 + 0,75	61

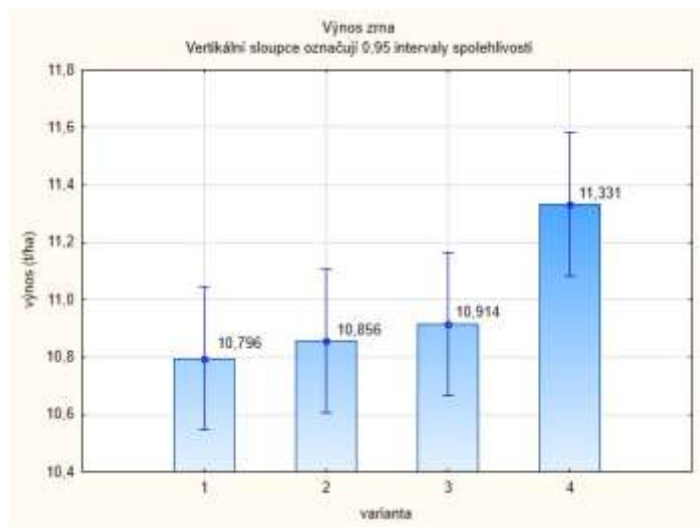
Pozn.: \* varianty zahrnuté do pokusu roce 2015



**Obr 28: Výnos zrna ječmene jarního po aplikaci hnojiva a Insenolu v roce 2014**

Kvalita zrna byla příznivě v roce 2014 ovlivněna pouze aplikacemi v BBCH 34 a 55. Byly zaznamenány přírůstky v obsahu škrobu od 0,17 do 0,91 %, přepad zrna nad sítem 2,5

mm se zvyšoval od 0,77 % do 7,29 %. Postřik v BBCH 61 působil na kvalitu spíše negativně. V roce 2015 byly rozdíly v kvalitě mezi jednotlivými variantami velmi malé.

