

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Využitie zimnej vegetácie pre intenzifikáciu pestovania  
repky ozimnej**

doktorská disertační práce

Autor: Ing. Juraj Béreš

Školitel: prof. Ing. Jan Vašák, CSc.

Konzultant: Ing. David Bečka, Ph.D.

Praha 2019

### **Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že svoju dizertačnú prácu „Využitie zimnej vegetácie pre intenzifikáciu pestovania repky ozimnej“ som vypracoval samostatne pod vedením školiteľa a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce. Ako autor uvedenej dizertačnej práce ďalej prehlasujem, že som v súvislosti s jej vytvorením neporušil autorské práva tretích osôb.

V Prahe dňa .....

\_\_\_\_\_

## **Pod'akovanie**

Touto stranou by som rád pod'akoval predovšetkým svojim školiteľom prof. Ing. Janovi Vašákovi, CSc. a Ing. Davidovi Bečkovi, Ph.D. za vedenie mojej dizertačnej práce, cenné rady a odborný dohľad. Ďakujem taktiež členom našej katedry za pomoc pri vyhodnocovaní pokusov súvisiacich s touto prácou a zamestnancom na pracovíšti Výskumnej stanice Červený Újezd. Pod'akovanie patrí aj všetkým ostatným, ktorí akokoľvek prispeli k vzniku tejto práce.

<b>1. Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Literárna rešerš.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Repka ozimná (<i>Brassica napus</i> L.) .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 <i>Systematika a botanická charakteristika.....</i>	9
2.1.2 <i>Pôvod a história pestovania.....</i>	11
2.1.2.1 <i>Prelom v šľachtení odrôd.....</i>	12
2.1.3 <i>Morfológia a anatómia.....</i>	13
2.1.4 <i>Koreňový systém – komplexný systém s rozsiahlymi funkciami.....</i>	16
2.1.4.1 <i>Význam vody a kyslíka pre rozvoj koreňového systému.....</i>	17
2.1.4.2 <i>Význam živín pre činnosť koreňového systému.....</i>	18
2.1.4.3 <i>Hormóny a činnosť koreňového systému.....</i>	21
2.1.4.4 <i>Vplyv teploty a svetla na rast koreňov.....</i>	22
2.1.5 <i>Dynamika rastu a vývoj.....</i>	23
2.1.5.1 <i>Obdobie jesenného vývoja.....</i>	24
2.1.5.2 <i>Obdobie zimného vývoja.....</i>	25
2.1.5.3 <i>Obdobie jarného vývoja.....</i>	26
<b>2.2 Dusík .....</b>	<b>27</b>
2.2.1 <i>Kolobeh dusíka v prírode.....</i>	28
2.2.2 <i>Dusík v pôde.....</i>	29
2.2.2.1 <i>Organický dusík.....</i>	30
2.2.2.2 <i>Minerálny dusík.....</i>	31
2.2.3 <i>Premeny dusíka v pôde.....</i>	32
2.2.3.1 <i>Mineralizácia.....</i>	32
2.2.3.2 <i>Nitrifikácia.....</i>	33
2.2.3.3 <i>Denitrifikácia.....</i>	34
2.2.3.4 <i>Volatilizácia.....</i>	34
2.2.4 <i>Dusík v rastline.....</i>	35
2.2.4.1 <i>Príjem a využitie nitrátovej formy dusíka.....</i>	36
2.2.4.2 <i>Príjem a využitie amónnej formy dusíka.....</i>	37
2.2.4.3 <i>Asimilácia močoviny.....</i>	38
<b>2.3 Výživa a hnojenie repky ozimnej dusíkom.....</b>	<b>39</b>
2.3.1 <i>Nároky repky na dusík.....</i>	39
2.3.2 <i>Dynamika príjmu dusíka.....</i>	40

2.3.3	<i>Hnojenie dusíkom</i> .....	41
2.3.3.1	Základné hnojenie.....	41
2.3.3.2	Hnojenie v priebehu jesennej vegetácie .....	42
2.3.3.3	Jarné hnojenie .....	43
2.3.4	<i>Využitie hnojív s inhibítormi</i> .....	44
2.3.4.1	Inhibítory nitrifikácie.....	45
2.3.4.2	Inhibítory ureázy.....	46
<b>3.</b>	<b>Cieľ dizertačnej práce</b> .....	<b>47</b>
<b>4.</b>	<b>Hypotézy</b> .....	<b>47</b>
<b>5.</b>	<b>Metodika pokusov</b> .....	<b>48</b>
5.1	<b>Charakteristika pokusnej lokality</b> .....	<b>48</b>
5.2	<b>Charakteristika použitej odrody a agrotechnika</b> .....	<b>48</b>
5.3	<b>Prehľad pokusov</b> .....	<b>50</b>
5.3.1	<i>Stupňované dávky hnojiva UREAstabil</i> .....	50
5.3.2	<i>Druhy minerálnych hnojív</i> .....	50
5.3.3	<i>Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva</i> .....	51
5.3.4	<i>Dynamika rastu</i> .....	51
5.4	<b>Sledované znaky</b> .....	<b>51</b>
5.5	<b>Charakteristika použitých hnojív</b> .....	<b>52</b>
<b>6.</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>53</b>
6.1	<b>Pokusný rok 2013/14</b> .....	<b>53</b>
6.1.1	<i>Priebeh poveternostných podmienok a dynamika rastu</i> .....	53
6.1.2	<i>Stupňované dávky hnojiva UREAstabil</i> .....	55
6.1.2.1	Rastové parametre .....	55
6.1.2.2	Úrodové parametre .....	56
6.1.3	<i>Druhy minerálnych hnojív</i> .....	57
6.1.3.1	Rastové parametre .....	57
6.1.3.2	Úrodové parametre .....	58
6.1.4	<i>Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva</i> .....	59
6.1.4.1	Rastové parametre .....	59
6.1.4.2	Úrodové parametre .....	60
6.2	<b>Pokusný rok 2014/15</b> .....	<b>61</b>
6.2.1	<i>Priebeh poveternostných podmienok a dynamika rastu</i> .....	61

6.2.2	<i>Stupňované dávky hnojiva UREAstabil</i> .....	62
6.2.2.1	Rastové parametre .....	62
6.2.2.2	Úrodové parametre .....	63
6.2.3	<i>Druhy minerálnych hnojív</i> .....	64
6.2.3.1	Rastové parametre .....	64
6.2.3.2	Úrodové parametre .....	66
6.2.4	<i>Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva</i> .....	67
6.2.4.1	Rastové parametre .....	67
6.2.4.2	Úrodové parametre .....	68
<b>6.3</b>	<b>Pokusný rok 2015/16</b> .....	<b>69</b>
6.3.1	<i>Priebeh poveternostných podmienok a dynamika rastu</i> .....	69
6.3.2	<i>Stupňované dávky hnojiva UREAstabil</i> .....	70
6.3.2.1	Rastové parametre .....	70
6.3.2.2	Úrodové parametre .....	71
6.3.3	<i>Druhy minerálnych hnojív</i> .....	72
6.3.3.1	Rastové parametre .....	72
6.3.3.2	Úrodové parametre .....	74
6.3.4	<i>Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva</i> .....	75
6.3.4.1	Rastové parametre .....	75
6.3.4.2	Úrodové parametre .....	76
<b>6.4</b>	<b>Súhrn 3-ročných výsledkov a diskusia</b> .....	<b>77</b>
6.4.1	<i>Stupňované dávky hnojiva UREAstabil</i> .....	77
6.4.2	<i>Druhy minerálnych hnojív</i> .....	79
6.4.3	<i>Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva</i> .....	82
<b>6.5</b>	<b>Zhodnotenie ekonomického prínosu</b> .....	<b>84</b>
<b>7.</b>	<b>Stanovisko k cieľom a hypotézam</b> .....	<b>86</b>
<b>8.</b>	<b>Záver</b> .....	<b>88</b>
<b>9.</b>	<b>Vzniknuté publikácie</b> .....	<b>89</b>
<b>10.</b>	<b>Zoznam použitej literatúry</b> .....	<b>90</b>
<b>11.</b>	<b>Prílohy</b> .....	<b>107</b>

# 1. Úvod

Repka olejná je celosvetovo treťou najpestovanejšou olejninou sveta a taktiež tretím najdôležitejším zdrojom rastlinných olejov a tukov. Zároveň sa stala najpestovanejšou olejninou Európy, Českej republiky a po rozšírení plôch taktiež aj Slovenska (Varga & Ducsay 2013).

Po 10 rokoch, viac menej stáleho a bezproblémového rastu produkcie repky vo svete nastala výrazná zmena. Svetová produkcia repky v roku 2014 medziročne prvýkrát poklesla o 1,15 mil. ton, pretože došlo k zníženiu plôch a poklesu výnosu v Kanade. V roku 2015 došlo k ďalšiemu poklesu produkcie, tento krát o 5 mil. ton. Napriek vysokým výnosom v rokoch 2014 a 2015 v EU, zrejme dôjde k výraznému zníženiu zásob. K tomu sa pripája aj zníženie možnosti exportu z Austrálie a Ukrajiny, kde v roku 2015 klesla produkcia v priemere približne o 12 %. Je až neuveriteľné, že repka olejná prestala byť aj napriek svojej jedinečnej kvalite hlavným potravinovým olejom EU. Z asi 75 % sa používa pre technické účely (Volf 2016).

**Tab. 1: Spotreba olejov v EU v mil. ton (USDA 2019)**

Ukazovateľ/hospodársky rok	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Spotreba rastlinných olejov celkovo	26,1	26,4	26,8	27,1
Spotreba repkového oleja celkovo	10,5	10,1	10,0	9,7
Import palmového oleja	6,7	7,2	7,1	7,1
Spotreba repkového oleja na nepotrav. účely (bionafta)	7,2	7,1	6,9	6,7

Veľmi vážne riziko hrozí od palmy olejnej – hlavný svetový zdroj tukov, to isté hrozí aj od známej sóje – hlavný zdroj bielkovín sveta a druhý najvýznamnejší olej sveta. Ako je uvedené v tabuľke 2, obe tieto olejniný rastú ďaleko rýchlejším tempom než produkcia repkového oleja. Konkrétne palma olejná je oproti repke v produkcii tukov na hektár trikrát výkonnejšia. Pokiaľ ešte zväzíme tempo rastu spotreby tukov vo svete, potom okolo roku 2020 ma produkcia tukov úplne saturovať dopyt po nich. Potom zrejme dôjde k obdobnej situácii, ktorú poznáme z konfliktu repného a trstinového cukru. V tomto strete jasne vyhráva tropické pásmo, trstinový cukor. Pokiaľ by sa bioenergetika stopla, pád repky nastane skôr než v roku 2020. Ďalšími neznámymi sú rýchle

oteplovanie, klimatické katastrofy, vážne medzikontinentálne konflikty vrátane pandémie a imigrácií (Vašák 2016).

**Tab. 2: Zmeny v produkcii najvýznamnejších olejov sveta v mil. ton (Oil World 2019)**

Olej/Rok	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
repkový	27,3	27,5	28,1	27,6
sójový	51,5	53,8	55,2	56,0
palmový	58,9	65,3	70,6	74,1
Celkom 9 hlavných	176,4	188,5	198,8	203,6

V poslednom pol storočí došlo k veľkým zmenám v pestovateľskej technológii repky ozimnej. Z plodiny málo hnojenej a minimálne chemicky ošetrovanej sa stala jedna z najviac intenzifikovaných poľných plodín nášho poľnohospodárstva (Brown et al. 2008; Bečka et al. 2013).

Repka olejná sa svojimi požiadavkami na živiny zaraďuje medzi najnáročnejšie poľnohospodárske plodiny. Na zabezpečenie požadovaného množstva živín pri pestovaní repky musí byť obsah prístupných živín v pôde v dostatočnom zastúpení. Dôležitú úlohu zohráva uskutočňované, cielečné racionálne hnojenie priemyselnými a organickými hnojivami (Orlovius 2003; Rapacz et al. 2014; Varényiová et al. 2014).

Pre české a slovenské poľnohospodárstvo je repka olejná veľmi dôležitou tržnou plodinou. Pri rozumne zvolenej pestovateľskej technológii sa väčšinou dosahuje priaznivého hospodárskeho výsledku. Rentabilita pestovania repky olejnej je v rokoch premenlivá a závisí na cene repky doma na burze a samozrejme na burze v Európe a vo svete. Priamy vplyv na cenu má aj priebeh teplôt a zrážok rozhodujúcich o výške získaných výnosov (Baranyk et al. 2010; Walkowski 2013).

**Tab. 3: Údaje o výmere a hektárových úrodách v ČR a SR (ČSÚ a ŠÚSR 2019)**

Vegetačný rok	ČR – výmera (ha)	ČR – úroda (t/ha)	SK – výmera (ha)	SK – úroda (t/ha)
2013/14	389 298	3,95	122 576	3,61
2014/15	366 180	3,43	113 898	2,74
2015/16	392 991	3,46	121 254	3,49
2016/17	394 262	2,91	146 013	3,02
2017/18	411 802	3,43	151 836	3,13



## 2. Literárna rešerš

### 2.1. Repka ozimná (*Brassica napus* L.)

#### 2.1.1 Systematika a botanická charakteristika

Druh repka olejná, správne botanicky slovensky – kapusta repková pravá (*Brassica napus* L. *convar. napus f. biennis*) patrí do rodu *Brassica* a čeľade kapustovitých (*Brassicaceae*). Existuje mnoho názorov v počte druhov a rodov čeľade kapustovitých. Jessop & Toelken (1986) uvádzajú, že rod *Brassica* zahrňuje 30 svetovo rozšírených druhov. V súčasnosti prevažuje názor, že čeľaď *Brassicaceae* zahrňuje celkom 170 rodov s takmer 2000 druhmi (Förster et al. 1998; Brown et al. 2008).

**Tab. 4: Botanické a zahraničné názvy repky olejnej (Holmes 1980)**

Botanický názov	Anglický názov	Kanadský názov	Francúzsky názov	Nemecký názov
<i>Brassica napus</i> L. <i>Ssp. Oleifera</i> <i>Forma biennis</i> <i>Forma annua</i>	Winter rape, oil rape swede rape, cole summer rape, spring rape, rapeseed	Argentine Rape Canola*	Colza d'hiver Colza de printemps Colza d'été	Winterraps Sommerraps

\* Odrody s nízkymi hodnotami glukozinolátov a kyseliny erukovej

Práca v oblasti genetiky rodu *Brassica* viedla k významným hypotézam a príbuzenským pomere v rámci tohto rodu a súčasne k vedecky podloženým predstavám o pôvode druhu repka – *Brassica napus*. Podľa tejto hypotézy druh *B. napus* L. vznikla spätným krížením a zdvojením počtu chromozómov druhu *B. campestris* L. syn. alebo inak *B. rapa* L. a *B. oleracea*, tým vzniká tzv. amfidiploid s 38 chromozómami (Bailey & Soper 1985; Rieger et al. 1999).

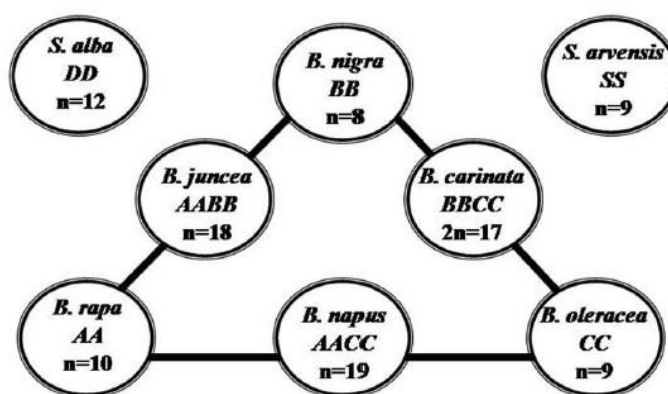
*B. napus* vznikla týmto spôsobom v odlišných zemepisných oblastiach, čo vyplýva z rozdielných typov *B. napus* v západnej Európe a v juhovýchodnej Ázii. Jedná sa o určitý typ polyploidu, tzv. allopolyploid., vznikajúci spojením a zmnožením genómu rôzneho druhového pôvodu (Olsson 1960). Mimoriadna plasticita v rámci rodu *Brassica* sa stala predpokladom veľkých pokrokov pri uplatnení moderných genetických

a šľachtiteľských metód pri tvorbe významnejších hospodársky cenných typov (Fábry 1992a; Patterson et al. 2006).

Kultúrne druhy rodu *Brassica* sa podľa počtu chromozómov zaradzujú do troch skupín A, B, a C (Bailey & Soper 1985):

- *Brassica napus* (AACC, n=19) → amphidiploid *B. oleracea* a *B. rapa*, (n=9 + n=10)
- *Brassica juncea* (AABB, n=18) → amphidiploid *B. rapa* a *B. nigra*, (n=10 + n=8)
- *Brassica carinata* (BBCC, n=17) → amphidiploid *B. oleracea* a *B. nigra*, (n=9 + n=8)

**Obrázok 1: U-trojuholník charakterizujúci genetickú diverzitu medzi hlavnými pestovanými druhmi kapustovitých (Bailey & Soper 1985)**



Premenlivosť druhov je vysvetľovaná heterozygotnosťou cudzosprašných vnútro druhových foriem divoko rastúceho predka, ale taktiež spontánnymi mutáciami v priebehu tisícročí. Aj napriek značnej, geneticky podmienenej variabilite jednotlivých druhov a foriem v rámci tohto rodu zostali niektoré spoločné alebo blízke morfológické, anatomické a fyziologické charakteristiky zachované. Týka sa to tvorby vegetatívnych orgánov, stavby kvetenstva kvetov, plodov i semien. Významným spoločným znakom je vývojová fyziologická charakteristika, aj keď v rámci tohto druhu sú zastúpené formy dvojročné, prezimujúce a jarné (Fábry et al. 1975; Gunstone et al. 2004).

**Tab. 5: Priemer, farba a hmotnosť tisícich semien rôznych druhov patriacich do rodu *Brassica* (Wagner et al. 1999)**

Druh	priemer semien (mm)	farba semien	HTS (g)
<i>B. napus</i>	1,8 - 2,8	čierno-hnedá	3 - 7
<i>B. campestris</i>	1,2 - 2,5	čierno-hnedo-čierna	1,5 - 3,5
<i>B. juncea</i>	1,4 - 1,8	tmavá červeno-hnedá	1,8 - 4,3
<i>B. alba</i>	2 - 2,8	svetlá žltá	6 - 10,7

### 2.1.2 Pôvod a história pestovania

Rastliny resp. plodiny rodu *Brassica* sa pestujú už tisíce rokov a boli jedné z mála olejní, ktoré sa dali pestovať aj v chladných klimatických oblastiach. Ich zvláštne vlastnosti sú už oddávna úzko späté s používaním horčice k ochucovaniu jedál a taktiež pre údajne liečivé vlastnosti (Gunstone et al. 2004). Staré pramene uvádzajú pestovanie záhradnej formy tejto plodiny v Indii už približne 1500 rokov pred našim letopočtom (Prakash 1980). Našli sa dôkazy o pestovaní v Číne pred viac než 1000 rokmi pred našim letopočtom (Li 1980). Dokonca niektorí autori, napr. Brown et al. (2008) uvádzajú, že v japonskej literatúre sa diskutuje o pestovaní repky v Kórei a Číne už v období 3000 rokov pred našim letopočtom.

Je známe, že v minulosti sa vo veľkom rozsahu pestovali kapustovité zeleniny a krmné plodiny. Ich vyobrazenie sa našlo na maľbách v mestách Pompeje a Herkulaneum. Našlo sa i veľké množstvo semien vedľa kamenného lisu na olej. Zvyšky semien sa našli v starogermánskych hrobách a taktiež v švajčiarskych kolových stavbách. Zmienky o kapustovitých druhoch sa nachádzajú aj v inštrukciách Karla Veľkého pre franskú ríšu. Roľníci už v stredoveku privážali semena týchto druhov na trhy v Gente a inam vo Flandre a Babante (Fábry 2007).

Appelqvist (1972) a Gunstone et al. (2004) uvádzajú, že repka má viacero oblastí pôvodu. Tvrdia, že *B. napus* a *B. rapa* pôvodne pochádzajú zo stredomorskej oblasti a *B. juncea* pravdepodobne zo severnej Indie.

Prvé záznamy o pestovaní repky v Európe pochádzajú z 13. storočia. V severnej Európe pestovali repku na výrobu lampového oleja. Ďalšie údaje o pestovaní repky pochádzajú z Porýnia – Nemecko, kde sa repka pestovala na výrobu lampového oleja, ale taktiež na olej pri príprave jedál v kuchyni (Heresbach 1570).

O repke sa dalo dočítať aj v starých herbároch napr. Mathioliho herbár z roku 1590, v ňom sa písalo „O Řepe kolniku, že w Frankreychu a Niderlandu d'elaji z tohto semene Olej, a toho netoliko ku pokrmům ale i k dělání Mejdla užívajú“. V roku 1682 vychádza tzv. inštrukce frýdlantská, kde sa už rozlišuje pestovanie repky a repice. Za panovania Márie Terézie a Jozefa II. bolo cestou poľnohospodárskej osvety všemožne usilované o rozšírenie pestovania repky. Avšak roľníci nemali repku v obľube vyžadovala mnoho práce, preto radšej svietili fakľami a pokrmy si mastili masťou a maslom (Fábry 2007).

V Amerike sa do roku 1920 repka vo veľkom skoro vôbec nepestovala, prelom prišiel až počas 2. svetovej vojny, kedy námorníctvo potrebovalo do svojich parných lodí olej resp. mazivo. Postupne časom ale tento olej nahradili dieselové motory a taktiež nukleárny pohon (Walker et al. 2000).

Prvé zmienky o pestovaní repky v Čechách pochádzajú z doby posledných Přemyslovcov. Vtedy repka slúžila k výrobe mydla, lampového oleja, a taktiež semeno ako predmet obchodu. Zásadný rozmach pestovania repky nastal rastom veľkých miest, manufaktúr, moderného hutníctva a ľahkého priemyslu. Avšak s nástupom petroleja (fosílného oleja) prišiel pokles plôch repky. Obrat nastal až v roku 1935, kde vplyvom cukrovárskej krízy sa znížili plochy cukrovej repy a hľadali sa za ňu náhradné plodiny. Údaje o počiatkoch pestovania repky na území Slovenska a bývalého Uhorska sú bohužiaľ veľmi striedme. V podstate existujú len údaje celouhorské – podľa nich sa pestovanie repky rozšírilo v prvej polovici 19. storočia (Fábry et al. 1992b).

#### 2.1.2.1 Prelom v šľachtení odrôd

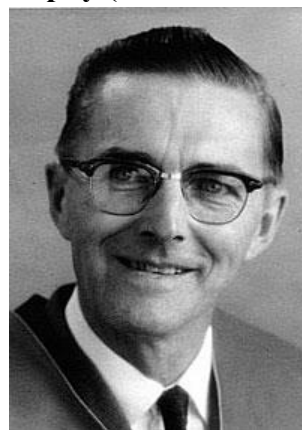
Veľkou nevýhodou odrôd repky pestovaných do obdobia 70. rokov 20. storočia bola nevhodnosť konzumácie pre ľudí a zvieratá. U monogastrických zvierat dochádzalo pri trávení glukozinolátov k uvoľňovaniu toxických látok, ktoré spôsobovali poškodenie pečene, obličiek či lymfatických žliaz. Kanadskí pestovatelia mali dobre adaptované odrody do vtedajších podmienok s pomerne dobrým výnosovým potenciálom, ale žiaden dopyt po semene repky (Carr 1995).

Situácia repky sa výrazne zmenila až šľachtiteľským úsilím dvoch kanadských vedcov a šľachtiteľov: Dr. Keith Downey a Dr. Baldur Stefansson.

#### **Obrázok 2 a 3: Významní kanadskí šľachtitelia repky (Canola Council of Canada 2016)**



Dr. Keith Downey



Dr. Baldur Stefansson

Títo vedci objavili dve významné genetické modifikácie repky:

1. Dvojgénovou modifikáciou bol predĺžený reťazec mastnej kyseliny, zredukované dlhé uhlíkové reťazce kyseliny erukovej a zároveň zvýšený obsah kyseliny olejovej. Prvou odrodou repky s nižším obsahom kyseliny erukovej bola v roku 1966 odroda 'Oro'.
2. Rozpoznali sekvenčné charakteristiky nízkeho obsahu glukozinolátov v poľskej odrode 'Bronowski'. Táto zvláštnosť bola prenesená do germplazmy inej odrody. A tak v roku 1974 prišla prvá dvojnulová odroda s nízkym obsahom kyseliny erukovej a glukozinolátov s názvom 'Tower'.

Keďže v tej dobe mali všetky odrody vysoký obsah kyseliny erukovej v semenách, bola potreba vymyslieť meno pre novú skupinu odrôd. V roku 1978 The Rapeseed Association of Canada (neskôr Canola Council of Canada) vybrala slovo 'canola'. Toto slovné označenie je používané dodnes. Patria tam semená s obsahom kyseliny erukovej menším než 2 % a zároveň semená s obsahom menším než 30  $\mu\text{mol}$  alifatických glukozinolátov na gram semena (McDonald 2004; Brown et al. 2008).

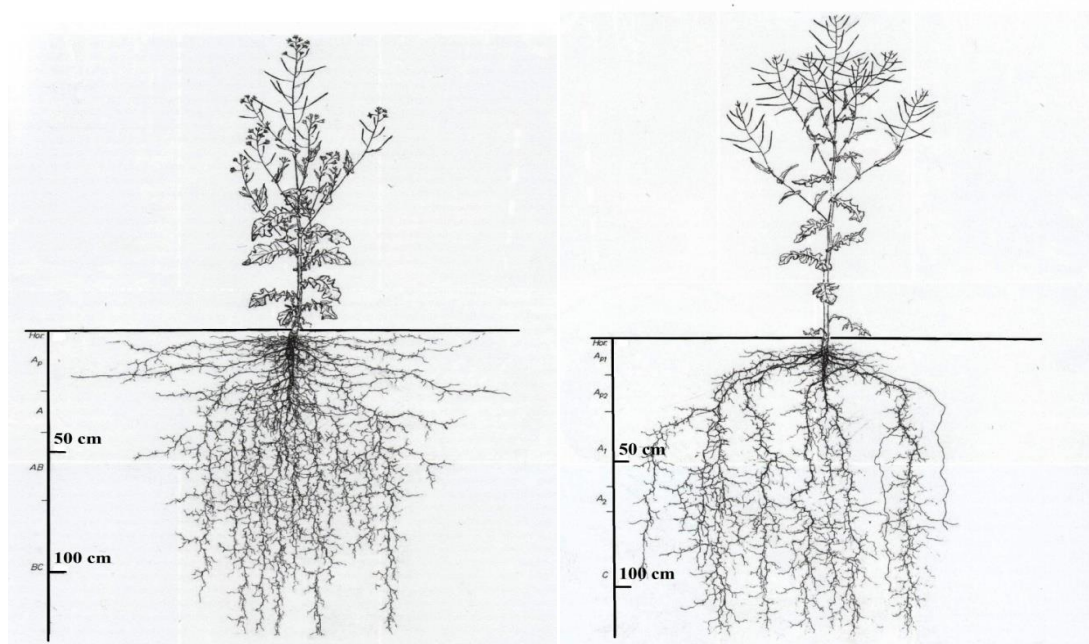
### 2.1.3 Morfológia a anatómia

**Koreňový systém** repky ozimnej pozostáva z kolovitého koreňa, z ktorého vyrastajú v hornej časti bočné koreňové vlásky, v spodnej časti ďalšie bočné korene (Nagel et al. 2009). Špaldon et al. (1982) uvádzajú, že najväčšia časť koreňového systému repky sa rozkladá v ornici (22 – 25 cm). Len asi 10 – 15 % koreňovej hmoty sa rozrastá do väčších hĺbok, a to niekedy až do troch metrov. Vašák (2000) tvrdí, že koreňový systém je z 87 % rozložený v ornici do 22 cm. Ďalších 13 % pripadá na hĺbku do 45 cm. Neumann & Römhald (2002) uvádzajú, že korene repky rastú do hĺbky 1,8 m.

Koreň je možné rozdeliť na štyri časti. Dolnú časť koreňa tvorí koreňová čiapočka (kalyptra), ktorá umožňuje jednoduchšie prenikanie do pôdneho profilu. Zároveň je to miesto syntézy fytohormónov, okrem iného tiež signálov pre nadzemné časti rastliny. Súčasťou koreňovej čiapočky je aj tzv. presýpavý škrob (statolity), ktorý umožňuje koreňom rásť pozitívne - geotropicky. Koreňová čiapočka je tvorená meristémom, ktorý podporuje delenie buniek (Caldwell et al. 1998; Kutschera et al. 2009).

Delenie buniek smerom von tvorí zónu predlžovacieho rastu. Na ňu nadväzuje zóna koreňových vláskov, ktorá má mnoho výstupkov jednotlivých buniek, čo vytvára veľkú plochu pre príjem živín. Poslednou časťou je zóna bočných koreňov (Bais et al. 2004; Pugnaire & Valladares 2007).

**Obrázok 4 a 5: Hĺbka a rozloženie koreňového systému repky ozimnej v rozličných pôdnych horizontoch (Kutschera et al. 2009)**



Nápadné na koreňovom systéme repky sú jeho koreňové vlásoky, ktoré sú v porovnaní s inými kultúrnymi rastlinami mimoriadne dlhé. Lee et al. (2005) a Koenig et al. (2011) uvádzajú, že hlavným dôvodom je skutočnosť, že repka, tak ako iné druhy z čeľade *Brassicaceae* nemá symbiózu s mykorhíznyimi hubami. Následkom chýbajúcich jemných hubových vlákien, ktoré by umožňovali tvorbu jemných pórových priestorov si musí koreň sám vytvoriť pokiaľ možno čo najjemnejší koreňový systém.

Repka vytvára v priebehu krátkeho času mohutný koreňový systém. S odhadom cca 50 % energie, získanej fotosyntézou v nadzemnej časti, je u mladých rastlín vedené do koreňov. Takáto počiatková investícia do koreňového systému sa však vyplatí, pretože len s dobrým a výkonným koreňovým systémom je možné dosiahnuť dobrú úrodu aj v nepriaznivých klimaticko-pôdnych podmienkach (Nagel 2006; Kutschera et al. 2009).

**Stonka** je valcovitá, vyplnená stržňom a dorásť môže do výšky až 2 metrov. Závisí to od prostredia, podmienok pestovania a príslušnej odrody (Špaldon et al. 1982).

Vašák et al. (1997) uvádzajú, že stonka má výšku 120 – 220 cm, najčastejšie však dosahuje 140 – 160 cm. Na stonke vyrastá v úžľabí lýrovitých listov 6 – 8 vetví prvého rádu, ktoré sa ďalej vetvia.

Baranyk et al. (2010) uvádzajú, že variabilita dĺžky stonky je významná a predstavuje dĺžku asi 125 – 200 cm, významným šľachtiteľským úspechom bolo vyšľachtenie trpasličích odrôd. Vedľajšie vetvy vyrastajú v divergencii 3/8. Hustota

vetvenia je špecifickým odrodovým znakom, pritom novšie odrody sa vyznačujú intenzívnejším vetvením. To sa týka i vetví 2. a 3. rádu, pričom počet vetví je v korelácii s počtom pravých listov.

**Listy** sú tmavozelené s voskovým povrchom. Na jeseň tvoria listovú ružicu. Spodné listy v listovej ružici sú u repky krátke a môžu byť jemne ochlpatené. Vrchne listy sú holé, lýrovito – zúbkaté alebo celo okrajové. Postavenie listov na stonke je striedavé v špirále (Dostál 1958; Fábry et al. 1992a).

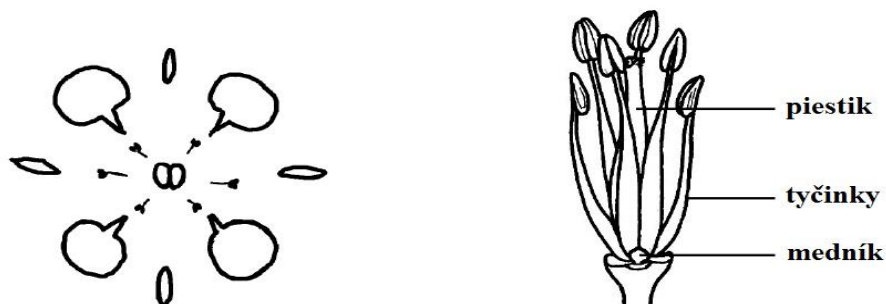
**Kvetenstvo** je u repky hroznovité, kvety sú tvorené štyrmi korunnými plátkami (bledožlté až tmavožlté), pritom farba je geneticky podmienená a v rámci rodu *Brassica* sa uplatňujú značné rozdiely (Baranyk et al. 2010).

V roku 2014 prišla na trh nová líniová odroda repky ozimnej – Witt, ktorá vyniká tým, že jej kvet nemá klasickú žltú farbu, ale smotanovo bielu. Takto kvitnúcu odrodu využívajú v novom systéme pestovania – flower power system, ktorý má znížiť potrebu insekticídov proti blyskáčikovi a ďalším škodcom (Šilha et al. 2014).

Rastliny pri hustote 60 jedincov na m<sup>2</sup> majú približne 300 až 500 kvetov, z ktorých zostane do zberu asi 80 až 120 šesťúhľ. Solitérne rastliny majú 3 až 5 tisíc kvetov a výnimočne aj viac než tisíc šesťúhľ. Kvet je postavený podľa čísla 4. Počet tyčiniek je šesť, z nich 4 dlhšie a 2 kratšie (popisuje obrázok 6 a 7).

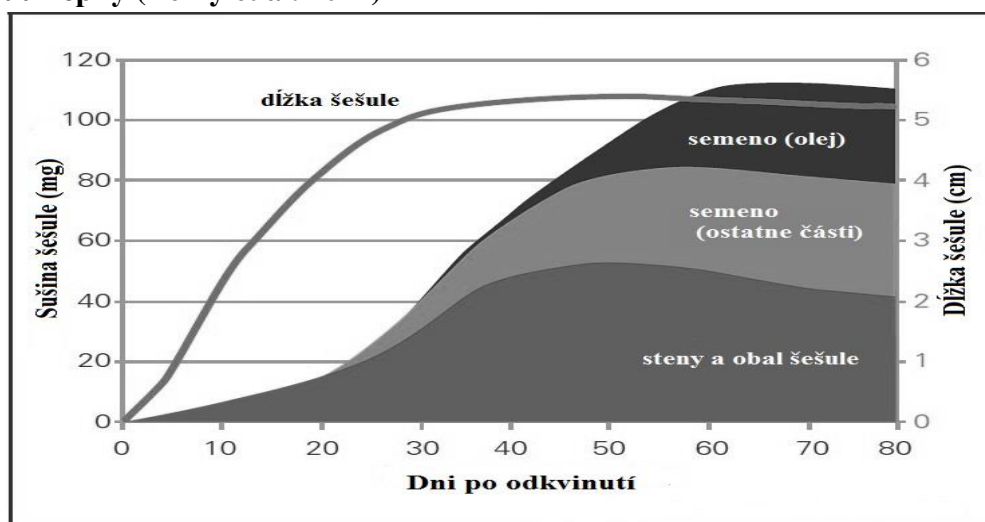
Repka je rastlinou včelomilnou, aj keď je z väčšej časti samosprašná, samozrejme aj v závislosti na ročníku a odrode. Sprášenie vetrom je menšie než 10 %, hmyzom (hlavne včely, čmeliaky ale aj muchy) nad 90 %. Z hlavných poľných plodín začína repka najskôr kvitnúť. Kvitnutie porastu trvá približne 20 až 30 dní a začína niekedy začiatkom mája – pri nástupe veľmi skorej jari repka začína kvitnúť už v druhej polovici apríla (Volf 1988; Vašák 2000).

**Obrázok 6 a 7: Stavba kvetu repky (Hadač et al. 1967)**



**Plod** je šešuľa s dvoma chlopňami a blanitou prepážkou, na okraji vznikajú semená. Jej tvar, veľkosť a dĺžka zobáka sú odrodové znaky. Dĺžka šešule väčšinou býva od 50 – 80 mm, povrch šešule hladký resp. mierne hrboľatý podľa usporiadania semien (Špaldon et al. 1982; Fábry et al. 1992a).

**Graf 1: Dĺžka šešule a akumulácia sušiny jednotlivých častí šešule a semena v období po odkvitnutí repky (Berry et al. 2014)**



**Semeno** repky je guľaté, červenohnedé až modro hnedé, v priemere má 1,5 – 2,8 mm. Jeho HTS (hmotnosť tisíc semien) sa pohybuje v rozmedzí 3,5 – 6,5 g. Veľkosť semena a jeho farba je ovplyvnená odrodou, pestovateľskými podmienkami ale hlavne stupňom zrelosti a spôsobom zberu (Brown et al. 2008).

#### 2.1.4 Koreňový systém – komplexný systém s rozsiahlymi funkciami

Ak by rastliny rástli v optimálnych podmienkach, mohutný koreňový systém by nepotrebovali. Význam koreňov sa prejaví vo chvíli, keď začne pôsobiť prvý stresový faktor, napr. nedostatok vody. Práve v suchých ročníkoch umožňuje bohatý koreňový systém spravidla lepšie a stabilnejšie úrody (Nagel et al. 2009).

Funkcie koreňového systému podľa (Waring et al. 1985; Nicoll & Ray 1996):

- Príjem vody a živín
- Ukladanie rezervných látok, tvorba zásob
- Hospodárenie s energiou, živinami a hormónmi
- Ukotvenie rastliny v pôde

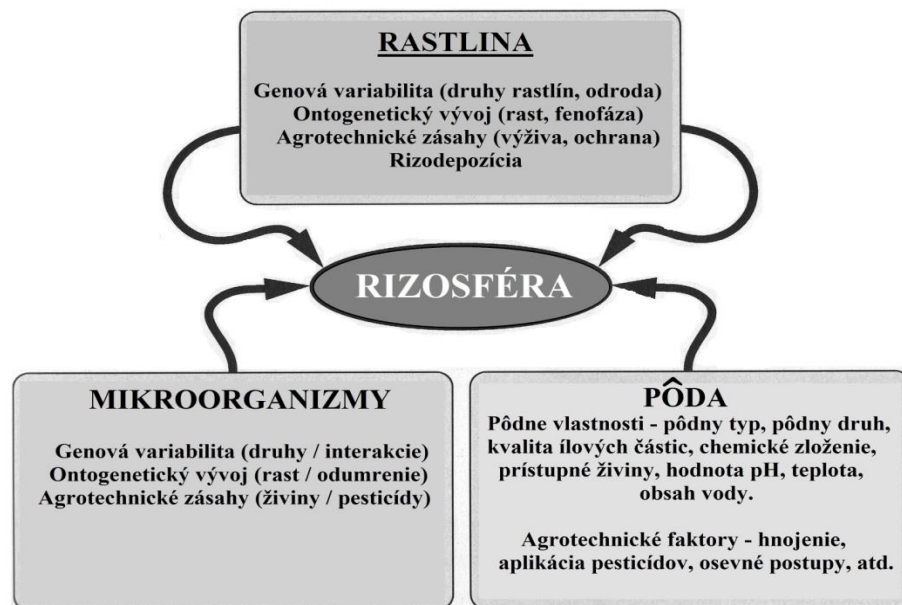
Koreňový systém je veľmi dynamický orgán a má schopnosť prispôbiť sa zmeneným podmienkam prostredia. Ak je napr. sucho na povrchu pôdy, tak koreňový



system rastie za vlhodu smerom dolu. Relatívne suchšia jeseň podporuje prenikanie koreňového systému do hĺbky a preto je pre repku výhodou. Keď zaprší, prevlhčí sa vrchná vrstva pôdy a koreňový systém začne rýchlo rásť a rýchlo prijímať uvoľnené živiny (Neumann & Römheld 2002).

Procesy v rizosfére sú determinované vzájomným pôsobením rastliny, pôdy a pôdných mikroorganizmov. Jedná sa o obrovský komplex jednotlivých vzájomných reakcií (bližšie znázornené na obrázku 8). Korene pôsobia nie len ako rezervoár minerálnych živín transportovaných do nadzemných časti rastlín hmotnostným tokom a difúziou. Korene taktiež prijímajú ióny alebo vodu, čo vedie k znižovaniu obsahu alebo naopak akumulácii iónov (Balík et al. 2008).

**Obrázok 8: Faktory ovplyvňujúce interakcie v rizosfére (Balík et al. 2008)**



#### 2.1.4.1 Význam vody a kyslíka pre rozvoj koreňového systému

S príjmom vody do semena dochádza k aktivácii enzýmov a vytvára sa bunkový tlak (turgor). Tvorba turgoru je hlavným predpokladom predlžovacieho rastu. Príjem vody do buniek je regulovaný vodnými kanálmi – akvaporínmi (Kutschera et al. 2009). Vedenie vody cez korene a stonku do listov reguluje vodný potenciál. Prúdiaca sila vzniká odparovaním (transpiráciou), pri ktorej voda prechádza do prieduchov listov a ďalej do vzduchu. To umožňuje výmenu plynov a reguláciu teploty v rastline (Nicoll & Ray 1996; Pugnaire & Valladares 2007).

Casper & Jackson (1997) uvádzajú, že na ceste z pôdy do rastliny musí voda prekonať tri prekážky: odpor pôdy – voľná pohyblivosť molekúl je negatívne ovplyvňovaná pôdnymi časticami, ako napr. ílovými minerálmi a humusovými časticami. Ďalej musí prekonať odpor koreňov a následne odpor prieduchov – mení sa na základe zmien obsahu kyseliny abscisovej.

Busso et al. (1990) a Berry et al. (2014) uvádzajú následky nedostatku vody:

- Koreňový systém zaznamenáva nedostatok vody a produkuje kyselinu abscisovú, a tým stimuluje rast koreňov.
- Kyselina abscisová vyvolá pri nedostatku vody uzatvorenie prieduchov.
- Možný nedostatok živín, transport v rastline a do rastliny je obmedzený.
- Narušuje sa predlžovací rast a delenie buniek. To sa dá čiastočne obnoviť dodaním draslíka.

Nedostatok kyslíka vyvoláva v pôde zmeny, ktoré priamo i nepriamo ovplyvňujú rast koreňov. Sila prejavu nedostatku kyslíka v pôde na funkcie koreňov závisí od teploty pôdy a difúzie kyslíka z nadzemnej časti do koreňov (Nagel et al. 2009).

Následky nedostatku kyslíka uvádzajú Neumann & Römheld (2002):

- Plynné straty síry a uhlíka
- Zvýšená rozpustnosť železa a mangánu až do toxických koncentrácií
- Znížené prevzdušnenie vedie k zvýšenému obsahu etylénu => redukcia rastu
- Redukcia rastu koreňov znižuje počet pôdných organizmov => dochádza k hnilobným procesom a znižuje sa úrodnosť pôdy

#### 2.1.4.2 Význam živín pre činnosť koreňového systému

Transport živín z pôdy môže najskôr prebiehať pasívne do medzibunkových priestorov, podporovaný odparovaním vody z listov – transpiráciou (Aerts et al. 1991; Vaněk et al. 2007). Príjem živín do buniek a transport vodivými pletivami prebieha prostredníctvom špeciálnych transportných systémov v bunkových membránach, ktoré umožňujú selektívny príjem živín (Kramer & Boyer 1995).

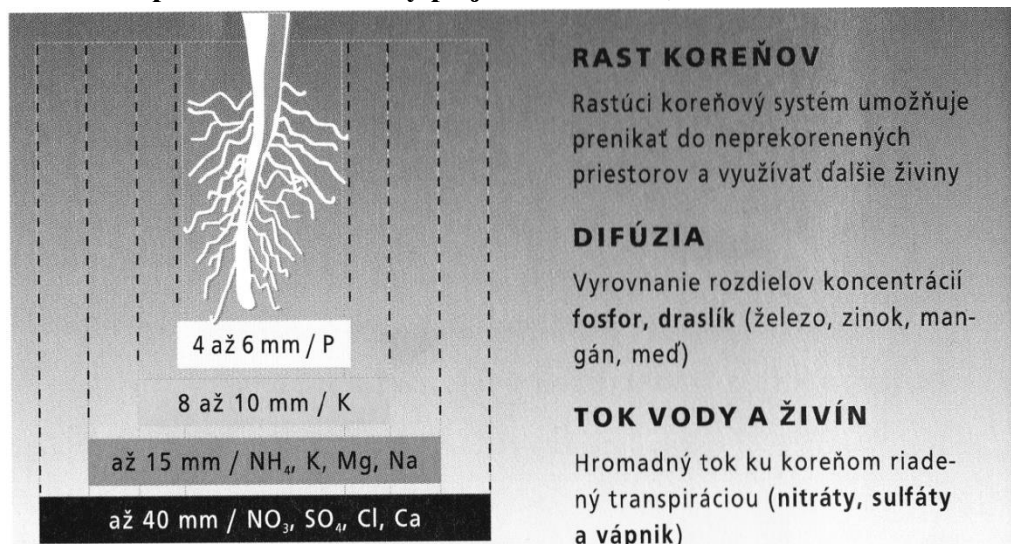
Koncentrácia určitého iónu v rizosfére môže byť nižšia, vyššia alebo rovnaká ako je vo voľnej pôde, a to v závislosti na koncentrácii pôdneho roztoku voľnej pôdy, rýchlosti pohybu iónov k povrchu koreňa a rýchlosti príjmu iónov koreňom samotným (Kong & Steffens 1989; Balík et al. 2008).

Hutchings & de Kroon (1994) a Neumann & Römheld (2002) publikovali, že množstvo prijatých živín závisí od prírastkov koreňového systému, dĺžky jeho povrchu a rovnako tiež od jeho efektívnosti. Pri určitých situáciách, ktoré vyplývajú z nedostatku živín, sú korene niektorých rastlín schopné ovplyvniť prijateľnosť živín v okolí koreňového systému vylučovaním organických kyselín (kyselina citrónová, jablčná) alebo určitých enzýmov štiepiacich napr. fosfáty. Takáto reakcia na nedostatok živín vedie k lokálnemu zvýšeniu obsahu prístupných živín.

Reakcia na nedostatok prístupných živín je u repky obzvlášť pozorovateľná. Ide o lokálne okyslenie v oblasti koreňových čiapočiek pri nedostatku mangánu a fosforu, ktoré sa naďalej zvyšuje aj pri nedostatku iných živín (Pugnaire & Valladares 2007).

Nedostatok vody a živín môžu korene v určitej miere „kompenzovať“ predĺžovaním a vetvením koreňového systému, ktoré ale veľmi závisí od pôdnej vlhkosti. Príjem živín je závislý na plynulom zásobovaní asimilátmi z nadzemnej hmoty. Naopak asimilácia CO<sub>2</sub> v nadzemnej hmote je závislá na plynulom zásobovaní živinami. Rast koreňov je tak závislý ako na prijme živín tak aj na asimilácii. Pokiaľ dochádza k nadmernej produkcii cukrov, sú ukladané ako zásobné látky v koreňoch alebo iných orgánoch (Orlovius 2003; Nagel et al. 2009).

**Obrázok 9: Transportné mechanizmy prijímania živín (Neumann & Römheld 2002)**



**Fosfor** je uvoľňovaný z ťažko dostupných fosfátov pomocou výlučkov, ktoré produkuje koreňový systém repky. Korene rastú priamo k zdrojom fosforu v pôde. Repka má s dĺžkou koreňových vláskov 1,3 mm väčšiu schopnosť príjmu fosforu na centimeter koreňov ako napr. kukurica s dĺžkou koreňových vláskov len 0,7 mm (Hinsinger 2001;

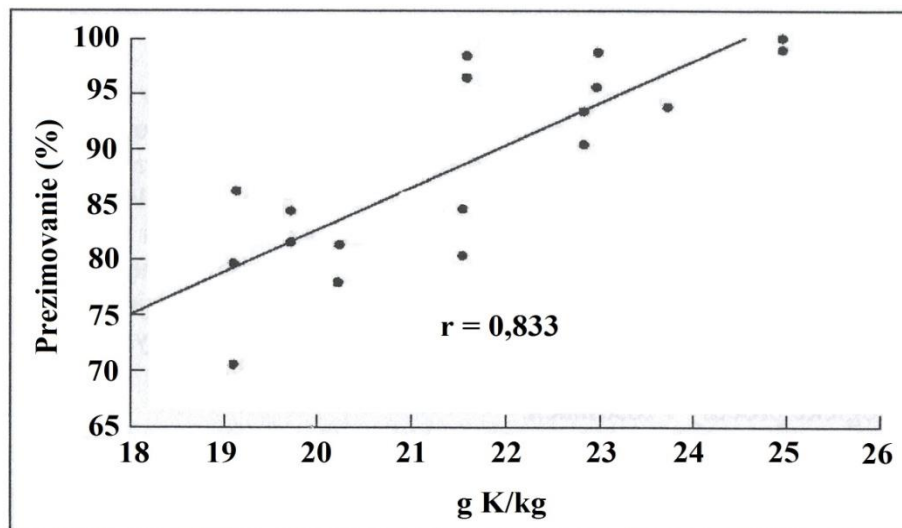
Mahler & Guy 2002; White 2012). Korene, ktoré postupne rastú do nových oblastí prekorenienia majú značný vplyv na rizosféru a následne dostupnosť fosforu a ďalších živín. Jedným z hlavných vplyvov na príjem fosforu je pH (Hopkins 2015).

Kritické obdobie príjmu fosforu je počiatok vegetácie, kedy sú vyčerpané zásoby fosforu zo semien. K jeho nedostatku často dochádza v období november – december a ďalej na jar za chladného počasia. Pri dlhodobjšom nedostatku sa prejavujú typické príznaky: purpurové až fialové zafarbenie listov, korene reagujú na nedostatok nadmerným tvorením jemných korieňokov až zhlukov (Bennet 1993; Hill et al. 2015).

**Draslík** zohráva dôležitú úlohu v raste koreňového systému. V koreňových bunkách draslík osmoticky priťahuje vodu a je regulátorom jej príjmu. Dodaním iónov draslíka do pletív xylému sa redukuje osmotický potenciál a stúpa koreňový vztlak pri tomto procese je voda osmoticky nasávaná do xylémových pletív a tlačaná smerom k nadzemnej hmote (Mengel et al. 2001). Draslík taktiež reguluje otváranie a zatváranie prieduchov. Ak je v koreňoch k dispozícii dostatok draslíka, dochádza k optimalizácii využitia vody a znižuje sa stres zo sucha (Marschner 1995; Fageria 2015).

Pri nedostatku draslíka sú rastliny poškodzované mrazom, horšie regenerujú a sú častejšie napádané hubovými chorobami. Výraznejší nedostatok draslíku sa prejavuje týmito príznakmi: zasychanie okraju spodných listov až po opadnutie spodných listov (Mengel 2007; Fageria 2009).

**Graf 2: Vzťah medzi prezimovaním a obsahom K v termin. vrchole (Černý et al. 2014)**



**Síra** je v rastlinách nevyhnutná pre syntézu esenciálnych aminokyselín (cysteín, cystin, metionin) a pre tvorbu bielkovín. Je súčasťou rady enzýmov a podporuje tvorbu

glykozidov (Hell & Wirtz 2008). V rastlinách sa síra hromadí vo forme síranov, ktoré slúžia ako zásobná látka. Podľa potreby rastliny síran redukujú a zabudovávajú do organických zlúčenín. Bolo zistené, že obsah síranov v rastline je dobrým ukazovateľom zásoby rastlín sírou (Solomon et al. 2011).

Nedostatok síry sa najprv prejavuje obmedzenou syntézou bielkovín. Dochádza k zníženej aktivite enzýmov – napr. nitrátreduktázy. Typickým vizuálnym prejavom nedostatku je žltnutie listov, ktoré začína od najmladších listov a pri trvalejšom nedostatku prechádza na staršie listy (Haneklaus et al. 2005; Vaněk et al. 2012).

**Bór** ovplyvňuje tvorbu cukrov a má dôležitú úlohu v transporte asimilátov v rastline. Pri nedostatku bóru v koreňoch je narušený transport asimilátov medzi orgánmi, ktoré ich ukladajú a spotrebúvajú. Bór je v koreňoch hlavným prvkom fytohormonálneho riadenia v rastline (Goldbach 1997; Wimmer et al. 2015).

Silný nedostatok bóru spôsobuje, že rastlinné hormóny cytokinín a auxín nie sú v rovnováhe. Dochádza k tvorbe vedľajších kvetných púčikov a k poruche tvorby kvetov (Brown et al. 2002). V koreňoch dochádza k tzv. „srdiečkovej hnilobe“, v dôsledku ktorej vznikajú diery v kolovitom koreni a koreňové pletivo zhnedne. Bór podstatnou mierou ovplyvňuje zdravotný stav koreňov (Goldbach 1997; Balík et al. 2007).

#### 2.1.4.3 Hormóny a činnosť koreňového systému

Auxíny, cytokiníny, gibberelíny, kyselina abscisová a etylén sú klasické rastlinné hormóny, ktoré regulujú v rastlinách látkovú výmenu (Mauseth 1995; Pugnaire & Valladares 2007). Cytokiníny sú tvorené hlavne v koreňových čiapočkách a sú transportované do nadzemnej časti, kde podporujú vetvenie a podobne ako gibberelíny podporujú delenie buniek a ich predlžovací rast. Ich protihračmi sú auxíny, ktoré brzdia vetvenie nadzemnej časti (Davies & Zhang 1991).

Auxíny sú produkované prevažne v kvetných púčikoch a sú transportované do koreňov, kde spolu s etylénom podporujú vetvenie koreňov a tvorbu koreňových vláskov. Ich nadmerná tvorba je brzdená zvýšenou koncentráciou cytokinínov (Mahall & Callaway 1991; Tardieu & Davies 1993).

Syntézu a intenzitu transportu fytohormónov určujú faktory prostredia, ktoré sú signálom k prispôsobeniu sa rastu rastlín na existujúce podmienky. Nedostatok dusíka a fosforu v pôde vedie napr. v priebehu niekoľkých hodín ku zníženiu produkcie cytokinínov. Tým sa brzdí predlžovací rast nadzemnej časti ešte skôr ako je ovplyvnená

látková výmena v bunkách. V koreňových pletivách sa kvôli klesajúcej produkcii cytokinínov presúva hormonálna rovnováha v prospech auxínu a etylénu, čo vedie k stimulácii bočných koreňov a k príjmu ďalších živín (Mauseth 1995).

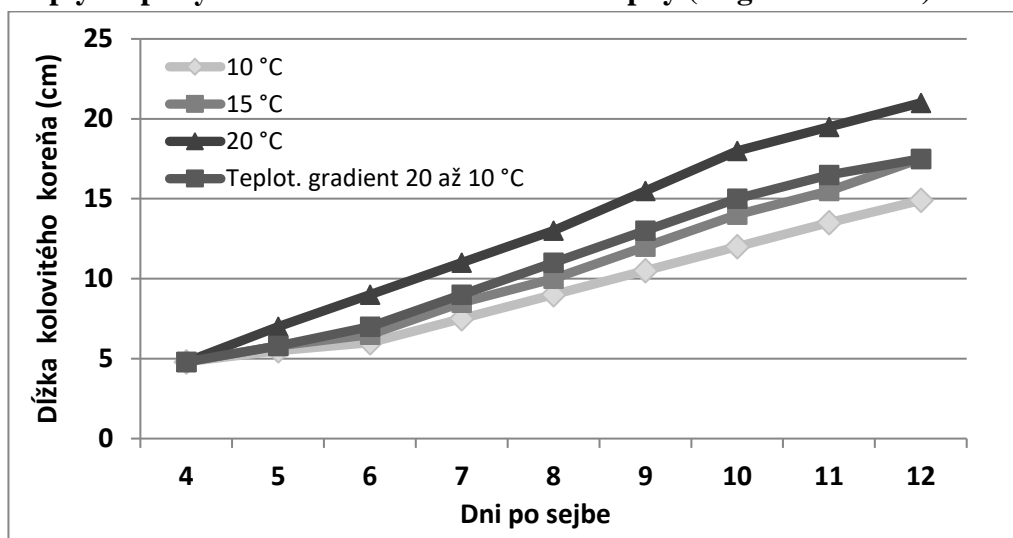
Neumann & Römheld (2002) uvádzajú, že pri dostatočnej zásobe živín je naopak podporovaný rast a vetvenie nadzemnej časti, rastlina menej investuje do rastu koreňov. Mnohé hormóny môžu v závislosti na koncentrácii vykazovať protichodné pôsobenie.

Aplikáciou syntetických rastových regulátorov môže byť narušená hormonálna rovnováha a môže dôjsť k brzdeniu syntézy gibberelínov, a tým k brzdeniu rastu nadzemnej časti. Alebo použitím syntetických auxínov môže byť podporený rast koreňového systému. Cytokiníny a auxíny sa prejavujú výrazne, následkom čoho môže dochádzať k obmedzovaniu rastu nadzemnej časti a stimulácii koreňového systému (Davies 1995; Neumann & Römheld 2002).

#### 2.1.4.4 Vplyv teploty a svetla na rast koreňov

Kutschera et al. (2009) a Nagel et al. (2009) uviedli, že teplota pôdy pod 10 °C spôsobuje pomalé a nevyrovnané klíčenie. Vo všeobecnosti ozimná repka klíči a veľmi dobre sa vyvíja pri teplote pôdy od 12 °C. Nižšie teploty ovplyvňujú vývin a architektúru koreňového systému a vedú celkovo k pomalému rastu ako nadzemnej tak aj podzemnej hmoty a ovplyvňujú príjem živín. Baranyk et al. (2010) uvádzajú, že semeno repky začína klíčiť pri teplote 1 °C, ale optimálna teplota pre klíčenie je 20 až 25 °C.

**Graf 3: Vplyv teploty na dĺžku kolovitého koreňa repky (Nagel et al. 2009)**



Meranie koreňov v agare preukázalo, že vyššie teploty pozitívne ovplyvňujú dĺžku kolovitého koreňa. Pri vyšších pôdnych teplotách sa tvorí aj viac bočných koreňov. Pri teplotách okolo 15 °C sa tvorí o 29 % viac bočných koreňov a pri teplote 20 °C o 55 % viac bočných koreňov v porovnaní s teplotou pôdy 10 °C. Pri nízkych teplotách bočné korene tvoria s kolovitým koreňom menší uhol. To má vplyv na prekorenené objemy pôdy, a tým tiež na prístup živín a vody (Davis & Haissig 1994; Nagel et al. 2009).

Silnejšie svetlo podporuje vyššiu intenzitu fotosyntézy a tiež zvýšenú produkciu cukrov. Koreňový systém sám nemá schopnosť produkovať cukry a preto je odkázaný na ich produkciu v nadzemnej hmote. V koreňoch je cukor ukladaný v rezervných orgánoch alebo sa priamo spotrebováva na rast koreňov, pretože vyšší obsah cukrov stimuluje v koreňových čiapočkách rast bočných koreňov. Intenzita svetla má tiež vplyv na predlžovanie rastovej zóny koreňov (Jackson et al. 2007).

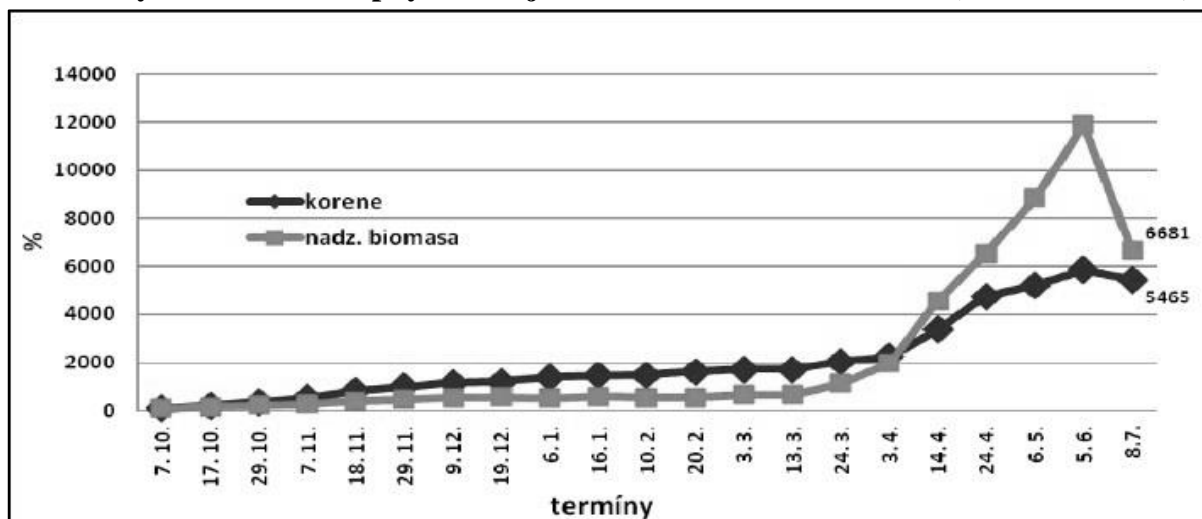
Začiatok krátkeho dňa 21. 9. je signálom pre zvýšenie intenzity rastu nadzemnej biomasy rastliny. Dochádza k silnému vývinu listového aparátu, čo vedie k skorej konkurencii susedných rastlín (boj o svetlo) a rýchlemu obmedzeniu rastu koreňov. Poruchy metabolizmu v priebehu jari – fyziologické vädnutie kvetných púčikov sú často spôsobené narušením vzťahov: source – sink: orgány ukladajúce asimiláty (zdroj) – orgány, ktoré spotrebúvajú asimiláty (spotrebič). Dodanie energie môže byť potom v dôsledku takýchto porúch nedostatočné. Počas kvitnutia je asimilácia rastliny obmedzená. Preto sú procesy kvitnutia a rastu veľmi odkázané na uložené zdroje energie. Svetlo je tým najdôležitejším faktorom pre rast a vývin, teplota (koreň = teplota pôdy, listy = denná teplota) faktorom, ktorý určuje ich rýchlosť (Nagel 2006).

### **2.1.5 Dynamika rastu a vývoj**

Životný cyklus (ontogenéza) repky ozimnej trvá v priemere 11 – 12 mesiacov. Behom ontogenézy prebiehajú dve fázy, fáza vegetatívna (rastová – prebieha na jeseň) a fáza generatívna (plodná – prebieha na jar a začína predlžovacím rastom). Tieto fázy sa medzi novembrom a marcom vzájomne prekrývajú. Tento časový interval označujeme aj ako obdobie kryptovegetácie (Vašák et al. 1997; Černý et al. 2013).

Na jeseň prvého roku sa tvoria vegetatívne orgány ako koreňový systém, listová ružica a zhromažďujú sa asimiláty v koreňovej hmote a v hypokotyle. Tieto látky sú už na jeseň využívané pre tvorbu základu generatívnych orgánov a v priebehu jarného vývoja, ktorý je dovŕšený tvorbou kvetenstva, kvetov, plodov a semien (Fábry 2007).

**Graf 4: Dynamika rastu repky ozimnej – čerstvá hmota 2013/14 v % (Béreš et al. 2014)**



Prvý odber – 100%: 7. 10. 2013, korene – 2,8 g/10 rastlín, nadz. biomasa – 25,8 g/10 rastlín

#### 2.1.5.1 Obdobie jesenného vývoja

Semeno repky pred vlastným klíčením prijíma na napučanie asi 60 % vody svojej hmotnosti. Pri klíčení sa najskôr objavia kľúčne listy a neskôr tmavšie pravé listy. V tomto čase už koreň dokáže preniknúť do hĺbky 10 – 15 cm. Ďalšie pravé listy už vyrastajú veľmi rýchlo (Špaldon et al. 1982; Koenig et al. 2011, Hebingner et al. 2013).

Najintenzívnejší rast jesenného obdobia je v septembri a októbri. Zásobné látky sa sústreďujú hlavne do koreňového krčku a koreňov. Jesenná fáza má končiť tvorbou listovej ružice s 6 – 10 listami, koreňovým krčkom o priemere nad 8 mm a nepretiahnutým základom listového srdiečka. Listy majú mať dĺžku do 25 cm, hmotnosť nadzemnej biomasy má byť 1,4 – 1,8 kg.m<sup>2</sup> s mohutnými koreňmi. Rast listov sa zastavuje pri teplotách 5 °C a rast koreňov pri teplote pôdy 2 °C (Vašák et al. 1997).

Rastliny s 4 listami a menej a s krčkom menším než 4 mm sú neperspektívne i pri dobrej jarnej agrotechnike. Tieto rastliny sú silne rizikové k vyzimovaniu (Vašák, 2000).

Gunstone et al. (2004) uvádza, že do decembra by porast repky mal byť minimálne vo fáze 5 listov. Diepenbrock & Grosse (1995) a Brown et al. (2008) uvádzajú, že repka má mať do zimy ideálne 6 až 8 listov.

Lunn & Spink (2000) uvádzajú, že pre optimálny jesenný rast je vhodná hustota porastu 25 – 50 rastlín/m<sup>2</sup>. Bečka et al. (2007) tvrdia, že ideálny počet rastlín sa má pohybovať v rozmedzí 20 – 40 rastlín/m<sup>2</sup>. Berry et al. (2014) uvádzajú, že pre maximálne efektívne výnosy je najvhodnejšia hustota porastu repky 25 – 35 rastlín/m<sup>2</sup>. Vašák (2016) odporúča v menej vhodných oblastiach navýšenie výsevu z 50 na 80 semien/m<sup>2</sup>.



Fábry (2007) uvádza, že približne od konca októbra dochádza k prechodu z vegetatívnej do generatívnej fázy repky – v procese jarovizácie (vernalizácie). Teploty vzduchu potrebné pre jarovizáciu v závislosti na odrode, tvorbe listov a okolitom prostredí sa pohybuje medzi 2 až 8 °C po dobu 30 až 60 dní.

Hebinger et al. (2013) tvrdia, že optimálne priemerné teploty vzduchu pre jarovizáciu repky majú dosahovať 5 °C pri dennej fotoperióde 9 hodín. Pri jarovizácii dochádza k poklesu obsahu inhibičných látok a naopak k hromadeniu určitých látok stimulujúcich kvitnutie, ktoré majú labilnú povahu. Po ukončení jarovizácie vzniká stabilná látka – vernalín.

#### 2.1.5.2 Obdobie zimného vývoja

Obdobie zimnej vegetácie charakterizuje fenofáza od poklesu priemerných denných teplôt vzduchu pod 2 °C až do obnovenia vegetácie s nástupom denných teplôt vzduchu nad 5 °C. Vychádza to v priemere na mesiace december až február. Toto obdobie kryptovegetácie ale neznamená absolútny vegetačný klúd, pretože pokračuje i naďalej merateľný rast koreňového systému, vyvíja sa rastový vrchol a prebiehajú adaptačné procesy odolnosti proti nízkym teplotám (Fábry 1992c).

Dĺžka rastlín a listov sa asi o 10 % znižuje, obsah sušiny rastie z cca 12 % na asi 17 % a znižuje sa obsah dusíku v pletivách. Vegetačný vrchol vývojovo pokročí asi o 2 etapy. Najvyššie výnosy semien repky sú dosahované v miernejších a krátkych zimách (Vašák 2000; Gunstone et al. 2004).

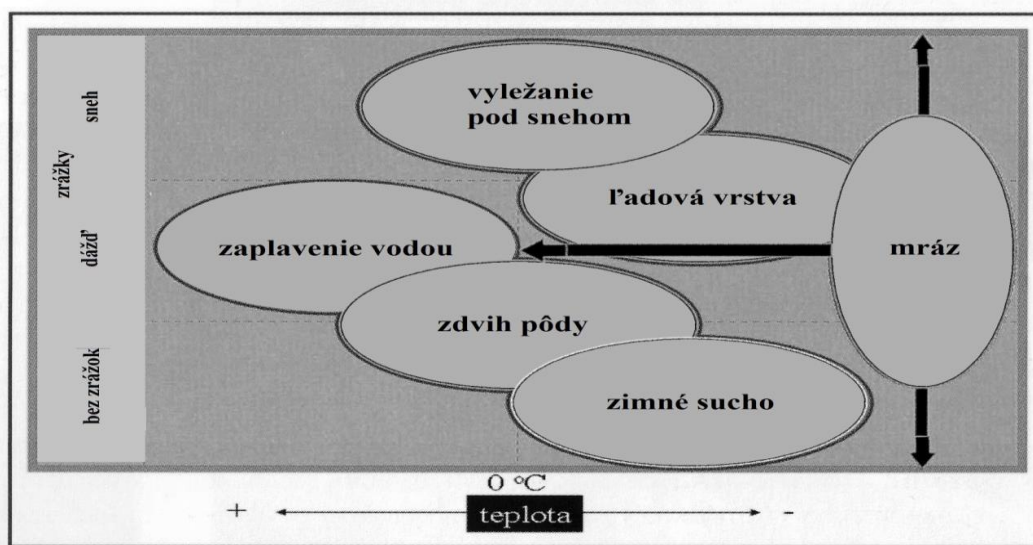
Baranyk et al. (2007) uvádzajú, že vďaka najrôznejším vplyvom (termín sejby, jesenná agrotechnika, pôdne a klimatické podmienky a pod.) každoročne vstupujú do zimného obdobia jak porasty optimálne, tak prerastené, či naopak nedostatočne vyvinuté a kritické. Hlavne v posledných rokoch s dosť netypickým priebehom počasia je veľmi zložitá odhadnúť vopred úroveň prezimovania.

Je potrebné pripomenúť, že sa nám čiastočne mení klíma v našich podmienkach. November je už druhým rokom teplotne rekordný – mimoriadne teplý. Máme stále miernejšie zimy (napr. vo vegetačných rokoch 2012/13, 2013/14 ale i 2014/15) nástup zimných mesiacov sa prakticky posúva do neskorších termínov: prelom roka až január, resp. február. Podstatný pre repku je ale fakt, že pôda počas týchto „zimných“ mesiacov premrzá len na krátku dobu. V priebehu teplých zimných mesiacov zaznamenávame takmer neustály rast koreňovej hmoty repky (Béřeš et al. 2015).

Vašák et al. (1997) uvádzajú, že korene, jeseň a zima rozhodujú o výnose len asi z 30 %. Béreš et al. (2014) tvrdia, že v súčasných podmienkach teplých zím a nedostatku vody na jar (marec – apríl) sa význam koreňov posúva na hranicu 40 %.

Veľké škody dokáže napáchať zimné sucho, ktoré pôsobí vplyvom porušenia vodnej bilancie rastlín dehydratáciou pletív hlavne nadzemnej časti rastliny rastlín, až dôjde k zaschnutiu a odumretiu. Poškodenie rastlín dehydratáciou nastáva pri vysokých hodnotách vodného sýtnostného deficitu (Baranyk et al. 2007; Berry et al. 2014).

**Graf 5: Rizikové faktory zimy - závislosť na teplote a zrážkach (Baranyk et al. 2007)**



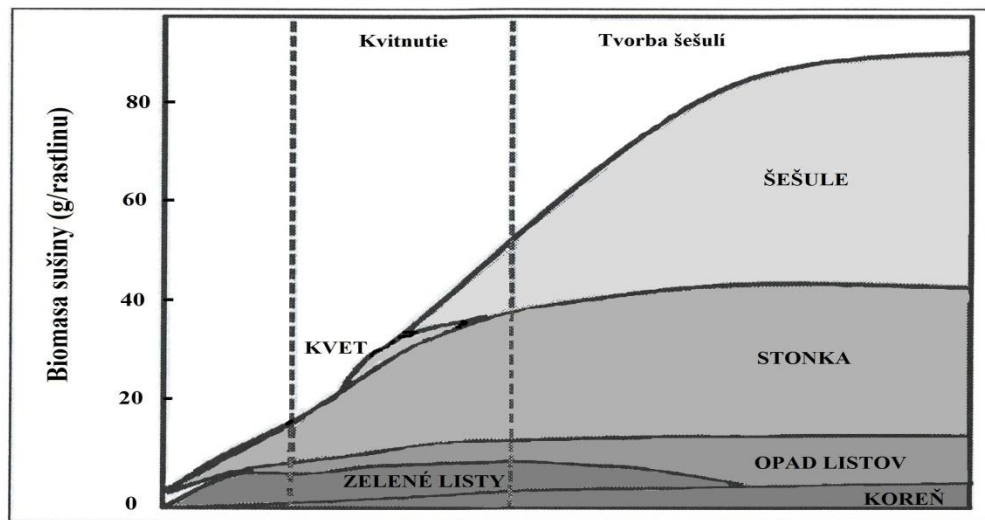
### 2.1.5.3 Obdobie jarného vývoja

Jarná vegetácia nadväzuje na objavenie sa bielych koreňkov. Teplota pôdy sa pohybuje nad 2 °C. Nastupuje obdobie vegetácie, kedy priemerné denné teploty vzduchu stúpajú nad 5 °C. Intenzívny rast repky nastáva pri teplote 12 °C (Diepenbrock & Grosse 1995; Brown et al. 2008). Po dosiahnutí pravidelnej dennej teploty vzduchu nad 5 °C nastáva predlžovací rast. Po objavení sa púčikov pri dĺžke stonky asi 20 cm nastupuje intenzívne obdobie predlžovacieho rastu, ktoré trvá asi 14 dní. Končí počiatkom kvitnutia, rastlina vytvorí asi 50 % svojej nadzemnej biomasy. Denný prírastok predstavuje približne 5 – 8 cm (Vašák et al. 1997; Hebingner et al. 2013).

V priebehu kvitnutia rastlina stratí všetky stonkové listy a dosiahne 75 – 80 % svojej konečnej hmotnosti. Po odkvitnutí narastá obsah sušiny a aj napriek strate listov sa mierne zvyšuje výnos biomasy o tvoriace sa šesule (100 % biomasy). Do obdobia zrelosti mierne klesá výnos sušiny cca o 5 %. V bežných podmienkach je výnos sušiny

nadzemnej biomasy 10 – 15 t/ha, a z toho podiel stoniek je 20 – 30 %, vetví 15 – 20 %, šešúľ 45 – 65 % (uvedené v grafe 4). Ozimná repka tak vytvára značné množstvo nadzemnej biomasy. S ohľadom na výnos je dôležité aký podiel biomasy tvoria semená v porovnaní s ostatnou nadzemnou biomasou (Černý et al. 2013). Od konca kvitnutia semená dozrievajú za 30 – 40 dní. Jarná vegetácia sa pohybuje v priemere 120 – 130 dní podľa celkového stavu porastu (Baranyk & Kazda, 2005).

**Graf 6: Zmeny v biomase repky počas kvitnutia a tvorby šešúľ (Berry et al. 2014)**



## 2.2 Dusík

Dusík s uhlíkom predstavujú najvýznamnejšie prvky v kolobehu živín v prírode. Majú rozhodujúce postavenie vo všetkých živých sústavách a značný vplyv na životné prostredie. Dusík je nenahraditeľnou živinou, a to nie len pre rastliny, ale pre všetky živé organizmy, vrátane pôdnych mikroorganizmov. Patrí k základným stavebným prvkom najdôležitejších zlúčenín živej hmoty – bielkovín (Bray 1983; Vaněk et al. 2012).

Napriek štatisticky nepotvrdenej závislosti medzi hladinou celkového dusíka v pôde ( $N_t$ ) a úrodou pestovaných rastlín. Je dôležité, a to nie len z hľadiska vytvárania podmienok pre udržateľné poľnohospodárstvo, ale aj z aspektu dosahovania požadovaných úrod, zvyšovať obsah  $N_t$ . Pretože jeho dominantná forma (organický dusík) je zdrojom minerálneho dusíka, ktorý zohráva kľúčový význam pri výžive rastlín. Rozhodujúcim zdrojom minerálneho dusíka ( $N_{min}$ ) v pôde nie sú minerály, ale organická hmota obsahujúca dusík (Kováčik 2014).

### 2.2.1 Kolobeh dusíka v prírode

Celkové množstvo dusíku na našej planéte je odhadované na  $1,68 \cdot 10^{17}$  t. Dusík je využívaný živými organizmami k tvorbe rozličných organických látok, ako sú aminokyseliny, bielkoviny, nukleové kyseliny, aminocukry, chlorofyl a mnohé ďalšie. Dusík má taktiež značný vplyv na životné prostredie (Orlovius 2003).

Pevná forma dusíku je najstabilnejšia a najviac zastúpená v celkovej bilancii N na Zemi. Litosféra obsahuje necelých 98 % celkového množstva N, zvyšných 2 % N sú v atmosfére a len veľmi málo N je v hydrosfére a biosfére. Najviac N v litosfére je koncentrované vo vrchnej vrstve pôdy (0 – 15 cm), kde sa nachádza asi tretina celkového N. Väčšina celkového N na našej planéte je veľmi pevne viazaná a iba približne 2,5 % N je v prístupných formách, v ktorých môže veľmi ľahko podliehať premenám a byť hromadená živými organizmami. Množstvo atmosférického dusíka je zhruba miliónkrát väčší než celkový obsah dusíka vo všetkých živých organizmoch (Stanford 1982).

Ďalší významný zdroj dusíka je organická hmota v pôde. Organická hmota je vo väčšine ekosystémov hlavný zdroj dusíka v jeho kolobehu. Organické formy N sú ale väčšinou pre rastliny neprijateľné a dusík je sprístupňovaný až rozkladnými procesmi organickej hmoty. Tu má význam predovšetkým mineralizácia a nitrifikácia. Do kolobehu ďalej vstupuje dusík v zrážkach (mokrú depozícia), a v prachu (suchá depozícia). Dusík sa vracia do pôdy z odumretých rastlín a mikroorganizmov. Do kolobehu dusíka taktiež patria straty do atmosféry, ktoré vznikajú pri mikrobiálnych premenách v pôde (mineralizáciou, denitrifikáciou) alebo do vôd vyplavovaním dusíka z pôdneho profilu (Vaňek et al. 2012).

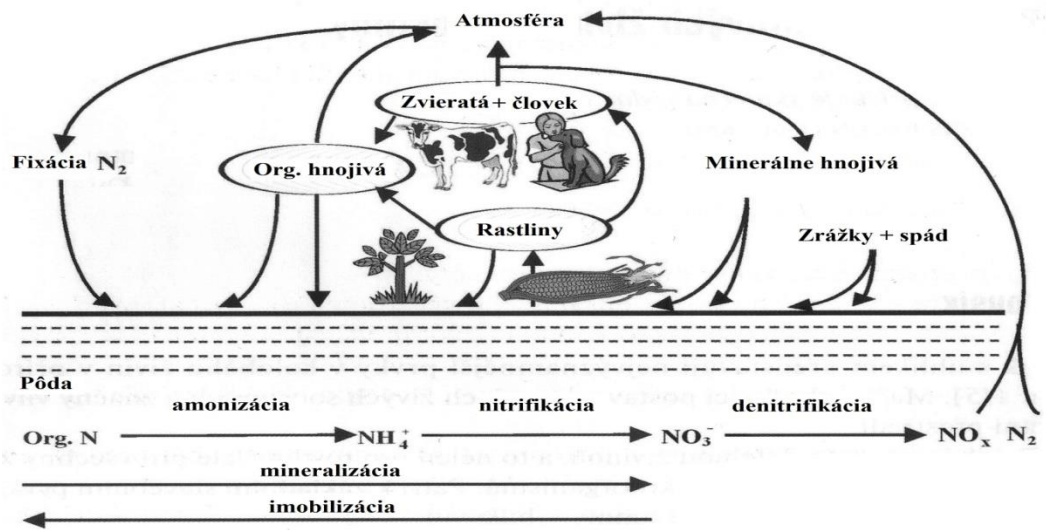
Významným prísunom dusíka do pôdy je púťanie vzdušného N (fixácia N) mikroorganizmami. Biologická fixácia je najvýraznejším zdrojom dusíka v biosfére. Mikroorganizmy, ktoré majú schopnosť sa podieľať na fixácii atmosférického N je možné rozdeliť podľa Vaňek et al. (2012) do dvoch základných skupín:

- Voľne žijúce mikroorganizmy – sú to hlavne baktérie nachádzajúce sa v pôde. Patrí sem rada mikroorganizmov: z aerobných organizmov je to *Azotobacter chroococcum*, *Azotomonas insolita*, a z anaerobných *Bacillus amylobacter*, *Clostridium pasteurianum* a iné. K fixácii potrebujú dostatok energetického materiálu vo forme ľahko rozložiteľných organických látok. Skutočnosťou je, že množstvo fixovaného N na jednotku energetického materiálu je pomerne nízke. Množstvo viazaného dusíka závisí na pôdnych podmienkach (pH, dostatok organických látok, biologická činnosť)

a taktiež na obsahu minerálneho dusíka v pôde. Schopnosť pútať N majú aj iné mikroorganizmy – riasy, sinice, a kvasinky. Riasy môžu pútať významné množstvo N v sladkovodných vodách a na ryžových poliach.

- Symbiotické mikroorganizmy – symbiotické pútanie vzdušného dusíka mikroorganizmami, žijúcimi v symbióze predovšetkým s bôbovitými rastlinami. Tieto mikróby infikujú korene rastlín, kde sa tvoria háľky (hľúžky), v ktorých symbionti prežívajú a fixujú  $N_2$ . Jedná sa hlavne o rod *Rhizobium radicola* a jeho špecifické rasy pre určité druhy bôbovitých rastlín, napr. ďatelina, lucerna a komonica, hrach a bob a iné. Pre sóju je to rod *R. japonicum*.

**Obrázok 10: Schéma kolobehu dusíka v prírode (Vaněk et al. 2012)**

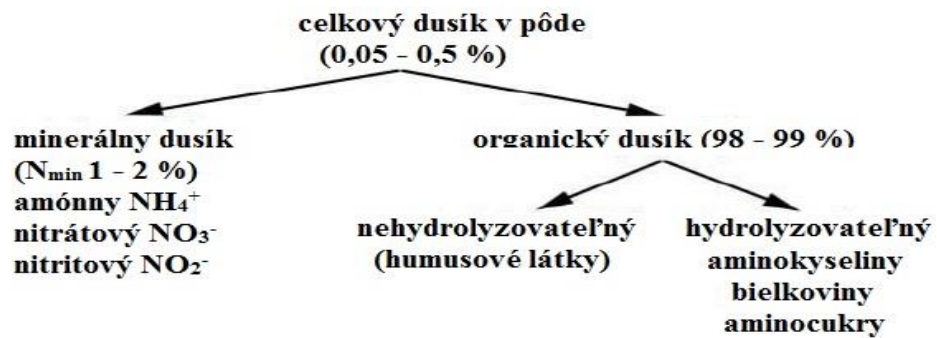


### 2.2.2 Dusík v pôde

Dusík je veľmi pohyblivý prvok, ktorý cirkuluje medzi pôdou, atmosférou a živými organizmami. Ako zdroj dusíku môže rastlina považovať – minerálne a organické hnojivá, ďalej pôdnu organickú hmotu, ale i fixáciu vzdušného dusíka pomocou mikroorganizmov (Fecenko & Ložek 2000; Kuzyakov & Xu 2013).

Hlavným zdrojom pôdneho dusíka je atmosféra, ktorá obsahuje 77,5 dielov dusíku (78,08 %), kde sa nachádza vo forme elementárneho dusíku  $N_2$ . Celkový obsah dusíka v pôdach je veľmi rozmanitý. Najčastejšie sa pohybuje od 0,05 – 0,5 %. V orničnej vrstve obsahuje prevažná časť ČR 0,01 – 0,2 % celkového dusíka. Dusík sa nachádza v pôde v organickej (98 – 99 %) a zvyšok v minerálnej forme (Kováčik 2014).

**Obrázok 11: Formy dusíka v pôde (Ivanič et al. 1984)**



Obsah dusíka v pôde je celkom stály, tvoria ho zlúčeniny ťažko chemicky i mikrobiologicky rozložiteľné. Je viazaný na aromatické jadra huminových kyselín, fulvokyselín a humínov. Pretože je dusík takto viazaný, uvádza sa jeho celkový obsah v pôde vo vzťahu  $C_{ox}$  a vyjadruje sa pomerom C:N. V našich podmienkach sa uvádza priemerná hodnota tohto pomeru 10 – 12:1, ale dostatočné je aj pomer 15 – 18:1. Najvyšší pomer C:N je v ornici, s hĺbkou klesá, v podorničnej vrstve je 5 – 110 krát menej (Johnson et al. 2005).

#### 2.2.2.1 Organický dusík

*Nehydrolyzovateľný* dusík participuje na tvorbe trvalého humusu. Je relatívne odolný voči pôsobeniu mikroorganizmov a chemických látok. Jeho podiel na obsahu celkového dusíka v poľnohospodársky využívaných pôdach zvyčajne osciluje v intervale 20 – 35 %, resp. je vždy menší ako 50 % (Kováčik 2014).

Humusové látky hrajú významnú rolu v udržovaní ekologickej rovnováhy medzi rastlinou a jej vonkajším prostredím. Vznikajú v procese humufikácie a vyskytujú sa v pôde vo veľmi malých koncentráciách. Spoločne s minerálnym podielom pôdy významne ovplyvňujú fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti prostredia rastlín. Vo väzbe na ílové minerály vytvárajú humusové látky humuso – ílový komplex, ktorý funguje ako zásobáreň živín pre rastliny. Zo sorpčného komplexu sú minerálne prvky výmenným spôsobom uvoľňované do pôdneho roztoku vo forme iónov. Efektívnu výživu rastlín v pôdnych podmienkach nejde predstaviť bez súčasného spolupôsobenia humusových látok (Rupiasih & Vidyasagar 2007).

*Hydrolyzovateľný* dusík predstavujú amidy, alfa aminokyseliny, aminocukry, purinové a pyrimidinové bázy, kyselina hypurová, kyselina močová, močovina a ďalšie

organické látky. Zdrojom pre tento dusík sú rastlinné a živočíšne zvyšky, biomasa mikroorganizmov a všetky druhy organických hnojív (Fecenko & Ložek 2000). Hydrolyzovateľné formy sú najdôležitejšími zdrojmi minerálneho dusíka v pôde. Ich podiel na celkovom obsahu dusíka je 65 – 80 %. Podľa schopnosti podliehať rozkladu sa delia na ľahko a ťažko hydrolyzovateľné. Ľahko hydrolyzovateľný dusík tvoria organické zlúčeniny, ktoré môžu zmineralizovať v priebehu jedného vegetačného obdobia. Ťažko hydrolyzovateľný dusík mineralizuje v pôde 1 – 35 rokov. Čím väčší je podiel hydrolyzovateľného dusíka na obsahu celkového dusíka, tým sú lepšie podmienky pre väčšie objemy prístupného dusíka počas celého vegetačného obdobia (Warren 2013).

#### 2.2.2.2 Minerálny dusík

Rozhodujúcim zdrojom minerálneho dusíka ( $N_{\min}$ ) v pôde je dusík organický, z ktorého sa minerálny dusík uvoľňuje v procese mineralizácie vo forme amoniaku, ktorý sa mení na amónny kation ( $NH_4^+$ ). Minerálny dusík reprezentujú ióny  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ , oxidy dusíka  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ , ale i  $NH_2OH$ ,  $N_2H_2O_2$ ,  $NH_4^+_F$  a ďalšie zlúčeniny ako rezultáty mikrobiologických procesov v pôde (Bray 1983; Pilbeam 2015).

Hlavná časť dusíka, ktorá sa podieľa na výžive rastlín je tvorená dusíkom amónnym a dusičnanovým nachádzajúcich sa v pôdnom roztoku ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_3^-$ ) a adsorbovaných na pôdny koloidný komplex ( $N-NH_4^+$ ). Tieto formy dusíka sa súhrne v literatúre označujú ako  $N_{an}$ , resp.  $N_{\min}$ . V niektorých pôdach za vhodných klimatických podmienok sa na výžive rastlín môže 10 – 20 %, zvyčajne však len 5 až 8 % podieľať amónny dusík fixovaný – to je dusík nachádzajúci sa v medzivrstvových priestoroch ílových minerálov (Näsholm et al. 2009; Kováčik 2014).

Dusičnanový dusík nachádzajúci sa v pôde (v pôdnom roztoku) nepodlieha fyzikálno-chemickej sorpcii a ani chemickej sorpcii (ľahko sa vyplavuje). Podlieha iba biologickej sorpcii. Amónny dusík nepodlieha chemickej a podlieha fyzikálno-chemickej a biologickej sorpcii (v pôde sa udrží dlhšie ako dusičnanový dusík). Tieto fakty determinujú prístupnosť oboch iónov v pôde, hospodárenie pôdy s týmito formami minerálneho dusíka (Miller et al. 2007).

Množstvo minerálneho dusíka v pôde závisí od intenzity mineralizácie, biologickej sorpcie a resyntézy organických zlúčenín, od odberu živín rastlinami, od aplikácie N hnojív, v celkovom meradle, v podstate od celej antropogénnej činnosti (Kováčik 2014).

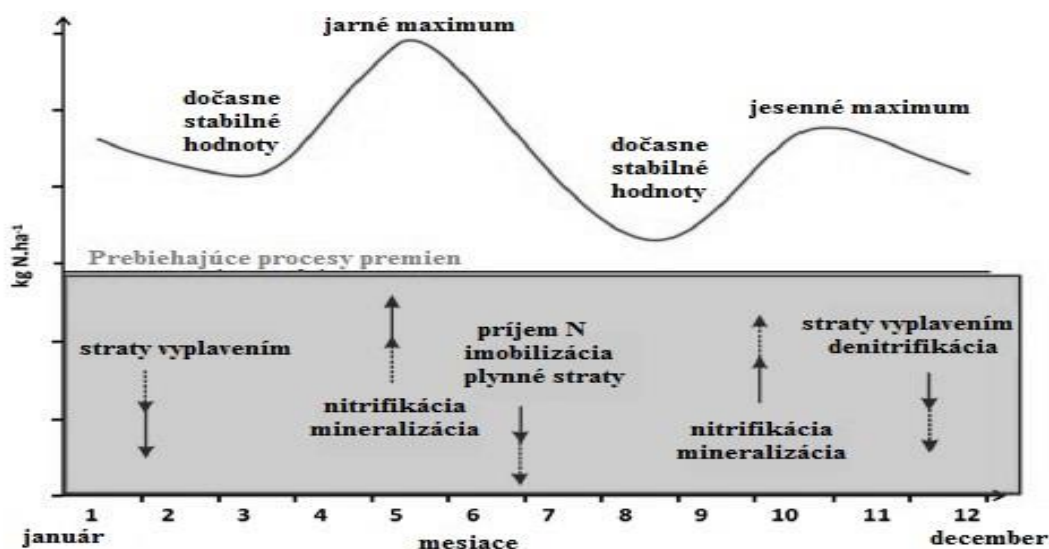
### 2.2.3 Premeny dusíka v pôde

V priebehu roka dochádza k významným zmenám v obsahu minerálneho dusíka v pôde (bližšie uvedené v grafe 7). Hlavným obdobím sú jarné mesiace, kedy sa v dôsledku oteplenia zvyšuje aktivita mikroorganizmov. Kvôli tejto zvýšenej činnosti dosahuje obsah minerálneho dusíka maximálnych hodnôt. V priebehu vegetácie sa následne znižuje obsah minerálneho dusíka v pôde, ktorý klesá na stabilnú hodnotu. Je to obdobie letného minima a zahrnuje časový interval pred a po zbere (Balík et al. 2012).