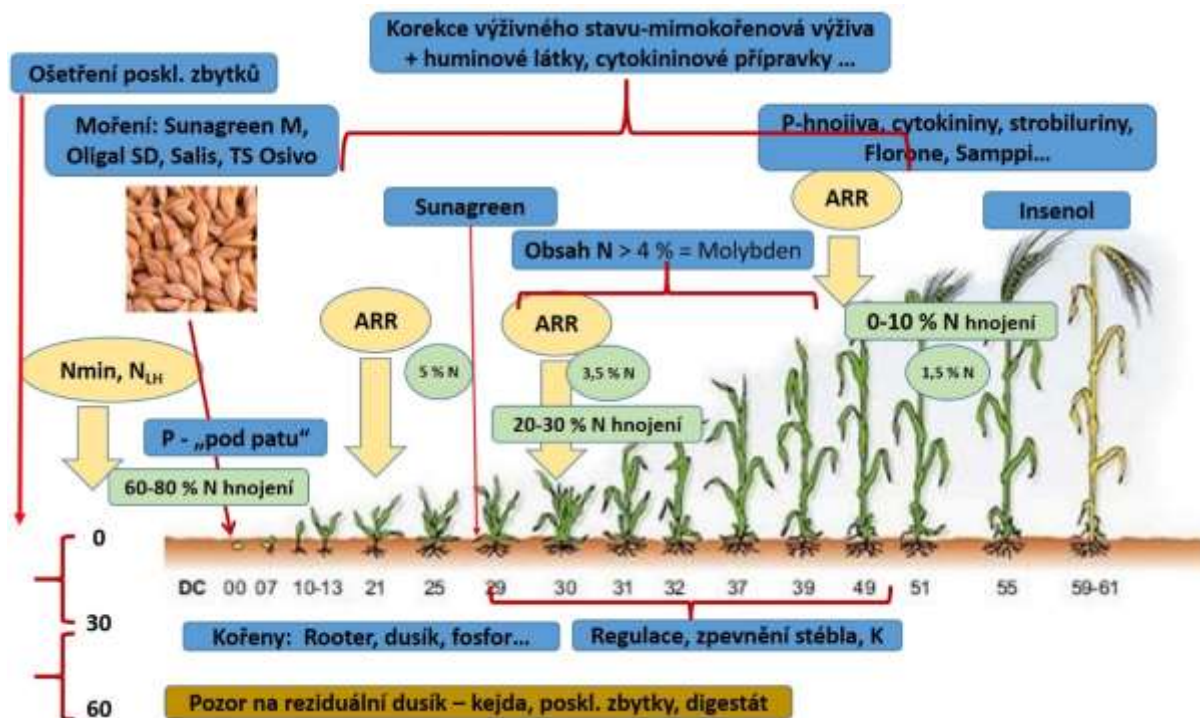


**Obr. 29 Výnos zrna ječmene jarního po aplikaci hnojiva a Insenolu v roce 2015**

## **5.0 Implementace poznatků a zkušeností v agrotechnice pěstování sladovnického ječmene**

Cesta k dosažení vysokých výnosů zrna sladovnického ječmene v odpovídající technologické kvalitě není jednoduchá. Ne vše může pěstitel ovlivnit. Největší vliv na produkci zrna a jeho kvalitu má průběh povětrnosti, což je proměnná, se kterou se dá jen těžko vypořádat. Přesto i tady máme určité možnosti, které nám umožňují do určité míry případný negativní vliv eliminovat. Vše začíná již na podzim při přípravě pozemku, ošetřením posklizňových zbytků, důkladným prokypřením půdy a promísením s posklizňovými zbytky. Pokud se jedná o slamnaté posklizňové zbytky je nezbytné ošetření pro jejich rozklad dusíkatými hnojivy se sírou tak abychom vyrovnali nejenom poměr C:N (1:25) ale také C:S (1:200), tím zajistíme jejich rychlý a bezproblémový rozklad, uvolnění živin v období, kdy je rostliny ječmene nejvíce potřebují tzn. na jaře při vzházení a odnožování rostlin. Při zaorávce chrástu je nutné respektovat to, že obsahuje na rozdíl od draslíku méně fosforu a proto je nutné myslet na jeho doplnění. Na 1 tunu zaorávaného chrástu aplikujeme cca 0,5 kg P (1,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Pro dobrý rozklad zaorávané slámy můžeme použít i kejdu případně digestát. Pro správné nastavení dávky dusíku je nezbytné znát jejich přesné složení. Hrozí zde ale určitá rizika. Bylo zjištěno, že digestát je v půdním profilu poměrně pohyblivý a proto se

může nekontrolovaně přesunout do hlubšího profilu a vytvářet tam tak zásoby tzv. reziduálního dusíku, ke kterému se kořenový systém ječmene dostává až později během vegetace, což může vést k jeho nekontrolovanému příjmu a zvýšení rizika vysokého obsahu N-látek v zrně ječmene. Při předseťové přípravě pak jde především o hnojení dusíkatými a v případě toho, že jsme to nestihli již na podzim i dohnojení P, K, Mg - hnojivy. Efektivní je hnojení „pod patu“. Dávku dusíkatých hnojiv volíme na základě obsahu N<sub>min</sub> v půdě. Z dusíkatých hnojiv pak volíme nejlépe hnojiva, která obsahují jak nitrátovou, tak i amonnou formu dusíku. Pokud se jaro rychle otevírá, najdou dobré uplatnění i hnojiva s amidickou formou, případně můžeme použít hnojiva s inhibitory ureázy nebo nitrifikace. To platí především pro plochy, kde chceme snížit počet vstupů do porostu. Cílem je podpořit rychlost vzcházení a kvalitní odnožení. K tomu nám mohou významně pomoci biostimulátory aplikované na osivo, tak jak byly představeny v předchozích kapitolách. Při seti nesmíme osivo zamazat. V průběhu odnožování je nezbytné provést odběry vzorků rostlin, vyhodnotit hmotnost sušiny jedné rostliny a obsah živin v sušině. Na základě těchto získaných indicií pak provádíme dohnojení porostu na konci až počátku sloupkování. V raných fázích odnožování můžeme provést rovněž zásahy pro posílení tvorby kořene. Konec odnožování a počátek sloupkování je rovněž období, kdy provádíme regulaci porostu s cílem dosažení optimálního počtu produktivních odnoží. Zde můžeme aplikovat např. přípravek Sunagreen. Další zásahy jsou pak směřovány na udržení porostu v co nejlepším zdravotním a výživném stavu. Provádíme regulační zásahy vedoucí ke zpevnění stébla. V průběhu sloupkování je vhodné odebrat vzorky pro zjištění výživného stavu rostlin. Formou mimokořenové výživy pak můžeme eliminovat případný nedostatek mikroelementů a částečně i makroživin. Dobrý výživný stav rostlin přispívá k bezproblémovému založení klasu a klásků. Vyskytne-li se v sušině rostlin vyšší obsah dusíku, provádíme opatření pro snížení rizika vysokého obsahu. Na počátku metání je vhodné provést ještě jednu odběr vzorků rostlin pro vyhodnocení jejich výživného stavu. Na základě rozboru můžeme i v této relativně pozdní fázi vegetace provést opatření pro snížení obsahu N-látek, podporu tvorby zrna a případné dohnojení porostu dle deficitní živiny formou mimokořenové výživy. Po vymetání porostu pak můžeme ještě uplatnit pomocné přípravky chránící klas a podporující pozvolné dozrávání. Přehled možných zásahů a opatření je uveden v obr. 30.