Dusík v pôde podlieha rade procesov premien. Medzi dva základné procesy patria:

- Mineralizácia: rozklad organických zlúčenín na minerálne zlúčeniny
  - Amonizácia
  - Nitrifikácia
  - Denitrifikácia
- Imobilizácia: zabudovanie minerálnych zlúčenín do organických zlúčenín

Graf 7: Sezónne zmeny obsahu N<sub>min</sub> v pôde a procesy premien (Balík et al. 2012)



#### 2.2.3.1 Mineralizácia

Dusík viazaný v organických zlúčeninách je pre pestované rastliny málo prístupný. Jeho sprístupnenie sa v pôdnom prostredí deje prostredníctvom chemickej, biologickej a aj termickej mineralizácie (Barker & Bryson 2007).

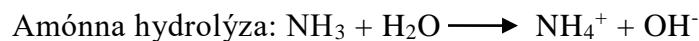
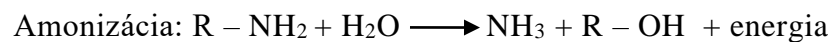
Mineralizácia dusíkatých látok organického pôvodu sa nazýva **amonizácia** (premena organických zlúčenín na amoniak). Celý proces začína rozkladom bielkovín na polypeptidy, potom nasleduje hydrolýza, uvoľnenie aminokyselín, ktorú spôsobujú



katalytické peptidázy. Potom nasleduje deaminácia, kde dochádza k uvoľneniu NH<sub>3</sub>, ktorý prijíma protón z vody a mení sa na NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Bray 1983; Walworth 2013).

Amoniak, ktorý vznikol rozkladom organických dusíkatých zlúčenín je zdrojom N pre mikroorganizmy, časť môže byť zdrojom N pre rastliny, prípadne ako kation NH<sub>4</sub><sup>+</sup> je v pôde viazaný na pôdne koloidy. Prítomnosť koloidov v pôde dáva predpoklady výmennej sorpcii iónov NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a väčšinou značne obmedzuje možnosť strát dusíka únikom do ovzdušia a taktiež väčšieho pohybu v pôdnom profile. Nebezpečenstvo strát N únikom do ovzdušia je iba v pôdach a substrátoch s malou sorpčnou kapacitou, pri vyššej hodnote pH a malej vlhkosti, dochádza k strate hlavne na povrchu pôdy (Vaněk et al. 2012).

Optimálna teplota pre mineralizáciu je 30 °C, k tomu prispieva aj striedanie tepla a sucha. V prípade, že klesá teplota, rýchlosť mineralizácie sa znižuje až o 50 %, pri teplote 0 °C sa jej priebeh zastavuje (Hofman & Van Cleemput 2004).



#### 2.2.3.2 Nitrifikácia

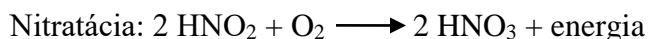
V biologicky činných pôdach je NH<sub>3</sub> oxidovaný v procese nitrifikácie. Tento oxidačný proces, kedy amónny dusík je postupne oxidovaný autotrofnými mikroorganizmami až na N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Tento proces prebieha v dvoch fázach. Dôležitú úlohu v prvom stupni zohrávajú tzv. nitritačné mikroorganizmy – *Nitrosomonas*, *Nitrisocystis*, *Nitrosospira*. V druhom stupni sú to tzv. nitratačné mikroorganizmy – predovšetkým rod *Nitrobacter*, ktorý využíva okrem dusíku aj energiu uvoľnenú behom procesu oxidácie (Walworth 2013).

Nitrifikácia je proces veľmi citlivý na vonkajšie podmienky. Rozhodujúci vplyv na nitrifikáciu podľa Hofman & Van Cleemput (2004) a Vaněk et al. (2012) má:

- Teplota: optimálne 25 – 30 °C, nitrifikácia je značne obmedzená pri nižších teplotách a pod 5 °C takmer ustáva.
- Dostatok vzduchu a vody v pôde – dostatok vzduchu, a tým kyslíka je predpokladom oxidačných procesov a vždy súvisí s obsahom vody, teda s vyplnením pórov plynnou a kvapalnou zložkou. Optimálna vlhkosť sa pohybuje väčšinou okolo 70 % maximálnej

vodnej kapacity, preto pri iných pomeroch vzduchu a vody je nitrifikácia obmedzená. V suchej pôde takmer neprebíha.

- pH prostredia – vyhovujúce sú podmienky slabo kyslej až zásaditej reakcie, nitrifikácia je značne obmedzená pri  $\text{pH} < 5,5$ .
- Hnojivo – vplyv sprievodných iónov a pH hnojiva.



### 2.2.3.3 Denitrifikácia

Tento proces radíme medzi redukčné procesy, kedy sú nitráty v prítomnosti organických látok redukované na oxidy dusíku až na elementárny dusík. Oxidy unikajú vo forme plynov – jedná sa o plynné straty (Wrage et al. 2001).

V našich podmienkach prevažuje denitrifikácia mikrobiálna – s pomocou fakultatívne anaerobných mikroorganizmov, ktoré behom rozkladu využívajú kyslík nitrátov. Mikrobiálna denitrifikácia je veľmi zložitý oxidačno-redukčný proces, ktorý je v rozmanitých pôdnych podmienkach ovplyvňovaný celou radou faktorov a súbežne prebiehajúcich reakcií. Pri tomto procese môžu vznikáť rozdielne redukčné produkty. Podľa podmienok sa pri mikrobiálnej denitrifikácii uvoľní určitý podiel oxidov dusíka, najviac  $\text{N}_2\text{O}$ , ďalej  $\text{NO}$  a najmenej  $\text{NO}_2$ , ale väčšinou viac než 80 % strát tvorí  $\text{N}_2$  (Bouwman 1998; Laughlin & Stevens 2002).

Menej významná je denitrifikácia chemická – redukcia nitritov v prítomnosti amidov bez účasti mikroorganizmov. Je založená na labilnosti nitritov za účasti amidov a aminokyselín. Typické reakcie môžu ojedinele prichádzať v úvahu po hnojení močovinou v kyslom prostredí. Výskyt nerozloženej močoviny, aminokyselín a nitritov v pôde je však málo pravdepodobný (Thompson 1996; Vaněk et al. 2012).

### 2.2.3.4 Volatilizácia

Amoniakálny dusík ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ) sa v pôde nachádza v rôznom stave. V nepatrnom množstve je rozpustený v pôdnom roztoku vo forme amónnych solí, odkiaľ ho môžu rastliny bezprostredne využiť, časť  $\text{NH}_4^+$  je vo výmennej forme a po jeho vytesnení môže byť prijímaný rastlinami. Časť  $\text{NH}_3$ , predovšetkým u ľahkých a alkalických pôd môže volatilizovať (Richter & Hlušek 1990; Jones et al. 2013).

Volatilizácia je proces straty dusíku do atmosféry, ktorý má formu amoniaku. Táto strata sa väčšinou dáva do súvislosti s hydrolyzou močoviny v pôde. Po hydrolyze močoviny, pH okolo jej častíc prudko stúpa a dusík v amónnej forme sa mení na amoniak.  $\text{NH}_4^+$  sa potom uvoľňuje do atmosféry a tým rastliny strácajú dusík, ktorý ich mal vyživovať. Hydrolyzu močoviny a stratu amoniaku ovplyvňuje taktiež pufrovacia kapacita pôdy, čo je schopnosť pôdy obmedziť zvyšovanie pH (Holcomb et al. 2011).

Pôdy, ktoré majú vysoký obsah ílu a organickej hmoty majú vysokú kapacitu vyrovnávacej schopnosti a minimalizujú zvyšovanie pH a straty čpavku volatilizáciou. Je to spôsobené tým, že pôdy s vysokou pufračnou kapacitou majú obvykle vyššiu schopnosť výmeny kationov – amónny ión môže byť viazaný v pôde a bráni jeho vyplaveniu. Piesčité pôdy majú nízku pufračnú schopnosť, a preto sa u nich zvyšuje hodnota pH a odparenie amoniaku býva vyššie (Engel et al. 2011).

Priemerné straty dusíka z poľnohospodárskych pôd sú bližšie uvedené v tab. 6. Na neefektívnych strátach dusíka z pôdy sa okrem denitrifikácie podieľa i výpar amoniaku, vyplavenie N do podzemných vôd a straty N vodnou a veternou eróziou (Kováčik 2014).

**Tab. 6: Priemerné straty dusíka z poľnohospodárskej pôdy (Kováčik 2013)**

Druh strát	Príčina strát	kg.ha <sup>-1</sup> . rok <sup>-1</sup> N
Neefektívne	- denitrifikácia	20 - 25
	- výpar amoniaku (volatilizácia)	10 - 15
	- vyplavovanie	cca 10
	- erózia	85 - 110
Efektívne	- úroda (poľné plodiny / záhradné plodiny)	85 - 110 / 100 - 140

#### 2.2.4 Dusík v rastline

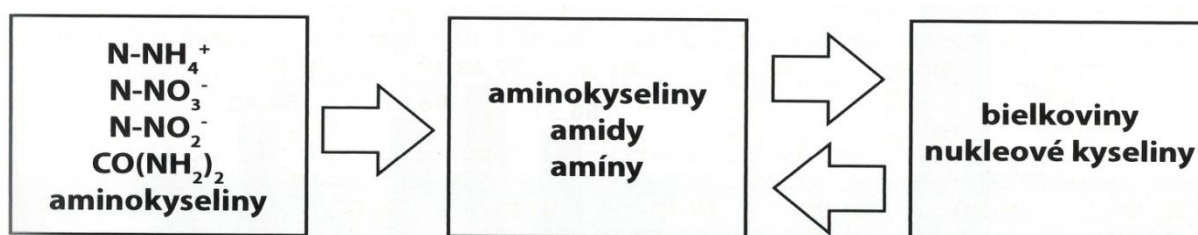
Priemerný obsah dusíka v sušine rastlín je na úrovni 1,5 %, pričom jeho obsah varíruje v širokom intervale od 0,2 do 7,1 %. Mladé rastliny obsahujú viac dusíka ako staré. Koncentrácia dusíka v biomase počas vegetácie klesá v dôsledku tzv. zried'ovacieho efektu. Vo fáze technologickej zrelosti sa v generatívnych orgánoch zisťuje násobne vyšší obsah N ako vo vegetatívnych častiach. V živých rastlinách (metabolicky aktívnych), jeho obsah neklesá pod 0,5 % (Bogard et al. 2011).

Autotrofné rastliny prijímajú dusík prevažne v anorganickej forme ako ióny  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  alebo ako molekulu  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , pričom rastliny z čeľade bôbových sú schopné prostredníctvom symbiotických baktérií využívať i atmosférický  $\text{N}_2$  (premena  $\text{N}_2$

na  $\text{NH}_3$  mikroorganizmami a výmena  $\text{NH}_3$  za uhlík dodaný rastlinami). Malé množstvo dusíka vstupuje do rastliny vo forme aminokyselín (Kováčik 2014; Pilbeam 2015).

Barker & Pilbeam (2015) uvádzajú, že v pokusoch s aplikáciou buď  $\text{NO}_3^-$  alebo  $\text{NH}_4^+$  ako jediného zdroja dusíka. Zistili, že mnoho rastlín má tendenciu rásť lepšie pri aplikácii len  $\text{NO}_3^-$ . Výnimkou sú rastliny rastúce v kyslejších pôdach, ktoré obsahujú vyššie koncentrácie  $\text{NH}_4^+$ , tam príjem amónnej formy prevažuje. Tým, že kyslejšie pôdy nie sú až tak frekventované v poľnohospodárstve, by sa mohlo zdať, že ión  $\text{NO}_3^-$  je hlavným zdrojom dusíka pre väčšinu poľnohospodárskych plodín.

**Obrázok 11: Schéma premien dusíka v rastline (Kováčik 2013)**



#### 2.2.4.1 Príjem a využitie nitrátovej formy dusíka

Kyslé prostredie podporuje príjem  $\text{NO}_3^-$ , maximálna absorpcia aniónu je pri pH okolo 4. Pri pH okolo 6,8 je vyrovnaný príjem medzi dusičnanovou a amónnou formou dusíka. Aerácia neovplyvňuje príjem dusičnanovej formy, pričom zníženie teploty pôdy znižuje príjem aniónov. Pri teplote 0 °C je príjem dusičnanov takmer nulový. Príjem  $\text{NO}_3^-$  sa realizuje aktívnym príjmom pomocou koreňov, t. j. spotrebováva sa energia (Taylor & Bloom 1998; Matt et al. 2001).

V rastlinách sú transportné proteíny, ktoré pôsobia ako prenášači  $\text{NO}_3^-$  iónov do medzibunkových priestorov. V rámci jedného druhu existujú rôzne formy týchto prenášačov, v závislosti na tom či sú v plazmaléme alebo v tonoplastoch koreňov a taktiež na vývojovom štádiu rastliny. Prenášači sú rozdelený do troch skupín NRT1, NRT2 a NRT3 (Miller et al. 2007; Laugier et al. 2012).

Rastlinou prijatý dusičnanový dusík sa v rastline buď redukuje (premení) na amónny dusík (vyžaduje si to energiu) a následne sa využije na syntézu aminokyselín alebo je uložený do zásobných orgánov. Pri redukcii sú dôležité dva enzýmy, nitrátoreduktáza a nitritoreduktáza. K syntéze nitrátoreduktázy dochádza len vtedy ak je v cytoplazme prítomný nitrát (Barker & Bryson 2007).

Účinok nitrát- a nitritreduktázy vyjadrený súhrne v reakciách:



Premena dusičnanového dusíka na amoniak je v základných rysoch dvojstupňový proces. V prvom stupni sa za účasti enzýmu nitrátreduktáza menia dusičnany na dusitany. V druhom stupni sa za účasti enzýmového komplexu nitritreduktázy dusitany menia na amoniak. Nitrátreduktáza je adaptačným enýmom – pracuje iba vtedy, ak sú prítomné dusičnany a dostatok svetla (Kováčik 2014). Aktivitu nitrát- a nitritreduktázového systému ovplyvňuje v hlavnej miere svetlo. Ak je nedostatok svetla uvedené enzýmy takmer neppracujú a dochádza ku kumulácii dusičnanov v rastlinách. Aktivita nitrátreduktázy sa znižuje i v dôsledku nedostatku horčíka v pôde a v rastline a po aplikácii  $\text{KNO}_3$ . Výraznou prednosťou nitrátovej formy dusíka je jej pohyblivosť, neviaže sa na pôdny sorpčný komplex a dostáva sa rýchlo ku koreňom (Bloom et al. 1992).

#### 2.2.4.2 Príjem a využitie amónnej formy dusíka

Neutrálne prostredie podporuje príjem  $\text{NH}_4^+$  a maximálna kapacita amónneho katiónu je pri pH okolo 7, aerácia zvyšuje jeho príjem. Príjem amónneho katiónu prebieha ako aktívnym spôsobom tak i pasívnym spôsobom. Pasívny spôsob nevyžaduje energiu (difúzny príjem). Ióny sa pohybujú z vyššej koncentrácie hladiny do tej nižšej (Pavlíková et al. 2008; Koegel et al. 2013).

Marschner (2011) uvádza, že doposiaľ nie je jasné či rastlina prijíma dusík ako  $\text{NH}_4^+$  katión alebo ako neutrálnu molekulu  $\text{NH}_3$ . Predpokladá sa, že  $\text{NH}_3$  je prijímaný prednostne pri vyššom pH, t. j. v neutrálnom až zásaditom prostredí. Amónny dusík napriek tomu, že je katión pôsobí inhibične na príjem dusičnanového dusíka. Autosynergizmus (dusík – dusík) nefunguje.

Amónny dusík sa pred zabudovaním do organických zlúčenín nemusí energeticky náročne transformovať. Samotný  $\text{NH}_3$  a čiastočne i  $\text{NH}_4^+$  sú pre rastlinu toxické. Z toho dôvodu, na rozdiel od  $\text{NO}_3^-$ , ich rastlina neukladá, nekumuluje, pretože by ju poškodili, ale naopak veľmi rýchlo ich musí detoxikovať, t. j. vytvoriť organické zlúčeniny napr. aminokyseliny.  $\text{NH}_3$  môže byť pre rastlinu toxický už pri nízkych koncentráciách v pôde. Miera toxicity je závislá i od pH živného prostredia. Zásadité pH živného roztoku

toxicitu  $\text{NH}_4^+$  zvyšuje a korene môžu byť poškodené i pri relatívne nízkych koncentráciách (Blevins 1989).

Kováčik (2014) uvádza, že zvýšené množstvo amónneho dusíka v pôde spôsobuje zníženie hmotnosti fytomasy rastlín, zvyšuje obsah celkového dusíka a fosforu v rastlinách, znižuje príjem ostatných katiónov a znižuje obsah organických kyselín. Z doposiaľ uvedeného je zrejmé, že z energetického hľadiska je náročnejšie prijať dusičnanový dusík ako amónny dusík.

#### 2.2.4.3 Asimilácia močoviny

Molekula močoviny môže byť rastlinou prijímaná vo forme celých molekúl, pri foliárnej výžive, alebo rozkladom v pôde enzýmom ureáza. Príjem celých molekúl močoviny cez korene rastlín je veľmi obmedzený, pretože dochádza k rýchlemu enzymatickému rozkladu v pôde (Fecenko & Ložek 2000). V pôdnych podmienkach je močovina hydrolyzovaná extracelulárnym enzýmom ureáza na uhličitan amónny a vzniknutý amónny ión môže byť ďalej nitrifikovaný pomocou mikroorganizmov na  $\text{NO}_3^-$  (Watson 2005).



Močovinu prijímanú koreňmi, môže rastlina následne vo svojich pletivách pomocou enzýmu ureázy premeniť na amoniak. Schopnosť rozložiť močovinu nemajú všetky rastliny, a tie ktoré túto schopnosť majú, ju strácajú s vyššou vývojovou fázou. Asimiláciu močoviny môžeme označiť aj ako aktívny metabolický proces, ktorý je zdrojom dusíka a uhlíka. Hnojenie močovinou sa môže prejavovať rastovou depresiou a spôsobovať „fytotoxicitu močoviny“.

Spôsobuje ju vysoký obsah biuretu, ktorý vzniká ako medziprodukt premeny močoviny v pôde alebo v rastlinách. Obsah biuretu je nutné vedieť predovšetkým v hnojive, pretože typickým prejavom jeho toxicity je medzi rebrové žltnutie a zasychanie listov od špičiek, a taktiež deformácie. Biuret je totiž veľmi toxický pre Krebsov cyklus, kde blokuje fixáciu amoniaku a brzdí syntézu bielkovín v listoch (Kováčik 2014).

## 2.3 Výživa a hnojenie repky ozimnej dusíkom

Repka ozimná patrí medzi najnáročnejšie plodiny s ohľadom na potrebu živín. Je to dané jednak vyššou produkciou nadzemnej biomasy, ale taktiež špecifickým spôsobom odberu jednotlivých živín. Okrem makroelementov: N, P, K, Mg, Ca a S sú nevyhnutné pre optimálny rast rastlín aj stopové prvky: B, Cl, Mn, Fe, Zn, Cu, Mo, Se a ďalšie (Bishop & Manning 2013; Varényiová et al. 2015).

**Tab. 7: Odberový normatív živín na 1 t semien repky (Balík et al. 2007)**

kg/t						g/t				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mo	B
52-59	11-18	40-50	30-38	4-6	12-16	140-170	60 - 80	18 - 25	2 - 6	75 - 110

Mohutnosť koreňového systému repky má iba strednú reláciu k nadzemnej hmote, avšak výkonnosť príjmového aparátu mnohonásobne prevyšuje ostatné bežné plodiny. Napríklad v porovnaní s pšenicom je rovnaká povrchová jednotka koreňa viac než trikrát výkonnejšia. Vzhľadom k tomu, že sa navracia organická hmota opadom listov a ďalej zaoraním pozberových zvyškov, patrí repka k plodinám prispievajúcim ku kladnej bilancii organickej hmoty v pôde (Baranyk et al. 2007).

**Tab. 8: Návravnosť živín do pôdy pozberovými zvyškami vrátane opadu listov v priebehu vegetácie - vyjadrené v % návratnosti (Balík et al. 2007)**

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	B
30 - 45	20 - 45	75 - 88	83 - 88	45 - 55	70 - 78	50 - 70	40 - 60	80 - 85	75 - 85

### 2.3.1 Nároky repky na dusík

Nároky repky na dusík sú značne vysoké. Potreba dusíka je vyjadrovaná ako odberový normatív. Najčastejšie je uvádzaná potreba N medzi 50 – 60 kg N/t semien, avšak sú uvádzané i ďalšie hodnoty (Černý et al. 2013).

Kováčik (2014) uvádza, že repka potrebuje na 1 tonu semien 48 kg N. Hebinger et al. (2013) uvádza, že potreba dusíka na 1 tonu repky môže dosahovať 65 – 70 kg N. Mahler & Guy (2002) uvádzajú, že repka ozimná potrebuje až 80 kg N/ t výnosu semien.

Tieto rozdiely sú väčšinou spôsobené odlišnými postupmi stanovenia odberového normatívu – t. j. do akej miery je tam započítaná hodnota obsahu dusíku v jednotlivých

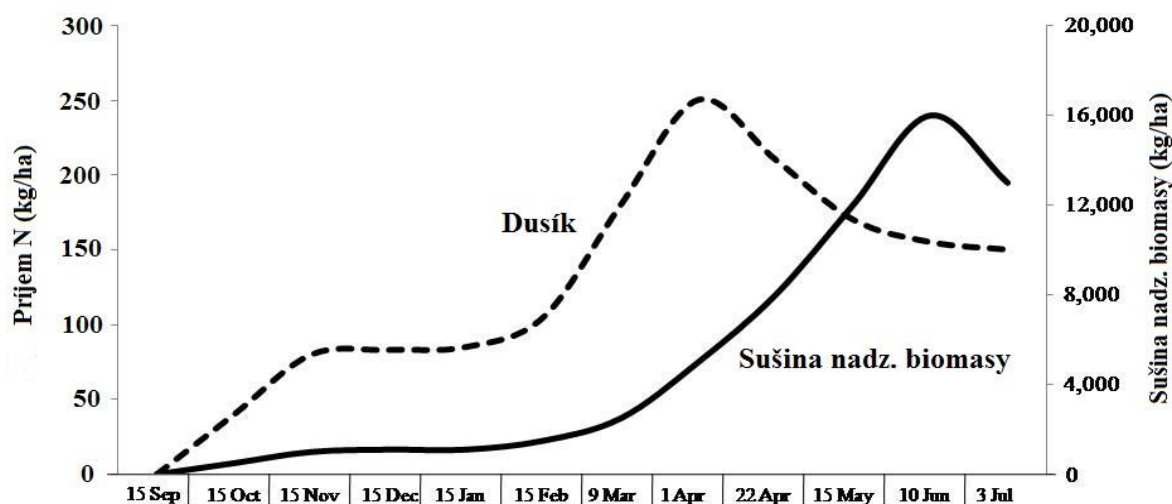
častiach rastlín behom vegetácie, prípadne v šesuliach na konci vegetácie. Pokiaľ je odberový normatív počítaný podľa obsahu dusíka v semenách a slame (bez šesúl'), potom je odberový normatív na úrovni 50 – 56 kg N/t, v prípade bilancie vrátane šesúl' je to cca 60 – 65 kg N/t semien (Černý et al. 2014).

### 2.3.2 Dynamika príjmu dusíka

Pre repku je charakteristický vysoký obsah dusíku v priebehu celej vegetácie. Repka ozimná prijme 25 – 30 % celkového dusíka už v jesennom období, čo predstavuje 40 – 80 kg N/ha (Černý et al. 2013). Engström (2010) uvádza, že repka do neskorej jesene odčerpá v nadzemnej biomase približne 47 – 75 kg N/ha. Brown et al. (2008) uvádzajú, že repka môže do nástupu zimy odčerpať až 90 kg N/ha.

Dusík prijatý v jesennom období je priemerne z 83 % využitý v nadzemnej biomase, zvyšok prechádza do koreňov. V hlavnom koreni je pred nástupom zimy akumulované približne 8 – 15 kg N/ha. Aj napriek tomu, že v poslednej dobe je kladený dôraz na rozvoj koreňov behom jesenného obdobia i zimy, je nevyhnutné si uvedomiť, že množstvo dusíka potrebného pre rast koreňov nie je veľké. Avšak v priaznivom období teplých zím môže odber dusíka presiahnuť 20 kg N/ha (Černý et al. 2013).

**Graf 8: Príjem dusíka a akumulácia sušiny počas celej vegetácie (Brown et al. 2008)**



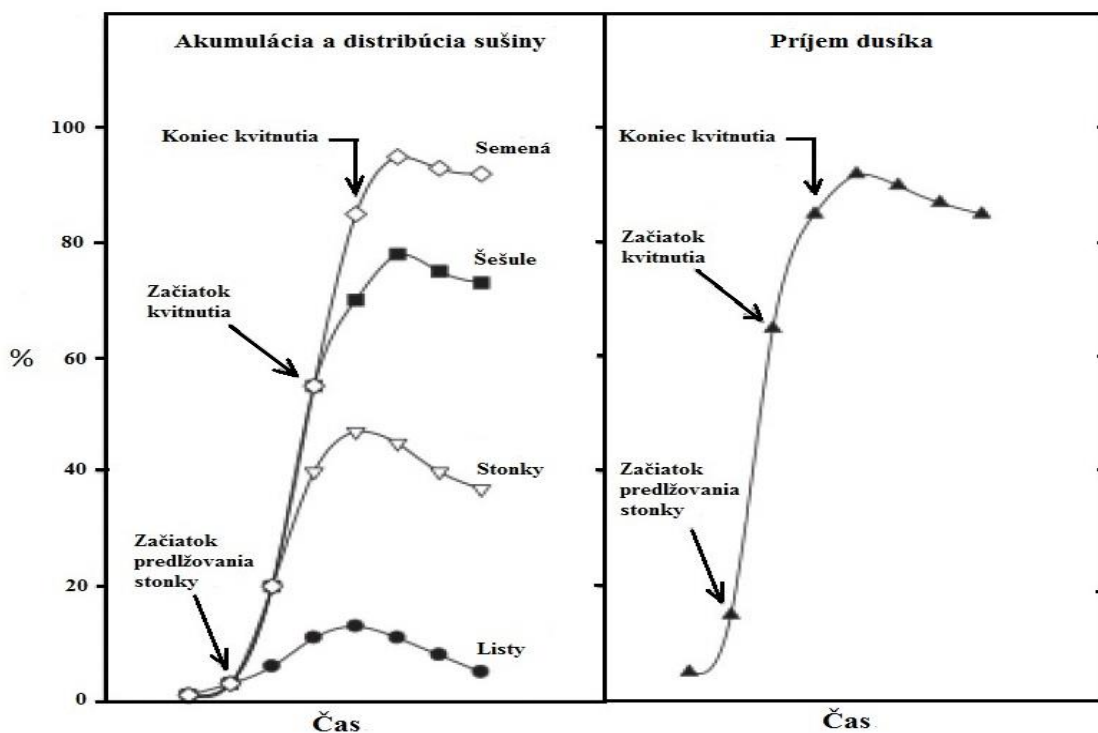
Na jar je v listoch akumulované 70 – 80 % z celkového množstva dusíka. Behom vegetácie je dusík reutilizovaný a transportovaný na rôzne miesta v rastline. Najvyššia intenzita príjmu dusíka je vo fáze predlžovania stonky až kvitnutia (BBCH 30 – 60). Na



začiatku predlžovania je do listov translokované len 66 % (z celkovo prijatého rastlinou) a zvyšok je predovšetkým akumulovaný v stonkách (Brown et al. 2008).

Na počiatku kvitnutia je v stonkách najviac dusíka – viac než 50 %. Do polovice kvitnutia je prijatá rozhodujúca časť dusíka. Na konci kvitnutia sú dôležitým zásobným orgánom šešule, kde je akumulované približne 30 – 40 % dusíka. Po odkvete sa dusík ukladá len do semien. V tomto období je príjem dusíka z pôdy menší, avšak často ešte ovplyvňuje tvorbu výnosu (Černý et al. 2013; Hebingner et al. 2013).

**Graf 9: Akumulácia sušiny a príjem dusíka – generatívna fáza (Hocking & Staper 2001)**



### 2.3.3 Hnojenie dusíkom

#### 2.3.3.1 Základné hnojenie

Na základné hnojenie pred sejbou repky sa aplikuje dusík v rozpätí 0 – 40 kg/ha v závislosti od obsahu  $N_{min}$  v pôde po zbere predplodiny. Horná hranica rozpätia sa volí pri veľmi malom obsahu  $N_{min}$  v pôde, t. j. pri obsahu 5 – 10 mg/kg pôdy. Ďalej pri oneskorení výsevu repky, pri zlej štruktúre pôdy, po zaoraní slamy, ak sa súčasne neaplikovala vyrovnávajúca dávka a v suchších klimatických podmienkach. Pri obsahu  $N_{min}$  nad 20 mg/kg pôdy sa dusík neaplikuje (Varga et al. 2011; Berry et al. 2014).

Brown et al. (2008) uvádzajú, že pri celkovej dávke dusíka približne 180 kg N/ha je približne 20 až 30 % (36 – 54 kg N) dávky dusíka pre repku aplikovaná pri základnom hnojení. Baranyk et al. (2010) tvrdia, že dôležitým kritériom pre určenie dávky dusíka je taktiež spôsob spracovania pôdy. Pri bežných poveternostných podmienkach sa po orbe v dôsledku intenzívnejšej mineralizácie organických látok v pôde sprístupní pre rastliny behom jesenného obdobia väčšinou o 20 – 40 kg N/ha viac než pri minimalizácii.

Kováčik (2014) uvádza, že najvhodnejšími hnojivami pre základné hnojenie dusíkom sú síran amónny (granulovaný), amofos, močovina, NPK, DASA, liadok amónny s vápencom ale i hnojivá s pomaly pôsobiacim dusíkom (s inhibítormi nitrifikácie) ako napr. Ensin a Alzon.

### 2.3.3.2 Hnojenie v priebehu jesennej vegetácie

Rada autorov uvádza rozdielne výsledky s jesenným hnojením v priebehu vegetácie. Negatívne výsledky sú väčšinou uvádzané v staršej literatúre.

Wright et al. (1988) uvádzajú, že aplikácia dusíkatých hnojív v priebehu jesennej vegetácie malo buď žiaden alebo veľmi malý výsledný efekt na výnos semien repky. Gunstone et al. (2004) publikovali, že jesenné hnojenie spôsobuje nadmerné prerastanie nadzemnej biomasy a len zriedkavo navýšenie výnosu. Taktiež zvyšuje riziko vyplavenia dusíka. Boyles et al. (2006) tvrdia, že jesenné hnojenie môže podporiť repku pred zimou, a tým zaistiť jej lepšie prezimovanie. Vaněk et al. (2007) uvádza, že slabé porasty je možné prihnojiť koncom septembra až začiatkom októbra v dávke 20 – 30 kg N/ha, a to v prípade, ak nebolo hnojené dusíkom pred sejbou. Je možné použiť LAV, LV, DA, DAM 390, DASA, SAM.

Bečka et al. (2013) uvádzajú, že dusík aplikovaný pred sejbou alebo v septembri repke rozhodne nestačí. Nehľadiac na to, že ho z veľkej časti spotrebujú mikroorganizmy na rozklad slamy. Pokiaľ sa repka pestuje intenzívne je nevyhnutné do pestovateľskej technológie zaradiť neskoré hnojenie dusíkom na jeseň – polovica až koniec októbra.

Z viacročných pokusov a praxe vyplýva, že dusík z jesennej aplikácie sa nestratí (pokiaľ je aplikovaný podľa skutočnej potreby porastov a pôdy) a je možné s ním plne počítať v celkovej dávke. Pozitívne ovplyvňuje aj odolnosť rastlín – dusík z jesennej aplikácie rastliny nepoškodí, naopak, ak sú rastliny deficitné majú menšiu odolnosť pri prezimovaní a na jar horší štart vegetácie (Mráz 2013).

Béřeš et al. (2014) publikovali, že neskoré hnojenie repky na jeseň (koniec októbra až začiatok novembra) má v posledných teplých zimách stále väčšie uplatnenie. Vplyvom nižších teplôt na konci jesene už nehrozí veľké riziko prerastania listov. Dusík aplikovaný v októbri využijú predovšetkým korene, ktoré je potreba najviac podporiť. O tom, že toto hnojenie má význam svedčí aj dlhé obdobie jesenno-zimnej vegetácie v sezónach 2011/12, 2012/13 a hlavne 2013/14. V novembri je často vidieť fialové a inak sfarbené porasty repiek, ktoré trpeli deficitom predovšetkým dusíka ale i draslíka a iných živín. Jednalo sa väčšinou o porasty, ktoré neboli na jeseň hnojené.

V prípade nevhodných pôdno-klimatických podmienok v jesennom období (október) napr. nedostatok zrážok, ktoré limitujú príjem živín z pôdy koreňovou sústavou je vhodné po vytvorení dostatočnej listovej plochy aplikovať živiny foliárne. Na trhu je široká škála hnojív určených na listovú výživu repky (kvapalných, špeciálnych, vodorozpustných a gélových), prednostne by sa mali využiť hnojivá s komplexným zastúpením nie len makro ale aj mikroelementov (Varga et al. 2011).

#### 2.3.3.3 Jarné hnojenie

Každoročným prvým vstupom do porastu je hnojenie dusíkom. Zásadou je s ohľadom k poveternostným podmienkam vstúpiť do porastu čo najskôr. Bohužiaľ často narážame na legislatívne obmedzenia, ktoré absolútne nereflektujú s aktuálnym priebehom poveternostných podmienok zimy. Hlavným hodnotiacim kritériom naďalej zostáva klimatický región, ktorý presne stanovuje termín začiatku hnojenia dusíkom. Už vôbec nie je priama väzba na aktuálny stav a hustotu porastu. Iné prekorenenie a príjem živín má repka v 3, a iné v 6 listoch. Naše výsledky ukazujú, že i pri skorom hnojení a eventuálnom návrate zimy sú na bežných pôdach straty dusíka vyplavením minimálne. Mohutný koreňový systém repky a jeho aktivita už pri 2 °C neumožní vyplavenie dusíka z pôdy (Bečka et al. 2016).

Dusíkom prihnojíme na jar regeneračnou dávkou cca 50 – 70 % z dávky celkovej, zvyšnú časť aplikujeme za tri týždne po aplikácii regeneračnej dávky. Podľa rady autorov (Vostal 2003; Barlóg & Grzebisz 2004; Rathke et al. 2005; Kováčik 2015) je rozhodujúce dusíkaté hnojenie na jar podľa týchto delených dávok:

- 1. jarná dávka – táto prvá dávka sa často z dôvodu rizika návratu zimy delí na 1a a 1b dávku. Cieľom 1a dávky je regenerácia koreňového systému. V období tvorby nových bielych koreňových vláskov sa repke zvyčajne dodá 30 – 40 kg N/ha vo forme LV

a LAV. Cieľom 1b dávky je regenerácia srdiečka. Vykonáva sa zvyčajne 14 dní po predchádzajúcom hnojení. Aplikčné dávky sú na úrovni 30 – 50 kg N/ha. Na hnojenie je možné použiť LAV, DASA, DAM 390, SAM 240. Nemala by sa ale prekročiť dávka 70 kg N/ha. Celková regeneračná dávka 1a + 1b by mala byť na úrovni 75 až 100 kg N/ha.

- 2. dávka – označuje sa aj ako produkčné hnojenie. Vykonáva sa vo fáze intenzívneho rastu repky, v období predlžovania stoniek, t. j. približne 24 až 30 dní po 1a hnojení, resp. cca 14 až 21 dní po 1b hnojení (prelom marec – apríl, niekedy do 10. apríla). Cieľom tohto hnojenia je podpora tvorby nadzemnej biomasy a následne väčšej produkcie semena. Dávka hnojenia je väčšinou v intervale 50 – 80 kg N/ha.
- 3. dávka – hnojenie na rekordné úrody sa realizuje vo fáze žltého púčika (butonizácie) a označuje sa aj ako neskoré prihnojenie. Racionálna dávka na úrovni 20 – 30 kg N/ha pozitívne ovplyvňuje funkčnosť a trvanlivosť listového aparátu a počet šesúľ. Vyššie dávky dusíka (40 – 50 kg N/ha) vytvárajú riziko zvýšeného počtu zelených semien.

#### **2.3.4 Využitie hnojív s inhibítormi**

Inhibítory mikrobiologických procesov sa najčastejšie spájajú s močovinou. Je to vďaka jej vysokému obsahu dusíka (46 %) a pomerne nízkym výrobným nákladom. Samotná močovina pokiaľ nie je zapravená mechanicky či dažďom do pôdy, podlieha vysokým stratám dusíka volatilizáciou. Typické straty sú v rozsahu 5 – 20 %, v extrémnych podmienkach až 50 % (Trenkel 1997).

Močovina sa totiž na povrchu pôdy hydrolyticky rozkladá na uhličitan amónny, ktorý sa ďalej mení na oxid uhličitý a amoniak. Vzhľadom k tomu, že pri hydrolyze močoviny pH v jej okolí rastie, podiel dusíka vo forme amónneho iónu sa mení na amoniak (Píšanová & Růžek 2006).

Harrison & Webb (2001) uvádzajú, že k vysokým stratám N dochádza v podmienkach vysokého pH pôdy v kombinácii s optimálnou teplotou pre priebeh denitrifikácie, vlhkosti pôdy a za veterného počasia. Z týchto dôvodov majú dusíkaté hnojivá s inhibítormi nitrifikácie či ureázy vysoký predpoklad pre uplatnenie vo výžive rastlín. Ich cieľom je zvýšenie efektívnosti hnojenia dusíkom (t. j. zníženie počtu aplikácií, flexibilita termínu dávkovania) a zároveň zlepšenie ekologického hľadiska obmedzením znečisťovania podzemných vôd a ovzdušia (Šimka et al. 2010).

#### 2.3.4.1 Inhibítory nitrifikácie

Inhibítory nitrifikácie stabilizujú amónny dusík v pôde a spomaľujú jeho premenu na dusík nitrátový, čím obmedzujú straty dusíka vyplavovaním nitrátov a denitrifikáciou. Na rozdiel od inhibítorov ureázy je u týchto inhibítorov žiaduce, aby sa pohybovali v pôde spoločne s dusíkom, ktorého premenu ovplyvňujú. Používanie hnojív s inhibítormi nitrifikácie je vhodnejšie v oblastiach s vyššími zrážkami a pre plodiny, kde aplikujeme vysoké jednorazové dávky dusíka (Hřivna & Vlažný 2016).

Hlavné inhibítory nitrifikácie, ktoré vzišli z výskumu na komerčnej báze sú: Nitrapyrin – obchodný názov N-Serve, dicyandiamid (DCD) – obchodný názov Alzon, Didin a Ensan (Zerulla et al. 2000). V poslednej dobe je najpoužívanejším inhibítorom nitrifikácie v USA Nitrapyrin, v Európe DCD, zlúčeniny DCD a novší inhibítor DMPP.

Prvý inhibítor nitrifikácie, ktorý bol schválený americkou agentúrou ochrany životného prostredia bol nitrapyrin ([2-chloro-6-(trichloromethyl)-pyridine]), ktorý je vyrábaný firmou Dow Chemical Company a predávaný ako N-Serve®. Tento inhibítor môže byť používaný s niektorými amónnymi hnojivami vrátane bezvodého čpavku, s močovinou, roztokom dusičnanu amónneho s močovinou (DAM), dusičnanom amónnym, síranom amónnym a so statkovými hnojivami (Frye 2005). Ďalším inhibítorom nitrifikácie je DCD (dicyandiamid), ktorý je vyrábaný v Nemecku, Japonsku a Nórsku. Obsahuje približne 65 % dusíka. Menej kvalitná forma je vyrábaná v Číne. Tento produkt je vo forme bielych alebo farebných kryštálov z cyanamidu vápenatého, vody a CO<sub>2</sub> a je rozpustný vo vode (ODDA 1995).

Firma BASF v Nemecku vyvinula nový patentovaný inhibítor nitrifikácie 3,4-dimethylpyrazole-phosphate (DMPP), predávaný ako zložka hnojiva ENTEC 26. Je možné ho ľahko zakomponovať do granulovaných hnojív a nepredstavuje žiadnu hrozbu pre životné prostredie (Subbarao et al. 2006).

V Českej republike je používané hnojivo s inhibítorom nitrifikácie pod názvom ALZON® 46 (46 % amidického N). Ide vlastne o klasickú močovinu obsahujúcu inhibítor DCD. Toto hnojivo preukázateľne znižuje straty spôsobené ukladaním nitrátov v hlbších vrstvách pôdy a uvoľňovaním plynných emisií, ako je napr. rajský plyn (N<sub>2</sub>O).

Ďalším hnojivom ponúkaným v ČR a na Slovensku, ktoré obsahuje inhibítor nitrifikácie (zmes dicyandiamidu a 1H-1,2,4 triazolu), je ENSIN®. Je to moderné hnojivo, ktoré splňuje najvyššie nároky na kvalitu a súčasnú intenzívnu výživu rastlín dusíkom a sírou (Agrofert Holding a.s. 2013).

#### 2.3.4.2 Inhibítory ureázy

Rastlinné i živočíšne bunky produkujú ureázu. Jej množstvo v pôde určuje predovšetkým množstvo mikroorganizmov. Zaujímavosťou je, že po odumretí mikroorganizmov a uvoľnení obsahu ich buniek do pôdneho prostredia zostáva tento enzým ešte po určitý čas aktívny. Táto voľná ureáza má rozhodujúci vplyv na premenu močoviny v pôde (Mráz 2007).

Ureáza je špecifický enzým pôsobiaci iba na močovinu. Spôsobuje jej hydrolýzu a inhibítory ureázy tento proces spomaľujú. Tým ureáza necháva povrchovo aplikovanej močovine viac času po zrážkach na preniknutie hlbšie do pôdy. Koncentrácia amónneho dusíka na povrchu pôdy nedosahuje tak vysokých hodnôt. Nevýhodou týchto inhibítorov je kratšia doba pôsobenia (do dvoch týždňov). Používanie močoviny s inhibítormi ureázy je potrebné v oblastiach s neskoršími jarnými prísuškami a v pôdoochranných systémoch spracovania pôdy s pozberovými zvyškami na povrchu (Hřivna & Vlažný 2016).

Prvým významným inhibítorom ureázy je phenyl phosphorodiamidate (PPDA). Bol patentovaný v roku 1976 ako pôdny inhibítor ureázy pre redukciu strát N volatilizáciou a má podobnú štruktúru ako močovina. Táto analogická štruktúra močoviny inhibuje ureázu konkurenciou rovnakého aktívneho miesta na enzýme, podobne ako NBPT. Tento inhibítor je však málo stabilný v pôdnom systéme a jeho degradácia spôsobuje stratu inhibičných vlastností (Kiss & Simihaian 2002).

V Českej republike bolo zaregistrované hnojivo na báze NBPT pod obchodným názvom UREAstabil. Toto hnojivo bolo dodané na trh v roku 2006 spoločnosťou Agra group a.s. Střelské Hoštice a bolo vyvinuté v spolupráci s Výskumným ústavom rastlinnej výroby, v.v.i. a Vysokou školou chemicko-technologickou.

Jedná sa o nové koncentrované minerálne dusíkaté hnojivo na báze močoviny s inhibítorom ureázy NBPT, ktorý inhibuje rozklad močoviny a obmedzuje jej straty po aplikácii. Hnojivo vhodné pri aplikácii priamo k osivu a sadbe pri založení porastov, v pôdoochranných systémoch, pri aplikácii jednorázovo vyšších dávok dusíka a pri hnojení ozimín na začiatku jarnej vegetácie v suchých oblastiach (Růžek et al. 2008).

Taktiež bol v ČR zaregistrovaný a uvedený prípravok pod obchodným názvom StabilureN® ako pomocná látka tvorená inhibítorom ureázy NBPT. StabilureN obsahuje min. 20 % NBPT a je používaný k rovnomernému nanieseniu na povrch granulí alebo ako prídavok ku kvapalným hnojivám (roztoky močoviny, DAM, SAM a pod.).

### **3. Cieľ dizertačnej práce**

- Overiť vhodnosť použitých stupňovaných dávok hnojiva UREAstabil a vhodného druhu dusíkatého hnojiva k neskorému hnojeniu repky ozimnej na jeseň.
- Zhodnotiť vplyv jednotlivých dávok hnojiva UREAstabil a rôznych druhov hnojív na rast nadzemnej biomasy a koreňov repky ozimnej.
- Porovnať reakciu repky ozimnej na neskoré hnojenie dusíkom na jeseň pri použití dvoch rozdielnych hustôt porastu.
- Výnosovo a ekonomicky vyhodnotiť najefektívnejšiu dávku hnojiva UREAstabil a druh dusíkatého hnojiva k neskorému hnojeniu repky ozimnej na jeseň.
- Zachytiť dynamiku rastu nadzemnej biomasy a koreňov repky ozimnej počas jesene, zimného a jarného obdobia.

### **4. Hypotézy**

- Neskoré hnojenie dusíkom na jeseň pozitívne ovplyvňuje vzájomnú koreláciu nadzemnej a podzemnej biomasy a zvyšuje výnos semien repky ozimnej.
- Ekonomicky najefektívnejšie je neskoré hnojenie na jeseň s využitím hnojív so stabilizovanou formou dusíka v dávke 40 kg N/ha.
- Husté porasty repky ozimnej reagujú menej na neskoré hnojenie dusíkom na jeseň a dosahujú nižší výnos.

## 5. Metodika pokusov

### 5.1 Charakteristika pokusnej lokality

Presné maloparcelkové pokusy s neskorým hnojením repky ozimnej na jeseň sme v rokoch 2013/14 – 2015/16 založili na pozemkoch kde hospodári Školský poľnohospodársky podnik v Lánoch v katastri obce Červený Újezd. Pokusy boli začlenené do pokusného bloku s ozimnou repkou na Výskumnej stanici FAPPZ Českej zemédělskej univerzity v Červenom Újezde.

Výskumná stanica sa nachádza na rozhraní okresov Kladno a Praha – západ, cca 25 km od Prahy. Zemepisné údaje stanice sú: 50° 04' zemepisnej šírky a 14° 10' zemepisnej dĺžky, stanica leží v nadmorskej výške 398 m. n. m., prevažujúcim pôdnym typom je hnedozem – stredne ťažká, hlinitá. Pôdne charakteristiky pokusnej lokality sú uvedené v tab. 9. Pokusné stanovište patrí do oblasti mierne teplej, priemerná ročná teplota vzduchu je 6,9 °C. Poľnohospodárska výrobná oblasť je repárska. Priemerný ročný úhrn zrážok je 549 mm a dĺžka vegetačného obdobia je v priemere 150 – 160 dní.

**Tab. 9: Vybrané pôdne charakteristiky pokusnej lokality - Červený Újezd**

Rok	pH (CaCl <sub>2</sub> )	C <sub>ox</sub>	P	K	Mg	Ca
		(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
2013/14	7,1	1,7	67	138	92	2400
2014/15	6,5	2,0	76	182	123	2030
2015/16	6,8	2,0	66	172	114	2310

### 5.2 Charakteristika použitej odrody a agrotechnika

Maloparcelkové pokusy boli opakovane založené na hybridnej odrode repky ozimnej DK Exstorm. Jedná sa o stredne ranný hybrid repky ozimnej, ktorý bol v Českej republike zaregistrovaný v roku 2013. V Európe bol jednou z najpestovanejších odrôd repky. Vyznačuje sa vysokou plasticitou pestovania (špičkové výnosy aj na menej úrodných stanovištiach a dokonca aj pri úrovni základnej agrotechniky) odolnosťou suchu a má vynikajúci zdravotný stav. Táto odroda má zvýšenú odolnosť voči predčasnému pukaniu šešúl a je nositeľom génu odolnosti voči fómovej hnilobe (RLM7).

Veľkosť jednej maloparcelky je 15 m<sup>2</sup>, pri zbere sa potom upraví na 11,875 m<sup>2</sup>. Predplodinou pre repku ozimnú bola každoročne pšenica ozimná. Opakovane bola



uskutočnená „čerstvá“ orba do hĺbky 22 cm a následne upravená hrubá brázda kompaktorom. Pred výsevom sa neaplikovali žiadne hnojivá k základnému hnojeniu. Výsev semien bol u všetkých variant okrem varianty s rôznymi hustotami porastu (40 a 80 semien/m<sup>2</sup>) jednotne stanovený na 50 semien/m<sup>2</sup> s šírkou riadkov 12,5 cm. Po zasiatí štandardne PRE herbicíd a po vzídení výdrolu pšenice aplikovaný graminicíd spolu s insekticídmi. Následne podľa potreby aplikovaný rodenticíd – lokálne do dier.

Neskoré hnojenie repky na jeseň prebehlo u všetkých variant v jeden deň, podľa poveternostných podmienok. Jednotlivé dávky a druhy hnojív popisuje kapitola – prehľad pokusných variant. Jarné hnojenie sa aplikovalo jednotne u všetkých variant v celkovej dávke 180 kg N/ha. Dávky sa delili takto: 1a dávka – 40 kg N/ha v LAV; 1b dávka – 50 kg N/ha v LAV; 2. dávka – 60 kg N/ha v LAV; 3. dávka – 30 kg N/ha v LAV.

**Tab. 10: Termíny sejby, jesenného prihnojenia, zberu a priemerný počet rastlín na m<sup>2</sup>**

Rok	Termín sejby	Termín jesenného prihnojenia	Počet rastlín na m <sup>2</sup>	Termín zberu
2013/14	22 August	26 Október	43,2	23 Júl
2014/15	21 August	29 Október	41,8	24 Júl
2015/16	22 August	27 Október	38,5	26 Júl

**Tab. 11: Prehľad agrotechnických zásahov**

Termín	Špecifikácia operácie
4.-17. august	zber predplodiny - podrvená slama
19.-21. august	čerstvá orba do hĺbky 22 cm
20.-22. august	predsejbová príprava kompaktorom
21.-22. august	sejba do hĺbky 1,5-2 cm, šírka riadkov 12,5 cm
21.-22. august	valcovanie (cambridge válce)
22.-24. august	herbicíd Colzamid (1 l/ha) + Butisan 400 (1 l/ha) + Command 36 CS (0,2 l/ha)
27.-28. august	moluskocíd Vanish Slug Pellets
3.-4. september	rodenticíd Stutox lokálne do dier
5.-17. september	graminicíd Gallant super (0,5 l/ha) + insekticíd Nurelle D (0,6 l/ha)
september - marec	opakovaná aplikácia podľa potreby
26.-29. október	Jesenné prihnojenie - použité rôzne hnojivá a dávky podľa metodiky
13.-19. február	1a dávka dusíka (40 kg N/ha) v LAV
1.-11. marec	1b dávka dusíka (50 kg N/ha) v LAV
21.-31. marec	2. dávka dusíka (60 kg N/ha) v LAV
4.-13. apríl	insekticíd Nurelle D (0,6 l/ha)
10.-13. apríl	3. dávka dusíka (30 kg N/ha) v LAV
13.-27. apríl	insekticíd Proteus 110 OD (0,7 l/ha)
10.-19. júl	Desikácia prípravkom Reglone (4 l/ha)
23.-26. júl	zber (maloparcelkový kombajn Wintersteiger)

## 5.3 Prehľad pokusov

### 5.3.1 Stupňované dávky hnojiva UREAstabil

Na pokusnej stanici sme založili štyri varianty stupňovaných dávok hnojiva UREAstabil. Jedná sa o dávky 0 – (kontrola), 40, 80 a 120 kg N/ha. Tieto dávky sme aplikovali na konci októbra podľa aktuálnych poveternostných podmienok. Sledovanie reakcie repky ozimnej na aplikáciu jednotlivých dávok hnojiva UREAstabil prebehlo formou pravidelných odberov rastlín a následného rozboru (bližšie v kapitole – sledované znaky). Do kryptovegetácie (hlbšie zamrznutie pôdy alebo snehová pokrývka) prebehol jeden odber v decembri. Druhý odber pred druhým jarným hnojením – po obnovení zelenej ružice, bližšie termíny uvedené v tab. 12.

**Tab. 12: Termíny odberov a rastové fázy rastlín – dávky hnojiva UREAstabil**

Poradie odberu	Odber rastlín 1	Odber rastlín 2
Rastová fáza	BBCH 16-18	BBCH 18-23
2013/14	16 December	19 Marec
2014/15	17 December	10 Marec
2015/16	14 December	22 Marec

### 5.3.2 Druhy minerálnych hnojív

Tento pokus je zameraný na sledovanie reakcie repky ozimnej na aplikáciu rôznych druhov minerálnych hnojív na jeseň. Aplikovaných a hodnotených bude šesť druhov hnojív v dávke 40 kg N/ha: Ensin, Sulfammo 23, DAM, Močovina a LAV. V rámci porovnávania jednotlivých variant k tomuto pokusu patrí aj hnojivo UREAstabil. Tieto hnojivá sme aplikovali v jednotnom termíne – na konci októbra. Do kryptovegetácie prebehol jeden odber rastlín v decembri. Druhý odber pred druhým jarným hnojením (marec) – po obnovení zelenej ružice.

**Tab. 13: Termíny odberov a rastové fázy rastlín – druhy hnojív**

Poradie odberu	Odber rastlín 1	Odber rastlín 2
Rastová fáza	BBCH 16-18	BBCH 18-23
2013/14	9 December	19 Marec
2014/15	17 December	5 Marec
2015/16	14 December	22 Marec

### 5.3.3 Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva

Založené boli štyri varianty: výsev 40 a 80 semien/m<sup>2</sup> pri dávke 0 a 40 kg N/ha na jeseň. Na tejto variante bola sledovaná reakcia rozdielných hustôt porastu repky na neskoré hnojenie dusíkom na jeseň. Hodnotiacim parametrom bolo: čo ma väčší vplyv na konečný výnos semien. Hustota porastu repky ozimnej, hnojenie dusíkom na jeseň alebo kombinácia oboch faktorov. Hnojenie prebehlo rovnako na konci októbra.

Hodnotenie opäť formou pravidelných odberov. Prvý odber v novembri a druhý odber po obnovení jari v marci resp. pred druhým jarným hnojením, bližšie termíny uvedené v tab.14.

**Tab. 14: Termíny odberov a rastové fázy rastlín – hustota porastu s rôznymi dávkami N**

Poradie odberu	Odber rastlín 1	Odber rastlín 2
Rastová fáza	BBCH 16-18	BBCH 18-23
2013/14	19 November	13 Marec
2014/15	27 November	13 Marec
2015/16	26 November	22 marec

### 5.3.4 Dynamika rastu

Sledovanie dynamiky rastu repky ozimnej bolo realizované opäť formou pravidelných odberov rastlín v intervale každých 10-11 dní. Začiatok odberov: prelom septembra a októbra (resp. fáza od 4 listu repky ozimnej) až do kryptovegetácie a následne podľa vývoja poveternostných podmienok. V prípade rozmrznutia pôdy v januári odber pokračoval ďalej až do opätovného zamrznutia. Po otvorení jari opäť v intervale 10-11 dní do konca apríla, následne potom v intervale jeden mesiac až do zberu. Zachytením dynamiky rastu repky ozimnej chceme presnejšie stanoviť či repka počas zimy rastie alebo stagnuje, a taktiež bližšie popísať rast a vývoj rastliny až do samotného zberu. Táto varianta bude bez neskorého hnojenia dusíkom na jeseň.

## 5.4 Sledované znaky

Z každej varianty a opakovania bolo odobraných 10 rastlín. Jedna varianta má tri opakovania – A, B, C. U všetkých variant je sledovaný rast nadzemnej biomasy a koreňov (počet listov, dĺžka najdlhšieho listu, hrúbka koreňového krčku a dĺžka koreňa) formou pravidelných odberov.

Po príprave rastlinného materiálu vložené do sušiarne a následné sušené pri teplote 105 °C po dobu ôsmich hodín. Po usušení stanovená celková hmotnosť sušiny. Vo variante stupňované dávky hnojiva UREAstabil a druhy minerálnych hnojív bola na jeseň dvakrát (jeden odber pred aplikáciou hnojív a druhý odber 1-1,5 mesiaca po hnojení) a na jar tretí odber na stanovenie celkového obsahu  $N_{min}$  v pôde.

Odber vzoriek do hĺbky 30 cm pomocou vpichov pôdnej sondy. Z každej parcely bolo odobraných 5 podvzoriek. Po odobratí boli podvzorky dôkladne zamiešané do jednej sumárnej vzorky a hneď odoslané na rozbor minerálneho dusíka do akreditovaného laboratória - Postoloprty. Z každej vzorky bolo odobraných 20 g čerstvej pôdy, ktorá bola extrahovaná v roztoku 1 mol/l KCl v pomere 1:5 po dobu 45 minút. Pôdny extrakt bol filtrovaný a analyzovaný pomocou štandardnej kolorimetrickej metódy s využitím prístroja AutoAnalyzer 3.

**Tab. 15: Termíny odberov – pôdne vzorky na stanovenie dusíka ( $N_{min}$ )**

Poradie	Odber pôdy 1	Odber pôdy 2	Odber pôdy 3
2013/14	21 Október	25 November	21 Január
2014/15	16 Október	15 December	10 Február
2015/16	19 Október	7 December	15 Február

Vo finálnej fáze sa sledovala celková úroda semien (t/ha), olejnatosť (%) a HTS (g). Pri zbere úroda prepočítaná na 8 % vlhkosť. Olejnatosť stanovená na prístroji NMR Bruker the minispec mq one Seed Analyzer. Hmotnosť tisíc semien stanovená na počítadle C 21 odpočítavaním dvakrát 500 semien a ich následným zvážením na tri desatinné miesta.

## 5.5 Charakteristika použitých hnojív

Hnojivo **Ensin** je inováciou produktu DASA s obsahom 26 % dusíka a 13 % síry, ktorý je na českom a slovenskom trhu známy a úspešne využívaný takmer 15 rokov. Je výsledkom vlastného výskumu Duslo, a.s. Šaľa a internej spolupráce v rámci spoločností koncernu AGROFERT (hlavne SKW Piesteritz GmbH). Z celkového obsahu dusíka sú 2/3 vo forme amónnej, ktorá je stabilizovaná inhibítormi nitrifikácie. Ostatných 7,5% dusíka je vo forme nitrátovej, umožňujúci okamžitý príjem rastlinou.

Hnojivo **Sulfammo 23 N-PROCESS** popri tom, že obsahuje príslušné makro či mikro živiny prechádza pri výrobe procesom, pri ktorom dochádza k rozpúšťaniu a následnému zmiešaniu a spojeniu všetkých látok obsiahnutých v hnojive spoločne s organo-vápenatou

zložkou. Synergický efekt medzi N-S a N-Mg v kombinácii s Ca výrazne zvyšuje využiteľnosť dusíka. Zloženie: 23 % dusíka, 31 % síry, 3 % MgO a 7,5 % CaO.

**DAM 390** je roztok dusičnanu amónneho a močoviny s priemerným obsahom 30 % hmotnostných dusíka, z toho  $\frac{1}{4}$  vo forme amónnej,  $\frac{1}{4}$  vo forme dusičnanovej a  $\frac{1}{2}$  vo forme amidickej. Kvapalné hnojivo DAM 390 pri optimálnom zložení 42,2 % dusičnanu amónneho, 32,7 % močoviny a 25,1 % vody obsahuje v 100 litroch roztoku 39 kg dusíka a má pri teplote 25 °C hustotu 1300 kg/m<sup>3</sup>.

**Močovina** je hnojivo s obsahom 46 % dusíka v amidickej forme. Dusíkaté granulované hnojivo je ľahko rozpustné vo vode. Je to hnojivo s najvyššou koncentráciou dusíka v jednej tоне s obsahom biuretu max 1 %. Hnojivo je možné využiť pri aplikácii do pôdy, na povrch pôdy pri vhodných vlhkostných podmienkach a aj pri listovej aplikácii.

**LAV 27** – liadok amónny s vápencom je dusíkaté hnojivo s obsahom 27 % dusíka. Z toho je 13,5 % dusičnanový dusík a 13,5 % amónny dusík. Tvorí ho zmes dusičnanu amónneho s jemne mletým vápencom vo forme granúl s priemernou veľkosťou 2 – 5 mm. Granule sú povrchovo upravené proti vytváraniu zhlukov. Liadok amónny s vápencom je univerzálne dusíkaté hnojivo pre použitie v rôznych plodinách a rôznych termínoch aplikácie.

**UREAstabil** je koncentrované hnojivo na báze amidického dusíka s obsahom 46 % a prídavkom inhibítora ureázy (NBPT). Granule hnojiva sú triedené podľa veľkosti, čo zaručuje vyššiu rovnomernosť aplikácie a takmer vylučuje prítomnosť prachového podielu. Inhibítora ureázy, ktorým je granulka na povrchu obalená, oddaľuje po rozpustení premenu CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> na NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a zvyšuje tak priamu účinnosť aplikovaného dusíka.

## 6. Výsledky

### 6.1 Pokusný rok 2013/14

#### 6.1.1 Priebeh poveternostných podmienok a dynamika rastu

Repka vzchádzala rýchlo a rovnomerne, hlavne kvôli nadmerným zrážkam v auguste (152,1 mm, normál je 69 mm). V polovici septembra mala 2 až 3 listy a na konci septembra 3 až 4 listy. September bol zrážkovo priemerný a teplotne o 0,5 °C pod normálom. Rast repky sa vplyvom poklesu teplôt ku koncu septembra spomalil. V dôsledku toho sa predlžovali hlavne korene. Koniec jesene bol zrážkovo normálny, postupne ale začalo zrážok ubúdať. Od začiatku decembra do začiatku marca pretrvával veľký vlahový deficit. Silne suchý bol

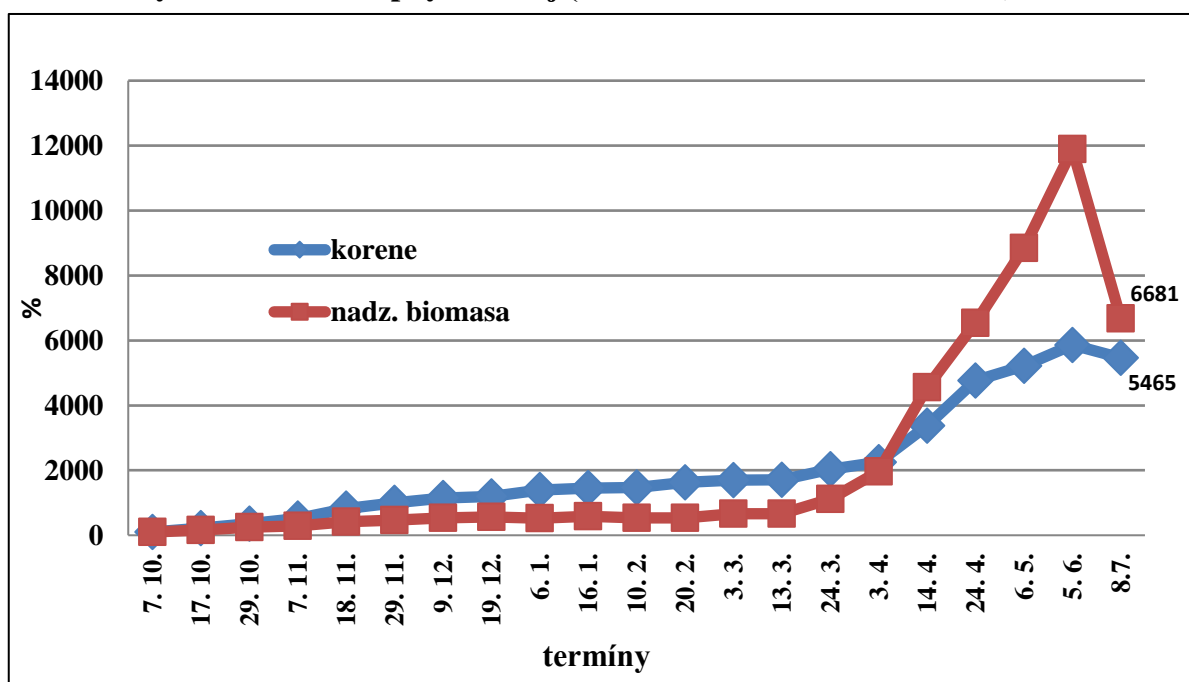
december (23 % normálu) a ešte podstatne horší mesiac február, ktorý bol hodnotený ako mimoriadne suchý (8 % normálu).

Priebeh neskorej jesene a celej zimy bol však ideálny pre repku ozimnú. Ochladilo sa iba na konci januára, kedy asi na dva týždne pôda v 10 cm zamrzla a mierne nasnežilo. Bolo to jediné obdobie behom zimy kedy sa zastavil rast koreňov, inak korene rástli celú zimu. Väčšina zimných mesiacov bola nad teplotným normálom (december: teplý +1,5 °C, január: teplý +0,5 °C, február: silne teplý +3,0 °C, marec: mimoriadne teplý +7,6 °C). Z podpriemerných repiek pred zimou sa tak po zime stali repky nadpriemerné. Listy minimálne omrzli (do 15 %) a nedošlo tak ku stratám živín. Teplá zima postupne prešla do jarného obdobia. Teplota pokračovala aj v ďalších jarných mesiacoch (apríl bol mimoriadne teplý +11,2 °C). Priebeh poveternostných podmienok v mesiacoch september až marec je bližšie uvedený v tab. 16.

**Tab. 16: Priemerné teploty a úhrn zrážok – sledovaná perióda september až marec**

Sezóna	Mesiac	September	Október	November	December	Január	Február	Marec
	Rok	2013	2013	2013	2013	2014	2014	2014
Mesiac celkovo	teplota (°C)	12,6	10,1	4,3	1,5	0,5	3,0	7,6
	zrážky (mm)	39,7	47,6	27,5	6,1	19,7	1,7	35,3
Dlhodobý normál	teplota (°C)	13,1	7,7	2,5	-0,9	-2,1	-1,0	3,0
	zrážky (mm)	42,0	35,0	29,0	26,0	22,0	22,0	26,0

**Graf. 10: Dynamika rastu repky ozimnej (čerstvá hmota – 2013/2014 v %)**



100 % = 1. odber - 100 % = korene - 2,8 g/ 10 rastlín, nadz. biomasa - 25,8 g/ 10 rastlín

## 6.1.2 Stupňované dávky hnojiva UREAstabil

### 6.1.2.1 Rastové parametre

Jesenné prihnojenie v rôznych dávkach dusíka má významný vplyv na rastové parametre repky ozimnej – konkrétne na nadzemnú biomasu, bližšie uvedené v tab. 17. Pri použití jesennej dávky 40 – 120 kg N/ha je v prvom odbere rastlín (OR1) štatisticky významne väčší najdlhší list na rastline (L2). Ostatné parametre sa štatisticky preukazne nemenia v prvom odbere v decembri. Zásadné rozdiely nastali až v druhom odbere rastlín (OR2). Dávka 40 a 120 kg N/ha dosiahla štatisticky preukazne vyšší počet listov (L1) oproti kontrole. U dávky 80 a 120 kg N/ha sa štatisticky preukazne zvýšila dĺžka listu (L2). Hrúbka koreňového kĺčka (K1) sa počas zimy zásadne zvýšila, avšak neevidujeme štatisticky preukazný rozdiel medzi hnojenými variantmi a kontrolou. Dĺžka koreňa (K2) sa počas zimy taktiež pozitívne zväčšuje, avšak v tomto pokusnom roku štatisticky nevýznamne. Zaznamenané priemerné dĺžky koreňa v predjarnom období (OR2) sa pohybujú na úrovni od 18 – 22 cm.

**Tab. 17: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)				Odber rastlín 2 (OR2)			
	2013				2014			
Rok								
Dávka N	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
0	7,0 <sup>a</sup>	10,2 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	17,6 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>	13,4 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	18,3 <sup>a</sup>
40	7,1 <sup>a</sup>	12,3 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	18,9 <sup>a</sup>	13,9 <sup>b</sup>	13,7 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>
80	6,9 <sup>a</sup>	12,2 <sup>b</sup>	6,4 <sup>a</sup>	17,8 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	16,4 <sup>b</sup>	8,4 <sup>a</sup>	19,5 <sup>a</sup>
120	7,5 <sup>a</sup>	12,4 <sup>b</sup>	5,7 <sup>a</sup>	18,6 <sup>a</sup>	13,1 <sup>b</sup>	16,0 <sup>b</sup>	9,0 <sup>a</sup>	19,2 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Obsah sušiny listov sa po jesennom hnojení štatisticky významne zvyšuje až pri druhom odbere v marci (OR2). Preukazne voči kontrole len dávka 40 kg N/ha. Najintenzívnejšia akumulácia sušiny nastane po dosiahnutí piateho listu repky ozimnej. Účinnosť jednotlivých dávok na rast sušiny vo veľkej miere ovplyvňuje priebeh poveternostných podmienok po aplikácii hnojív. Zvýšenie obsahu sušiny listov oproti kontrole v priemere o 60,4 %. Obsah sušiny koreňov po použití jednotlivých dávok hnojiva sa v prvom odbere (OR1) štatisticky významne nemení. Jedným z dôvodov je krátka doba (v priemere 3 týždne) na adekvátne navýšenie sušiny. Nárast sušiny listov u varianty 40 kg N/ha v druhom odbere je oproti ostatným variantom abnormálny, bližšie uvedené v tab. 18.

**Tab. 18: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie odberu	Odber rastlín 1 (OR1)		Odber rastlín 2 (OR2)	
Rok	2013		2014	
Dávka N	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
0	15,9 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	106,5 <sup>a</sup>	27,4 <sup>a</sup>
40	19,8 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	148,4 <sup>b</sup>	27,4 <sup>a</sup>
80	22,7 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	113,9 <sup>a</sup>	24,1 <sup>a</sup>
120	16,7 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>	124,0 <sup>ab</sup>	24,1 <sup>a</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

### 6.1.2.2 Úrodové parametre

Jesenné prihnojenie dusíkom v pokusnom roku 2013/14 má štatisticky významný vplyv na úrodu semien repky ozimnej (tabuľka 19). Najväčšiu odozvu v úrode mala dávka 120 kg N/ha, priemerné navýšenie o 16,7 % oproti kontrole (+0,9 t/ha). Druhá najvyššia úroda bola zhodne po aplikácii dávky 40 a 80 kg N/ha, priemerné navýšenie o 9,3 % oproti kontrole (+0,5 t/ha). Po meraniach olejnatosti semien repky ozimnej sa v prvom pokusnom roku preukázalo, že najvyššia dávka 120 kg N/ha má štatisticky významný vplyv na zníženie olejnatosti (v priemere o 1,9 %). V prvom pokusnom roku sa taktiež potvrdil štatisticky významný vplyv jesenného prihnojenia na hmotnosť tisíc semien repky ozimnej. Štatisticky preukazne vyššiu HTS voči kontrole aj ostatným variantom mala dávka 80 kg N/ha.

**Tab. 19: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2013/14		
Parameter	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
0	5,4 <sup>a</sup>	48,2 <sup>b</sup>	3,8 <sup>ab</sup>
40	5,9 <sup>ab</sup>	48,3 <sup>b</sup>	3,9 <sup>bc</sup>
80	5,9 <sup>ab</sup>	47,5 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>c</sup>
120	6,3 <sup>b</sup>	46,3 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

**Tab. 20: Výsledky odberov pôdy – stanovenie dusíka**

Poradie	Odber pôdy 1 (OP1)			Odber pôdy 2 (OP2)			Odber pôdy 3 (OP3)		
Rok	2013			2013			2014		
Forma N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	N <sub>min</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	N <sub>min</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	N <sub>min</sub>
kg N/ha	(mg/kg)			(mg/kg)			(mg/kg)		
0	5,3	7,6	12,9	1,5	7,1	8,6	1,9	3,1	5,0
40				12,0	11,1	23,1	2,0	6,3	8,3
80				21,6	4,4	26,0	2,4	17,6	20,0
120				1,4	16,1	17,5	5,4	25,4	30,8



### 6.1.3 Druhy minerálnych hnojív

#### 6.1.3.1 Rastové parametre

Druh minerálneho hnojiva k jesennému prihnojeniu v pokusnom roku 2013/14 má len čiastočný vplyv na rozdielne rastové parametre repky ozimnej. Po aplikácii hnojiva DAM je v prvom odbere rastlín (OR1) štatisticky významne väčší najdlhší list na rastline (L2). Naopak hnojivo Ensin a Sulfammo dosiahli najnižšie hodnoty najdlhšieho listu na rastline. Počet listov, hrúbka koreňového krčka a dĺžka koreňa sa štatisticky preukazne nemenia v prvom odbere (OR1) v decembri. Zásadné rozdiely nenastali ani v druhom odbere rastlín (OR2). Nadzemná biomasa vykazovala podobné hodnoty meraní u všetkých sledovaných variant. Najdlhší list (L2) v druhom odbere, avšak štatisticky nepreukazne mal variant Ensin. Hrúbka koreňového krčka (K1) sa počas zimy zásadne zvýšila, avšak neevidujeme štatisticky preukazný rozdiel medzi jednotlivými variantmi. U rastového parametru - dĺžka koreňa (K2) sa štatisticky významne preukázalo, že najdlhší koreň má varianta s použitím hnojiva Ensin na jeseň (priemerná hodnota 21,3 cm). Najnižšie hodnoty dĺžky koreňa dosiahli varianty s použitím hnojiva LAV, DAM a Sulfammo, bližšie uvedené v tab. 21.

**Tab. 21: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)				Odber rastlín 2 (OR2)			
	2013				2014			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
Ensin	6,9 <sup>a</sup>	12,3 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	17,5 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	14,6 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a</sup>	21,3 <sup>b</sup>
Sulfammo	7,3 <sup>a</sup>	11,8 <sup>a</sup>	6,2 <sup>ab</sup>	17,6 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>	20,2 <sup>ab</sup>
DAM	7,3 <sup>a</sup>	13,8 <sup>b</sup>	6,6 <sup>ab</sup>	18,8 <sup>a</sup>	11,6 <sup>a</sup>	14,3 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	20,0 <sup>ab</sup>
Močovina	7,2 <sup>a</sup>	12,9 <sup>ab</sup>	6,3 <sup>ab</sup>	18,0 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	13,7 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	21,0 <sup>ab</sup>
LAV	7,3 <sup>a</sup>	12,5 <sup>ab</sup>	6,2 <sup>ab</sup>	18,1 <sup>a</sup>	11,8 <sup>a</sup>	14,1 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>	19,4 <sup>a</sup>
UREAstabil	7,0 <sup>a</sup>	13,0 <sup>ab</sup>	5,9 <sup>ab</sup>	18,1 <sup>a</sup>	11,0 <sup>a</sup>	13,4 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	20,8 <sup>ab</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia ( $P < 0,05$ ) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Hodnoty sušiny listov sa po použití jednotlivých hnojív na jeseň medzi sebou štatisticky významne líšia už pri prvom odbere v decembri (OR1). Štatisticky preukazne najvyššie hodnoty sušiny listov dosahujú varianty s použitím hnojiva DAM, močovina a LAV. Najnižšie hodnoty, teda bez adekvátneho prejavu rastu nadzemnej biomasy vykazujú varianty Sulfammo a Ensin (tzv. hnojivá s pozvoľnejším účinkom). Stredné hodnoty vyžaduje variant UREAstabil, ktorá tiež patrí k pozvoľnejším hnojivám. Účinnosť jednotlivých hnojív na rast sušiny vo veľkej miere ovplyvňuje druh hnojiva (jeho zloženie) a priebeh

poveternostných podmienok po aplikácii hnojív. Obsah sušiny koreňov sa po použití jednotlivých druhov hnojív v prvom odbere (OR1) štatisticky významne mení. Výsledky korelujú s vyšším obsahom sušiny listov, najvyššie hodnoty dosahujú hnojivá DAM, močovina, LAV a UREAstabil. V druhom odbere bez štatisticky významných rozdielov.

**Tab. 22: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)		Odber rastlín 2 (OR2)	
Rok	2013		2014	
Parameter	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
Ensin	17,4 <sup>ab</sup>	4,4 <sup>a</sup>	44,1 <sup>a</sup>	9,7 <sup>a</sup>
Sulfammo	14,3 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	41,7 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>
DAM	28,1 <sup>c</sup>	6,6 <sup>b</sup>	42,4 <sup>a</sup>	11,1 <sup>a</sup>
Močovina	26,4 <sup>c</sup>	6,6 <sup>b</sup>	50,9 <sup>a</sup>	11,1 <sup>a</sup>
LAV	24,0 <sup>c</sup>	6,1 <sup>b</sup>	43,1 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>
UREAstabil	21,9 <sup>bc</sup>	5,3 <sup>ab</sup>	48,7 <sup>a</sup>	11,4 <sup>a</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmen

#### 6.1.3.2 Úrodové parametre

Druh minerálneho hnojiva k jesennému prihnojeniu v pokusnom roku 2013/14 nemá štatisticky významný vplyv na úrodu semien repky ozimnej. Najvyššiu úrodu v pokuse dosiahli zhodne dve hnojivá – UREAstabil a Ensin, priemerná úroda 5,9 t/ha. Druhu najvyššiu úrodu dosiahla varianta s hnojivom močovina, priemerná úroda 5,8 t/ha. Meranie olejnatosti semien repky ozimnej ukázalo, že druh hnojiva k jesennému prihnojeniu nemá štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti. V prvom pokusnom roku sa potvrdil štatisticky významný vplyv jesenného prihnojenia na hmotnosť tisíc semien repky ozimnej. Štatisticky preukazne vyššie hodnoty mali hnojivá LAV a UREAstabil. Najnižšiu hodnotu hmotnosti tisíc semien malo hnojivo Sulfammo, uvedené v tab. 23.

**Tab. 23: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2013/2014		
	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
Ensin	5,9 <sup>a</sup>	47,2 <sup>a</sup>	3,7 <sup>ab</sup>
Sulfammo	5,7 <sup>a</sup>	47,6 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
DAM	5,6 <sup>a</sup>	48,1 <sup>a</sup>	3,8 <sup>ab</sup>
Močovina	5,8 <sup>a</sup>	47,3 <sup>a</sup>	3,9 <sup>abc</sup>
LAV	5,4 <sup>a</sup>	47,0 <sup>a</sup>	4,1 <sup>c</sup>
UREAstabil	5,9 <sup>a</sup>	48,2 <sup>a</sup>	3,9 <sup>bc</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Po odberoch pôdy na stanovenie  $N_{\min}$  sa zistili pomerne nízke čísla dusičnanového aj amónneho dusíka vo všetkých troch odberoch. Po jesennom hnojení na konci októbra, sme čakali v novembri vyššie čísla, aj napriek tomu, že bolo len mesiac od hnojenia. Hodnoty  $N_{\min}$  sú uvedené v tab. 24.

**Tab. 24: Výsledky odberov pôdy – stanovenie dusíka**

Poradie	Odber pôdy 1 (OP1)			Odber pôdy 2 (OP2)			Odber pôdy 3 (OP3)		
Rok	2013			2013			2014		
Forma N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin
kg N/ha	(mg/kg)			(mg/kg)			(mg/kg)		
Ensin	5,3	7,6	<b>12,9</b>	1,3	5,1	<b>6,4</b>	1,0	4,6	<b>5,6</b>
Sulfammo				1,4	3,3	<b>4,7</b>	2,5	1,9	<b>4,4</b>
DAM				3,0	6,8	<b>9,8</b>	1,2	4,7	<b>5,9</b>
Močovina				3,4	5,8	<b>9,2</b>	1,6	4,5	<b>6,1</b>
LAV				1,4	7,5	<b>8,9</b>	1,1	5,2	<b>6,3</b>
UREAstabil				12,0	11,1	<b>23,1</b>	2,0	6,3	<b>8,3</b>

## 6.1.4 Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva

### 6.1.4.1 Rastové parametre

Rozdielna hustota porastu v rôznych dávkach dusíka má významný vplyv na rastové parametre repky ozimnej – predovšetkým na nadzemnú biomasu, bližšie uvedené v tab. 25. Vo variante výsev 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným dusíkom je v prvom odbere rastlín (OR1) štatisticky významne väčší počet listov (L1 – dávka 40 kg N/ha). Najdlhší list na rastline je štatisticky preukazne vyšší vo variantoch s výsevom 40 semien na m<sup>2</sup> s a bez jesenného prihnojenia. Ostatné parametre sa štatisticky preukazne nemenia v prvom odbere v decembri. V druhom odbere rastlín (OR2) má opäť najvyššie hodnoty nižší výsev spolu s jesenným dusíkom. Vyššie namerané hodnoty vykazuje aj výsev 80 semien na m<sup>2</sup> s jesenným prihnojením. Celkovo sa po jesennej aplikácii dusíka viditeľne zvyšuje objem nadzemnej biomasy hlavne u varianty s nižším výsevom. Hrúbka koreňového kččka (K1) sa počas zimy razantne zvýšila. Štatisticky preukazný rozdiel je medzi hnojenými a nehnojenými variantami. Dĺžka koreňa (K2) sa počas zimy taktiež pozitívne zväčšuje, avšak v tomto pokusnom roku štatisticky nevýznamne.

**Tab. 25: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín (OR1)				Odber rastlín (OR2)			
Rok	2013				2014			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
40 semien - 0 kg N	7,2 <sup>ab</sup>	12,7 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	16,1 <sup>a</sup>	9,5 <sup>ab</sup>	11,8 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	19,7 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	7,9 <sup>b</sup>	13,6 <sup>b</sup>	6,8 <sup>a</sup>	16,2 <sup>a</sup>	10,6 <sup>b</sup>	15,0 <sup>b</sup>	9,0 <sup>b</sup>	19,9 <sup>a</sup>
80 semien - 0 kg N	6,8 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	9,1 <sup>a</sup>	11,0 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	7,1 <sup>ab</sup>	12,6 <sup>b</sup>	6,1 <sup>a</sup>	16,4 <sup>a</sup>	10,1 <sup>ab</sup>	14,7 <sup>b</sup>	8,3 <sup>ab</sup>	19,2 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Rozdiel medzi rôznymi hustotami porastu je vidieť aj vo výsledných hodnotách sušiny už v prvom odbere (OR1). Štatisticky významný rozdiel je medzi variantom 40 semien na m<sup>2</sup> s prihnojením a 80 semien na m<sup>2</sup> bez prihnojenia, tab. 26. Zaujímavosťou je, že nižšia hustota s prihnojením vykazuje vyššie hodnoty sušiny koreňov už na jeseň. Obdobné štatistické rozdiely medzi sušinou nadzemnej biomasy z prvého odberu sú pozorované aj v druhom odbere rastlín. Obsah sušiny koreňov sa už v druhom odbere rastlín (OR2) štatisticky významne nemení. Aj napriek tomu, že namerané hodnoty medzi nimi nie sú zanedbateľné (rozdiel 3,8 g/10 rastlín).

**Tab. 26: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie	Odber rastlín (OR1)		Odber rastlín (OR2)	
Rok	2013		2014	
Parameter	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
40 semien - 0 kg N	21,5 <sup>ab</sup>	5,2 <sup>a</sup>	36,2 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	26,9 <sup>b</sup>	7,0 <sup>b</sup>	57,1 <sup>b</sup>	13,1 <sup>a</sup>
80 semien - 0 kg N	16,6 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	30,4 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	22,8 <sup>ab</sup>	5,6 <sup>ab</sup>	42,3 <sup>ab</sup>	11,8 <sup>a</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmen

#### 6.1.4.2 Úrodové parametre

Rozdiel odlišných výsevov a prihnojenia je v pokusnom roku 2013/14 vidieť aj na úrode semien. Najvyššiu úrodu dosiahla varianta s výsevom 40 semien na m<sup>2</sup> a paradoxne bez jesenného prihnojenia (štatisticky preukazne voči hnojenej variante s 80 semien na m<sup>2</sup>). Rozdiel medzi týmito variantami je v úrode 0,8 t/ha. Druhá najvyššia úroda bola opäť v nehnojenej variante, no tentokrát s výsevom 80 semien na m<sup>2</sup>. V úrode semien sa viac preukázal vplyv rôzneho výsevu semien než jesenné prihnojenie. Rozdielne hustoty a jesenné

prihnojenie (v pokusnom roku 2013/14) nemajú štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti a HTS.

**Tab. 27: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2013/14		
	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
40 semien - 0 kg N	5,2 <sup>b</sup>	48,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	4,6 <sup>ab</sup>	47,6 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>
80 semien - 0 kg N	4,8 <sup>ab</sup>	47,7 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	4,4 <sup>a</sup>	48,0 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>

n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia ( $P < 0,05$ ) v prípade, že majú rozdielne písmeno

## 6.2 Pokusný rok 2014/15

### 6.2.1 Priebeh poveternostných podmienok a dynamika rastu

Repka po výdatných zrážkach rýchlo a rovnomerne vzišla. Na začiatku septembra mala repka v priemere 2 až 3 pravé listy. Vplyvom pokračujúcich vysokých zrážok rástla hlavne nadzemná biomasa. Pomer nadzemej biomasy a koreňov bol nevyvážený v neprospech koreňov. Stav porastov pred zimou bol oproti predošlému pokusnému roku lepší, teda ideálny. Repka mala dlhé korene a vyšší obsah sušiny v koreňoch (priemer 26 %).

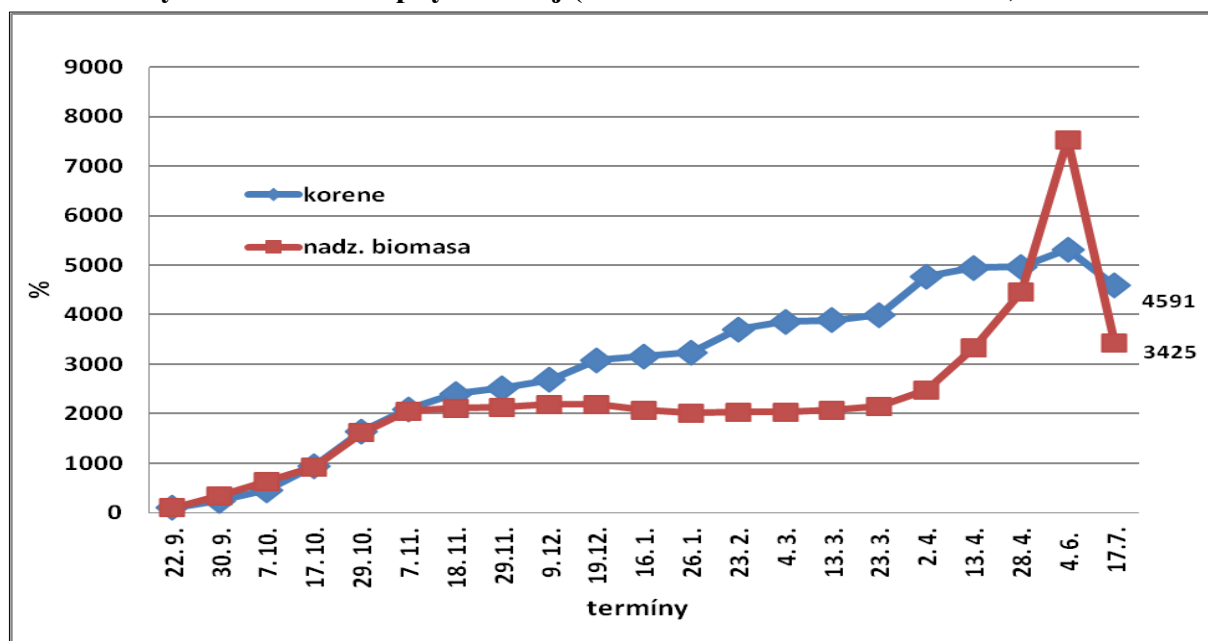
Zima bola zrážkovo slabšia a teplotne nadpriemerná. Rast koreňov pokračoval v priebehu celej zimy s výnimkou dvoch období – medzi vianočnými sviatkami a potom od 5. do 15. februára. Aj keď zima nebola mrazivá, dlhé listy s najnižšou mrazuvzdornosťou čiastočne omrzli. Omrznutie listov sa pohybovalo od 30 % do 60 %. Teplotne silne nadnormálnym mesiacom bol január. Mesiac február je možné hodnotiť ako zrážkovo mimoriadne podnormálny (len 7 % normálu, spadlo 1,6 mm zrážok). Pôda premrzla do hĺbky 10 cm len v prvej polovici februára. Teplá zima prešla do jari a teplo pokračovalo aj v jarných mesiacoch (marec teplotne nadnormálny). Posledná dekáda marca a začiatkom apríla vrátane Veľkej noci sa výrazne ochladilo, zima sa vrátila a miestami aj nasnežilo.

Do predĺžovacieho rastu išla repka v prvom aprílovom týždni. Zelené púčiky sa objavili v priemere 15. apríla a prvé kvety sa začalo objavovať od 25. apríla. Fáza plného kvetu nastala okolo 8. mája, repka celkovo kvitla približne štyri týždne. Priebeh poveternostných podmienok v mesiacoch september až marec je bližšie uvedený v tab. 25 a zachytená dynamika rastu nadzemej biomasy a koreňov (čerstvá hmota) v grafe 11.

**Tab. 28: Priemerné teploty a úhrn zrážok – sledovaná perióda september až marec**

Sezóna	Mesiac	September	Október	November	December	Január	Február	Marec
	Rok	2014	2014	2014	2014	2015	2015	2015
Mesiac celkovo	teplota (°C)	16,1	10,7	5,8	2,3	1,8	0,7	5,5
	zrážky (mm)	76,7	54,1	24,1	31,6	19,1	1,6	32,6
Dlhodobý normál	teplota (°C)	13,1	7,7	2,5	-0,9	-2,1	-1,0	3,0
	zrážky (mm)	42,0	35,0	29,0	26,0	22,0	22,0	26,0

**Graf. 11: Dynamika rastu repky ozimnej (čerstvá hmota – 2014/2015 v %)**



100 % = 1. odber - 100 % = korene – 5,4 g/ 10 rastlín, nadz. biomasa - 25,8 g/ 10 rastlín

## 6.2.2 Stupňované dávky hnojiva UREAstabil

### 6.2.2.1 Rastové parametre

Stupňované dávky hnojiva UREAstabil majú v druhom pokusnom roku čiastočný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. Pri použití jesennej dávky 40 a 120 kg N/ha je v prvom odbere rastlín (OR1) štatisticky významne väčší najdlhší list na rastline (L2). Hrúbka koreňového krčka (K1) a ani dĺžka koreňa (K2) sa štatisticky preukazne nemenia v prvom odbere. V druhom odbere rastlín (OR2) všetky hnojené varianty mali štatisticky preukazne vyšší počet listov (L1) oproti kontrole. U dávky 80 a 120 kg N/ha sa štatisticky preukazne zvýšila dĺžka listu (L2). Hrúbka koreňového krčka (K1) sa počas zimy zásadne zvýšila. Štatisticky preukazný rozdiel u dávok 80, 120 kg N/ha a kontrolou. Dĺžka koreňa sa počas zimy taktiež pozitívne zväčšuje, avšak rovnako ako v predošlom pokusnom roku 2013/14 štatisticky nevýznamne.