Legenda: Odběry vzorků zeminy na stanovení dusíku (N<sub>min</sub>, N<sub>LH</sub>) a rostlin [ARR]  
 Hnojení dusíkem [% celkové dávky] a optimální obsah N v % sušiny rostlin  
 Zásahy a opatření, které můžeme provádět při přípravě pozemku, seti a během vegetace  
 Další upozornění

Obr. 30 Přehled možných zásahů a opatření v průběhu pěstování ječmene

## 6.0 Stručné vyjádření k novosti a možným ekonomickým přínosům dané metodiky

V předkládané metodice je zaimplementována řada výsledků a postupů z pokusů, které proběhly v rámci aktivit prováděných v rámci projektu TAČR TE02000177 „Centra pro inovativní využití a posílení konkurenceschopnosti českých pivovarských surovin a výrobků“ (trvání 2015-2019). Jedná se tedy o výsledky zcela nové, originální a často doposud nepublikované. Výhodou zde je to, že výsledky a doporučení jsou snadno aplikovatelné vzhledem k dostupnosti testovaných hnojiv, pomocných látek a přípravků včetně proveditelnosti zásahů.

Vyšší kvalita produkce, kterou lze při uplatňování dané metodiky dosáhnout, je sama o sobě zárukou stability a růstu tržeb zemědělské prvovýroby i zpracovatelů. Zvýšení přepadu zrna na síť 2,5 mm, extraktivnosti a také úprava N-látek je při vysoké klíčivosti zrna jistotou dobré realizace produkce sladovnického ječmene. Zvýšení přepadu zrna nad sítem 2,5 mm o 1 % znamená při celkové produkci 1 088 tis tun zrna (obr. 1) o 10 880 tun více kvalitního ječmene, což v ekonomickém vyjádření při ceně cca 5000 Kč.t<sup>-1</sup> znamená přínos 54,4 mil. Kč.

## 7.0 Seznam použité literatury a publikací předcházející metodice

- ABBAS, W., ANWAR, S., AKRAM, W., SHAH, W. A., ISLAM, M., IQBAL, B., IQBAL, A. ET AL. (2016). Response of Barley varieties to Phosphorus and Sulphur levels. *Pure and Applied Biology*, 5(2), 247.
- ALAM, M. Z., HAIDER, S. A., & PAUL, N. K. (2007). Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in relation to nitrogen fertilizer. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (10), 1022-1026.
- BAIER, J. (1983) Projektování výnosů zemědělských plodin. *Agrochémia* 23, s. 1-5
- BAIER, J., SMETÁNKOVÁ, M., BAIEROVÁ, V. (1988) Diagnostika výživy rostlin. Institut výchovy a vzdělávání MZV ČSR v Praze. Vydání 1. AGRODAT. 284 s
- BASAŘOVÁ, G., ČEPIČKA, J., DOLEŽALOVÁ, A., KAHLER, M., KUBÍČEK, J., POLEDNÍKOVÁ, M., VOBORSKÝ, J. (1992) Pivovarsko-sladařská analytika. *Merkanta, Praha*, 385.
- BEZDÍČKOVÁ, A. (2017): Regulace, pomocné látky a kvalita sladovnického ječmene: Vliv na obsah N-látek v zrně. In.: Sborník z konference „Ječmen v praxi. Klíčem k úspěchu je kvalita“, 31. 1. - 3. 2. 2017 34-35
- BEZDÍČKOVÁ, A. (2018): Možnosti využití biostimulátorů pro stabilizaci výnosů obilnin [online]. Kurent, 2018 [cit. 2019-06-17]. ISSN 1801-4895. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/moznosti-vyuziti-biostimulatoru-pro-stabilizaci-vynosu-obilnin>
- BEZDÍČKOVÁ, A. (2018<sub>A</sub>): Výhody přimoření osiva jarního ječmene pomocnými látkami. In.: *Kompendium 2018*. Velká Bystřice: Spolek pro ječmen a slad, 2018, s. 27-29. ISBN 978-80-213-2829-7
- CERKAL, R., ZIMOLKA, J., HRIVNA, L. (2001) Using plough down of sugar beet tops to affect the production parameters of spring barley in a maize-growing region. *Rostl.Výr.* 47, (7): 319-325
- ČERNÝ, L. (2018) Integrovaná fungicidní ochrana jarního ječmene. In.: *Kompendium 2018*. Velká Bystřice: Spolek pro ječmen a slad, 2018, s. 54 - 55. ISBN 978-80-213-2829-7
- DELOGU, G., CATTIVELLI, L., PECCHIONI, N., DE FALCIS, D., MAGGIORE, T., STANCA, A. M. (1998) Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy* 9 (1): 11-20.