**Tab. 29: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)				Odber rastlín 2 (OR2)			
Rok	2014				2015			
Dávka N	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
0	8,2 <sup>a</sup>	40,1 <sup>a</sup>	9,9 <sup>a</sup>	20,7 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>	40,8 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	24,4 <sup>a</sup>
40	8,1 <sup>a</sup>	46,7 <sup>b</sup>	9,9 <sup>a</sup>	20,8 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	42,3 <sup>ab</sup>	12,4 <sup>ab</sup>	26,3 <sup>a</sup>
80	8,0 <sup>a</sup>	41,9 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	20,9 <sup>a</sup>	11,2 <sup>b</sup>	45,4 <sup>bc</sup>	13,2 <sup>b</sup>	24,6 <sup>a</sup>
120	7,9 <sup>a</sup>	46,1 <sup>b</sup>	10,0 <sup>a</sup>	21,4 <sup>a</sup>	11,1 <sup>b</sup>	50,0 <sup>c</sup>	13,8 <sup>b</sup>	26,2 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Reakcia na stupňovanú dávku hnojiva UREAstabil dusíka je v prvom odbere (R1) rozdielna. Štatisticky preukazne vyšší obsah sušiny listov vykazuje len dávka 40 kg N/ha. S priemernou hodnotou 148,4 g značne prevyšuje ostatné varianty. Hodnota sušiny koreňov sa podobne ako v predošlom pokusnom roku 2013/14 výrazne nemení. Nadmerné hodnoty sušiny listov sme zaznamenali v druhom odbere (OR2). V tomto jarnom odbere štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu dosahuje dávka 120 kg N/ha (195,7 g). Optimálna hodnota sušiny listov je u dávky 40 a 80 kg N/ha. V druhom odbere taktiež všetky hnojené varianty dosahujú štatisticky preukazne vyšší obsah sušiny koreňov, bližšie uvedené v tab. 30.

**Tab. 30: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie odberu	Odber rastlín 1 (OR1)		Odber rastlín 2 (OR2)	
Rok	2014		2015	
Dávka N	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
0	106,5 <sup>a</sup>	27,4 <sup>a</sup>	100,1 <sup>a</sup>	35,4 <sup>a</sup>
40	148,4 <sup>b</sup>	27,4 <sup>a</sup>	168,1 <sup>b</sup>	45,2 <sup>b</sup>
80	113,9 <sup>a</sup>	24,1 <sup>a</sup>	180,2 <sup>bc</sup>	47,0 <sup>b</sup>
120	124,0 <sup>ab</sup>	24,0 <sup>a</sup>	195,7 <sup>c</sup>	48,0 <sup>b</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

#### 6.2.2.2 Úrodové parametre

Stupňované dávky hnojiva UREAstabil v pokusnom roku 2014/15 majú štatisticky významný vplyv na úrodu semien repky ozimnej. Štatisticky preukazne najvyššiu úrodu mala dávka 120 kg N/ha, +0,9 t/ha oproti kontrole. Druhá najvyššia úroda bola po aplikácii dávky 40 kg N/ha, +0,7 t/ha oproti kontrole. Použitie rozdielnych dávok dusíka (v pokusnom roku 2014/15) na jeseň nemá štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti a hmotnosť tisíc semien. Vyššia dávka dusíka v tomto prípade znižuje olejnatosť len o 1,1 % oproti kontrole (štatisticky nepreukazne). Hodnota hmotnosti tisíc semien sa nijak zásadne nemení.

**Tab. 31: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2014/15		
	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
0	5,8 <sup>a</sup>	46,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
40	6,5 <sup>bc</sup>	44,6 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>
80	6,3 <sup>b</sup>	45,9 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>
120	6,7 <sup>c</sup>	45,2 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

**Tab. 32: Výsledky odberov pôdy – stanovenie dusíka**

Poradie	Odber pôdy 1 (OP1)			Odber pôdy 2 (OP2)			Odber pôdy 3 (OP3)		
Rok	2014			2014			2015		
Forma N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin
kg N/ha	(mg/kg)			(mg/kg)			(mg/kg)		
0	13,7	3,6	17,3	41,9	4,9	<b>46,8</b>	3,4	5,4	<b>8,8</b>
40				47,9	9,0	<b>56,9</b>	3,5	5,9	<b>9,4</b>
80				31,4	17,5	<b>48,9</b>	3,0	17,4	<b>20,4</b>
120				56,3	28,4	<b>84,7</b>	2,3	29,9	<b>32,2</b>

### 6.2.3 Druhy minerálnych hnojív

#### 6.2.3.1 Rastové parametre

Druh minerálneho hnojiva k jesennému prihnojeniu v pokusnom roku 2014/15 má významný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. Štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu počtu listov (L1) v prvom odbere (OR1) dosiahla varianta s hnojivom močovina. Naopak preukazne najnižšiu hodnotu hnojivo LAV. Štatisticky preukazne najnižšiu hodnotu najdlhšieho listu (L2) v prvom odbere mala varianta s hnojivom DAM. Opačne ako tomu bolo v pokusnom roku 2013/14 (kde je predpoklad, že listové hnojivo účinkuje rýchlejšie). Najvyššie hodnoty najdlhšieho listu vykazovali hnojivá vzostupne Sulfammo, Ensin a UREAstabil. V pokusnej variante močovina sme v prvom odbere zaznamenali štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu hrúbky koreňového krčka (K1). Hodnoty dĺžky koreňa (K2) nevykazovali žiadne štatisticky preukazné rozdiely medzi použitými hnojivami v prvom odbere rastlín. V druhom odbere rastlín (OR2) bola štatisticky preukazne najvyššia hodnota počtu listov vo variante s hnojivom Sulfammo. Naopak najmenšia hodnota u hnojiva LAV. Hodnoty najdlhšieho listu (L2) v druhom odbere boli pomerne vyrovnané, a teda bez preukazného rozdielu. Hrúbka koreňového krčka (K1) sa počas zimy zásadne zvýšila, štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu dosiahli hnojivá vzostupne Ensin a močovina. U rastového parametru - dĺžka koreňa (K2) sa štatisticky významne preukázalo, že najdlhší



koreň má varianta s použitím hnojiva Ensin a UREAstabil (obe hnojivá zhodne 26,3 cm). Najnižšie hodnoty dĺžky koreňa dosiahla varianta s použitím hnojiva DAM.

**Tab. 33: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)				Odber rastlín 2 (OR2)			
Rok	2014				2015			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
Ensin	8,5 <sup>ab</sup>	44,9 <sup>c</sup>	9,4 <sup>a</sup>	21,3 <sup>a</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	42,1 <sup>a</sup>	12,6 <sup>b</sup>	26,3 <sup>b</sup>
Sulfammo	7,9 <sup>ab</sup>	43,9 <sup>c</sup>	8,7 <sup>a</sup>	21,8 <sup>a</sup>	6,4 <sup>b</sup>	42,0 <sup>a</sup>	12,3 <sup>ab</sup>	24,6 <sup>ab</sup>
DAM	8,1 <sup>ab</sup>	38,5 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>	21,3 <sup>a</sup>	5,8 <sup>ab</sup>	41,5 <sup>a</sup>	12,4 <sup>ab</sup>	23,8 <sup>a</sup>
Močovina	8,6 <sup>b</sup>	43,2 <sup>bc</sup>	10,2 <sup>b</sup>	22,1 <sup>a</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	44,2 <sup>a</sup>	12,9 <sup>b</sup>	24,4 <sup>ab</sup>
LAV	7,7 <sup>a</sup>	39,7 <sup>ab</sup>	9,8 <sup>a</sup>	20,3 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	42,5 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	24,7 <sup>ab</sup>
UREAstabil	8,1 <sup>ab</sup>	46,7 <sup>c</sup>	9,9 <sup>a</sup>	20,8 <sup>a</sup>	6,2 <sup>ab</sup>	42,3 <sup>a</sup>	12,4 <sup>ab</sup>	26,3 <sup>b</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Hodnoty sušiny listov sa po použití jednotlivých hnojív na jeseň medzi sebou štatisticky významne líšia už pri prvom odbere v decembri (OR1). Štatisticky preukazne najvyššie hodnoty sušiny listov dosahujú varianty s použitím hnojiva vzostupne močovina a Ensin. Najnižšie hodnoty, teda bez adekvátneho prejavu rastu nadzemnej biomasy vykazuje varianta DAM (rozdiel oproti pokusnému roku 2013/14 – najvyššia hodnota). Stredné hodnoty vykazuje variant Sulfammo, LAV a UREAstabil. Obsah sušiny koreňov sa po použití jednotlivých druhov hnojív v prvom odbere (OR1) štatisticky významne mení. Výsledky korelujú s vyšším obsahom sušiny listov, najvyššie hodnoty dosahuje hnojivo močovina. V druhom odbere rastlín má štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu sušiny listov hnojivo Ensin, najnižšiu hnojivo LAV. Sušina koreňov jednotlivých variant sa v druhom odbere štatisticky preukazne nemení.

**Tab. 34: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)		Odber rastlín 2 (OR2)	
Rok	2014		2015	
Parameter	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
Ensin	158,0 <sup>b</sup>	27,9 <sup>ab</sup>	180,3 <sup>b</sup>	48,9 <sup>a</sup>
Sulfammo	119,6 <sup>ab</sup>	23,7 <sup>a</sup>	157,6 <sup>ab</sup>	42,1 <sup>a</sup>
DAM	108,5 <sup>a</sup>	26,4 <sup>ab</sup>	141,3 <sup>ab</sup>	39,1 <sup>a</sup>
Močovina	157,4 <sup>b</sup>	36,8 <sup>b</sup>	173,9 <sup>ab</sup>	51,4 <sup>a</sup>
LAV	129,5 <sup>ab</sup>	25,2 <sup>a</sup>	133,9 <sup>a</sup>	34,5 <sup>a</sup>
UREAstabil	148,4 <sup>ab</sup>	30,1 <sup>ab</sup>	168,1 <sup>ab</sup>	45,2 <sup>a</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmen

### 6.2.3.2 Úrodové parametre

Použitie rozdielneho druhu minerálneho hnojiva k jesennému prihnojeniu v pokusnom roku 2014/15 má štatisticky významný vplyv na úrodu semien repky ozimnej. Štatisticky preukazne najvyššiu úrodu v pokuse dosiahlo hnojivo – UREAstabil, priemerná úroda 6,5 t/ha. Druhú najvyššiu úrodu dosiahla varianta s hnojivom močovina, priemerná úroda 6,4 t/ha. Štatisticky preukazne najnižšiu hodnotu v pokuse dosiahla varianta s hnojivom LAV, rovnako ako v pokusnom roku 2013/14. Meranie olejnatosti semien repky ozimnej ukázalo, že druh hnojiva k jesennému prihnojeniu nemá štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti. Najvyššiu hodnotu olejnatosti dosiahol variant Ensin (45,3 %), naopak najnižšiu hodnotu varianta LAV (43,7 %). V druhom pokusnom roku sa nepotvrdil štatisticky významný vplyv jesenného prihnojenia na hmotnosť tisíc semien repky ozimnej. Hodnoty HTS sú vo všetkých variantoch pomerne vyrovnané, bližšie uvedené v tab. 35.

**Tab. 35: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2014/2015		
	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
Ensin	6,1 <sup>ab</sup>	45,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
Sulfammo	6,0 <sup>ab</sup>	44,5 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
DAM	6,2 <sup>abc</sup>	45,0 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
Močovina	6,4 <sup>bc</sup>	45,1 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>
LAV	5,9 <sup>a</sup>	43,7 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>
UREAstabil	6,5 <sup>c</sup>	44,6 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

**Tab. 36: Výsledky odberov pôdy – stanovenie dusíka**

Poradie	Odber pôdy 1 (OP1)			Odber pôdy 2 (OP2)			Odber pôdy 3 (OP3)		
Rok	2014			2014			2015		
Forma N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin
kg N/ha	(mg/kg)			(mg/kg)			(mg/kg)		
Ensin	13,7	3,6	17,3	36,8	5,8	<b>42,6</b>	3,9	5,9	<b>9,8</b>
Sulfammo				43,5	7,5	<b>51,0</b>	1,9	8,3	<b>10,2</b>
DAM				32,5	5,1	<b>37,6</b>	19,6	5,1	<b>24,7</b>
Močovina				44,9	8,3	<b>53,2</b>	23,4	5,6	<b>29,0</b>
LAV				26,4	8,3	<b>34,7</b>	21,3	4,9	<b>26,2</b>
UREAstabil				47,9	9,0	<b>56,9</b>	3,5	5,9	<b>9,4</b>

## 6.2.4 Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva

### 6.2.4.1 Rastové parametre

Výsev 40 semien na m<sup>2</sup> v spojení s jesenným prihnojením v dávke 40 kg N/ha má v pokusnom roku 2014/15 štatisticky preukazný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. V priereze všetkých sledovaných parametrov vykazuje táto varianta najvyššie hodnoty. Naopak najnižšie hodnoty vykazuje variant 80 semien bez jesenného prihnojenia. Najdlhší list na rastline (L2) v prvom odbere (OR1) je štatisticky preukazne najvyšší vo variante s výsevom 40 semien na m<sup>2</sup> s jesenným prihnojením (na tejto variante sme pozorovali na jeseň nadmerné prerastanie listov). V druhom odbere rastlín (OR2) má opäť najvyššie hodnoty výsev 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným prihnojením. Vyššie namerané hodnoty vykazuje aj výsev 80 semien na m<sup>2</sup> s jesenným prihnojením. Celkovo sa po jesennej aplikácii dusíka zvyšuje objem nadzemnej biomasy a koreňov hlavne u varianty s nižším výsevom. Tu sa ukazuje výhoda menšej konkurencie rastlín (rozmiestnenie), kde pri nižšom výseve repka ukazuje mohutnosť a potenciál rastu biomasy. Štatisticky preukazný rozdiel v hrúbke koreňového krčka (K1) je opäť medzi variantami s rôznym výsevom semien. Dĺžka koreňa (K2) sa počas zimy pozitívne zväčšuje, v druhom odbere (OR2) štatisticky nepreukazuje.

**Tab. 37: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín (OR1)				Odber rastlín (OR2)			
	2014				2015			
Rok								
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
40 semien - 0 kg N	6,8 <sup>a</sup>	34,1 <sup>b</sup>	8,0 <sup>a</sup>	19,0 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	31,5 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	23,3 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	7,7 <sup>b</sup>	41,7 <sup>c</sup>	9,4 <sup>b</sup>	21,1 <sup>b</sup>	10,3 <sup>b</sup>	40,8 <sup>b</sup>	11,6 <sup>b</sup>	23,0 <sup>a</sup>
80 semien - 0 kg N	6,6 <sup>a</sup>	29,4 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	19,4 <sup>ab</sup>	8,7 <sup>a</sup>	33,8 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	22,8 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	7,1 <sup>ab</sup>	32,9 <sup>b</sup>	7,7 <sup>a</sup>	18,7 <sup>a</sup>	9,6 <sup>ab</sup>	37,8 <sup>b</sup>	9,4 <sup>a</sup>	21,4 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Rozdielne hodnoty medzi rôznymi výsevmi semien a prihnojením je vidieť aj vo výsledných hodnotách sušiny už v prvom odbere (OR1). Štatisticky významný rozdiel je medzi variantom 40 semien na m<sup>2</sup> a ostatnými variantami. Najvyššia priemerná hodnota sušiny listov v prvom odbere je vo výseve 40 semien na m<sup>2</sup> s jesenným prihnojením, rozdiel +58,5 g oproti nehnojenej kontrole. Obdobné štatisticky preukazné rozdiely medzi sušinou nadzemnej biomasy z prvého odberu sú aj v druhom odbere rastlín. Obsah sušiny koreňov v

druhom odbere rastlín (OR2) je štatisticky preukazne najvyšší vo výseve 40 semien s prihnojením.

**Tab. 38: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie	Odber rastlín (OR1)		Odber rastlín (OR2)	
Rok	2014		2015	
Parameter	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
40 semien - 0 kg N	68,4 <sup>a</sup>	20,1 <sup>a</sup>	109,7 <sup>a</sup>	33,5 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	126,9 <sup>b</sup>	24,8 <sup>a</sup>	187,1 <sup>b</sup>	41,7 <sup>b</sup>
80 semien - 0 kg N	46,3 <sup>a</sup>	15,3 <sup>a</sup>	97,9 <sup>a</sup>	28,1 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	71,9 <sup>a</sup>	17,3 <sup>a</sup>	117,8 <sup>a</sup>	25,4 <sup>a</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmen

#### 6.2.4.2 Úrodové parametre

V pokusnom roku 2014/15 sa štatisticky preukazne neprejavil vplyv rôzneho výsevu semien a jesenného prihnojenia na úrodu semien. Najvyššiu úrodu semien dosiahli zhodne varianty s výsevom 40 a 80 semien na m<sup>2</sup> s jesenným prihnojením (v priemere 6,1 t/ha). Druhá najvyššia úroda bola v nehnojenej variante s výsevom 40 semien na m<sup>2</sup> (v priemere 6,0 t/ha). Rozdielne hustoty a jesenné prihnojenie (v pokusnom roku 2014/15) majú štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti. Výsev 80 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným prihnojením malo štatisticky preukazne vyššiu olejnatosť semien oproti ostatným variantom. Zaujímavosťou je, že táto varianta (vyšší výsev spolu s jesenným prihnojením) mala aj štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu hmotnosti tisíc semien.

**Tab. 39: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2014/15		
Parameter	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
40 semien - 0 kg N	6,0 <sup>a</sup>	43,9 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	6,1 <sup>a</sup>	45,6 <sup>ab</sup>	3,6 <sup>a</sup>
80 semien - 0 kg N	5,7 <sup>a</sup>	44,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	6,1 <sup>a</sup>	46,9 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

## 6.3 Pokusný rok 2015/16

### 6.3.1 Priebeh poveternostných podmienok a dynamika rastu

Repka po jemnom daždi (3 mm zrážok) tesne po sejbe vzišla, avšak značne medzerovito (vďaka veľkému suchu). Na začiatku septembra mala repka v priemere len prvý pár pravých listov. Aj napriek tomu že v septembri takmer vôbec nepršalo, repka rástla veľmi dobre (v polovici septembra mala repka v priemere 4 listy). Celkovo bol september so zrážkovým úhrnom 11,5 mm suchý (35 % normálu) a teplý (o 1,2 °C nad normálom).

Repka viac rástla do koreňovej sústavy a menej do nadzemnej biomasy. Vplyvom pretrvávajúceho sucha rástli korene do hĺbky za vodou. Výdatnejšie zrážky sa dostavili až v októbri (201 % normálu) a novembri (175 % normálu) Október bol teplotne normálny a november mimoriadne teplý, bližšie v tab. 40.

Prvý celodenný mráz sa dostavil na konci roku 31.12.2015, kedy nočné teploty klesli až k -7,4 °C. Celodenné mrazy trvali až do konca prvej dekády januára, ale neboli až tak výrazné. Najviac sa ochladilo v druhej dekáde januára (najnižšie teploty až -15,8 °C). Rast koreňov pokračoval behom celej zimy s výnimkou začiatku druhej polovice januára. Aj keď zima nebola až tak mrazivá, dlhšie listy s najnižšou mrazuvzdornosťou čiastočne omrzli. Zima bola zrážkovo vlhkejšia – december síce suchý, ale január vlhký a február silne vlhký.

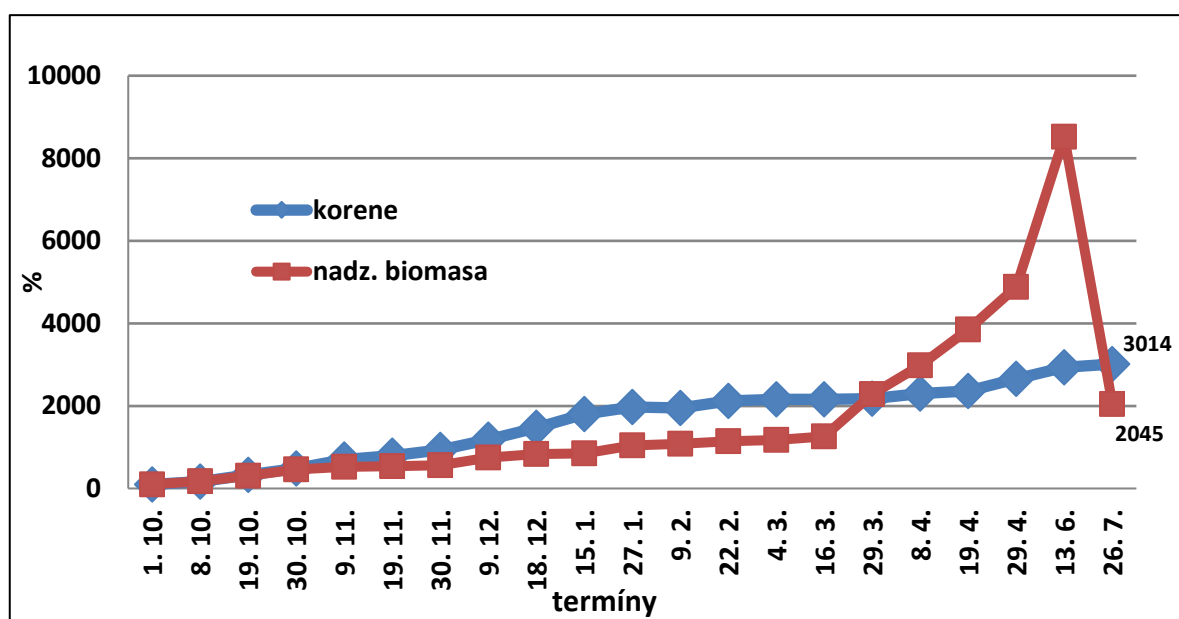
Nástup jari bol voľnejší a rozľahaný. Priemerné teploty sa pohybovali od 2 do 6 °C. Marec bol teplotne aj zrážkovo normálny. Výraznejšie oteplenie prišlo až na prelome marca a apríla. Denné teploty vystúpili na 15 až 20 °C a v noci už nemrzlo. Apríl bol teplotne normálny, zrážkovo suchý ale celkovo veľmi nevyrovnaný.

Regenerácia rastlín bola pozvoľná, plná regenerácia nastala až na konci marca. Do predĺžovacieho rastu sa repka dostala v prvom aprílovom týždni. V túto dobu sa veľmi oteplilo a repky intenzívne rástli. Zelené púčiky sa objavili okolo 12. apríla a prvé kvety sa začali otvárať už 14. apríla.

Fáza plného kvetu nastala v priemere 6. mája. Repka kvitla v priemere celkovo 5 až 6 týždňov, teda asi o 1 až 2 týždne dlhšie ako je obvyklé. V poslednej dekáde mája napršalo 82 mm zrážok, celkovo bol tento mesiac teplotne normálny a zrážkovo vlhký (135 % normálu). Jar prešla do teplého júna a júla. Obe tieto mesiace boli zrážkovo normálne. Priebeh dynamiky rastu repky ozimnej v pokusnom roku 2015/16 je zachytený v grafe 12. Graf opäť poukazuje na dominanciu rastu koreňov počas celého obdobia rastu.

**Tab. 40: Priemerné teploty a úhrn zrážok – sledovaná perióda september až marec**

Sezóna	Mesiac	September	Október	November	December	Január	Február	Marec
	Rok	2015	2015	2015	2015	2016	2016	2016
Mesiac celkovo	teplota (°C)	14,6	8,2	6,7	4,8	-0,4	3,3	4,4
	zrážky (mm)	11,5	53,2	52,3	11,3	28,4	41,7	21,9
Dlhodobý normál	teplota (°C)	13,1	7,7	2,5	-0,9	-2,1	-1,0	3,0
	zrážky (mm)	42,0	35,0	29,0	26,0	22,0	22,0	26,0

**Graf. 12: Dynamika rastu repky ozimnej (čerstvá hmota – 2015/2016 v %)**

100 % = 1. odber - 100 % = korene – 7,3 g/ 10 rastlín, nadz. biomasa - 49,8 g/ 10 rastlín

### 6.3.2 Stupňované dávky hnojiva UREAstabil

#### 6.3.2.1 Rastové parametre

Stupňované dávky hnojiva UREAstabil majú v treťom pokusnom roku významný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. Všetky hnojené varianty vykazujú v prvom odbere (OR1) štatisticky preukazne vyššiu hodnotu počtu listov (L1). Vo variante 120 kg N/ha je v prvom odbere rastlín (OR1) štatisticky významne najväčšia hodnota najdlhšieho listu na rastline. Hrúbka koreňového krčka (K1) rovnako ako dĺžka koreňa (K2) sa štatisticky preukazne mení v prvom odbere, bližšie v tab. 38. V druhom odbere rastlín mali varianty 80 a 120 kg N/ha štatisticky preukazne vyšší počet listov oproti kontrole. U dávky 80 a 120 kg N/ha sa štatisticky preukazne zvýšila dĺžka listu (L2). Hrúbka koreňového krčka je najvyššia vo variante 120 kg N/ha. Dĺžka koreňa sa v druhom odbere štatisticky preukazne nemení.

**Tab. 41: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)				Odber rastlín 2 (OR2)			
Rok	2015				2016			
Dávka N	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
0	6,0 <sup>a</sup>	14,8 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>	19,8 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	12,4 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>	22,6 <sup>a</sup>
40	7,2 <sup>b</sup>	17,5 <sup>b</sup>	7,8 <sup>b</sup>	22,8 <sup>b</sup>	10,7 <sup>ab</sup>	15,8 <sup>b</sup>	9,9 <sup>ab</sup>	22,6 <sup>a</sup>
80	7,8 <sup>b</sup>	19,8 <sup>c</sup>	7,7 <sup>b</sup>	21,7 <sup>ab</sup>	11,9 <sup>b</sup>	20,2 <sup>c</sup>	10,0 <sup>b</sup>	22,5 <sup>a</sup>
120	7,9 <sup>b</sup>	20,9 <sup>c</sup>	7,9 <sup>b</sup>	21,9 <sup>ab</sup>	16,0 <sup>c</sup>	19,2 <sup>c</sup>	12,0 <sup>c</sup>	22,4 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Štatisticky preukazne vyšší obsah sušiny listov v prvom odbere rastlín vykazujú všetky hnojené varianty. Najvyššia hodnota je u dávky 80 kg N/ha, v priemere 69,5 g. Hodnota sušiny koreňov v prvom odbere (OR1) sa podobne ako v predošlých dvoch pokusných rokoch štatisticky preukazne nemení. V druhom odbere štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu sušiny listov dosahuje dávka 120 kg N/ha (134,8 g). Táto vyššia hodnota vzájomne koreluje aj s hodnotou sušiny koreňov, teda najvyššia hodnota je taktiež u dávky 120 kg N/ha. Dávky 40 a 80 kg N/ha vykazujú priemerné hodnoty sušiny oboch meraných ukazovateľov, bližšie uvedené v tab. 42.

**Tab. 42: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie odberu	Odber rastlín 1 (OR1)		Odber rastlín 2 (OR2)	
Rok	2015		2016	
Dávka N	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
0	32,7 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	56,6 <sup>a</sup>	24,5 <sup>a</sup>
40	57,3 <sup>b</sup>	16,7 <sup>a</sup>	76,0 <sup>ab</sup>	29,1 <sup>ab</sup>
80	69,5 <sup>b</sup>	18,8 <sup>a</sup>	98,0 <sup>b</sup>	27,1 <sup>a</sup>
120	67,1 <sup>b</sup>	16,2 <sup>a</sup>	134,8 <sup>c</sup>	33,6 <sup>b</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

### 6.3.2.2 Úrodové parametre

Stupňované dávky hnojiva UREAstabil v pokusnom roku 2015/16 majú štatisticky preukazný vplyv na úrodu semien repky ozimnej. Štatisticky preukazne najvyššiu úrodu mala dávka 120 kg N/ha, +0,9 t/ha oproti kontrole. Druhá najvyššia úroda bola po aplikácii dávky 40 kg N/ha, +0,5 t/ha oproti kontrole. Použitie rozdielných dávok dusíka (v pokusnom roku 2015/16) na jeseň nemá štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti a hmotnosť tisíc semien. Vyššia dávka dusíka v tomto prípade znižuje olejnatosť len o 0,6 % oproti kontrole (štatisticky nepreukazne). Hodnota hmotnosti tisíc semien sa nijak zásadne nemení.

**Tab. 43: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2015/16		
Parameter	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
0	5,2 <sup>a</sup>	45,2 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>
40	5,7 <sup>b</sup>	45,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
80	5,4 <sup>ab</sup>	44,9 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
120	6,1 <sup>c</sup>	44,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

**Tab. 44: Výsledky odberov pôdy – stanovenie dusíka**

Poradie	Odber pôdy 1 (OP1)			Odber pôdy 2 (OP2)			Odber pôdy 3 (OP3)		
Rok	2015			2015			2016		
Forma N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin
kg N/ha	(mg/kg)			(mg/kg)			(mg/kg)		
0	3,6	8,7	12,3	1,5	14,3	<b>15,8</b>	1,8	6,5	<b>8,3</b>
40				2,5	18,1	<b>20,6</b>	1,5	6,1	<b>7,6</b>
80				5,9	26,0	<b>31,9</b>	1,4	7,9	<b>9,3</b>
120				8,9	30,6	<b>39,5</b>	1,8	19,3	<b>21,1</b>

### 6.3.3 Druhy minerálnych hnojív

#### 6.3.3.1 Rastové parametre

Druh minerálneho hnojiva k jesennému prihnojeniu v pokusnom roku 2015/16 oproti predošlým pokusným rokom nemá štatisticky preukazný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. V žiadnom zo sledovaných parametrov nebol štatisticky preukazný rozdiel. Najvyššiu hodnotu počtu listov (L1) v prvom odbere (OR1) dosiahla varianta s hnojivom močovina, v priemere 7,3 listov. Naopak najnižšiu hodnotu hnojivo Ensin. Hodnoty hrúbky koreňového krčka a dĺžky koreňa vykazovali len minimálne rozdiely. Najvyššie hodnoty sme namerali na variante DAM a močovina. V druhom odbere rastlín (OR2) bola najvyššia hodnota počtu listov (L1) a najdlhšieho listu (L2) vo variante s hnojivom Sulfammo (podobne ako v pokusnom roku 2014/15). Najvyššiu hodnotu koreňového krčka v druhom odbere dosiahol variant Ensin. Aj napriek dosiahnutiu vyšších hodnôt rastových parametrov hnojiva Ensin, to vo finálnej fáze nijak kladne neovplyvnilo úrodové parametre v predošlých dvoch pokusných rokoch. Žiaden preukazný rozdiel nebol ani v dĺžke koreňa (K2), bližšie v tab. 45.



**Tab. 45: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)				Odber rastlín 2 (OR2)			
Rok	2015				2016			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
Ensin	7,1 <sup>a</sup>	18,9 <sup>a</sup>	7,4 <sup>a</sup>	21,0 <sup>a</sup>	10,1 <sup>a</sup>	16,0 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	21,5 <sup>a</sup>
Sulfammo	7,6 <sup>a</sup>	19,2 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	21,7 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	17,3 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	21,9 <sup>a</sup>
DAM	7,9 <sup>a</sup>	17,7 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	21,6 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	10,0 <sup>a</sup>	22,2 <sup>a</sup>
Močovina	7,3 <sup>a</sup>	19,5 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	21,2 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	22,2 <sup>a</sup>
LAV	7,2 <sup>a</sup>	17,3 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	20,3 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	17,1 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	20,7 <sup>a</sup>
UREAstabil	7,2 <sup>a</sup>	17,5 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	21,9 <sup>a</sup>	10,7 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	9,9 <sup>a</sup>	22,6 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Aplikácia rôznych hnojív na jeseň má v pokusnom roku 2015/16 štatisticky významný vplyv na celkový obsah sušiny repky ozimnej v oboch odberoch rastlín. Štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu sušiny listov v prvom odbere dosahuje varianta s použitím hnojiva močovina, v priemere 72,9 g. Najnižšie hodnoty, teda bez adekvátneho prejavu rastu nadzemnej biomasy vykazuje varianta LAV, v priemere len 55,4 g. Obsah sušiny koreňov sa po použití jednotlivých druhov hnojív v prvom odbere (OR1) štatisticky preukazne nemení. Výsledky korelujú s vyšším obsahom sušiny listov, najvyššie hodnoty dosahujú varianty Sulfammo a močovina. V druhom odbere rastlín (OR2) má štatisticky preukazne najvyššie hodnoty sušiny listov hnojivá vzostupne Ensin, DAM, Močovina a LAV. Naopak štatisticky preukazne najnižšiu hodnotu dosiahlo hnojivo UREAstabil. Sušina koreňov jednotlivých variant sa v druhom odbere štatisticky preukazne mení, najvyššia hodnota – UREAstabil.

**Tab. 46: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)		Odber rastlín 2 (OR2)	
Rok	2015		2016	
Parameter	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
Ensin	57,2 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>a</sup>	103,8 <sup>b</sup>	24,9 <sup>ab</sup>
Sulfammo	70,9 <sup>ab</sup>	20,9 <sup>a</sup>	95,4 <sup>ab</sup>	22,9 <sup>ab</sup>
DAM	57,8 <sup>ab</sup>	17,7 <sup>a</sup>	104,4 <sup>b</sup>	22,1 <sup>a</sup>
Močovina	72,9 <sup>b</sup>	19,3 <sup>a</sup>	110,5 <sup>b</sup>	25,5 <sup>ab</sup>
LAV	55,4 <sup>a</sup>	16,4 <sup>a</sup>	118,2 <sup>b</sup>	23,1 <sup>ab</sup>
UREAstabil	57,3 <sup>ab</sup>	16,7 <sup>a</sup>	76,0 <sup>a</sup>	29,1 <sup>b</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmen

### 6.3.3.2 Úrodové parametre

Použitie rozdielneho druhu minerálneho hnojiva k jesennému prihnojeniu v pokusnom roku 2015/16 má štatisticky významný vplyv na úrodu semien repky ozimnej. Štatisticky preukazne najvyššiu úrodu v pokuse dosiahlo prekvapujúco hnojivo DAM (5,8 t/ha). Druhú najvyššiu úrodu dosiahol variant s hnojivom UREAstabil (5,7 t/ha). Štatisticky preukazne najnižšiu hodnotu v pokuse dosiahol variant s hnojivom močovina, (variant, ktorý v predchádzajúcich pokusných rokoch dosiahol vysoké úrody semien). Meranie olejnatosti semien repky ozimnej ukázalo, že druh hnojiva k jesennému prihnojeniu nemá štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti (podobne ako v predchádzajúcich dvoch pokusných rokoch). V treťom pokusnom roku sa nepotvrdil štatisticky významný vplyv jesenného prihnojenia na hmotnosť tisíc semien repky ozimnej. Hodnoty HTS sú vo všetkých variantoch pomerne vyrovnané, bližšie uvedené v tab. 47.

**Tab. 47: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2015/2016		
	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
Ensin	5,5 <sup>ab</sup>	45,4 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>
Sulfammo	5,6 <sup>ab</sup>	45,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
DAM	5,8 <sup>b</sup>	45,7 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
Močovina	5,3 <sup>a</sup>	45,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
LAV	5,6 <sup>ab</sup>	45,2 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>
UREAstabil	5,7 <sup>b</sup>	45,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

**Tab. 48: Výsledky odberov pôdy – stanovenie dusíka**

Poradie	Odber pôdy 1 (OP1)			Odber pôdy 2 (OP2)			Odber pôdy 3 (OP3)		
Rok	2015			2015			2016		
Forma N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nmin
kg N/ha	(mg/kg)			(mg/kg)			(mg/kg)		
Ensin	3,6	8,7	12,3	2,3	15,6	<b>17,9</b>	1,6	6,9	<b>8,5</b>
Sulfammo				3,6	19,4	<b>23,0</b>	1,4	5,9	<b>7,3</b>
DAM				1,4	15,6	<b>17,0</b>	1,4	5,9	<b>7,3</b>
Močovina				1,6	16,3	<b>17,9</b>	1,4	6,1	<b>7,5</b>
LAV				2,4	18,5	<b>20,9</b>	1,4	6,1	<b>7,5</b>
UREAstabil				2,5	18,1	<b>20,6</b>	1,5	6,1	<b>7,6</b>

### 6.3.4 Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva

#### 6.3.4.1 Rastové parametre

V pokusnom roku 2015/16 sme zaznamenali (podobne ako v predošlých pokusných rokoch) štatisticky preukazný vplyv rôzneho výsevu semien - organizácie porastu a jesenného prihnojenia na rastové parametre repky ozimnej. Štatisticky najvyššie hodnoty počtu listov (L1) v prvom odbere dosahuje variant 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným prihnojením, v priemere 9,5 listov. Najdlhší list na rastline (L2) v prvom odbere (OR1) je štatisticky preukazne najnižší vo variante s výsevom 80 semien na m<sup>2</sup> bez jesenného prihnojenia. Hrúbka koreňového krčka a dĺžka koreňa v prvom odbere je štatisticky preukazne najvyššia opäť u varianty 40 semien na m<sup>2</sup> s jesenným prihnojením. V druhom odbere sa len kopírujú hodnoty rastových parametrov, kde najvyššie hodnoty dosahuje opäť variant 40 semien s jesenným prihnojením. Naopak najnižšie hodnoty dosahuje výsev 80 semien bez jesenného prihnojenia. Pri hodnotení rastových parametrov rôznych variant výsevu jasne dominuje nižší výsev semien, bližšie uvedené v tab. 49.

**Tab. 49: Rastové parametre – meranie listov a koreňov**

Poradie	Odber rastlín (OR1)				Odber rastlín (OR2)			
Rok	2015				2016			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
40 semien - 0 kg N	7,6 <sup>a</sup>	20,7 <sup>b</sup>	8,1 <sup>b</sup>	21,1 <sup>a</sup>	12,3 <sup>b</sup>	17,0 <sup>b</sup>	10,9 <sup>bc</sup>	23,4 <sup>ab</sup>
40 semien - 40 kg N	9,5 <sup>b</sup>	21,8 <sup>b</sup>	9,5 <sup>c</sup>	23,5 <sup>b</sup>	15,3 <sup>c</sup>	18,2 <sup>b</sup>	12,2 <sup>c</sup>	24,1 <sup>b</sup>
80 semien - 0 kg N	6,8 <sup>a</sup>	16,3 <sup>a</sup>	7,0 <sup>a</sup>	20,5 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>	13,9 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>	21,5 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	7,4 <sup>a</sup>	19,6 <sup>b</sup>	7,4 <sup>ab</sup>	20,3 <sup>a</sup>	11,4 <sup>b</sup>	17,5 <sup>b</sup>	10,6 <sup>ab</sup>	22,6 <sup>ab</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Hodnoty obsahu sušiny sa vzhľadom k rozdielnemu výsevu semien a jesennému prihnojeniu opäť štatisticky významne líšia. Podobne ako u merania listov a koreňov, tak aj u sušiny listov a koreňov pochopiteľne vznikajú podobné rozdiely. V prvom aj druhom odbere v hodnote sušiny listov jasne dominuje výsev 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným dusíkom. Hodnoty nižšieho výsevu sú väčšinou dvojnásobné oproti vyššiemu výsevu alebo nehnojeným variantom. Naopak podobne zaostáva výsev 80 semien na m<sup>2</sup> bez jesenného prihnojenia. Nie vždy ale najvyššie hodnoty sušiny listov a koreňov znamenajú aj následne najvyššiu úrodu.

**Tab. 50: Rastové parametre – obsah sušiny**

Poradie	Odber rastlín (OR1)		Odber rastlín (OR2)	
Rok	2015		2016	
Parameter	Sušina listov	Sušina koreňov	Sušina listov	Sušina koreňov
40 semien - 0 kg N	63,1 <sup>b</sup>	15,4 <sup>b</sup>	98,9 <sup>b</sup>	29,0 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	108,5 <sup>c</sup>	21,7 <sup>c</sup>	157,5 <sup>c</sup>	39,5 <sup>b</sup>
80 semien - 0 kg N	44,9 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	69,5 <sup>a</sup>	22,1 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	49,1 <sup>ab</sup>	11,6 <sup>a</sup>	93,2 <sup>b</sup>	26,0 <sup>a</sup>

Sušina listov a koreňov z 10 rastlín (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia ( $P<0,05$ ) v prípade, že majú rozdielne písmen

#### 6.3.4.2 Úrodové parametre

Vplyv organizácie porastu spolu s jesenným prihnojením na úrodu semien repky ozimnej je v pokusnom roku 2015/16 štatisticky preukazný. Výsev 80 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným dusíkom dosiahol najvyššiu úrodu semien, v priemere 5,8 t/ha. Druhú najvyššiu úrodu semien dosiahol variant s výsevom 80 semien na m<sup>2</sup> bez jesenného prihnojenia. V tomto pokusnom roku jasne dominovali varianty s vyšším výsevom semien, aj napriek nižšej mohutnosti biomasy v decembrovom a marcovom odbere rastlín. Štatisticky preukazne najnižšiu hodnotu olejnatosti semien mal variant s výsevom 40 semien na m<sup>2</sup> bez jesenného prihnojenia. Najvyššiu hodnotu olejnatosti dosiahol variant s vyšším výsevom a jesenným prihnojením. Potvrdil sa aj štatisticky významný vplyv rôzneho výsevu s jesenným prihnojením na hodnotu hmotnosti tisíc semien. Štatisticky preukazne najvyššie hodnoty dosiahli varianty s nižším výsevom s a bez jesenného prihnojenia, bližšie v tab. 51.

**Tab. 51: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a hmotnosť tisíc semien**

Rok	2015/16		
Parameter	Úroda (t/ha)	Olejnatosť (%)	HTS (g)
40 semien - 0 kg N	5,2 <sup>a</sup>	42,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>b</sup>
40 semien - 40 kg N	5,5 <sup>ab</sup>	45,1 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>
80 semien - 0 kg N	5,6 <sup>bc</sup>	44,5 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	5,8 <sup>c</sup>	45,9 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>

n=3, ANOVA(Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia ( $P<0,05$ ) v prípade, že majú rozdielne písmeno

## 6.4 Súhrn 3-ročných výsledkov a diskusia

### 6.4.1 Stupňované dávky hnojiva UREAstabil

Neskoré jesenné prihnojenie v rôznych dávkach dusíka má významný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. Pri použití jesennej dávky 40 – 120 kg N/ha je v predjarnom odbere rastlín (OR2) štatisticky významne väčší počet listov (L1) a najdlhší list na rastline (L2). Najvyššie hodnoty počtu listov dosahuje dávka 120 kg N/ha, na tomto variante sme v pokusnom roku 2014/15 pozorovali nadmerné prerastanie listov. Celkovo sa po jesennej aplikácii dusíka viditeľne zvyšuje objem nadzemnej biomasy a predlžuje fáza vegetatívneho rastu. Podobné výsledky dosiahli aj Xinghua et al. (2016). Pozorované bolo štatisticky významné zväčšenie hrúbky koreňového krčka (K1) v predjarnom období, okrem prvého pokusného roka. Zaznamenaný rast hrúbky koreňového krčka v priemere o 1,3 – 4,1 mm oproti kontrole. Dĺžka koreňa (K2) sa počas zimy taktiež pozitívne zväčšuje, avšak v tomto pokuse štatisticky nevýznamne. Zaznamenané priemerné dĺžky koreňa v predjarnom období (OR2) sa pohybujú na úrovni 17 – 27 cm. Dresbøll et al. (2016) zistili, že od decembra do marca sa priemerná maximálna dĺžka koreňa pohybuje na úrovni do 20 cm a celková činnosť koreňového systému sa v tomto období zdvojnásobí. Ďalšie štúdie uvádzajú rozdielne hĺbky zakorenenia repky ozimnej Perkons et al. (2014) a Barraclough (1989).

**Tab. 52: Rastové parametre – meranie listov a koreňov (3-ročné výsledky)**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)											
Rok	2013				2014				2015			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
0	7,0 <sup>a</sup>	10,2 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	17,6 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	40,1 <sup>a</sup>	9,9 <sup>a</sup>	20,7 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	14,8 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>	19,8 <sup>a</sup>
40	7,1 <sup>a</sup>	12,3 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	18,9 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>	46,7 <sup>b</sup>	9,9 <sup>a</sup>	20,8 <sup>a</sup>	7,2 <sup>b</sup>	17,5 <sup>b</sup>	7,8 <sup>b</sup>	22,8 <sup>b</sup>
80	6,9 <sup>a</sup>	12,2 <sup>b</sup>	6,4 <sup>a</sup>	17,8 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	41,9 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	20,9 <sup>a</sup>	7,8 <sup>b</sup>	19,8 <sup>c</sup>	7,7 <sup>b</sup>	21,7 <sup>ab</sup>
120	7,5 <sup>a</sup>	12,4 <sup>b</sup>	5,7 <sup>a</sup>	18,6 <sup>a</sup>	7,9 <sup>a</sup>	46,1 <sup>b</sup>	10,0 <sup>a</sup>	21,4 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	20,9 <sup>c</sup>	7,9 <sup>b</sup>	21,9 <sup>ab</sup>
Poradie	Odber rastlín 2 (OR2)											
Rok	2014				2015				2016			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
0	9,3 <sup>a</sup>	13,4 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	18,3 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>	40,8 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	24,4 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	12,4 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>	22,6 <sup>a</sup>
40	13,9 <sup>b</sup>	13,7 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	42,3 <sup>ab</sup>	12,4 <sup>ab</sup>	26,3 <sup>a</sup>	10,7 <sup>ab</sup>	15,8 <sup>b</sup>	9,9 <sup>ab</sup>	22,6 <sup>a</sup>
80	10,8 <sup>a</sup>	16,4 <sup>b</sup>	8,4 <sup>a</sup>	19,5 <sup>a</sup>	11,2 <sup>b</sup>	45,4 <sup>bc</sup>	13,2 <sup>b</sup>	24,6 <sup>a</sup>	11,9 <sup>b</sup>	20,2 <sup>c</sup>	10,0 <sup>b</sup>	22,5 <sup>a</sup>
120	13,1 <sup>b</sup>	16,0 <sup>b</sup>	9,0 <sup>a</sup>	19,2 <sup>a</sup>	11,1 <sup>b</sup>	50,0 <sup>c</sup>	13,8 <sup>b</sup>	26,2 <sup>a</sup>	16,0 <sup>c</sup>	19,2 <sup>c</sup>	12,0 <sup>c</sup>	22,5 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Obsah sušiny listov (SL) sa po jesennom hnojení štatisticky významne zvyšuje, a to už pri prvom odbere v decembri (OR1). Najintenzívnejšia akumulácia sušiny nastane po

dosiahnutí piateho listu repky ozimnej. To potvrdzujú aj výsledky od Jankowski & Sokólski (2018) a Velička et al. (2012). Účinnosť jednotlivých dávok na rast sušiny vo veľkej miere ovplyvňuje priebeh poveternostných podmienok po aplikácii hnojív. Najvyššie hodnoty sušiny listov v predjarnom odbere rastlín (OR2) dosahuje dávka 80 a 120 kg N/ha. Zvýšenie obsahu sušiny listov oproti kontrole v priemere od 60,4 % v pokusnom roku 2013/14 až po hodnotu 138,2 % v pokusnom roku 2015/16. Obsah sušiny koreňov (SK) po použití jednotlivých dávok hnojiva sa v prvom odbere (OR1) štatisticky významne nemení. V priebehu jesenného a zimného obdobia významne rastie sušina koreňov. Vytvorenie mohutného koreňového systému počas jesene a zimy má vplyv na skorý jarný rast repky ozimnej. Tieto tvrdenia sú v súlade s poznatkami Su et al. (2015) a Rathke et al. (2006).