- ERIKSEN, J., MORTENSEN, J.V. (2002) Effect of timing of sulphur application on yield, S-uptake and quality of barley. *Plant and Soil* 242, 2: 283-289
- FLAŠAROVÁ M., ONDERKA M. (1997) Formation and compensation of yield components in chosen spring barley genotypes. *Plant. Prod.*, 43, (9): 449-454
- GRZEBISZ, W., PRZYGOCKA-CYNA, W. (2007) Spring malt barley response to elemental sulphur – the prognostic value of N and S concentrations in malt barley leaves. *Plant Soil. Environ.*, 53, 2007 (9): 388-394
- HAJZLER, M., STŘEDA, T., KLIMEŠOVÁ, J. (2010) Evaluation of root system characteristics by measurement of electrical capacity and image analysis. *MendelNet 2010*, 48-55.
- HOLUBOVÁ, K., HENSEL, G., VOJTA, P., TARKOWSKI, P., BERGOUGNOUX, V., GALUSZKA, P. (2018) Modification of barley plant productivity through regulation of cytokinin content by reverse-genetics approaches. *Frontiers in plant science*, 9, 1676.
- GASPARIS, S., PRZYBOROWSKI, M., KAŁA, M., NADOLSKA-ORCZYK, A. (2019) Knockout of the HvCKX1 or HvCKX3 Gene in Barley (*Hordeum vulgare* L.) by RNA-Guided Cas9 Nuclease Affects the Regulation of Cytokinin Metabolism and Root Morphology. *Cells*, 8 (8), 782.
- HORÁKOVÁ, V., DVOŘÁČKOVÁ, O., MEZLÍK, T. (2015) Seznam doporučených odrůd 2015 Pšenice ozimá, ječmen jarní, ječmen ozimý, tritikale ozimé, oves setý, hrách polní. ÚKZÚZ Brno 2015. ISBN 978-80-7401-108-5
- HŘIVNA, L. (2003) Vliv agrotechniky na kvalitu sladovnického ječmene. In.: Sborník „Jakost surovin a potravin rostlinného původu“ 4. 12. 2003. VÚ RV Praha. s. 8-11
- HŘIVNA, L. (2003 A) The effect of a fungicide application on the yield and quality of barley grain and malt. *Plant Soil And Environment* 49 (10): 451-456
- HŘIVNA, L., CERKAL, R.: Možnosti ovlivnění výnosu i kvality jarního ječmene AGRO, 2004, (4) r. IX. s.65-70 ISSN 1211-362 X
- HŘIVNA, L., BOROVIČKA, K., CERKAL, R. (2005) Optimalizace výživy jarního ječmene pro dosažení sladovnické kvality zrna. *Agro*, 10, 2, s. 77-81. ISSN 1211-362 X
- HŘIVNA, L., RYANT, P. (2006) Výživa jarního ječmene během vegetace a kvalita produkce. *Agro*, 11, 5, s. 45-48. ISSN 1211-362 X
- HŘIVNA, L., RYANT P., PROKEŠ, P. (2007) Vliv hnojení ječmene dusíkem a sírou na výnos a technologické parametry zrna a sladu. *Agrochémia*. 3/2007: 7-13

- HŘIVNA, L. (2010) Vliv tuhých průmyslových hnojiv obsahujících fosfor na výživný stav rostlin ječmene. In.: Sborník z konference „Sladovnický ječmen - přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“, 8.-11.2. 2010. s. 47-48
- HŘIVNA, L. (2010A) Vliv tuhých průmyslových hnojiv obsahujících fosfor na výnos zrna ječmene a jeho kvalitu In.: Sborník z konference „Sladovnický ječmen - přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“, 8.-11.2.2010. s. 43-44
- HŘIVNA, L. (2011) Racionální výživa jarního ječmene. *Úroda = Pôda a úroda : časopis pro rostlinnou produkci*. 2011. sv. 2011, č. 2, s. 10-16. ISSN 0139-6013.
- HŘIVNA, L. (2011A) Výnos a kvalita sladovnického ječmene po hnojení sírou a dusíkem. Habilitační spis. MENDELU v Brně. 197 s
- HŘIVNA, L., BUREŠOVÁ, I. SAPÁKOVÁ, E. (2012) Vztah mezi výnosem, kvalitou zrna ječmene a čerpáním N a S během vegetace. In.: Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. *Úroda* 12/2012, vědecká příloha časopisu. s. 114-417 ISSN 0139-6013
- HŘIVNA, L., DOSTÁLOVÁ, Y., JANEČKOVÁ, M., ŠOTTNÍKOVÁ, V. (2015) Vliv dávky dusíku a pozdní aplikace mimokořenné výživy a růstových látek na výnos a kvalitu produkce sladovnického ječmene. Kompendium ke konferenci „Deset let pro ječmen v praxi“. SJS. s. 62-64 ISBN 978-80-213-2542-5
- HŘIVNA, L., BOROVIČKA, K., BÍZIK, J., BITTNER, V. (2014) Komplexní výživa cukrovky, Vydala společnost Maribo Seed International ApS, organizační složka v ČR, Slavkov, 2014, 1. vydání, 112 stran, ISBN 978-80-260-7300-0.
- HŘIVNA, L., DOSTÁLOVÁ, Y., JANEČKOVÁ, M., ŠOTTNÍKOVÁ, V. (2015) Ověření přípravku Eurofertil Plus NP 35 a Eurofertil Top 45 NPS v kombinaci s Fertileader Vital na výnos a kvalitu jarního ječmene. In.: Sborník z konference „Deset let pro ječmen v praxi“, 26. - 29. 1. 2015 s. 33-35
- HŘIVNA, L., DOSTÁLOVÁ, Y., JANEČKOVÁ, M., ŠOTTNÍKOVÁ, V. (2015A) Vliv dávky dusíku a pozdní aplikace mimokořenné výživy a růstových látek na výnos a kvalitu produkce sladovnického ječmene. In.: Sborník z konference „Deset let pro ječmen v praxi“, 26. - 29. 1. 2015 s. 36-38
- HŘIVNA, L., DOSTÁLOVÁ, Y., JANEČKOVÁ, M., ŠOTTNÍKOVÁ, V. (2016) Základní hnojení fosforem a mimokořenná výživa při použití hnojiv firmy Timac Agro. In.: Sborník z