**Tab. 53: Rastové parametre – obsah sušiny (3-ročné výsledky)**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)						Odber rastlín 2 (OR2)					
	2013		2014		2015		2014		2015		2016	
Parameter	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK
0	15,9 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	106,5 <sup>a</sup>	27,4 <sup>a</sup>	32,7 <sup>a</sup>	13,13 <sup>a</sup>	28,5 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	100,1 <sup>a</sup>	35,4 <sup>a</sup>	56,6 <sup>a</sup>	24,5 <sup>a</sup>
40	19,8 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	148,4 <sup>b</sup>	27,4 <sup>a</sup>	57,3 <sup>b</sup>	16,7 <sup>a</sup>	48,7 <sup>b</sup>	11,4 <sup>a</sup>	168,1 <sup>b</sup>	45,2 <sup>b</sup>	76,0 <sup>ab</sup>	29,1 <sup>ab</sup>
80	22,7 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	113,9 <sup>a</sup>	24,1 <sup>a</sup>	69,5 <sup>b</sup>	18,8 <sup>a</sup>	45,7 <sup>b</sup>	8,6 <sup>a</sup>	180,2 <sup>bc</sup>	47,0 <sup>b</sup>	98,0 <sup>b</sup>	27,1 <sup>a</sup>
120	16,7 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>	124,0 <sup>ab</sup>	24,1 <sup>a</sup>	67,1 <sup>b</sup>	16,2 <sup>a</sup>	53,8 <sup>b</sup>	9,7 <sup>a</sup>	195,7 <sup>c</sup>	48,0 <sup>b</sup>	134,8 <sup>c</sup>	33,6 <sup>b</sup>

SL- sušina listov z 10 rastlín (g), SK- sušina 10 koreňov (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Jesenné prihnojenie dusíkom má štatisticky významný vplyv na výnos semien repky ozimnej. To je v súlade s výsledkami Li et al. (2011), Boyles et al. (2006) a Hocking & Stapper (2001). Na druhej strane v rozpore s výsledkami Gunstone et al. (2004) a Wright et al. (1988). Najväčšiu výnosovú odozvu vo všetkých troch pokusných rokoch mala dávka 120 kg N/ha, priemerné navýšenie o 16,9 % (výnos 6,1 – 6,7 t/ha). Druhý najvyšší výnos dosiahla dávka 40 kg N/ha, priemerné navýšenie o 10,6 % (5,7 – 6,5 t/ha). Prekvapivo dávka 80 kg N/ha v priemere výnosov zaostala, navýšenie len o 7,4 % (5,4 – 6,3 t/ha). Po meraniach olejnatosti semien repky ozimnej sa v prvom pokusnom roku 2013/14 preukázalo, že najvyššia dávka 120 kg N/ha má štatisticky významný vplyv na zníženie olejnatosti (v priemere o 1,9 %). Negatívne pôsobenie vyšších dávok dusíka na olejnatosť pozorovali aj ďalší autori Storer et al. (2018), Rathke et al. (2005) a Cheema et al. (2001). V ďalších dvoch pokusných rokoch (2014/15 a 2015/16) sa toto negatívne pôsobenie štatisticky významne nepotvrdilo. V pokuse sa taktiež nepotvrdil štatisticky významný vplyv jesenného prihnojenia na hmotnosť tisíc semien. Zásadný vplyv na hmotnosť tisíc semien má priebeh

poveternostných podmienok v reprodukčnej fáze repky ozimnej. To potvrdzuje aj výskum Weyman et al. (2015).

**Tab. 54: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a HTS (3-ročné výsledky)**

Rok	2014			2015			2016		
Parameter	US	OL	HTS	US	OL	HTS	US	OC	HTS
0	5,4 <sup>a</sup>	48,2 <sup>b</sup>	3,8 <sup>ab</sup>	5,8 <sup>a</sup>	46,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	45,2 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>
40	5,9 <sup>ab</sup>	48,3 <sup>b</sup>	3,9 <sup>bc</sup>	6,5 <sup>bc</sup>	44,6 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	5,7 <sup>b</sup>	45,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
80	5,9 <sup>ab</sup>	47,5 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>c</sup>	6,3 <sup>b</sup>	45,9 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	5,4 <sup>ab</sup>	44,9 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
120	6,3 <sup>b</sup>	46,3 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	6,7 <sup>c</sup>	45,2 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	6,1 <sup>c</sup>	44,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>

US- úroda semien (t/ha), OL- olejnatosť semien (%), HTS- hmotnosť tisíc semien (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

#### 6.4.2 Druhy minerálnych hnojív

Druh použitého minerálneho hnojiva k jesennému prihnojeniu v priemere troch pokusných rokov má len čiastočný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. Efektívne využitie hnojiva rastlinou repky a následný efekt na jeseň závisí od viacerých faktorov: druhu hnojiva, načasovania aplikácie a priebehu poveternostných podmienok po aplikácii. To potvrdzujú aj ďalšie štúdie Ulas et al. (2012) a Zhang et al. (2010). V prvom odbere sa hodnota počtu listov zásadne nemení. Výnimkou je pokusný rok 2014/15, v ktorom mal variant močovina štatisticky preukazne najvyšší počet listov. Pri hodnotení dĺžky najdlhšieho listu (L2) a hrúbky koreňového krčka (K1) nie je možné určiť v priemere troch pokusných rokov, ktoré hnojivo malo jednoznačne najväčší vplyv na jeseň. Jedným z dôvodov je aj krátka doba na adekvátny efekt, väčšinou sa daný efekt dostaví až na jar alebo pri zbere úrody. To je v súlade s výsledkami Piwowar (2011). Dĺžka koreňa (K2) sa štatisticky preukazne nemení. Najdlhší koreň má variant Sulfammo, bližšie uvedené v tab. 55. V druhom odbere (OR2) opäť nie je možné určiť, ktoré hnojivo má najväčší vplyv na hodnotu počtu listov (L1). Dĺžka najdlhšieho listu (L2) v druhom odbere sa v priemere troch rokov štatisticky preukazne nemení. V druhom odbere je iba v pokusnom roku 2014/15 štatisticky preukazne väčšia hrúbka koreňového krčka vo variante Ensin a močovina. Naopak pri rastovom parametri – dĺžka koreňa (K2) sme v dvoch pokusných rokoch pozorovali štatisticky preukazne vyššie hodnoty u variantu Ensin a UREAstabil. Pozitívny rast koreňov do hĺbky potvrdzuje aj výskum Singh et al. (2005) a Tilman et al. (2002). Z týchto výsledkov je možné konštatovať, že medzi použitými druhmi hnojív nie je zásadný rozdiel z hľadiska vplyvu na rast biomasy repky ozimnej v priebehu jesene a skorej jari.

**Tab. 55: Rastové parametre – meranie listov a koreňov (3-ročné výsledky)**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)											
Rok	2013				2014				2015			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
Ensin	6,9 <sup>a</sup>	12,3 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	17,5 <sup>a</sup>	8,5 <sup>ab</sup>	44,9 <sup>c</sup>	9,4 <sup>a</sup>	21,3 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	18,9 <sup>a</sup>	7,4 <sup>a</sup>	21,0 <sup>a</sup>
Sulfammo	7,3 <sup>a</sup>	11,8 <sup>a</sup>	6,2 <sup>ab</sup>	17,6 <sup>a</sup>	7,9 <sup>ab</sup>	43,9 <sup>c</sup>	8,7 <sup>a</sup>	21,8 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	19,2 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	21,7 <sup>a</sup>
DAM	7,3 <sup>a</sup>	13,8 <sup>b</sup>	6,6 <sup>ab</sup>	18,8 <sup>a</sup>	8,1 <sup>ab</sup>	38,5 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>	21,3 <sup>a</sup>	7,9 <sup>a</sup>	17,7 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	21,6 <sup>a</sup>
Močovina	7,2 <sup>a</sup>	12,9 <sup>ab</sup>	6,3 <sup>ab</sup>	18,0 <sup>a</sup>	8,6 <sup>b</sup>	43,2 <sup>bc</sup>	10,2 <sup>b</sup>	22,1 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	19,5 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	21,2 <sup>a</sup>
LAV	7,3 <sup>a</sup>	12,5 <sup>ab</sup>	6,2 <sup>ab</sup>	18,1 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	39,7 <sup>ab</sup>	9,8 <sup>a</sup>	20,3 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	17,3 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	20,3 <sup>a</sup>
UREAstabil	7,0 <sup>a</sup>	13,0 <sup>ab</sup>	5,9 <sup>ab</sup>	18,1 <sup>a</sup>	8,1 <sup>ab</sup>	46,7 <sup>c</sup>	9,9 <sup>a</sup>	20,8 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	17,5 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	21,9 <sup>a</sup>
Poradie	Odber rastlín 2 (OR2)											
Rok	2014				2015				2016			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
Ensin	10,4 <sup>a</sup>	14,6 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a</sup>	21,3 <sup>b</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	42,1 <sup>a</sup>	12,6 <sup>b</sup>	26,3 <sup>b</sup>	10,1 <sup>a</sup>	16,0 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	21,5 <sup>a</sup>
Sulfammo	11,5 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>	20,2 <sup>ab</sup>	6,4 <sup>b</sup>	42,0 <sup>a</sup>	12,3 <sup>ab</sup>	24,6 <sup>ab</sup>	11,2 <sup>a</sup>	17,3 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	21,9 <sup>a</sup>
DAM	11,6 <sup>a</sup>	14,3 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	20,0 <sup>ab</sup>	5,8 <sup>ab</sup>	41,5 <sup>a</sup>	12,4 <sup>ab</sup>	23,8 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	10,0 <sup>a</sup>	22,2 <sup>a</sup>
Močovina	11,5 <sup>a</sup>	13,7 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	21,0 <sup>ab</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	44,2 <sup>a</sup>	12,9 <sup>b</sup>	24,4 <sup>ab</sup>	10,8 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	22,2 <sup>a</sup>
LAV	11,8 <sup>a</sup>	14,1 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>	19,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	42,5 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	24,7 <sup>ab</sup>	10,8 <sup>a</sup>	17,1 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	20,7 <sup>a</sup>
UREAstabil	11,0 <sup>a</sup>	13,4 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	20,8 <sup>ab</sup>	6,2 <sup>ab</sup>	42,3 <sup>a</sup>	12,4 <sup>ab</sup>	26,3 <sup>b</sup>	10,7 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	9,9 <sup>a</sup>	22,6 <sup>a</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia ( $P<0,05$ ) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Aplikácia rôznych druhov hnojív na jeseň má v priemere troch pokusných rokov štatisticky významný vplyv na celkový obsah sušiny repky ozimnej. Počas teplej jesene rastie hlavne nadzemná biomasa, a teda aplikovaný dusík prechádza hlavne do vrchnej časti rastliny, zvyšok ostáva v koreňovej sústave. Toto tvrdenie potvrdzujú aj ďalší autori Černý et al. (2013) a Rathke et al. (2006). Štatisticky preukazne najvyššiu hodnotu sušiny listov v prvom odbere OR1 (priemer troch pokusných rokov) dosahuje variant s použitím hnojiva močovina. Obsah sušiny koreňov sa po použití jednotlivých druhov hnojív v prvom odbere (OR1) štatisticky preukazne mení – najvyššie hodnoty dosahuje opäť variant močovina. V druhom odbere rastlín (OR2) sa síce sušina listov štatisticky preukazne mení, ale v priemere troch rokov nie je možné presne určiť, ktoré hnojivo malo v jarnom odbere najväčší vplyv. Sušina koreňov jednotlivých variant sa v druhom odbere štatisticky preukazne mení len v jednom pokusnom roku 2015/16, kde má najvyššiu hodnotu hnojivo UREAstabil. Pozitívny efekt tohto hnojiva potvrdzuje aj výsledok od Růžek et al. (2017) a Mráz (2014). V priemere pokusných rokov nie je jednoznačné, ktoré hnojivo malo najviac pozitívny efekt na rast sušiny koreňov.



**Tab. 56: Rastové parametre – obsah sušiny (3-ročné výsledky)**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)						Odber rastlín 2 (OR2)					
	2013		2014		2015		2014		2015		2016	
Parameter	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK
Ensin	17,4 <sup>ab</sup>	4,4 <sup>a</sup>	158,0 <sup>b</sup>	27,9 <sup>ab</sup>	57,2 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>a</sup>	44,1 <sup>a</sup>	9,7 <sup>a</sup>	180,3 <sup>b</sup>	48,9 <sup>a</sup>	103,8 <sup>b</sup>	24,9 <sup>ab</sup>
Sulfammo	14,3 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	119,6 <sup>ab</sup>	23,7 <sup>a</sup>	70,9 <sup>ab</sup>	20,9 <sup>a</sup>	41,7 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>	157,6 <sup>ab</sup>	42,1 <sup>a</sup>	95,4 <sup>ab</sup>	22,9 <sup>ab</sup>
DAM	28,1 <sup>c</sup>	6,6 <sup>b</sup>	108,5 <sup>a</sup>	26,4 <sup>ab</sup>	57,8 <sup>ab</sup>	17,7 <sup>a</sup>	42,4 <sup>a</sup>	11,1 <sup>a</sup>	141,3 <sup>ab</sup>	39,1 <sup>a</sup>	104,4 <sup>b</sup>	22,1 <sup>a</sup>
Močovina	26,4 <sup>c</sup>	6,6 <sup>b</sup>	157,4 <sup>b</sup>	36,8 <sup>b</sup>	72,9 <sup>b</sup>	19,3 <sup>a</sup>	50,9 <sup>a</sup>	11,1 <sup>a</sup>	173,9 <sup>ab</sup>	51,4 <sup>a</sup>	110,5 <sup>b</sup>	25,5 <sup>ab</sup>
LAV	24,0 <sup>c</sup>	6,1 <sup>b</sup>	129,5 <sup>ab</sup>	25,2 <sup>a</sup>	55,4 <sup>a</sup>	16,4 <sup>a</sup>	43,1 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>	133,9 <sup>a</sup>	34,5 <sup>a</sup>	118,2 <sup>b</sup>	23,1 <sup>ab</sup>
UREAstabil	21,9 <sup>bc</sup>	5,3 <sup>ab</sup>	148,4 <sup>ab</sup>	30,1 <sup>ab</sup>	57,3 <sup>ab</sup>	16,7 <sup>a</sup>	48,7 <sup>a</sup>	11,4 <sup>a</sup>	168,1 <sup>ab</sup>	45,2 <sup>a</sup>	76,0 <sup>a</sup>	29,1 <sup>b</sup>

SL- sušina listov z 10 rastlín (g), SK- sušina 10 koreňov (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Aplikácia rozdielneho druhu minerálneho hnojiva v dávke 40 kg N/ha k jesennému prihnojeniu repky ozimnej v priemere troch pokusných rokov má štatisticky významný vplyv na úrodu semien repky ozimnej. Štatisticky preukazne najvyššiu úrodu v pokuse dosiahlo hnojivo UREAstabil (najvyššia úroda v dvoch pokusných rokoch). V súlade s výsledkami Růžek et al. (2017) a Šimka et al. (2012a). Druhú najvyššiu úrodu dosiahol variant s hnojivom močovina (druhá najvyššia úroda v dvoch pokusných rokoch). Štatisticky preukazne najnižšiu hodnotu v pokuse a slabý efekt na úrodu dosiahol variant s hnojivom LAV. To sa nezhoduje s tvrdeniami Vaněk et al. (2007). Druh hnojiva k jesennému prihnojeniu repky ozimnej nemá štatisticky významný vplyv na zmenu olejnatosti, vplyv má len dávka dusíka. To je v súlade s výsledkami Butkutė et al. (2006). V priemere troch pokusných rokov sa nepotvrdil štatisticky preukazný vplyv použitia rôzneho druhu hnojiva k jesennému prihnojeniu na hmotnosť tisíc semien repky ozimnej. Tieto tvrdenia potvrdzujú aj výsledky ďalších autorov Narits (2010) a Orlovius (2003).

**Tab. 57: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a HTS (3-ročné výsledky)**

Rok	2014			2015			2016		
	US	OL	HTS	US	OL	HTS	US	OC	HTS
Ensin	5,9 <sup>a</sup>	47,2 <sup>a</sup>	3,7 <sup>ab</sup>	6,1 <sup>ab</sup>	45,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	5,5 <sup>ab</sup>	45,4 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>
Sulfammo	5,7 <sup>a</sup>	47,6 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	44,5 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>ab</sup>	45,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
DAM	5,6 <sup>a</sup>	48,1 <sup>a</sup>	3,8 <sup>ab</sup>	6,2 <sup>abc</sup>	45,0 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	5,8 <sup>b</sup>	45,7 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
Močovina	5,8 <sup>a</sup>	47,3 <sup>a</sup>	3,9 <sup>abc</sup>	6,4 <sup>bc</sup>	45,1 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	45,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
LAV	5,4 <sup>a</sup>	47,0 <sup>a</sup>	4,1 <sup>c</sup>	5,9 <sup>a</sup>	43,7 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	5,6 <sup>ab</sup>	45,2 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>
UREAstabil	5,9 <sup>a</sup>	48,2 <sup>a</sup>	3,9 <sup>bc</sup>	6,5 <sup>c</sup>	44,6 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	5,7 <sup>b</sup>	45,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>

US- úroda semien (t/ha), OL- olejnatosť semien (%), HTS- hmotnosť tisíc semien (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

### 6.4.3 Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva

Rozdielna hustota porastu v kombinácii s jesenným dusíkom má významný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. Tieto tvrdenia potvrdzujú aj výsledky Li et al. (2016) a Šimka et al. (2012b). Vo variante výsev 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným dusíkom je v prvom odbere rastlín (OR1) štatisticky významne väčší počet listov (L1). Najdlhší list na rastline je štatisticky preukazne najmenší vo variante s výsevom 80 semien na m<sup>2</sup> bez jesenného prihnojenia. Konkurencia rastlín a nedostatok dusíka a ďalších živín počas teplej jesene je v tomto prípade hlavný dôvod najpomalšieho rastu. Hrúbka koreňového krčka (K1) v prvom odbere úzko súvisí s hustotou porastu a teda konkurenciou rastlín na danú plochu. Viac priestoru spolu s jesenným dusíkom je ideál pre vytvorenie dostatočne mohutného koreňového systému. To potvrdzujú aj výsledky Sikorska et al. (2017). Dĺžka koreňa je najväčšia opäť vo variante 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným prihnojením. V druhom odbere rastlín (OR2) sa hnojený variant s nižším a vyšším výsevom postupne dorovnáva, a teda štatisticky preukazný rozdiel medzi nimi už zaniká. Týka sa to hlavne nadzemnej biomasy – počet listov a najdlhší list. Variant s nižším výsevom spolu s jesenným prihnojením má štatisticky preukazne najvyššie hodnoty hrúbky koreňového krčka, bližšie uvedené v tab. 58.

**Tab. 58: Rastové parametre – meranie listov a koreňov (3-ročné výsledky)**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)											
	2013				2014				2015			
Rok												
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
40 semien - 0 kg N	7,2 <sup>ab</sup>	12,7 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	16,1 <sup>a</sup>	6,8 <sup>a</sup>	34,1 <sup>b</sup>	8,0 <sup>a</sup>	19,0 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	20,7 <sup>b</sup>	8,1 <sup>b</sup>	21,1 <sup>a</sup>
40 semien - 40 kg N	7,9 <sup>b</sup>	13,6 <sup>b</sup>	6,8 <sup>a</sup>	16,2 <sup>a</sup>	7,7 <sup>b</sup>	41,7 <sup>c</sup>	9,4 <sup>b</sup>	21,1 <sup>b</sup>	9,5 <sup>b</sup>	21,8 <sup>b</sup>	9,5 <sup>c</sup>	23,5 <sup>b</sup>
80 semien - 0 kg N	6,8 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	29,4 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	19,4 <sup>ab</sup>	6,8 <sup>a</sup>	16,3 <sup>a</sup>	7,0 <sup>a</sup>	20,5 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	7,1 <sup>ab</sup>	12,6 <sup>b</sup>	6,1 <sup>a</sup>	16,4 <sup>a</sup>	7,1 <sup>ab</sup>	32,9 <sup>b</sup>	7,7 <sup>a</sup>	18,7 <sup>a</sup>	7,4 <sup>a</sup>	19,6 <sup>b</sup>	7,4 <sup>ab</sup>	20,3 <sup>a</sup>
Poradie	Odber rastlín 2 (OR2)											
Rok	2014				2015				2016			
Parameter	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2	L1	L2	K1	K2
40 semien - 0 kg N	9,5 <sup>ab</sup>	11,8 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	19,7 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	31,5 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	23,3 <sup>a</sup>	12,3 <sup>b</sup>	17,0 <sup>b</sup>	10,9 <sup>bc</sup>	23,4 <sup>ab</sup>
40 semien - 40 kg N	10,6 <sup>b</sup>	15,0 <sup>b</sup>	9,0 <sup>b</sup>	19,9 <sup>a</sup>	10,3 <sup>b</sup>	40,8 <sup>b</sup>	11,6 <sup>b</sup>	23,0 <sup>a</sup>	15,3 <sup>c</sup>	18,2 <sup>b</sup>	12,2 <sup>c</sup>	24,1 <sup>b</sup>
80 semien - 0 kg N	9,1 <sup>a</sup>	11,0 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>	33,8 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	22,8 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>	13,9 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>	21,5 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	10,1 <sup>ab</sup>	14,7 <sup>b</sup>	8,3 <sup>ab</sup>	19,2 <sup>a</sup>	9,6 <sup>ab</sup>	37,8 <sup>b</sup>	9,4 <sup>a</sup>	21,4 <sup>a</sup>	11,4 <sup>b</sup>	17,5 <sup>b</sup>	10,6 <sup>ab</sup>	22,6 <sup>ab</sup>

L1- počet listov (ks), L2- Najdlhší list (cm), K1- hrúbka koreňového krčka (mm), K2- dĺžka koreňa (cm), n=30 ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Najvyššie hodnoty sušiny listov a koreňov v prvom odbere rastlín (OR1) dosahuje variant 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným prihnojením. V priemere 3-ročných pokusov tento variant vykazuje štatisticky preukazné rozdiely voči ostatným variantom. V druhom odbere (OR2) sa len kopírujú výsledky z prvého odberu kde najvyššie hodnoty dosahuje opäť variant 40 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným prihnojením. Hustota porastu má významný vplyv na obsah sušiny listov a koreňov, zvlášť keď je agregovaná spolu s jesenným prihnojením. Tieto tvrdenia potvrdzujú aj ďalší autori Musnicki & Budzynski (2005). Mohutnosť biomasy určuje hlavne aktuálny stav rastlín a nemusí hneď potvrdzovať aj stav finálny – úrodu danej plodiny. Tieto poznatky potvrdzujú aj ďalší autori Khan et al. (2017).

**Tab. 59: Rastové parametre – obsah sušiny (3-ročné výsledky)**

Poradie	Odber rastlín 1 (OR1)						Odber rastlín 2 (OR2)					
	2013		2014		2015		2014		2015		2016	
Parameter	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK	SL	SK
40 s. - 0 kg N	21,5 <sup>ab</sup>	5,2 <sup>a</sup>	68,4 <sup>a</sup>	20,1 <sup>a</sup>	63,1 <sup>b</sup>	15,4 <sup>b</sup>	36,2 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>	109,7 <sup>a</sup>	33,5 <sup>ab</sup>	98,9 <sup>b</sup>	29,0 <sup>a</sup>
40 s. - 40 kg N	26,9 <sup>b</sup>	7,0 <sup>b</sup>	126,9 <sup>b</sup>	24,8 <sup>a</sup>	108,5 <sup>c</sup>	21,7 <sup>c</sup>	57,1 <sup>b</sup>	13,1 <sup>a</sup>	187,1 <sup>b</sup>	41,7 <sup>b</sup>	157,5 <sup>c</sup>	39,5 <sup>b</sup>
80 s. - 0 kg N	16,6 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	46,3 <sup>a</sup>	15,3 <sup>a</sup>	44,9 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	30,4 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	97,9 <sup>a</sup>	28,1 <sup>a</sup>	69,5 <sup>a</sup>	22,1 <sup>a</sup>
80 s. - 40 kg N	22,8 <sup>ab</sup>	5,6 <sup>ab</sup>	71,9 <sup>a</sup>	17,3 <sup>a</sup>	49,1 <sup>ab</sup>	11,6 <sup>a</sup>	42,3 <sup>ab</sup>	11,8 <sup>a</sup>	117,8 <sup>a</sup>	25,4 <sup>a</sup>	93,2 <sup>b</sup>	26,0 <sup>a</sup>

SL- sušina listov z 10 rastlín (g), SK- sušina 10 koreňov (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

Vplyv rozdielnej hustoty porastu spolu s jesenným prihnojením na úrodu semien repky ozimnej je v priemere troch pokusných rokov štatisticky nepreukazný. V prvom pokusnom roku dosiahla najvyššiu úrodu variant 40 semien na m<sup>2</sup>: bez jesenného prihnojenia. Zhodne s výsledkami Bagheri et al. (2011). V druhom pokusnom roku bez preukazného rozdielu medzi jednotlivými variantami. V treťom pokusnom roku dosiahol najvyššiu úrodu variant 80 semien na m<sup>2</sup> spolu s jesenným dusíkom. Podobne výsledky dosiahli Vašák et al. (2016). Z týchto trojročných výsledkov nie je možné určiť, ktorý variant je najvhodnejší z hľadiska úrody semien. Pri hodnotení olejnatosti semien je možné odvodiť, že rozdielna hustota porastu a jesenný dusík majú čiastočný vplyv na zmenu olejnatosti semien repky ozimnej. Zmeny sme pozorovali v druhom a treťom pokusnom roku, kde najvyššie hodnoty dosahoval variant 80 semien na m<sup>2</sup> s jesenným dusíkom. V súlade s výsledkami Zhang et al. (2012). Hustota porastu spolu s jesenným dusíkom nemá štatisticky preukazný vplyv na hmotnosť tisíc semien. Podobné výsledky dosiahli aj Momoh & Zhou (2001) a Leach et al. (1990).

**Tab. 60: Úrodové parametre – úroda, olejnatosť a HTS (3-ročné výsledky)**

Rok	2014			2015			2016		
Parameter	US	OL	HTS	US	OL	HTS	US	OC	HTS
40 semien - 0 kg N	5,2 <sup>b</sup>	48,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	43,9 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	42,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>b</sup>
40 semien - 40 kg N	4,6 <sup>ab</sup>	47,6 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	45,6 <sup>ab</sup>	3,6 <sup>a</sup>	5,5 <sup>ab</sup>	45,1 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>
80 semien - 0 kg N	4,8 <sup>ab</sup>	47,7 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	44,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>bc</sup>	44,5 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>
80 semien - 40 kg N	4,4 <sup>a</sup>	48,0 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	46,9 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>	5,8 <sup>c</sup>	45,9 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>

US- úroda semien (t/ha), OL- olejnatosť semien (%), HTS- hmotnosť tisíc semien (g), n=3, ANOVA (Tukey's test HSD) rozdiely medzi strednými hodnotami sa navzájom významne líšia (P<0,05) v prípade, že majú rozdielne písmeno

## 6.5 Zhodnotenie ekonomického prínosu

Pri hodnotení ekonomického prínosu stupňovanej dávky hnojiva UREAstabil a druhu hnojiva k jesennému prihnojeniu sme vychádzali z priemeru trojročných výsledkov. Hodnotenie je modelové pri úrode 3,5 t/ha, kde následne k tomu pripočítavame jednotlivé percentá z pokusov. Jedná sa len o hodnotenie maloparcelkových prínosov. Reálne prevádzkové navýšenia úrod môžu byť významne rozdielne, a preto uvádzame do tabuľky hranicu rentability. Zdrojové údaje jednotlivých úrod pre výpočet ekonomického prínosu sú v tab. 61 a 63. Ceny jednotlivých hnojív (august 2019): UREAstabil - 400 eur/t, Ensin - 320 eur/t, Sulfammo - 520 eur/t, DAM - 220 eur/t, močovina - 300 eur/t a LAV – 210 eur/t.

**Tab. 61: Relatívna úroda – stupňované dávky hnojiva UREAstabil, zdrojové údaje**

Dávka hnojiva na jeseň (kg N/ha)	Úroda semien v %			
	2014	2015	2016	Priemer v %
0	100	100	100	100
40	110	113	109	110,7
80	110	108	105	107,7
120	117	116	117	116,7

**100%:** 2014 – 5,41 t/ha, 2015 – 5,79 t/ha, 2016 – 5,18 t/ha

Prepočet jednotlivých dávok v maloparcelkových pokusoch jednoznačne ukazuje prínosy v prospech jesenného prihnojenia. Najvyššiu hodnotu prínosu je po aplikácii dávky 120 kg N/ha, ktorá je však v bežnej praxi nepoužiteľná. Jednak kvôli otáznej úrode v praxi a zároveň zákazu, ktorý nepovoľuje takto vysoké dávky aplikovať – nitrátová direktíva. Len mierny nárast ukazuje dávka 80 kg N/ha. Naopak ako vhodná a zároveň ekonomicky stabilná sa ukazuje dávka 40 kg N/ha. V jednotlivých variantoch je spočítaná aj hranica rentability, pre ukážku aké reálne úrody sú potrebné pre dosiahnutie požadovaného ekonomického efektu po jesennom prihnojení.

**Tab. 62: Zhodnotenie ekonomického prínosu – stupňované dávky UREAstabil**

Parameter	Zvýšenie úrody	Zvýšenie tržieb	Hnojivo + aplikácia	Celkový prínos
Dávka	t/ha	eur/ha	eur/ha	eur/ha
40	0,37	133,2	42,8	90,4
80	0,27	97,2	77,6	19,6
120	0,58	208,8	112,4	96,4
40 rent.	0,12	43,2	42,8	0,4
80 rent.	0,22	79,2	77,6	1,6
120 rent	0,32	115,2	112,4	3,2

40, 80 a 120 rent.- hranica rentability u jednotlivých dávok, cena repky 360 eur/t, cena aplikácie 8 eur, počítané k základnej úrode 3,5 t/ha

**Tab. 63: Relatívna úroda – druhy hnojív, zdrojové údaje**

Hnojivo v dávke 40 kg N/ha	Úroda semien v %			
	2014	2015	2016	Priemer
kontrola	100	100	100	100
LAV	100	102	107	103
Sulfammo	104	104	107	105
Ensin	110	105	106	107
DAM	103	107	112	107,3
Močovina	107	111	102	106,7
Ureastabil	110	113	109	110,7

100%: 2014 – 5,41 t/ha, 2015 – 5,79 t/ha, 2016 – 5,18 t/ha

Hodnotenie ekonomického prínosu použitia jednotlivých druhov hnojív v dávke 40 kg N/ha je uvedené v tab. 64. Ekonomicky najprínosnejšie vychádza použitie hnojiva UREAstabil s prínosom 94 eur/ha, ktoré malo zároveň aj najvyššiu odozvu v úrode. Následne ďalšie v poradí hnojivo DAM s prínosom 56,1 eur/ha a močovina s prínosom 48,7 eur/ha. Naopak bez ekonomického prínosu vychádza Sulfammo so stratou -33,7 eur/ha a liadok amónny s vápencom so stratou -3,3 eur/ha. Z týchto výsledkov je možné konštatovať, že ekonomicky najprínosnejšie vo všeobecnosti vychádzajú hnojivá na báze močoviny.

**Tab. 64: Zhodnotenie ekonomického prínosu – druhy hnojív**

Parameter	zvýšenie úrody	Zvýšenie tržieb	hnojivo + aplikácia	Celkový prínos
Hnojivo	t/ha	eur/ha	eur/ha	eur/ha
Ensin	0,24	86,4	57,3	29,1
Sulfammo	0,18	64,8	98,5	-33,7
DAM	0,26	93,6	37,5	56,1
Močovina	0,23	82,8	34,1	48,7
LAV	0,1	36	39,3	-3,3
UREAstabil	0,38	136,8	42,8	94

## 7. Stanovisko k cieľom a hypotézam

- Cieľ 1: Overiť vhodnosť použitých stupňovaných dávok hnojiva UREAstabil a vhodného druhu dusíkatého hnojiva k neskorému hnojeniu repky ozimnej na jeseň.

*Vyjadrenie: Po overení vhodnosti stupňovaných dávok hnojiva UREAstabil k jesennému prihnojeniu sa ukázalo, že najvhodnejšou variantou z hľadiska úrody, ekonomickej a ekologickej stránky je dávka 40 kg N/ha. Overenie druhov dusíkatého hnojiva ukázalo, že najvhodnejšími variantami sú UREAstabil, DAM a močovina.*

- Cieľ 2: Zhodnotiť vplyv jednotlivých dávok hnojiva UREAstabil a rôznych druhov hnojív na rast nadzemnej biomasy a koreňov repky ozimnej.

*Vyjadrenie: Hnojivo UREAstabil v rôznych dávkach dusíka na jeseň má významný vplyv na rast nadzemnej biomasy a koreňov počas jesene a skorého jarného obdobia. Rôzne druhy minerálnych hnojív majú len čiastočný vplyv na rast nadzemnej biomasy a koreňov počas jesene a skorého jarného obdobia (menšie rozdiely medzi jednotlivými variantami).*

- Cieľ 3: Porovnať reakciu repky ozimnej na neskoré hnojenie dusíkom na jeseň pri použití dvoch rozdielnych hustôt porastu.

*Vyjadrenie: Rozdielna hustota porastu v kombinácii s jesenným dusíkom má významný vplyv na rastové parametre repky ozimnej. Najintenzívnejšia reakcia rastových parametrov na jesenné prihnojenie je u variantu 40 semien. Po vyhodnotení výsledkov nie je možné definovať, ktorá hustota je z hľadiska úrody najoptimálnejšia.*

- Cieľ 4: Výnosovo a ekonomicky vyhodnotiť najefektívnejšiu dávku hnojiva UREAstabil a druh dusíkatého hnojiva k neskorému hnojeniu repky ozimnej na jeseň.

*Vyjadrenie: Najefektívnejšia dávka hnojiva UREAstabil z hľadiska úrody a ekonomiky je v maloparcelkovom pokuse 120 kg N/ha. Avšak z praktického hľadiska je táto dávka nepoužiteľná. Preto hodnotím ako najvhodnejšiu variantu: dávku 40 kg N/ha. Najefektívnejšie hnojivo v pokuse – UREAstabil, DAM a močovina.*

- Cieľ 5: Zachytiť dynamiku rastu nadzemnej biomasy a koreňov repky ozimnej počas jesene, zimného a jarného obdobia.

*Vyjadrenie: Počas trojročných pokusov sa podarilo zachytiť dynamiku rastu nadzemnej biomasy a koreňov. Sledovanie bolo ukončené zostavením grafov dynamiky za každý vegetačný rok. Pomocou týchto výsledkov sa nám podarilo preukázať, že korene repky v teplých zímach rastú takmer bez prestávky (mimo obdobia so zamrznutou pôdou).*

- Hypotéza 1: Neskoré hnojenie dusíkom na jeseň pozitívne ovplyvňuje vzájomnú koreláciu nadzemnej a podzemnej biomasy a zvyšuje úrodu semien repky ozimnej.

*Vyjadrenie: Na základe trojročných výsledkov je možné zhodnotiť, že neskoré hnojenie dusíkom na jeseň skutočne pozitívne ovplyvňuje vzájomnú koreláciu nadzemnej biomasy a koreňov. Niekedy v prospech nadzemnej biomasy a niekedy v prospech koreňov. Neskoré hnojenie dusíkom na jeseň štatisticky preukazne zvyšuje úrodu semien repky ozimnej.*

**Hypotéza 1 potvrdená**

- Hypotéza 2: Ekonomicky najefektívnejšie je neskoré hnojenie na jeseň s využitím hnojív so stabilizovanou formou dusíka v dávke 40 kg N/ha.

*Vyjadrenie: Po vyhodnotení ekonomickej stránky nám vyšlo, že ekonomicky najefektívnejšia je dávka 120 kg N/ha (maloparcelkový pokus). Táto dávka je ale v praxi nepoužiteľná kvôli zákazu vyšších dávok a otáznej úrode semien. Preto hodnotím ako najefektívnejšiu dávku pre neskoré hnojenie na jeseň – 40 kg N/ha s využitím stabilizovanej formy dusíka.*

**Hypotéza 2 vyvrátená**

- Hypotéza 3: Husté porasty repky ozimnej reagujú menej na neskoré hnojenie dusíkom na jeseň a dosahujú nižší výnos.

*Vyjadrenie: V priemere trojročných pokusov vyšlo, že husté porasty repky ozimnej (výsev 80 semien na m<sup>2</sup>) reálne reagujú menej na neskoré hnojenie dusíkom. Štatisticky preukazne v rastových parametroch – nadzemná biomasa a korene. V úrode semien to ale nie je možné potvrdiť a ani vyvrátiť. V pokusnom roku 2015/16 vyšlo, že najväčšiu odozvu v úrode mali práve obe varianty s vyšším výsevom (80 semien na m<sup>2</sup>).*

**Hypotéza 3 čiastočne potvrdená**

## 8. Záver

Možných ciest pri intenzifikácii pestovania repky ozimnej je zrejme ešte mnoho. Je samozrejme na nás ako sa k daným problémom a riešeniam postavíme. Jednou z možností ako k intenzifikácii prispieť je zaradiť do technológie pestovania neskoré prihnojenie repky na konci októbra. Zvolená možnosť vychádzala z predpokladu meniacich sa klimatických podmienok a z toho, že repka počas zimy neprestáva rásť – hlavne koreňová sústava. Súčasťou výskumu bolo upresniť akú ideálnu dávku a druh hnojiva k danému prihnojeniu použiť a pri akej hustote porastu je vhodné prihnojiť a odsledovať dynamiku rastu.

Pri daných lokálnych a poveternostných podmienkach a pri nízkom obsahu  $N_{\min}$  v pôde sa potvrdil významný vplyv jesenného prihnojenia na rastové a výnosové parametre repky ozimnej. Všetky tri pokusné roky mali teplotne nadnormálny a zrážkovo normálny priebeh jesene a zimy. Priebeh poveternostných podmienok zásadne podporil samotný rast, vývoj repky ozimnej a hlavne výsledok výskumu. Pri samotnom hodnotení prínosu jesenného prihnojenia dusíkom je nutné zohľadňovať racionálnu, ekologickú ale aj ekonomickú stránku. Z toho vyplýva, že najvhodnejšia dávka dusíka na jesenné prihnojenie je 40 kg N/ha. Pri dodržaní tejto dávky rešpektujeme pravidlá nitrátovej smernice, posilníme repku pred zimou a zároveň intenzifikujeme k lepšej úrode semien.

Odporúčanie je na konci októbra prihnojiť slabšie až stredne silné porasty s viditeľným nedostatkom dusíka a ďalších živín. Nedostatok živín a priamy účinok hnojenia sa prejavuje hlavne pri teplom priebehu jesene a zimy. Ďalej je vhodné prihnojiť porasty, kde je na jeseň nízka hladina  $N_{\min}$  v pôde (pod 15 mg/kg) a taktiež tam, kde nebol aplikovaný dusík na rozklad slamy. Pri optimalizácii výživy repky ozimnej na jeseň je potrebné rešpektovať jej nároky aj na ďalšie živiny, prebiehajúce fyziologické procesy a pôdno-klimatické podmienky stanovišťa. Pre prihnojenie je najvhodnejšie použiť hnojivo UREAstabil, močovinu poprípade hnojivá s obsahom síry napr. Ensin. Pri hustých porastoch repky ozimnej je potrebné opatrnejšie voliť dávku hnojiva, vzhľadom k prerastaniu repky na jeseň. Sledovanie dynamiky rastu jednoznačne potvrdilo, že repka počas teplej zimy neprestáva rásť. Začiatok rastu je v prospech nadzemnej biomasy, ale akonáhle sa ochladí začínajú rásť hlavne korene. V priemere troch rokov sa rast zastavil len na 2 týždne (zamrznutá pôda). To potvrdzuje schopnosť repky prijímať živiny aj pri nižších teplotách a ukazuje potenciál, ktorý repka má pri spotrebovaní a uchovávaní dôležitých látok pre rast a vývoj počas vegetatívnej fázy.



## 9. Vzniknuté publikácie

- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2014. Rast repky ozimnej a neskorá aplikácia dusíku na jeseň. Agromanuál 9 **9/10**:52-53.
- Béreš J, Bečka D, Ličková S.** 2014. Dynamika rastu repky ozimnej a pšenice ozimnej. Pages 35-37 Kolektív autorov (ed.). Prosperující olejniny. ČZU, Praha.
- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2014. Mohutné korene – základ pre dobrý výnos repky ozimnej. Úroda 62 **7**:40-41.
- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2014. Neskorá aplikácia dusíku na jeseň a jej vplyv na výnos repky ozimnej. Pages 53-55 in Kolektív autorov (ed.). Prosperující olejniny. ČZU, Praha.
- Béreš J.** 2014. Rast repky ozimnej 2013/2014. Poradca pestovateľa – občasník pre slovenských pestovateľov 4 **1**:4.
- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2014. Rast repky ozimnej a neskorá aplikácia dusíku na jeseň. Agromanuál 9 **9/10**:52-53.
- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2014. Základ pre dobrý výnos repky ozimnej. Roľnícke noviny **18**:14.
- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2015. Neskoré hnojenie repky na jeseň. Agromanuál. 10 **9/10**: 52-54.
- Béreš J.** 2015. Rast koreňového systému repky ozimnej, reakcia na hnojenie N. Poradca pestovateľa – občasník pre slovenských pestovateľov. **5**:3.  
<http://poradca.agrobiology.eu>.
- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2015. Neskoré hnojenie repky na jeseň. Poradca pestovateľa – občasník pre slovenských pestovateľov. **5**:1-3.
- Béreš J, Bečka D, Vašák J.** 2015. Neskoré hnojenie repky na jeseň. Pages 52-54 in Kolektív autorov (ed.). Prosperující olejniny. ČZU, Praha.

## 10. Zoznam použitej literatúry

- Aerts R, Boot R, van der Aart J. 1991. The relation between above-and belowground biomass allocation patterns and competitive ability. *Oecologia* **87**:551-559.
- Agrofert Holding a.s. 2013. Hnojivá s řízeným uvolňováním živin. Profi Press, Praha.
- Appelqvist LA, Ohlson R, (eds.). 1972. Rapeseed: Cultivation, composition, processing, and utilization. Elsevier Publishing Corporation, New York.
- Bagheri H, Zafarian R, Faradonbeh OP. 2011. The effect of different planting densities on agronomy traits of canola varieties in Chalooos. *Res. Opin. Anim. Vet. Sci* **1**:52-55.
- Bailey LD, Soper RJ. 1985. Potassium nutrition of rape, flax, sunflower and safflower American Society of Agronomy, Wisconsin.
- Bais HP, Park SW, Weir TL, Callaway RM, Vivanco JM. 2004. How plants communicate using the underground information superhighway. *Trends in Plant Science* **9**:26-32.
- Balík J. 2007. Hnojení řepky. Pages 122-125 in Baranyk, P. et al. Řepka – pěstování, využití, ekonomika. Profi Press, Praha.
- Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P, Vaněk V, Pavlík M. 2008. Mobilita prvků a látek v rhizosféře. Power Print, Praha.
- Balík J, Černý J, Kulhánek M. 2012. Bilance dusíku v zemědělství. ČZU. Powerprint, Praha.
- Baranyk P, Kazda J. 2005. Řepka olejka v českém zemědělství. 1. vydání. SPZO, Praha.
- Baranyk P, Fábry A. 2007. Řepka – pěstování, využití, ekonomika. Profi Press, Praha.
- Baranyk P. a kol. 2010. Olejniny. Profi Press, Praha.
- Barker AV, Bryson GM. 2007. Nitrogen. Pages 345-351 in Barker AV and Pilbeam DV. (ed.). *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press, London.
- Barker AV, Pilbeam DV. 2015. *Handbook of Plant Nutrition – Second edition*. CRC Press, London.

- Barlóg P, Grzebisz W. 2004. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). I. Growth dynamics and seed yield. *Journal of Agronomy and Crop Science* **190**:305-313.
- Barraclough PB. 1989. Root-growth, macro-nutrient uptake dynamics and soil fertility requirements of a high-yielding winter oilseed rape crop. *Plant Soil* **119**:59-70.
- Bečka D, Mikšík V, Vašák J, Zukalová H. 2007. Řepka ozimá – Pěstitelský rádce. 1. vydání. ČZU Praha, Praha.
- Bečka D, Šimka J, Cihlář P, Prokinová E, Mikšík V, Vašák J, Zukalová H. 2013. Řepka ozimá - inovace pěstitelské technologie. Powerprint, Praha.
- Bečka D, Vašák J, Béréš J. 2016. Stav porostů a doporučení k jarní stimulaci, výživě a hnojení řepky ozimé. *Agromanuál* **11.3**:90-92.
- Bennett WF. 1993. *Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants*. MN: APS Press. St. Paul.
- Berry P, Cook S, Ellis S, Gladders P, Roques S. 2014. *HGCA Oilseed rape guide - agriculture and Horticulture Development Board*. HGCA, Warwickshire.
- Béréš J, Bečka D, Ličková S. 2014. Dynamika rastu repky ozimnej a pšenice ozimnej. Pages 35-37 in Kolektív autorov (ed.). *Prosperující olejnin*. 11. 12. 2014 v Praze. ČZU. Praha.
- Béréš J, Bečka D, Vašák J. 2014. Neskorá aplikácia dusíku na jeseň a jej vplyv na výnos repky ozimnej. Pages 53-55 in Kolektív autorov (ed.). *Prosperující olejnin*. 11. 12. 2014 v Praze. ČZU. Praha.
- Béréš J, Bečka D, Vašák J. 2015. Neskoré hnojenie repky na jeseň. *Agromanuál* **10.9-10**:52-54.
- Bishop P, Manning M. 2013. Micronutrients uptake efficiency as a function of form and placement a review.
- Blevins DG. 1989. An overview of nitrogen metabolism in higher plants. Pages 1-41 in Poulton JE, Romeo JT, Conn EE. (ed.). *Plant Nitrogen Metabolism*. Plenum Press, New York.