konference „Dobry začátek jaký konec?“, 25. - 28. 1. 2016 s. 22-25 ISBN 978-80-213-2624-8

HŘIVNA, L., DOSTÁLOVÁ, Y., JANEČKOVÁ, M., ŠOTTNÍKOVÁ, V. (2016<sub>A</sub>) Možnosti uplatnění hnojiv a přípravků z portfolia firmy Agra Group a.s. ve výživě jarního ječmene In.: Sborník z konference „Dobry začátek jaký konec?“, 25. - 28. 1. 2016 s. 22-25 ISBN 978-80-213-2624-8

HŘIVNA, L. RICHTER, R. MACO, R. (2017) Výživa a hnojení jarního ječmene. *Zemědělec*. sv. 25, č. 18, s. 14-16. ISSN 1211-3816.

HŘIVNA, L., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., DOSTÁLOVÁ, Y. (2017) Vliv moření osiva jarního ječmene přípravkem Oligal SD na výnos a kvalitu zrna. In.: Sborník z konference „Ječmen v praxi. Klíčem k úspěchu je kvalita“, 31. 1. - 3. 2. 2017. s. 32 - 33

HŘIVNA, L., MALÝ, J., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., BUREŠOVÁ, I. (2018) Dynamika příjmu živin porosty jarního ječmene v roce 2017 v regionu Čechy. In.: *Kompendium 2018*. Velká Bystřice: Spolek pro ječmen a slad, 2018, s. 33-35. ISBN 978-80-213-2829-7

HŘIVNA, L., MALÝ, J., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., (2018<sub>A</sub>) Vliv aplikace dusíku a mimokořenové výživy na výnos zrna jarního ječmene a jeho kvalitu. In.: *Kompendium 2018*. Velká Bystřice: Spolek pro ječmen a slad, 2018, s. 33-35. ISBN 978-80-213-2829-7

HŘIVNA, L., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., BUREŠOVÁ, I., ZEDNÍK, Z. (2018<sub>B</sub>) Uplatnění huminových a fulvových kyselin v technologii pěstování jarního ječmene In.: *Kompendium 2018*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018, s. 54-56. ISBN 978-80-213-2829-7.

HŘIVNA, L., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., (2018<sub>C</sub>) Výživa a hnojení ječmene křemíkem. [online]. Kurent, 2018 [cit. 2019-06-17]. Dostupné z: [https:// www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/vyziva-a-hnojeni-ječmene-kremikem](https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/vyziva-a-hnojeni-ječmene-kremikem)

HŘIVNA, L., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., DOSTÁLOVÁ, Y., BUREŠOVÁ I. (2018<sub>D</sub>) Ověření moření osiva přípravkem OLIGAL SD v kombinaci s mimokořenovou výživou hnojivem Fertileader Vital na výnos zrna a jeho technologickou kvalitu. In.: *Kompendium 2018*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018, s. 24-26. ISBN 978-80-213-2829-7.

HŘIVNA, L., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., DOSTÁLOVÁ, Y., BUREŠOVÁ I. (2018<sub>E</sub>) Vliv foliární aplikace vybraných hnojiv a přípravků na výnos zrna jarního ječmene a jeho kvalitu In *Kompendium 2018*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018, s. 24-26. ISBN 978-80-213-2829-7.

- HŘIVNA, L., MACO, R., NEŘADOVÁ, V., DUFKOVÁ, R., ŠOTTNÍKOVÁ, V., GREGOR, T., ZEDNÍK, Z. (2019) Možnosti uplatnění huminových látek v suchých podmínkách. In.: *Kompendium 2019*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019, s. 54-56. ISBN 978-80-213-2918-8.
- HŘIVNA, L., MACO, R., NEŘADOVÁ, V., DUFKOVÁ, R., ŠOTTNÍKOVÁ, V., GREGOR, T., (2019A) Vliv aplikace cytokininů na výnos a technologické parametry zrna sladovnického ječmene. In *Kompendium 2019*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019, s. 49-51. ISBN 978-80-213-2918-8.
- HŘIVNA, L., MACO, R., NEŘADOVÁ, V., DUFKOVÁ, R., ŠOTTNÍKOVÁ, V., GREGOR, T., (2019B) Dynamika příjmu živin ječmenem jarním v suchém roce 2018. In *Kompendium 2019*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019, s. 26-28. ISBN 978-80-213-2918-8.
- HŘIVNA, L., KONG, J., H., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., DUFKOVÁ, R., (2019C) Uplatnění křemíku nejenom ve výživě cukrovky. *Kurent*, 2019 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/uplatneni-kremiku-nejeno-m-ve-vyzive-cukrovky>
- HŘIVNA, L., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., DUFKOVÁ, R., ŠOTTNÍKOVÁ, V., GREGOR, T. (2019D) Vliv moření osiva růstovými látkami na kapacitu kořene a tvorbu výnosových prvků. In.: *Kompendium 2019*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019, s. 41-43. ISBN 978-80-213-2918-8.
- HŘIVNA, L., MACO, R., ZIGMUNDOVÁ, V., DUFKOVÁ, R., ŠOTTNÍKOVÁ, V., GREGOR, T. (2019E) Vliv moření osiva růstovými látkami na výnos zrna a jeho kvalitu. In.: *Kompendium 2019*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019, s. 44-46. ISBN 978-80-213-2918-8.
- HŘIVNA, L., MACO, R., DUFKOVÁ, R., GREGOR, T., ŠOTTNÍKOVÁ, V. (2020) Vliv hnojení fosforem na technologické parametry zrna jarního ječmene (v tisku)
- HŘIVNA, L., MACO, R., DUFKOVÁ, R., GREGOR, T., ŠOTTNÍKOVÁ, V. (2020) Vliv mořidel a biologicky aktivních látek na výnos a kvalitu zrna ječmene (v tisku)
- CHLOUPEK, O., DOSTÁL, V., STŘEDA, T., PSOTA, V., DVOŘÁČKOVÁ, O. (2010). Drought tolerance of barley varieties in relation to their root system size. *Plant Breeding*, 129 (6), 630-636
- JAMESON, P. E., SONG, J. (2015) Cytokinin: a key driver of seed yield. *Journal of Experimental Botany*, 67(3), 593-606
- JANMOHAMMADI, M., AMANZADEH, T., SABAGHNI, N., DASHTI, S. (2016) Impact of foliar application of nano micronutrient fertilizers and titanium dioxide nanoparticles on the growth

and yield components of barley under supplemental irrigation. *Acta Agriculturae Slovenica*, 107 (2), 265-276.

JEZ, J., ET. AL. (2008) Sulfur: A Missink Link between Soils, Crops, and Nutrition. Madison, WI : American Society of Agronomy : Crop Science Society of America : Soil Science Society of America: 323 p.

KLEM, K., HŘIVNA, L., RYANT, P., MÍŠA, P. (2011) Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene : (metodika pro zemědělskou praxi). Kroměříž: Agrotest, 2011. 88 s. ISBN 978-80-904594-0-3.

KLIMEŠOVÁ, J., STŘEDA, T., HAJZLER, M. (2011) Yield and quality of spring barley in relation to root system size. In *MendelNet 2011-Proceedings of International Ph. D. Students Conference. Brno: Mendel University in Brno, Škarpa, P. ed* (pp. 648-655).

KOPRNA, R., DE DIEGO, N., DUNDÁLKOVÁ, L., SPÍCHAL, L. (2016). Use of cytokinins as agrochemicals. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 24(3), 484-492

KOPRNA, R., PETRÁSEK, J., ŠAMALÍK, J. (2019) Lze ovlivnit počet produktivních odnoží a konečný výnos pšenice ozimé? [online]. Kurent, 2019 [cit. 2019-06-17]. ISSN 1801-4895. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/stimulace/lze-ovlivnit-pocet-produktivnich-odnozi-a-konecny-vynos-psenice-ozime>

KOSTREJ, A. *et al.* (1998) Ekofyziológia produkčního procesu porastu a plodín. SPU v Nitre, 1998, 187 *pp.*, ISBN: 80-7137-528-4

KUNZOVÁ, E. *Výživa rostlin a hnojení fosforem*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. ISBN 978-80-7427-015-4.