- Bloom A, Sukrapanna SS, Warner RL. 1992. Root respiration associated with ammonium and nitrate absorption and assimilation by barley. *Plant Physiology* **99**:1294-1301.
- Bogard M, Jourdan M, Allard V. 2011. Anthesis date mainly explained correlations between post-anthesis leaf senescence, grain yield, and grain protein concentration in a winter wheat population segregating for flowering time. *Journal of Experimental Botany* **62**:3621-3636.
- Bouwman AF. 1998. Nitrogen oxides and tropical agriculture. *Nature* **392**:866-867.
- Boyles M, Peeper T, Stamm M. 2006. Great Plains Canola Handbook. MF-2734. Kansas State University, Kansas.
- Bray CM. 1983. Nitrogen metabolism in plants. Longman Group Limited, New York.
- Brown J, Davis J, Lauver M, Wysocki D. 2008. USCA Canola Growers' Manual. University of Idaho and Oregon State University. Oregon.
- Brown PH, Bellaloui N, Wimmer NA. 2002. Boron in plant biology. *Plant Biology* **4**:205-223.
- Busso C, Richards J, Chatterton N. 1990. Nonstructural carbohydrates and spring regrowth of two cool-season grasses: interaction of drought and clipping. *Journal of Range Management* **43**:336-343.
- Butkutė B, Šidlauskas G, Brazauskienė I. 2006. Seed yield and Quality of winter oilseed rape as affected by nitrogen rates, sowing time and fungicide application. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **37** 15-20:2725-2744.
- Caldwell MM, Dawson TE, Richards JH. 1998. Hydraulic lift: Consequences of water efflux from the roots of plants. *Oecologia* **113**:151-161.
- Carr RA. 1995. Processing the seed and oil. Pages 267-290 in *Brassica oilseeds; Production and Utilization* (eds.). CAB International, Oxon.
- Casper B, Jackson R. 1997. Plant competition underground. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **28**:545-570.
- Černý J, Balík J, Peklová Z, Peklová L, Shejbalová Š, Kulhánek M. 2013. Vliv hnojení na využití N ozimou řepkou. Pages 140-145 in: *Výsledky pokusů SPZO - 30*.

- vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky, Systém výroby slunečnice. 20.-21.11. 2013. Hluk. Praha: SPZO, Praha.
- Černý J, Balík J, Peklová L, Kulhánek M. 2014. Bilance živín při pěstování ozimé řepky. Pages 164-169 in: Výsledky pokusů SPZO - 31. vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky, Systém výroby slunečnice. 19.-20.11. 2014. Hluk. Praha: SPZO, Praha.
- Davies W, Zhang J. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology* **42**:55-76.
- Davies P, 1995. *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Kluwer, Dordrecht.
- Davis T, Haissig B. 1994. *Biology of Adventitious Root Formation*. Plenum Press, New York.
- Diepenbrock W, Grosse F. 1995. Rapeseed (*Brassica napus* L.) physiology. Pages 21-53 in Diepenbrock W, Becker HC. (eds.). *Physiological Potentials for Yield Improvement of Annual Oil and Protein Crops*. *Adv. Plant Breeding* **17**:21-53.
- Dostál J. 1958. *Klíč k úplné květeně ČSR*. 2. vydání. Praha.
- Dresbøll DB, Rasmussen IS, Thorup-Kristensen K. 2016 The significance of litter loss and root growth on nitrogen efficiency in normal and semi-dwarf winter oilseed rape genotypes. *Field Crops Research* **186**:166-178.
- Engel R, Jones C, Wallander R. 2011. Ammonia volatilization from urea and mitigation by NBPT following surface application to cold soils. *Soil Science Society of America Journal* **75**:2348-2357.
- Engström L. 2010. *Nitrogen Dynamics in Crop Sequences with Winter Oilseed Rape and Winter Wheat*. [Doctoral Thesis]. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Fábry A. 1975. *Řepka, hořčice, mák a slunečnice*. 1. vyd. SZN, Praha.
- Fábry A. 1992a. Systematika a botanická a biologická charakteristika. Pages 30-33 in: Fábry A, Janovec J, Kosek Z. (ed.). *Olejniny*. MZE, Praha.

- Fábry A. 1992b. Původ, dějiny, rozvoj a rozšíření pěstování. Pages 33-40 in Fábry A, Janovec J, Kosek Z (ed.). Olejniny. MZE, Praha.
- Fábry, A. 1992c. Vegetativní a generativní vývojový cyklus řepky olejky ozimé a řepice. Pages 51-62 in Fábry A, Janovec J, Kosek Z. (ed.). Olejniny. MZE, Praha.
- Fábry A. 2007. Původ řepky a příbuzných druhů. Pages 13-14 in Baranyk P, Fábry A. (ed.). Řepka – pěstování, využití, ekonomika. Profi Press, Praha.
- Fageria NK. 2009. Nutrient Uptake in Crop Plants. Boca Raton. FL: CRC Press, London.
- Fageria NK. 2015. Potassium. Pages 127-136 in Barker AV and Pilbeam DV. (ed.). Handbook of Plant Nutrition – Second edition. CRC Press, London.
- Fecenko J, Ložek O. 2000. Výživa a hnojení poľných plodín. SPU, Nitra.
- Förster K, Schuster C, Belter A, Diepenbrock K. 1998. Agrarökologische Auswirkungen des Anbaus von transgenem herbizidtoleranten Raps (*Brassica napus* L.). Bundesgesundheitsblatt – Sonderdruck 41 **12**:547-552.
- Frye W. 2005. Nitrification inhibition for nitrogen efficiency and environment protection. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers. 28. – 30. IFA, Frankfurt.
- Goldbach HE. 1997. A critical review on current hypotheses concerning the role of boron in higher plants: Suggestions for further research and methodological requirements. J. Trace and Microprobe Techniques. **15**:51-91.
- Gunstone FD, Booth EJ, Ratnayake WMN, Daun JK. 2004. Rapeseed and canola oil – production, processing, properties and uses. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Hadač E. et al. 1967. Praktická cvičení z botaniky. SPN, Praha.
- Haneklaus S, Brauer A, Bloem E, Schnug E. 2005. Relationship between sulfur deficiency in oilseed rape (*Brassica napus* L.) and its attractiveness to honeybees - special issue. Landbauforschung Volkenrode Sonderheft **283**:37-43.
- Harrison R, Webb J. 2001. A review of the effect of N fertilizer type on gaseous emissions. Advances in Agronomy **73**:65-108.

- Hebinger H. et al. 2013. *Le Colza – La plante, Le système de production, Le colza et les grandes problématique environnementales, La transformation*. Editions France Agricole, Paris.
- Hejník V, Zámečnicková B, Zámečník J, Hnilička F. 2008. *Fyziologie rostlin*. Powerprint, Praha.
- Hell R, Wirtz M. 2008. Metabolism of cysteine in plants and phototrophic bacteria. Pages 59-91 in Hell R, Dahl C, Knaff DB and Leustek T. *Advances in Photosynthesis and Respiration* **27**:59-91.
- Heresbach K. 1570. *Rei rustica libri quator*. Cologne – book translated by G. Markam, London.
- Hill MW, Hopkins BG, Jolley VD. 2015. Phosphorus mobility through soil increased with organic acid-bonded phosphorus fertilizer (Carbond P®). *Journal of Plant Nutrition* **38**:1398-1415.
- Hinsinger P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*. **237**:173-195.
- Hocking PJ, Stapper M. 2001. Effect of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. I. Dry matter production, grain yield, and yield components. *Australian Journal of Agricultural Research* **52**:623-634.
- Hofman G, Van Cleemput O. 2004. *Soil and Plant Nitrogen*. International Fertilizer Industry Association. IFA, Paris.
- Holmes MRJ. 1980. *Nutrition of the oilseed rape crop*. Applied science publishers LTD, London.
- Holcomb JC, Horneck DA, Sullivan DM, Clough GH. 2011. Ammonia volatilization. *Western Nutrient Management Conference Proceedings*. March 3-4. 2011. Reno, Nevada.
- Hopkins BG. 2015. Phosphorus. Pages 69-72 in Barker AV and Pilbeam DV. (ed.). *Handbook of Plant Nutrition – Second edition*. CRC Press, London.

- Hřivna L, Vlažný P. 2016. Možnosti zamezení ztrát dusíku při intenzivním hnojení organickými i anorganickými hnojivy. Pages 74-84 in Kolektiv autorů (ed.). Intenzita v pěstování řepky ozimé?. Symposium Dowagrosiences 11. 1. 2016 v Praze. Dowagrosiences, Praha.
- Hutchings M, de Kroon H. 1994. Foraging in plants: the role of morphological plasticity in resource acquisition. *Advances in Ecological Research* **25**:159-238.
- Cheema MA, Malik MA, Hussain A, Shah SH, Basra SMA. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus L.*). *Journal of Agronomy and Crop Science* **186**:103-110.
- Ivanič J, Havelka B, Knop K. 1984. Výživa a hnojenie rastlín. Příroda, Bratislava.
- Jackson RB, Pockman WT, Hoffman WA, Bleby TM, Armas C. 2007. Structure and Function of Root Systems. In: Pugnaire, F. I., Valadares, F. (ed.). *Functional Plant Ecology Second Edition*. CRC Press, London.
- Jankowski KJ, Sokólski M. 2018. The effect of micro-granular starter fertilizer on the biomass quality of winter oilseed rape. *Journal of Elementology* **23**:1243-1255.
- Jessop JP, Toelken HR. 1986. *Flora of Australia. Part 1: Lycopodiaceae-Rosaceae*. South Australian Government Printing Division, Adelaide.
- Johnson C, Albrecht G, Ketterings Q, Beckman J, Stockin K. 2005. Nitrogen Basics – The Nitrogen Cycle. Agronomy Fact Sheet Series. Nutrient Management Spear Program. Cornell University Cooperative Extension, Ithaca.
- Jones C, Brown BD, Engel R, Horneck D, Olson-Rutz K. 2013. Management to Minimize Nitrogen Fertilizer Volatilization. Montana State University, Bozeman.
- Kiss S, Simihaian M. 2002. Improving Efficiency of Urea Fertilizers by Inhibition of Soil Urease Activity. The Netherlands. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Koegel S, Lahmidi NA, Anould A. 2013. The family of ammonium transporters (AMT) in *Sorghum bicolor*: Two AMT members are induced locally, but not systematically in roots colonized by arbuscular mycorrhizal fung. *New Phytol.* **198**:853-865.



- Koenig RT, Hammac WA, Pan WL. 2011. Canola Growth, Development, and Fertility. Washington State University Fact Sheet. WSU Extension, Washington.
- Kong T, Steffens D. 1989. Z. Pflanzenernähr. Bodenk **152**: 337.
- Kováčik P. 2013. Agrochémia a výživa rastlín. SPU, Nitra.
- Kováčik P. 2014. Princípy a spôsoby výživy rastlín. Garmond, Nitra.
- Kramer P, Boyer J. 1995. Water relations of plants and soils. Academic Press, San Diego.
- Kutschera L, Lichtenegger E, Sobotik M. 2009. Wurzelatlas der Kulturpflanzen gemäßiger Gebiete mit Arten des Feldgemüsebaues. DLG-Verlag, Frankfurt.
- Kuzyakov Y, Xu X. 2013. Competition between roots and microorganisms for nitrogen: Mechanisms and ecological relevance. New Phytology **198**:656-669.
- Laughlin RJ, Stevens RJ. 2002. Evidence for fungal dominance of denitrification and codenitrification in a grassland soil. Soil Science Society of American Journal **66**:1540-1548.
- Laugier E, Bouguyon E, Mauries A, Tillard P, Gojon A, Lejay L. 2012. Regulation of high-affinity nitrate uptake in roots of *Arabidopsis* depends predominantly on posttranscript. control of the NRT2.1/NAR2.1 transport. Plant Physiology **158**:1067-1078.
- Leach JE, Stevenson HJ, Rainbow AJ, Mullen LA. 1999. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) Journal of Agricultural Science **132**:173-180.
- Lee JE, Oliveira LS, Dawson TE, Fung I. 2005. Root functioning modifies seasonal climate. Proceedings of the National Academy of Sciences. New York.
- Li CS. 1980. Classification and evolution of mustard crops (*Brassica juncea*) in China. Cruciferae Newsletter **5**:33-36.
- Li YS, Lu JW, Liao X, Zou J, Li XK, Yu CB, Ma CB, Gao XZ. 2011. Effect of nitrogen application rate on yield and nitrogen fertilization efficiency in rapeseed. Chinese Journal of Oil Crop Sciences **33**:379-383.

- Li X, Li Q, Yang T, Nie Z, Chen Z, Hu L. 2016. Responses of plant development, biomass and seed production of direct sown oilseed rape (*Brassica napus L.*) to nitrogen application at different stages in Yangtze River Basin. *Field Crops Research*. **194**:12-20.
- Lunn G, Spink J. 2000. Effective oilseed rape canopies. HGCA Topic Sheet. No. 37. HGCA, Warwickshire.
- Mahall BE, Callaway RM. 1991. Root communication among desert shrubs. *Proceedings of the National Academy of Science USA* **88**:874-876.
- Mahler RL, Guy SL. 2002. Northern Idaho Fertilizer Guide: Spring Canola. University of Idaho Extension, Idaho.
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd edition. New York: Academic Press, New York.
- Marschner H. 2011. *Mineral Nutrition of Higher Plants – Third edition*. Academic Press, London.
- Matt P, Geiger M, Walch-Liu P, Engels C, Krapp A, Stitt M. 2001. The immediate cause of the diurnal changes of nitrogen metabolism in leaves of nitrate-replete tobacco: A major imbalance between the rate of nitrate reduction and the rates of nitrate uptake and ammonium metabolism during the first part of light period. *Plant Cell Environment* **24**:177-190.
- Mauseth J. 1995. *Botany: An Introduction to Plant Biology*. Saunders College, Philadelphia.
- McDonald BE. 2004. Oilseed rape. Pages 154-158 in Gunstone FD, Booth EJ, Ratnayake WMN, Daun JK. (ed.). *Food uses and nutritional properties of oilseed rape*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Mengel K, Kirkby EA, Kosegarten HG, Appel T. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. 5th edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Mengel K. 2007. Potassium. Pages 91-120 in Barker AV and Pilbeam DJ *Handbook of Plant Nutrition*. Boca Raton, FL: CRC Press, London.

- Miller AJ, Fan X, Orsel M, Smith SJ, Wells DM. 2007. Nitrate transport and signalling. *Journal of Experimental Botany* **58**:2297-2306.
- Momoh EJJ, Zhou W. 2001. Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) *Journal of Agronomy Crop Sciences* **186**:253-259.
- Mráz J. 2007. Urea stabil-efektivní zdroj dusíku pro polní plodiny Pages 121-122 in *Prosperující olejniny 2007. Sborník konference s mezinárodní účastí. ČZU, Praha.*
- Mráz J. 2013. Hnojení řepky dusíkem a využití hnojiv na bázi močoviny. Pages 164-166 in *Kolektiv autorů (ed.). Prosperující olejniny. ČZU, Praha.*
- Mráz J. 2014. Močovina s inhibitorem ureázy – výkonná a efektivní. Pages 189-192 in *Kolektiv autorů (ed.). Prosperující olejniny. ČZU, Praha.*
- Musnicki C, Budzynski M. 2005. Uprawa roli i siewu na plon nasion oraz cechy morfologiczne i elementy struktury plonu odmian populacyjnych i mieszcancowych rzepaku ozimego. *Rostliny Oleiste – Oilseed crops* **22**:349-362.
- Nagel K. 2006. Abhängigkeit des Wurzelwachtstums vom Lichtregime des Sprosses und deren Modifikation durch Nährstoffe sowie im Gravitropismus. *Schriften des Forschungszentrum Jülich. Reihe Umwelt/Environment. Band 63, Umwelt.*
- Nagel KA, Kastenholz B, Jahnke S, van Dussochen I, Aach T, Mühlich M, Truhn D, Scharr H, Terjung S, Walter A, Schurr U. 2009. Temperature responses of roots: impact on growth, root system architecture and implications for phenotyping. *Functional Plant Biology* **36**:947-959.
- Narits L. 2010. Effect of nitrogen rate and application time to yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* subvar. *biennis*). *Agronomy Research* **8**:671-686.
- Näsholm T, Kielland K, Ganeteg U. 2009. Uptake of organic nitrogen by plants. *New Phytology* **182**:31-48.
- Neumann G, Römheld V. 2002. Root – induced changes in the availability of nutrients in the rhizosphere. Pages 617-649 in Waisel Y, Eshel A, Kafkaki U. (ed.). *Plant Roots the Hidden Half*, 3<sup>rd</sup> edition. Marcel Dekker, New York.

- Nicoll B, Ray D. 1996. Adaptive growth of tree root systems in response to wind action and site conditions. *Physiology* **16**:891-898.
- ODDA. 1995. Dicyandiamide – General Data. Product Range. Applications. ODDA Smelteverk, Amsterdam.
- Olsson G. 1960. Species crosses within the genus Brassica. I. Artificial Brassica juncea Coss. *Hereditas* **46**:171-223.
- Orlovius K. 2003. Oilseed rape. Pages 54-59 in Kirkby EA. (ed.). *Fertilizing For High Yield and Quality*. IPI Bulletin. Basel, London.
- Paterson AH, Bowers JE, Estill JC, Osborn TC, Pires JC, Amazono R, Quiros CF, Farnham M. 2006. Evolutionary history of the angiosperms and its relevance to brassica. *Acta Hort. ISHS* **706**:49-54.
- Pavlíková D, Pavlík M, Balík J. 2008. Vplyv amonného dusíku na metabolizmus rastlin. *Agrochémia*. XII. ČZU, Praha.
- Perkons U, Kautz T, Uteau D, Peth S, Geier V, Thomas K, Holz KL, Athmann M, Pude R, Kopke U. 2014. Root-length densities of various annual crops following crops with contrasting root systems. *Soil Tillage Research* **137**:50-57.
- Pilbeam DJ. 2015. Nitrogen. Pages 17-52 in Barker AV and Pilbeam DV. (ed.). *Handbook of Plant Nutrition – Second edition*. CRC Press, London.
- Píšanová J, Růžek P. 2006. Uplatnění inhibitorů ureázy a nitrifikace při používání dusíkatých hnojiv. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha*.
- Piwowar A. 2011. Innovations in mineral fertilization and their practical application. *Post. Nauk Rol* **63**:47-56.
- Prakash S. 1980. Cruciferous oilseeds in India. Pages 151-163 in *Brassica Crops and Wild Allies* (ed.). Japan Scientific Press. Tokyo.
- Pugnaire FI, Valadares F. 2007. *Functional Plant Ecology Second Edition*. CRC Press, London.

- Rapacz MA, Ergon M, Hoglind M, Jorgensen B, Jurczyk L, Ostrem OA, Rognli A, Tronsmo M. 2014. Overwintering of herbaceous plants in a changing climate. Still more questions than answers (review). *Plant Science* **225**:34-44.
- Rathke GW, Christen O, Diepenbrock W. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research* **94**:103-113.
- Rathke GW, Behrens T, Diepenbrock W. 2006 Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture Ecosystems & Environment* **117**:80-108.
- Rieger MA, Preston Ch, Powles SB. 1999. Risk of gene flow from transgenic herbicide-resistant canola (*Brassica napus*) to weedy relatives in southern Australian cropping systems. Australia. *Journal of Agriculture Research* **50**:115-128.
- Richter R, Hlušek J. 1999. Výživa a hnojení řepky ozimé. Mendelova Univerzita v Brně, Brno.
- Rupiasih NN, Vidyasagar PB. 2007. Humic Substances: structure, function, effects and applications. *International Journal of Environment and Pollution* **5.2**. 39-47.
- Růžek P, Kusá H, Muhlachová G. 2008. Výživa rostlin a hnojení. Pages 116-123 in Hůla J, Procházková B. (ed.). Minimalizace zpracování půdy. 1. vydání. Profi Press, Praha.
- Růžek P, Kusá H, Vavera R. 2017. Efektivnost regeneračního hnojení řepky ozimé dusíkem. Pages 66-68 in Kolektiv autorov (ed.). Prosperující olejny. 5. 12. 2017 v Praze. ČZU, Praha.
- Sikorska A, Gugala M, Zarzecka K, Kapela K, Mystkowska I. 2017. The impact of agrotechnical factors on fresh and dry matter of oilseed rape. *Journal of ecological Engineering* **18.3**:174-179.
- Singh DK, Sale PWG, Routley RR. 2005. Increasing phosphorus supply in subsurface soil in the northern Australia: rationale for deep placement and the effects with various crops. *Plant Soil* **269**:35-44.

- Solomon D, Lehmann J, de Zarruk KK. 2011. Speciation and long- and short-term molecular-level dynamics of soil organic sulfur studied by x-ray absorption near-edge structure spectroscopy. *J. Environment Quality* **40**:3:704-718.
- Stanford G. 1982. Assessment of soil nitrogen availability. Pages 22-27 in Stevenson FJ (ed.). *Nitrogen in agricultural soils*. *Agronomy* **22**:651-688.
- Storer KE, Berry PM, Kindred DR, Sylvester-Bradley R. 2018 Identifying oilseed rape varieties with high yield and low nitrogen fertiliser requirement. *Field Crops Research* **225**:104-116.
- Su W, Liu B, Liu X, Li X, Ren T, Cong R. (2015): Effect of depth of fertilizer banded-placement on growth, nutrient uptake and yield of oilseed rape (*Brassica napus L.*). *European Journal of Agronomy* **62**:38-45.
- Subbarao GV, Ito O, Sahrawat KL, Berry WL, Nakahara K, Suenaga K. 2006. Scope and Strategies for regulation of nitrification in agricultural systems-challenges and opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences* **25**:303-335.
- Šilha J, Poláková M, Robotka P, Kocourek F. 2014. Bíle kvetoucí řepka Witt a Flower Power System. Pages 172-174 in Kolektiv autorov (ed.). *Prosperující olejniny*. 11. 12. 2014 v Praze. ČZU, Praha.
- Šimka J, Bečka D, Cihlár P, Vašák J. 2010. Využití stabilizovaných dusíkatých hnojiv ve výživě řepky ozimé (*Brassica napus L.*). *Úroda* **58** **12**:21-24.
- Šimka J, Bečka D, Růžek L, Vašák J, Cihlár P. 2012a. Využití stabilizovaných močovín ve výživě řepky ozimé – 3-leté výsledky. Pages 43-48 in Kolektiv autorov (ed.). *Prosperující olejniny*. ČZU, Praha.
- Šimka J, Bečka D, Cihlár P, Vašák J. 2012b. Podzimní regulace růstu řepky u odlišných hustot porostů – 3-leté výsledky. Pages 51-57 in Kolektiv autorov (ed.). *Prosperující olejniny*. ČZU, Praha.
- Špaldon E. et al. 1982. *Rastlinná výroba*. Příroda, Bratislava.
- Tardieu F, Davies WJ. 1993. Integration of hydraulic and chemical signalling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. *Plant Cell and Environment* **16**. 341-349.

- Taylor, A. R., Bloom A. J. 1998. Ammonium, nitrate, and proton fluxes along the maize root. *Plant Cell Environment*. **21**:1255-1263.
- Thompson T. 1996. Agricultural Fertilizers as a Source of Pollution. Pages 211-223 in Pepper IL, Gerba CP, Brusseau ML.(ed.). *Pollution science*. Academic Press, San Diego.
- Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S. 2002 Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* **418**:671-677.
- Trenkel ME. 1997. Improving fertilizer use efficiency - controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. IFA, Paris.
- Ulas A, Schulte auf'm Erley G, Kamh M, Wiesler F, Horst WJ. 2012 Root-growth characteristics contributing to genotypic variation in nitrogen efficiency of oilseed rape. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **175**:489-498.
- Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2007. *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. Profi Press, Praha.
- Vaněk V, Balík J, Černý J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, Valtera J. 2012. *Výživa zahradních rostlin*. Academia, Praha.
- Varényiová M, Ducsay L, Drgoňa J. 2014. Vplyv jesenných dávok dusíka na tvorbu úrody kapusty repkovej pravej. Pages 56-59 in Kolektív autorov (ed.). *Prosperujúci olejniny*. 11. 12. 2014 v Praze. ČZU, Praha.
- Varényiová M, Ducsay L. 2015. Vplyv rôznych dávok bóru na výšku úrody a obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.). Pages 64-68 in Kolektív autorov (ed.). *Prosperujúci olejniny*. 10. 12. 2015 v Praze. ČZU, Praha.
- Varga L, Ducsay L. 2013. Vplyv foliárnej aplikácie dusíka a bóru na úrodu a ekonomiku pestovania kapusty repkovej pravej. Pages 47-50 in Kolektív autorov (ed.). *Prosperujúci olejniny*. 12. 12. 2013 v Praze. ČZU, Praha.
- Varga L, Ducsay L, Marček M. 2011. Optimalizácia výživy repky ozimnej – Slovenská príloha. *Agromanuál 6* 6:18-19.
- Vašák J, Fábry A, Zukalová H, Morbacher J, Baranyk P. 1997. *Systém výroby řepky – česká a slovenská pěstitelská technologie ozimé řepky pro roky 1997 – 1999*. SPZO, Praha.

- Vašák J. 2000. Řepka olejná. Pages 9-31. in Vašák, J. (ed.). Řepka. Agrospoj, Praha.
- Vašák J. 2016. Geopolitické souvislosti zemědělské výroby se zaměřením na EU. Pages 85-111. In Kolektiv autorů (ed.). Intenzita v pěstování řepky ozimé?. Symposium Dowagrosiences 11. 1. 2016 v Praze. Dowagrosiences, Praha.
- Vašák J, Bečka D, Röhl W, Běreš J, Mikšík V. 2016. Vývoj pěstitelských technologií řepky ozimé (*Brassica napus* L. var. *napus* f. *biennis*). Pages 1-5 in Kolektiv autorov (ed.). Prosperující olejniny. ČZU, Praha.
- Velička R, Pupalienė R, Butkevičienė LM, Kriauciūnienė Z. 2012 Peculiarities of overwintering of hybrid and conventional cultivars of winter rapeseed depending on the sowing date. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura* **11**:53-66.
- Volf F, Šebánek J, Procházka S, Sladký Z, Kubistko F, Kropáč Z. 1988. Zemědělská botanika. SZN, Praha.
- Volf M. 2016. Vývoj pěstování řepky v České a Slovenské republice a dalších zemích Evropské unie. Pages 4-17 in Kolektiv autorů (ed.). Intenzita v pěstování řepky ozimé?. Symposium Dowagrosiences 11. 1. 2016 v Praze. Dowagrosiences, Praha.
- Vostal J. 2003. Výživa a hnojení intenzivně pěstovaných porostů řepky ozimé. Pages 111-116 in Řepka, mák, hořčice. Sborník referátů z konference. ČZU, Praha.
- Wagner F, Prediger G, Wojtke E. 1999. Landwirtschaftliche Samen und Saaten. Anerkennung-Untersuchung-Unterscheidung. 2nd ed. Selbstverlag Fritz Wagner, Bad Hersfeld.
- Walker RL, Walker KC, Booth EJ. 2000. What does the future hold for GM crops? Aspects of Applied Biology. Farming system for the new Millennium. **62**:173-180.
- Walkowski T. 2013. Rentabilita pěstování ozimé řepky v produkčních podmínkách Polska v letech 2012 a 2013. Pages 90-92 in Kolektiv autorov (ed.). Prosperující olejniny. 12. 12. 2013 v Praze. ČZU, Praha.
- Walworth J. 2013. Nitrogen in Soil and the Environment. The University of Arizona. College of Agriculture and Life Sciences, Arizona.



- Waring R, McDonald A, Laarson A, Ericsson T, Wiren E, Arwidsson A, Ericsson A, Lohammer T. 1985. Differences in chemical composition of plants grown at constant relative growth rates with stable mineral nutrition. *Oecologia* **66**:157-160.
- Warren CR. 2013. High diversity of small organic N observed in soil water. *Soil Biological Biochemistry* **57**:444-450.
- Watson C. 2005. Urease Inhibitors. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers. IFA, Frankfurt.
- Weymann W, Böttcher U, Sieling K, Kage H. 2015 Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field Crops Research* **173**:41-48.
- White PJ. 2012. Ion uptake mechanisms of individual cells and roots: Short-distance transport. Pages 7-47 in: Marschner P. (ed.). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3rd edition. Academic Press, London.
- Wimmer MA, Goldberg S, Gupta UC. 2015. Boron. Pages 306-312 in Barker AV, Pilbeam DV. (ed.). *Handbook of Plant Nutrition – Second edition*. CRC Press, London.
- Wrage N, Velthof GL, Van Beusichem ML, Oenema O. 2001. Role of nitrifier denitrification in the production of nitrous oxide. *Soil Biology and Biochemistry* **33**:1723-1732.
- Wright GC, Smith CJ, Woodroffe J. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus*) production in south-eastern Australia. I. Growth and seed yield. *Irrigation Science* **9**:1-13.
- Xinghua L, Qingbo L, Tewu Y, Zhongnan N, Guoxing Ch, Liyong H. 2016 Responses of plant development, biomass and seed production of direct sown oilseed rape (*Brassica napus*) to nitrogen application at different stages in Yangtze River Basin. *Field Crops Research* **194**:12-20.
- Zerulla W, Kummer K, Wissemeier A, Radle M. 2000. The development and testing a new nitrification inhibitor. *The International Fertiliser Society Proceedings* **455**:6-23.
- Zhang ZH, Song HX, Liu Q, Rong XM, Guan CY, Peng JW, Xie GX, Zhang YP. 2010. Studies on differences of nitrogen efficiency and root characteristics of oilseed rape

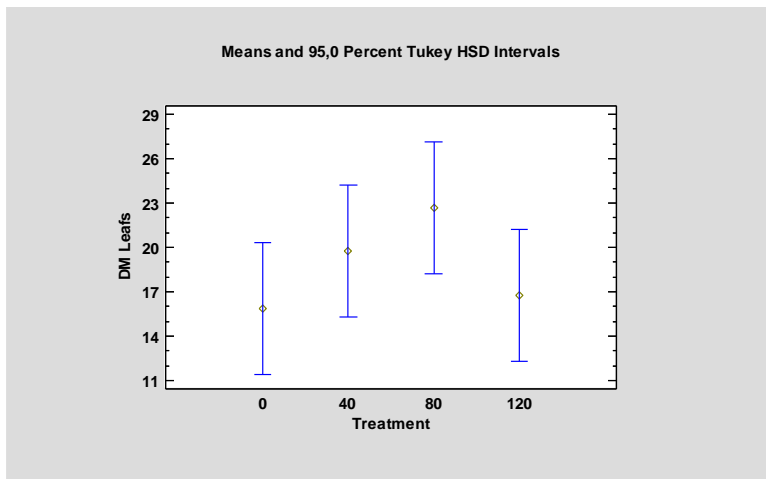
(*Brassica napus L.*) cultivars in relation to nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition* **33**:1448-1459.

Zhang S, Liao X, Zhang Ch, Xu H. 2012. Influences of plant density on the seed yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus L.*). *Industrial Crops and Products* **40**:27-32.

## 11. Prílohy

### Štatistika Dávky hnojiva UREAstabil 2013/14

#### Sušina listov OR1

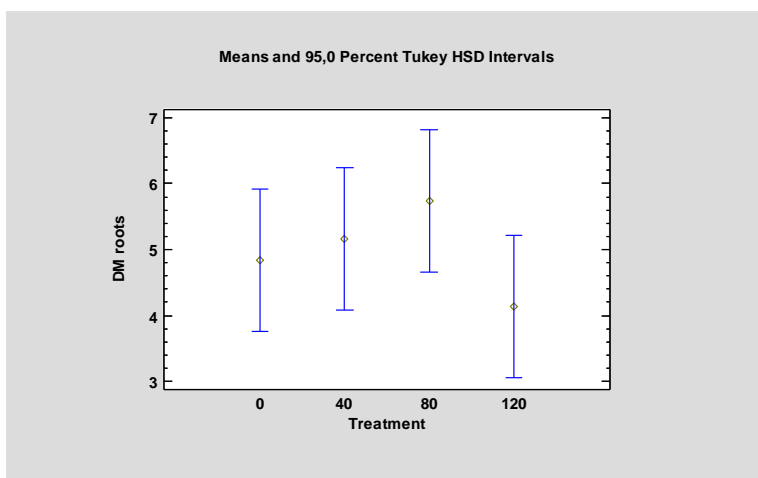


#### Multiple Range Tests for DM Leaves by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	15,9	X
120	3	16,7333	X
40	3	19,7667	X
80	3	22,7	X

#### Sušina koreňov OR1

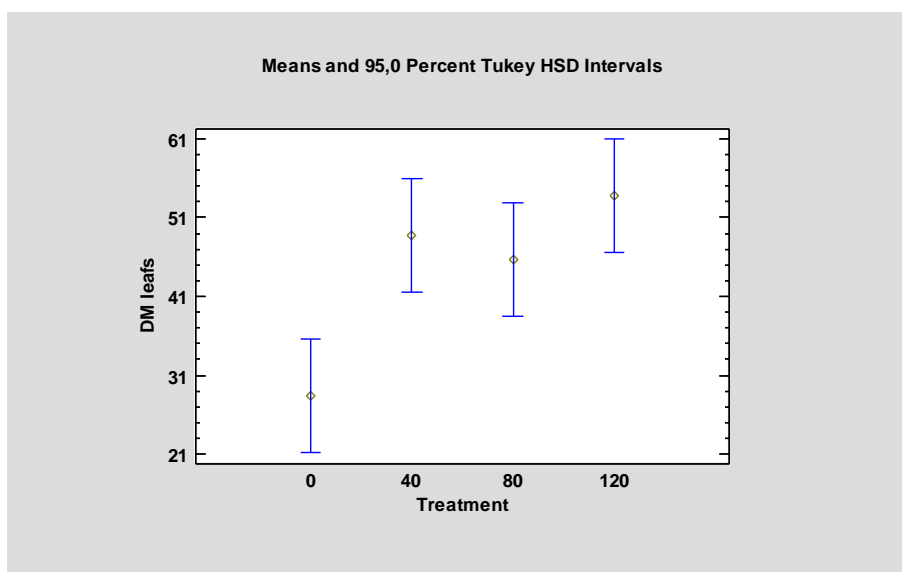


**Multiple Range Tests for DM roots by Treatment**

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
120	3	4,13333	X
0	3	4,83333	X
40	3	5,16667	X
80	3	5,73333	X

**Sušina listov OR2**

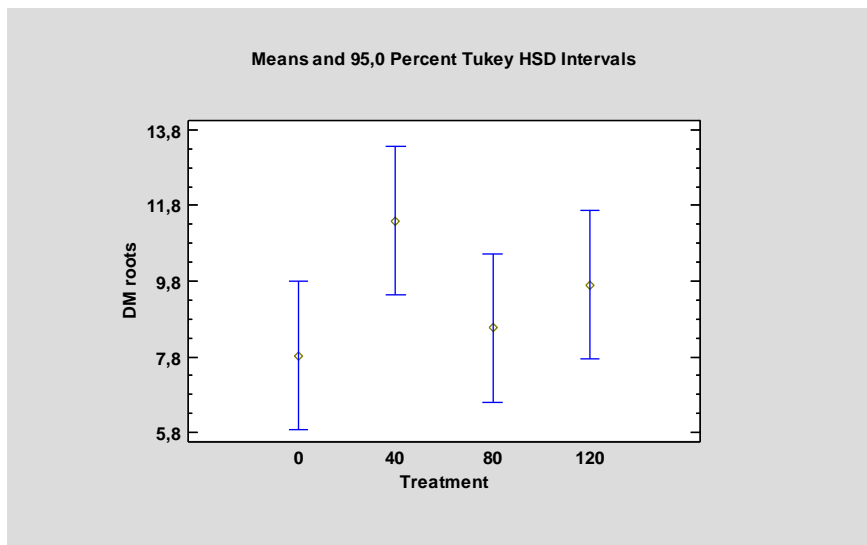


**Multiple Range Tests for DM leaves by Treatment**

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	28,4667	X
80	3	45,7	X
40	3	48,6667	X
120	3	53,8	X

## Sušina koreňov OR2

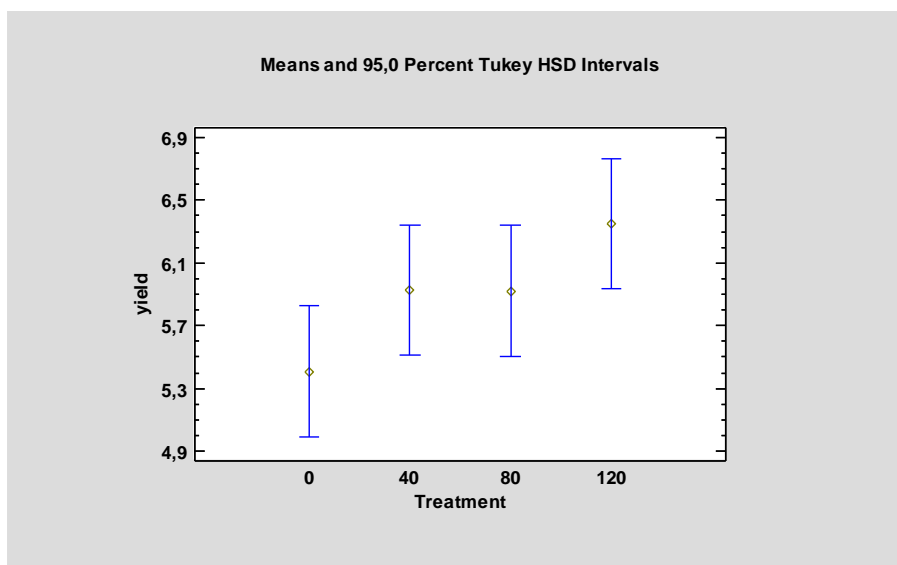


### Multiple Range Tests for DM roots by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	7,83333	X
80	3	8,56667	X
120	3	9,7	X
40	3	11,4	X

## Úroda semien

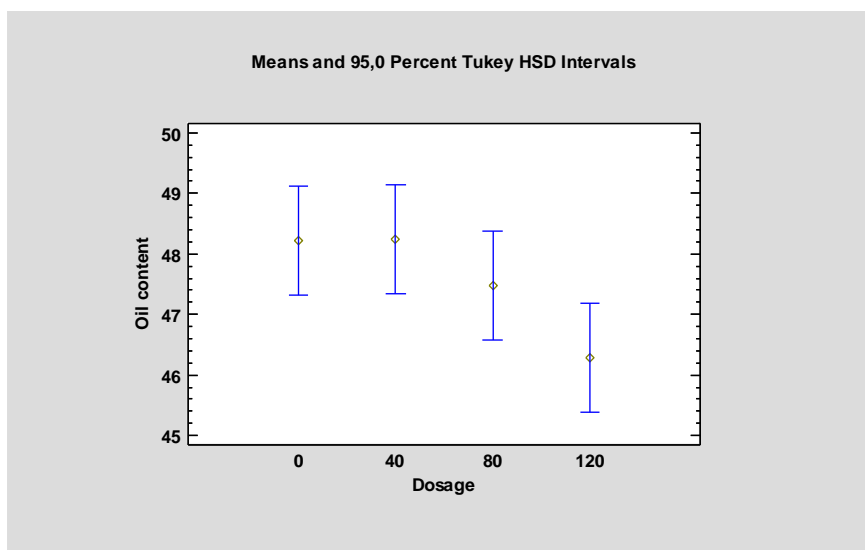


### Multiple Range Tests for yield by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	5,40733	X
80	3	5,92	XX
40	3	5,926	XX
120	3	6,349	X

### Olejnatost' semien

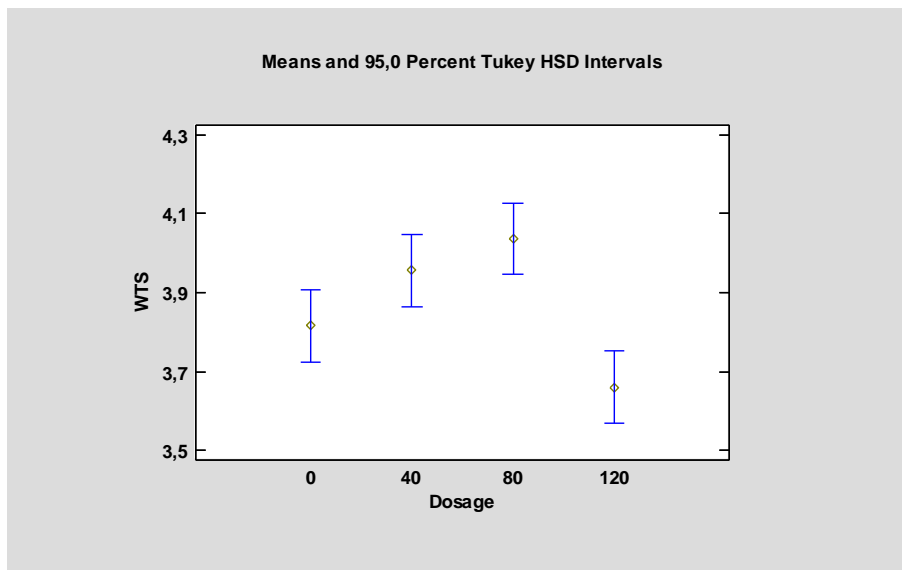


### Multiple Range Tests for Oil content by Dosage

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Dosage</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
120	3	46,28	X
80	3	47,4767	XX
0	3	48,2133	X
40	3	48,25	X

## HTS



### Multiple Range Tests for WTS by Dosage

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Dosage</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
120	3	3,66	X
0	3	3,81667	XX
40	3	3,95667	XX
80	3	4,03667	X

## Druhy hnojív 2013/14

### Sušina listov OR1

ANOVA Table for Susina - listy by Hnojivo

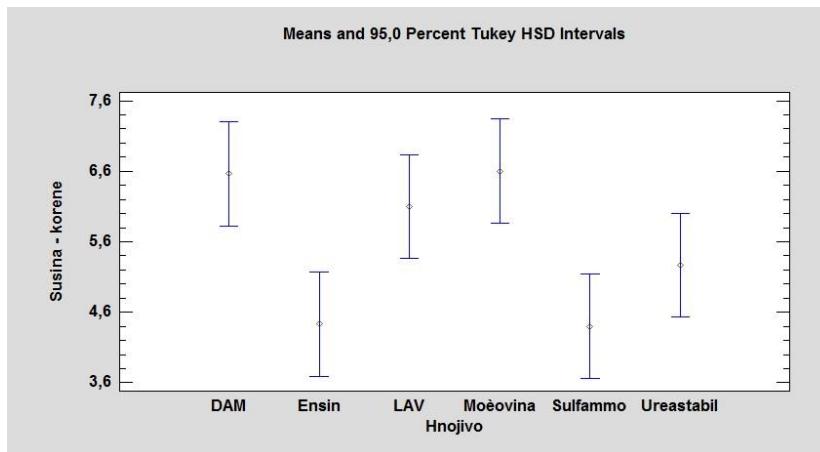
<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Between groups	423,463	5	84,6926	16,47	0,0001
Within groups	61,7133	12	5,14278		
Total (Corr.)	485,176	17			

### Multiple Range Tests for Susina - listy by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Sulfammo	3	14,3	X
Ensin	3	17,4	XX
Ureastabil	3	21,9333	XX
LAV	3	24,0333	X
Močovina	3	26,4	X
DAM	3	28,1	X

### Sušina koreňov OR1



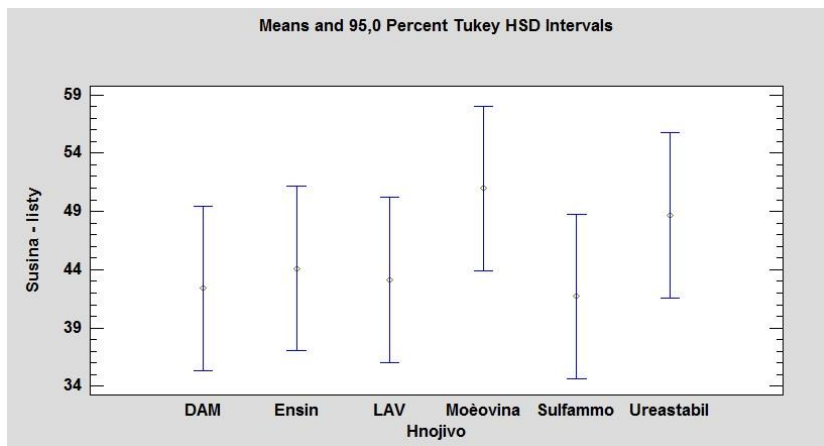
### Multiple Range Tests for Susina - korene by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Sulfammo	3	4,4	X
Ensin	3	4,43333	X
Ureastabil	3	5,26667	XX
LAV	3	6,1	X
DAM	3	6,56667	X
Močovina	3	6,6	X