KUNJAMMAL, P., SUKUMAR, J. (2019) Effect of Different Seed Treatment on Grain Yield of Maize (*Zea mays* L.) Under Drought Stress Conditions. *Madras Agricultural Journal*, 106.

LADHA, J. K., PATHAK, H., KRUPNIK, T. J., SIX, J., & VAN KESSEL, C. (2005) Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Advances in agronomy*, 87, 85-156.

LEWANDOWSKA, M., SIRKO, A. (2008) Recent advances in understanding plant response to sulfur-deficiency stress. - *Acta biochim. polon.* 55: 457-471,

MALHI, S. S., GAN, Y., RANEY, J. P. (2007) Yield, seed quality, and sulfur uptake of *Brassica* oilseed crops in response to sulfur fertilization. *Agron J.* , 99 (2): 570–577.

MAYHEW, L. (2004) Humic substances in biological agriculture. *Rev ACRES*, 34(1-2), 80-88

- MCGRATH, S. P, ZHAO, F.J. (1996) Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Jour. Agric. Sci* 126: 53-62
- MCGRATH, S.P, ZHAO, F.J., BLAKE-KALFF, M.M.A. (2002) Crop quality effects of sulphur and nitrogen. HGCA conference 2002: Agronomic intelligence: the basis for profitable production: 12.1-12.12
- MOHAMMADI, H., MORADI, F. (2013) Effects of plant growth regulators on endogenous hormones in two wheat cultivars differing in kernel size under control and water stress conditions. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, 59(4).
- MOUDRÝ, J. (2003) Tvorba výnosu a kvalita ovsa. Vědecká monografie. ZF JU v Českých Budějovicích, 167 pp., ISBN: 80-7040-659-3
- MORENO, A., MORENO, M., RIBAS, F., CABELLO, M. J. (2003) Influence of nitrogen fertilizer on grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) under irrigated conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 1(1), 91-100.
- MEHRVARZ, S., CHAICHI, M. R., ALIKHANI, H. A. (2008) Effects of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment*, 3(6), 822-828.
- MUMTAZ, M., ASLAM, M., JAMIL, M., MAQSHOOF, A. (2014) Effect of Different Phosphorus Levels on Growth and Yield of Wheat under Water Stress Conditions. *Journal of Environment and Earth Science*. 4. 23-30.
- NAKHFOROOSH, A., SCHUHWERK, D., BODNER, G., KUTSCHKA, S., GRAUSGRUBER, H. (2012) Root characteristics of durum wheat and wheat relativem. In: 62. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, Raumberg-Gumpenstein, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, 2012, 101-103.
- NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., MUSCOLO, A., VIANELLO, A. (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11), 1527-1536.
- NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., SCHIAVON, M., ERTANI, A. (2016) Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73(1), 18-23.
- NEUBERG, J. A KOL.(1990) Komplexní metodika výživy rostlin. ÚVTIZ, Praha, 1990, 327 s.

- PETTIT, R. E. (2004) Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health. *CTI Research*, 1-17.
- PETR, J. ET AL. (1980) Tvorba výnosu hlavních polních plodin. SZN, Praha, 448 pp.
- POLÁK, B., VÁŇOVÁ, M., ONDERKA, M. (1993) Základy pěstování sladovnického ječmene. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 27 s. ISBN 80-7105-042-3
- PROCHÁZKOVÁ, B., ET AL. (2011) Význam a možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě. Uplatněná certifikovaná metodika. Mendelova univerzita v Brně. 47 s. ISBN 978-80-7375-525-6
- PŘÍKOPA, M. (2005) *Ječmen jarní, hnojení fosforem*. [online]. Mendelu, 2005 [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/obilniny/jecmen\\_jarni.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/jecmen_jarni.htm)
- PSOTA, V., SACHAMBULA L., HARTMAN, I. (2016) Vliv ošetření a stanoviště na výnos předního zrna. In.: Sborník z konferencí „Dobrý začátek..jaký konec?“, 25. - 28. 1. 2016. 9-12 ISBN 978-80-213-2624-8
- RAMIREDDY, E., HOSSEINI, S. A., EGGERT, K., GILLANDT, S., GNAD, H., VON WIRÉN, N., SCHMÜLLING, T. (2018) Root engineering in barley: increasing cytokinin degradation produces a larger root system, mineral enrichment in the shoot and improved drought tolerance. *Plant physiology*, 177(3), 1078-1095.
- RAWASHDEH, H., SALA, F. (2016). The effect of iron and boron foliar fertilization on yield and yield components of wheat. *Romanian Agricultural Research*, 33, 1-9.
- RICHTER, R. - HRIVNA, L. - CERKAL, R. (2001) Výživa a hnojení ozimé řepky. SZPO Praha, 42 s.
- RICHTER, R., HRIVNA, L., PŘÍKOPA, M. (2004) Význam předplodin pro jarní ječmen a jeho hnojení. *Úroda*, 52, 2, s. 14-15.
- RICHTER, R. (2004): *Molybden* [online]. Mendelu, 2004 [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: [web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/mo.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/mo.htm)
- RICHTER, R., HRIVNA, L., BĚHAL, R. (2012) Předplodina limituje výnos a kvalitu zrna jarního ječmene. In.: Kompedium „Sladovnický ječmen – pokrok v technologii a možnosti trhu“. 9-14.2.2012. s.12-14 ISBN 978-80-213-2257-8
- RICHTER, R., HRIVNA, L., BĚHAL, R. (2013) *Dusík rozhoduje o výnosu a kvalitě zrna*. In.: Sborník z konference „Sladovnický ječmen – intenzita a kvalita“. : 26-29

- RÖMER, W., SCHENK H. (1997) Influence of genotype on phosphate uptake and utilization efficiencies in spring barley. *European Journal of Agronomy* 8 (3-4): 215 - 224.
- RYANT, P., HRIVNA, L. (2004) The effect of sulphur fertilisation on yield and technological parameters of wheat grain. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Sec.E* 59, 4: 1669-1678
- STŘEDA, T., DOSTÁL, V., HORÁKOVÁ, V., CHLOUPEK, O. (2012) Effective use of water by wheat varieties with different root system sizes in rain-fed experiments in Central Europe. *Agricultural Water Management*, 104, 2, 203-209.
- STŘEDA, T., KLIMEŠOVÁ, J. (2016) Hodnocení relativní velikosti kořenového systému rostlin v přirozeném prostředí: metodika pro praxi. 1<sup>st</sup> ed., Brno: Mendelova univerzita v Brně.
- SVACHINA, P., STŘEDA, T., CHLOUPEK, O. (2014) Uncommon selection by root system size increases barley yield. *Agronomy for sustainable development*, 34 (2), 545-551.
- ŠAMALÍK, J., (2018) Systém mimokořenové výživy a stimulace v ječmeni jarním. In.: *Kompendium 2018*. Velká Bystřice: Spolek pro ječmen a slad, 2018, s. 63-64. ISBN 978-80-213-2829-7
- ŠPÍŠEK, Z., KOPRNA, R. HÁJKOVÁ, M. (2018) Výsledky stimulace ječmenu jarního. In.: *Kompendium 2018*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018, s. 58-59. ISBN 978-80-213-2829-7.
- ŠPUNAROVÁ M., PROKEŠ J. (1998) Malting quality in dependence on genotype, year and malting technology in spring barley. *Plant. Prod.* 44, (2) : 45-50
- VELIZ, C. G., ROBERTS, I. N., CRIADO, M. V., CAPUTO, C. (2017) Sulphur deficiency inhibits nitrogen assimilation and recycling in barley plants. *Biologia plantarum*, 61(4), 675-684.
- WALI, A. M., SHAMSELDIN, A., RADWAN, F. I., EL LATEEF, E. A., & ZAKI, N. M. (2018) Response of Barley (*Hordeum vulgare*) Cultivars to Humic Acid, Mineral and Biofertilization under Calcareous Soil Conditions. *Middle East J*, 7(1), 71-82.
- ZIMOLKA, J. A KOL., (2006) Ječmen - formy a užitkové směry v ČR. ProfiPress, Praha, 200 s. ISBN 80-86726-18-5.
- ŽALUD, Z., TRNKA, M., KAPLER, P., SEMERÁDOVÁ, D., DUBROVSKÝ, M. (2006) Sucho - problém současnosti i budoucnosti. *Kvasný Prům.* 52 (7-8): 230-234.

***Internetové zdroje:***

<https://www.czso.cz/csu/czso/odhady-sklizne-operativni-zprava-k-15-9-2019> . [cit. 2019-12-11].

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Auxiny>. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online] [cit. 2019-11-25].

<https://www.chemapagro.cz/pripravky/stimulatory/sunagreen/> [cit. 2019-12-11].

[https://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa\\_39156.pdf?id=39156/](https://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_39156.pdf?id=39156/) [cit. 2019-12-11].

[www.trisol.farm/pripravky\\_profi/osivo.htm](http://www.trisol.farm/pripravky_profi/osivo.htm)

Název: Možnosti využití látek regulujících velikost zrna sladovnického ječmene a jeho složení  
Autoři: Hřivna Luděk, Gregor Tomáš, Šottníková Viera, Maco Roman  
Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno  
Tisk: Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno  
Vydání: první, rok 2020  
Počet stran: 60  
Náklad: 200 ks  
ISBN: 978-80-7509-699-9