## Sušina listov OR2

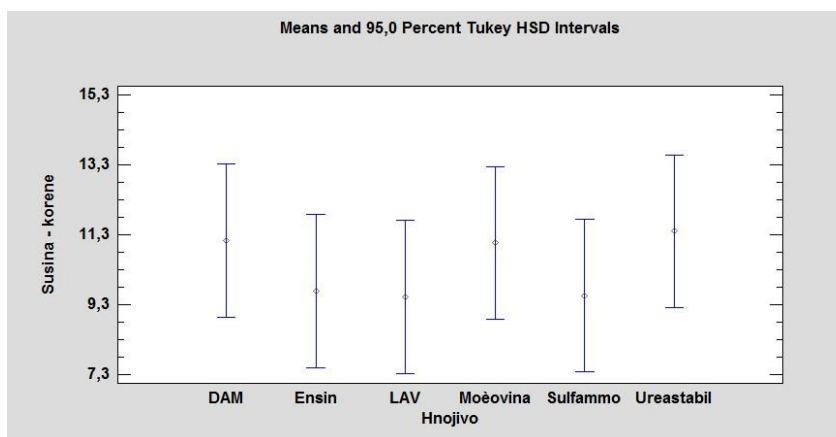


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Sulfammo	3	41,7	X
DAM	3	42,4	X
LAV	3	43,1333	X
Ensin	3	44,1	X
Ureastabil	3	48,6667	X
Močovina	3	50,9667	X

## Sušina koreňov OR2

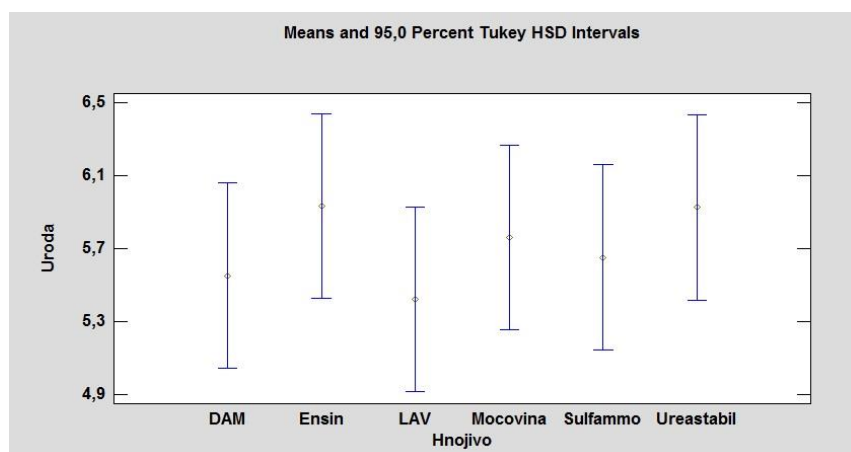


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
LAV	3	9,53333	X
Sulfammo	3	9,56667	X
Ensin	3	9,7	X
Močovina	3	11,0667	X
DAM	3	11,1333	X
Ureastabil	3	11,4	X

### Úroda semien

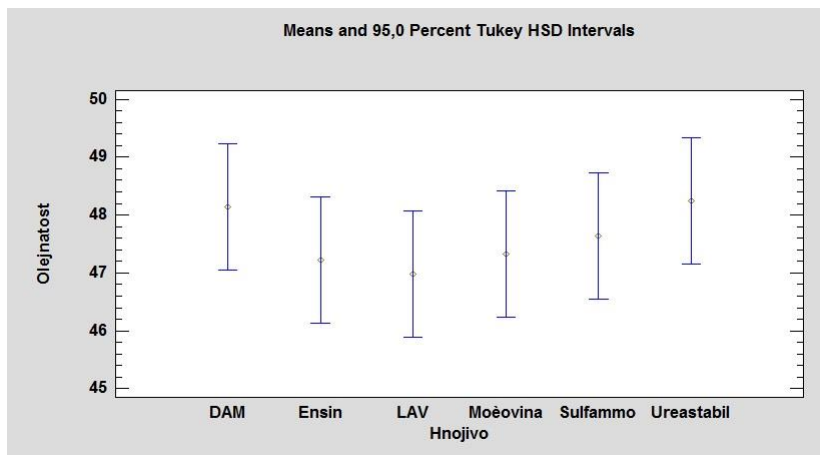


### Multiple Range Tests for Úroda by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
LAV	3	5,42267	X
DAM	3	5,55267	X
Sulfammo	3	5,65133	X
Mocovina	3	5,76167	X
Ureastabil	3	5,926	X
Ensin	3	5,93333	X

## Olejnatost' semien

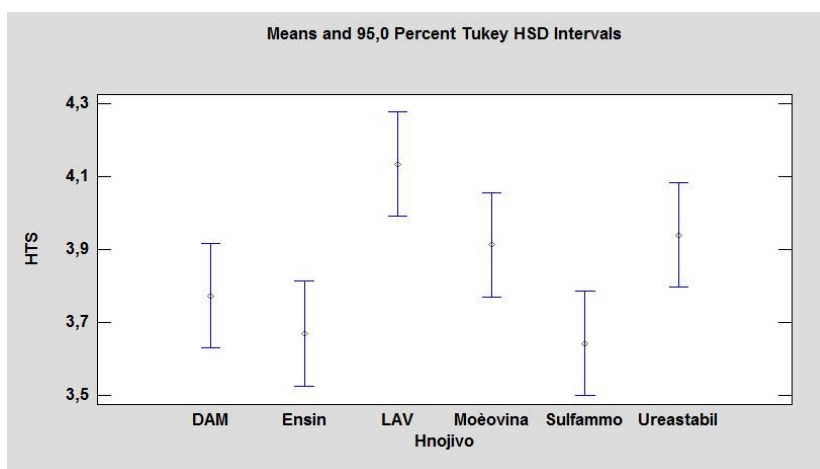


### Multiple Range Tests for Olejnatost by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Hnojivo	Count	Mean	Homogeneous Groups
LAV	3	46,9867	X
Ensin	3	47,2267	X
Močovina	3	47,3333	X
Sulfammo	3	47,6367	X
DAM	3	48,1433	X
Ureastabil	3	48,25	X

## HTS



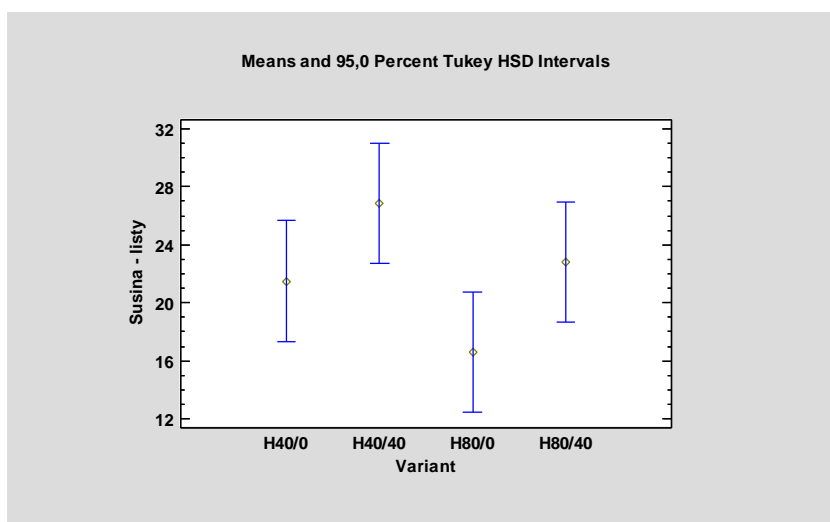
### Multiple Range Tests for HTS by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Sulfammo	3	3,64333	X
Ensin	3	3,67	XX
DAM	3	3,77333	XX
Močovina	3	3,91333	XXX
Ureastabil	3	3,94	XX
LAV	3	4,13333	X

## Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva 2013/14

### Sušina listov OR1

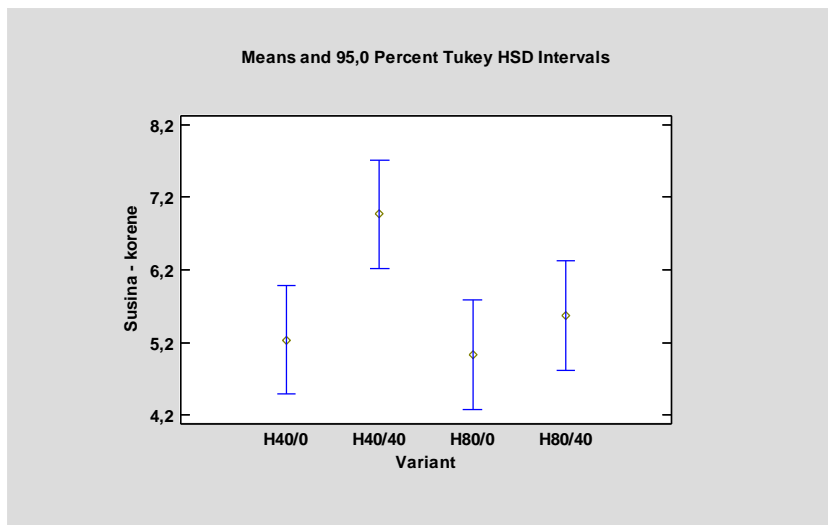


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	16,5667	X
H40/0	3	21,5	XX
H80/40	3	22,8333	XX
H40/40	3	26,8667	X

## Sušina koreňov OR1

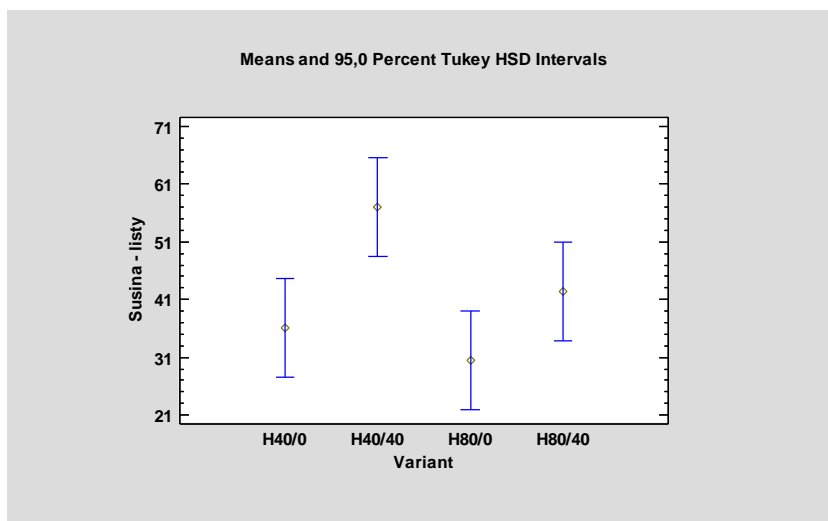


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	5,03333	X
H40/0	3	5,23333	X
H80/40	3	5,56667	XX
H40/40	3	6,96667	X

## Sušina listov OR2

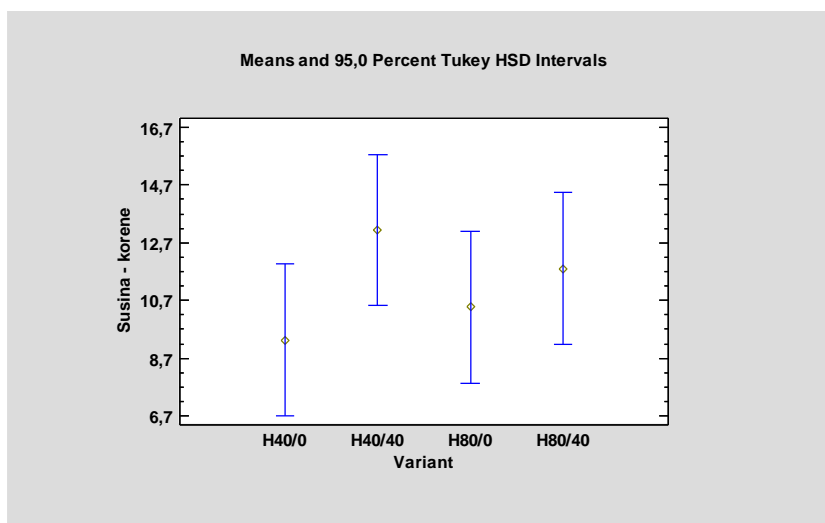


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	30,4	X
H40/0	3	36,1667	X
H80/40	3	42,3333	XX
H40/40	3	57,0667	X

### Sušina koreňov OR2

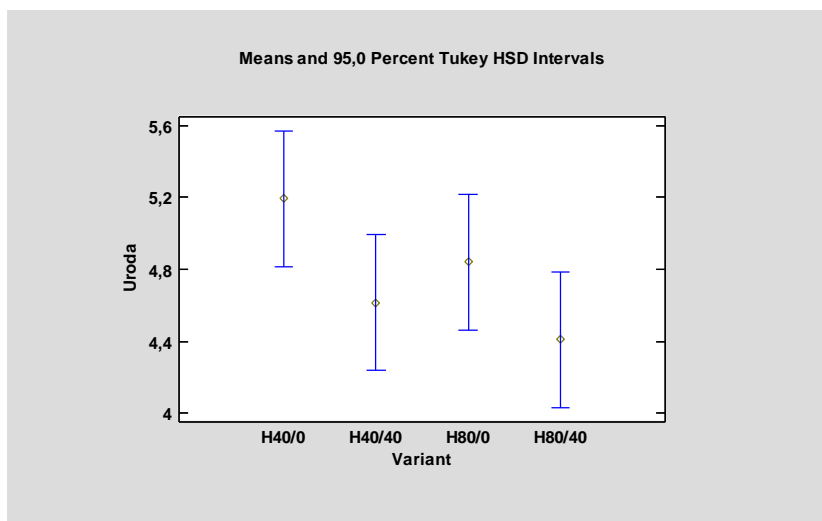


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H40/0	3	9,33333	X
H80/0	3	10,4667	X
H80/40	3	11,8	X
H40/40	3	13,1333	X

## Úroda semien

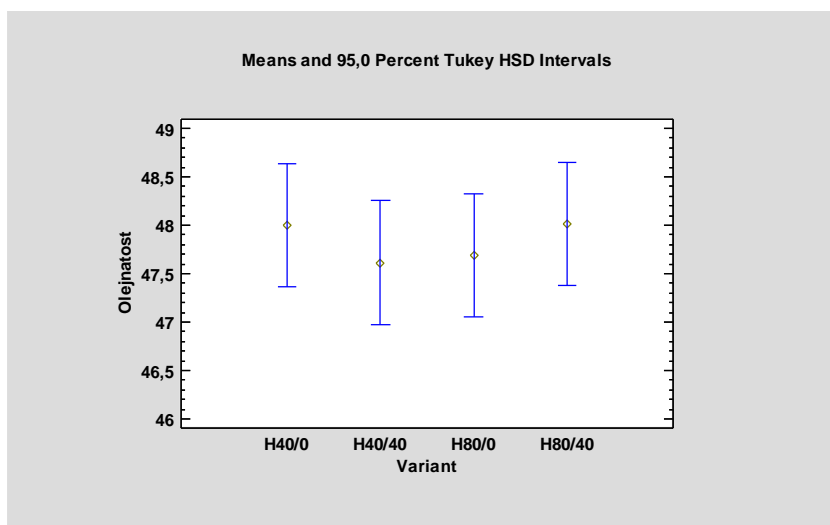


### Multiple Range Tests for Uroda by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/40	3	4,40867	X
H40/40	3	4,614	XX
H80/0	3	4,84067	XX
H40/0	3	5,19467	X

## Olejnatost' semien

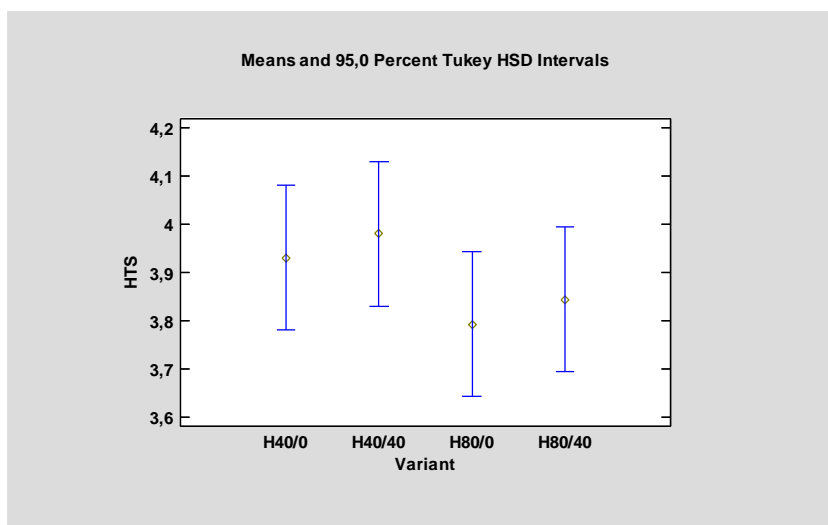


### Multiple Range Tests for Olejnatost by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H40/40	3	47,6133	X
H80/0	3	47,6867	X
H40/0	3	48,0033	X
H80/40	3	48,0167	X

### HTS



### Multiple Range Tests for HTS by Variant

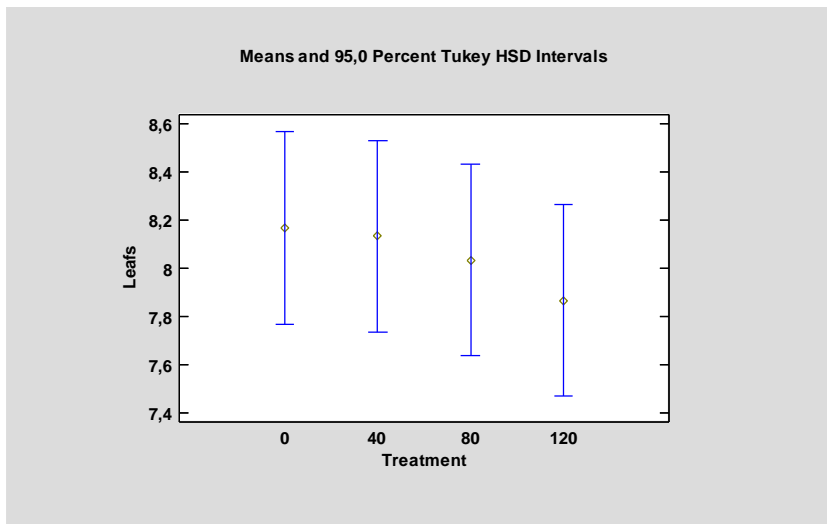
Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	3,793	X
H80/40	3	3,84433	X
H40/0	3	3,93	X
H40/40	3	3,97967	X



## Dávky hnojiva UREastabil 2014/15

### Sušina listov OR1

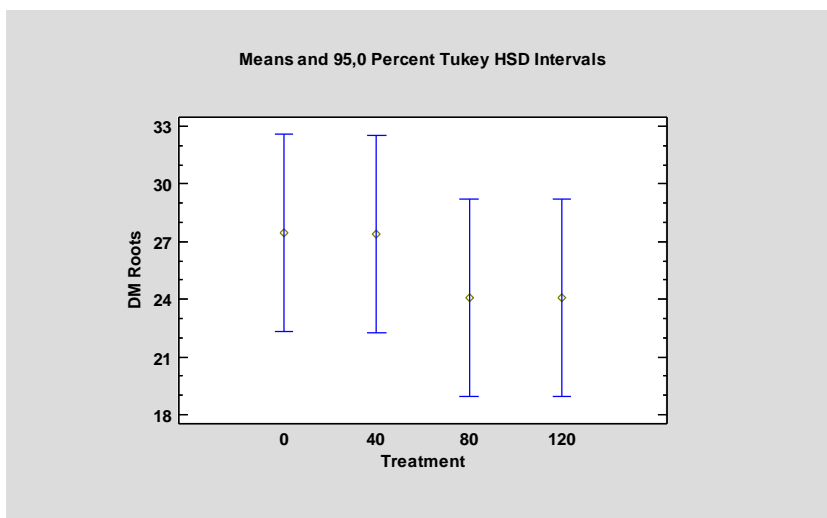


### Multiple Range Tests for Leafs by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
120	30	7,86667	X
80	30	8,03333	X
40	30	8,13333	X
0	30	8,16667	X

### Sušina koreňov OR1

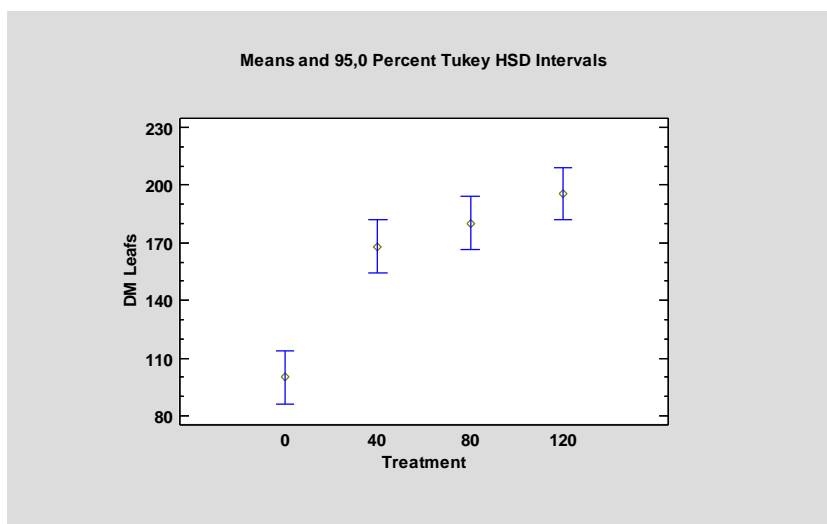


### Multiple Range Tests for DM Roots by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
120	3	24,0667	X
80	3	24,1	X
40	3	27,4	X
0	3	27,4333	X

### Sušina listov OR2

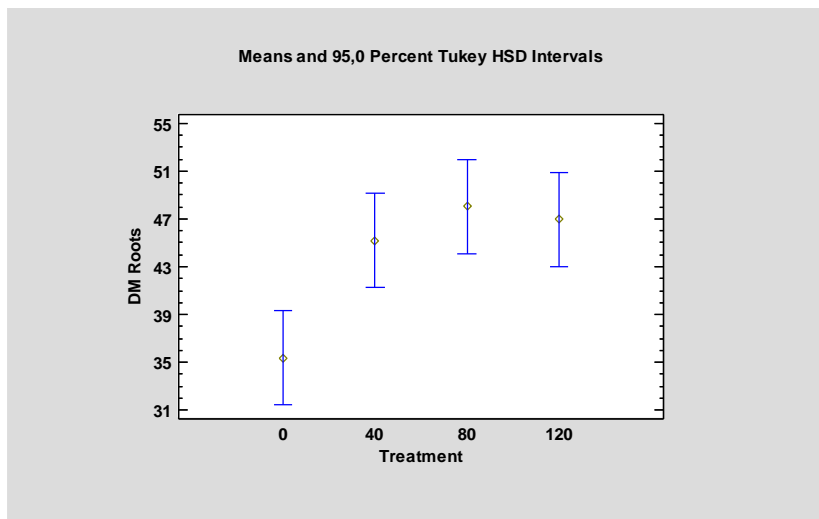


### Multiple Range Tests for DM Leaves by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	100,067	X
40	3	168,133	X
80	3	180,233	XX
120	3	195,7	X

## Sušina koreňov OR2

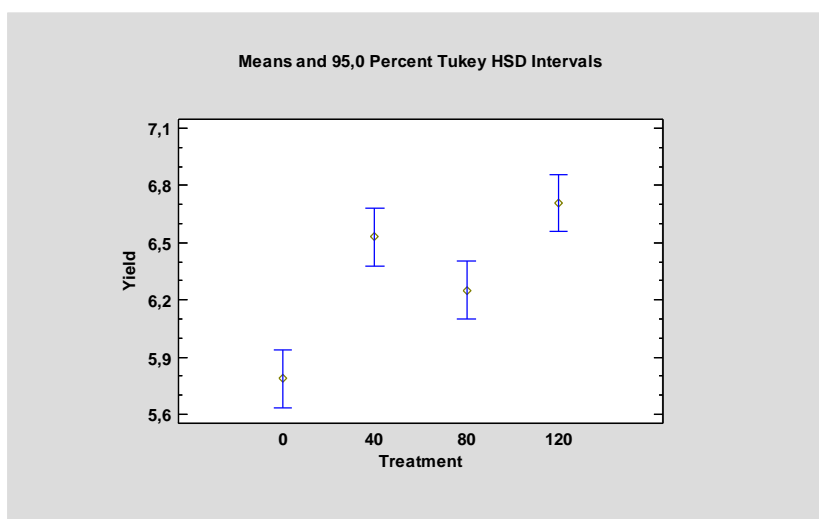


### Multiple Range Tests for DM Roots by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	35,3667	X
40	3	45,2	X
120	3	46,9667	X
80	3	48,0333	X

## Úroda semien

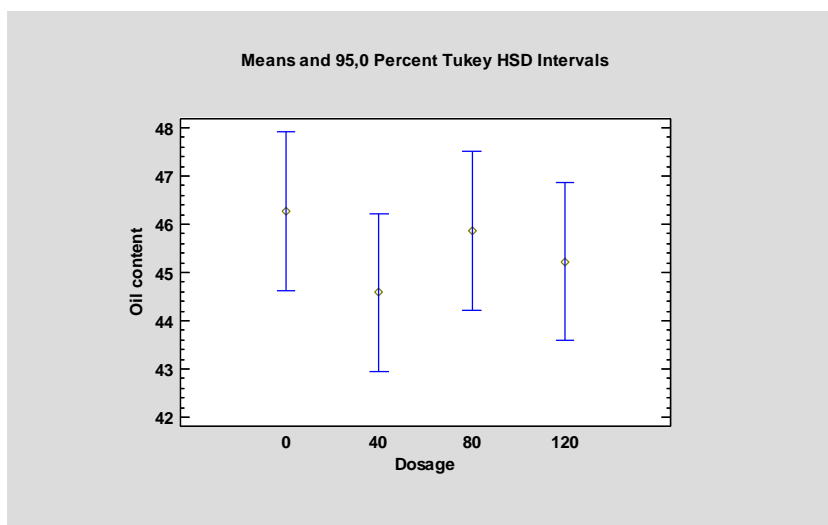


### Multiple Range Tests for Yield by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	5,787	X
80	3	6,252	X
40	3	6,53	XX
120	3	6,70933	X

### Olejnatosť semien

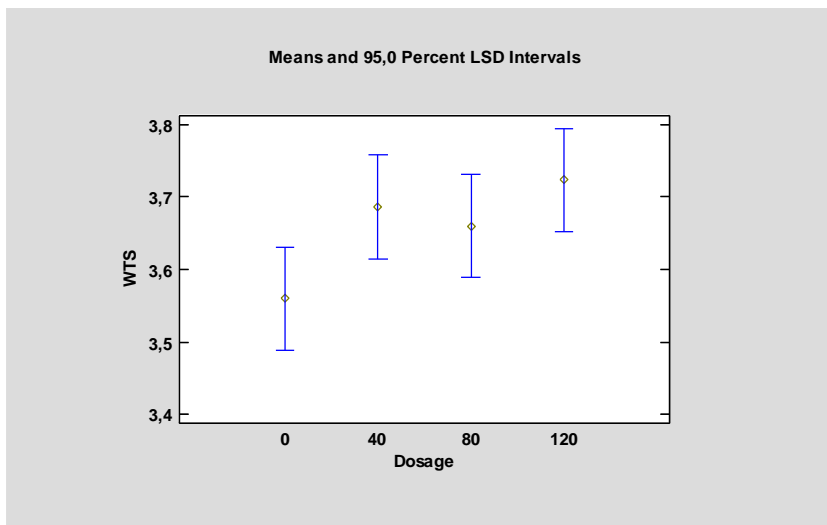


### Multiple Range Tests for Oil content by Dosage

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Dosage</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
40	3	44,5867	X
120	3	45,2267	X
80	3	45,86	X
0	3	46,2667	X

## HTS



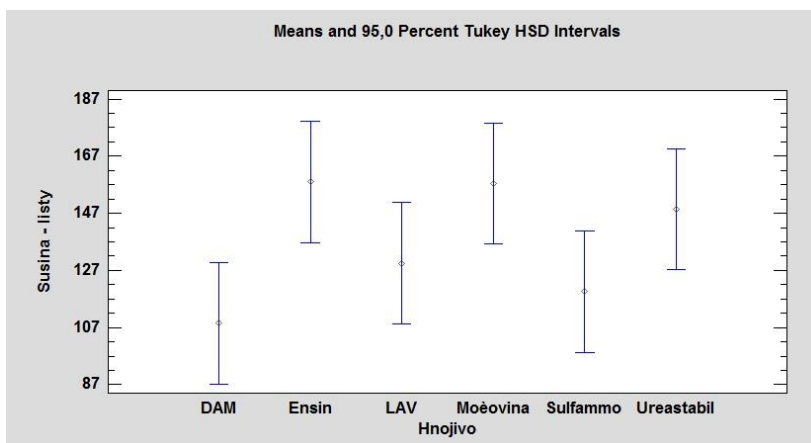
### Multiple Range Tests for WTS by Dosage

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Dosage</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	3,56	X
80	3	3,66	X
40	3	3,68667	X
120	3	3,72333	X

## Druhy hnojív 2014/15

### Sušina listov OR1

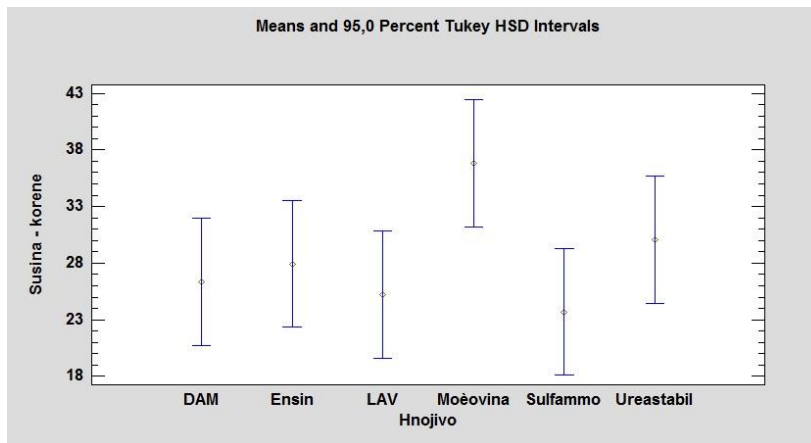


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
DAM	3	108,533	X
Sulfammo	3	119,6	XX
LAV	3	129,5	XX
Ureastabil	3	148,4	XX
Močovina	3	157,367	X
Ensin	3	158,033	X

### Sušina koreňov OR1

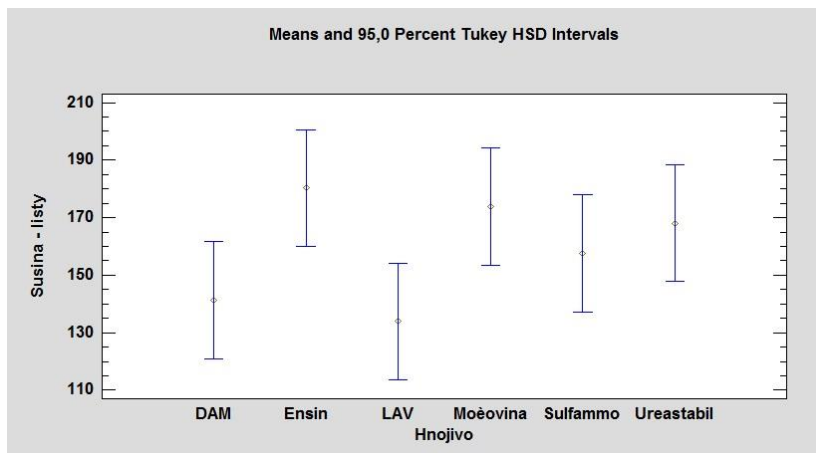


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Sulfammo	3	23,7	X
LAV	3	25,2	X
DAM	3	26,3667	XX
Ensin	3	27,9333	XX
Ureastabil	3	30,0667	XX
Močovina	3	36,8333	X

## Sušina listov OR2

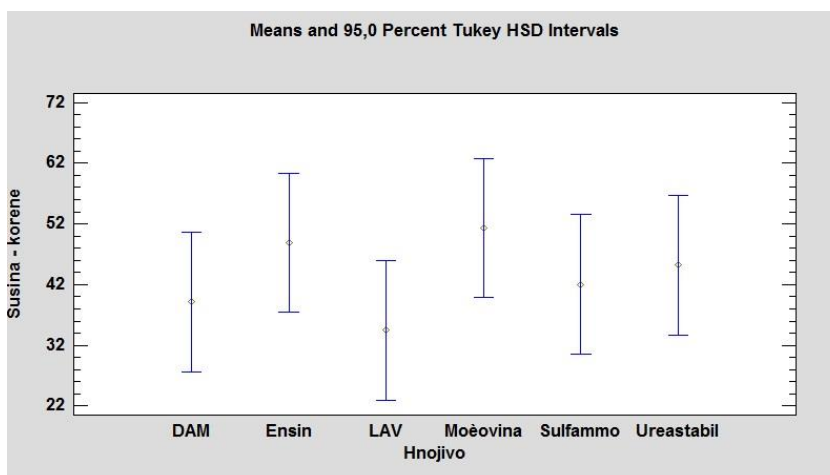


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Hnojivo	Count	Mean	Homogeneous Groups
LAV	3	133,867	X
DAM	3	141,333	XX
Sulfammo	3	157,6	XX
Ureastabil	3	168,133	XX
Močovina	3	173,867	XX
Ensin	3	180,333	X

## Sušina koreňov OR2

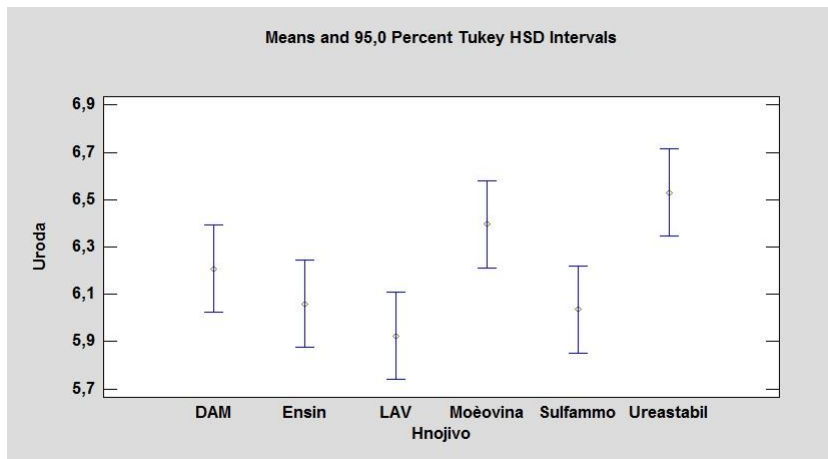


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
LAV	3	34,4667	X
DAM	3	39,1333	X
Sulfammo	3	42,0667	X
Ureastabil	3	45,2	X
Ensin	3	48,9333	X
Močovina	3	51,3667	X

### Úroda semien



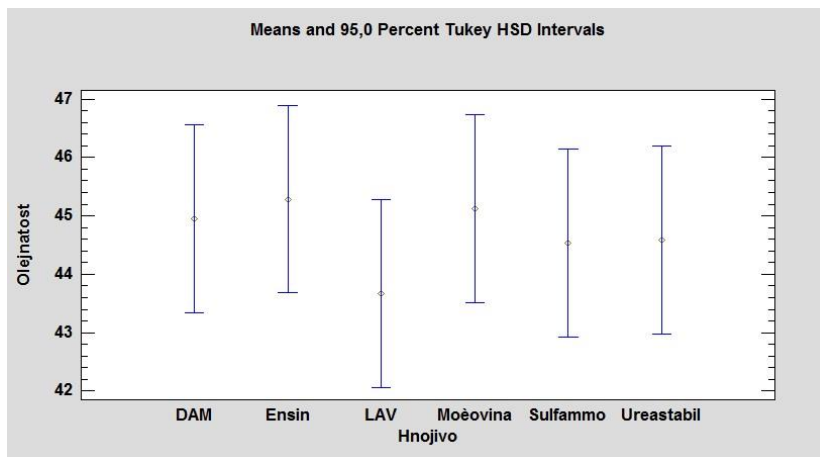
### Multiple Range Tests for Úroda by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
LAV	3	5,924	X
Sulfammo	3	6,03567	XX
Ensin	3	6,06067	XX
DAM	3	6,20733	XXX
Močovina	3	6,39533	XX
Ureastabil	3	6,53	X



## Olejnatost' semien

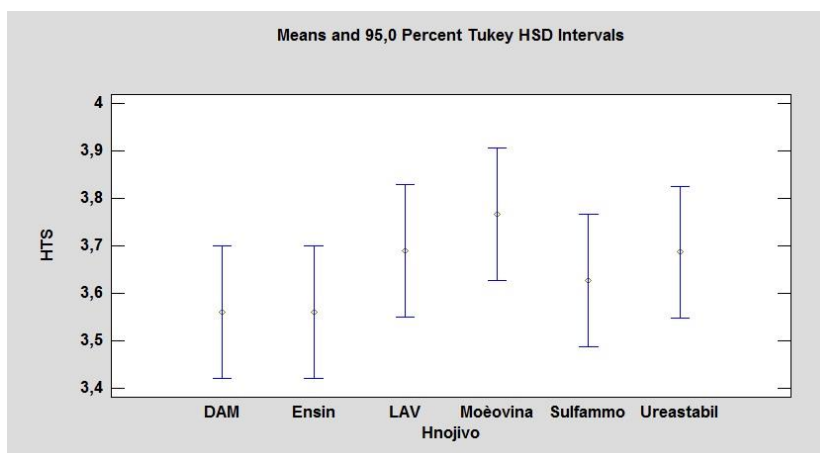


### Multiple Range Tests for Olejnatost by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Hnojivo	Count	Mean	Homogeneous Groups
LAV	3	43,6733	X
Sulfammo	3	44,5367	X
Ureastabil	3	44,5867	X
DAM	3	44,95	X
Močovina	3	45,12	X
Ensin	3	45,2867	X

## HTS



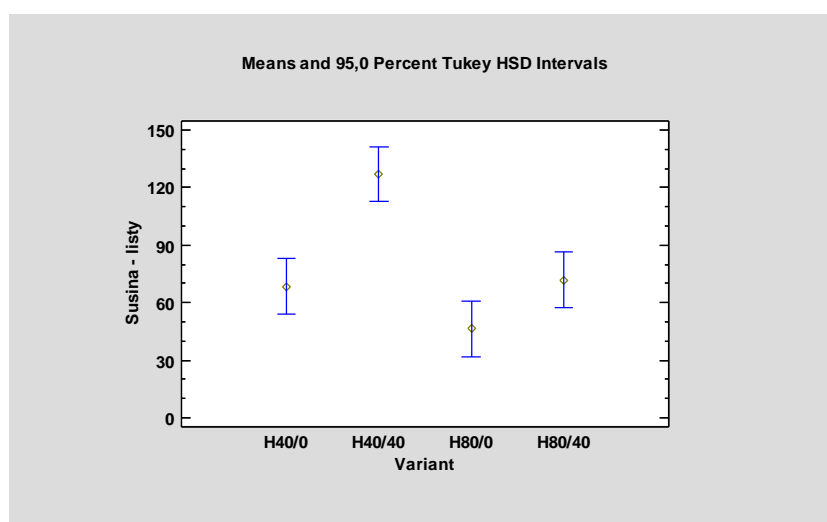
### Multiple Range Tests for HTS by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Ensin	3	3,56	X
DAM	3	3,56	X
Sulfammo	3	3,62667	X
Ureastabil	3	3,68667	X
LAV	3	3,69	X
Močovina	3	3,76667	X

## Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva 2014/15

### Sušina listov OR1

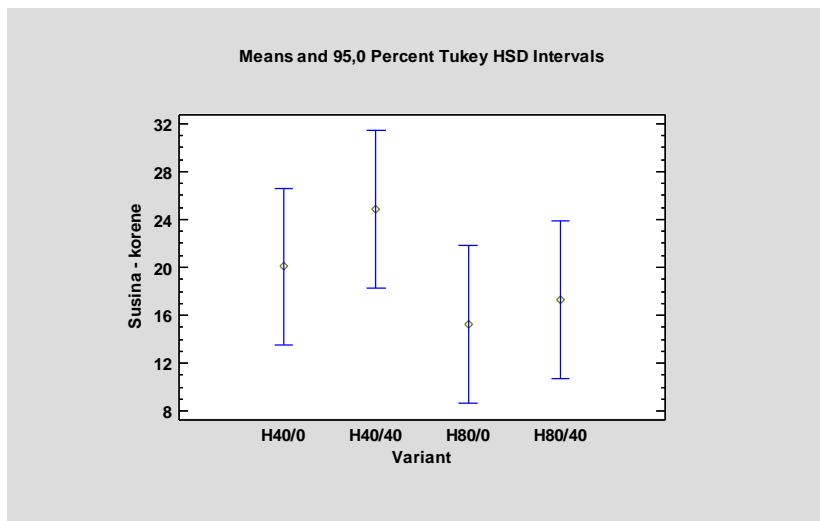


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	46,3333	X
H40/0	3	68,4	X
H80/40	3	71,9	X
H40/40	3	126,933	X

## Sušina koreňov OR1

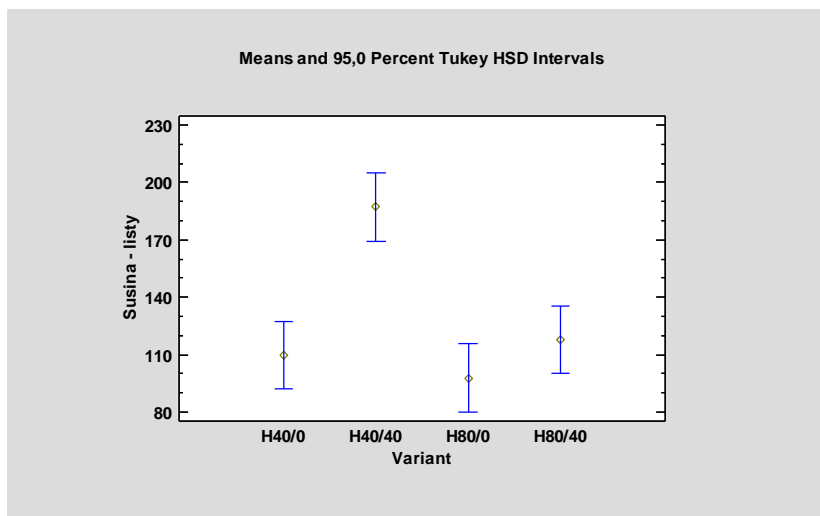


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	15,2667	X
H80/40	3	17,3	X
H40/0	3	20,0667	X
H40/40	3	24,8333	X

## Sušina listov OR2

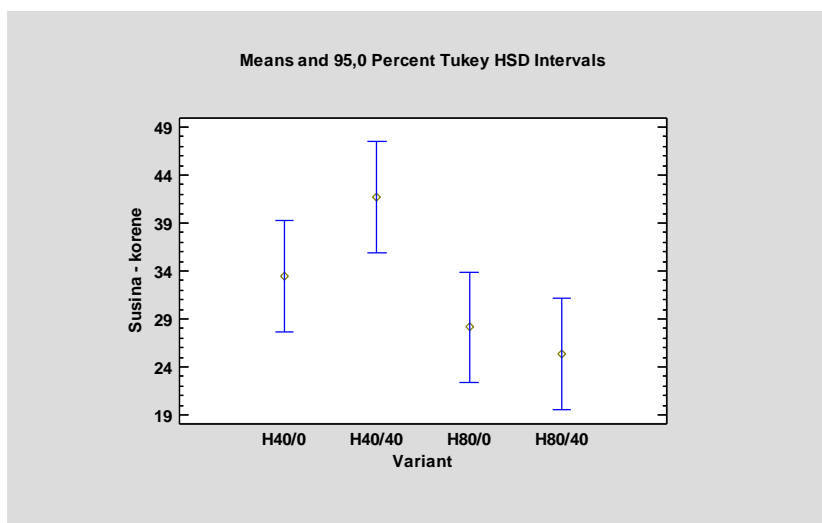


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	97,8667	X
H40/0	3	109,7	X
H80/40	3	117,767	X
H40/40	3	187,067	X

### Sušina koreňov OR2

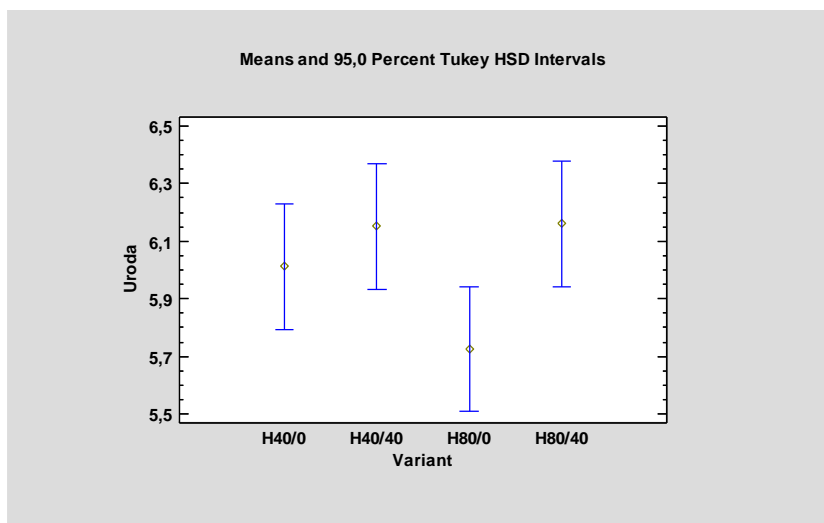


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/40	3	25,4	X
H80/0	3	28,1333	X
H40/0	3	33,4667	XX
H40/40	3	41,7	X

## Úroda semien

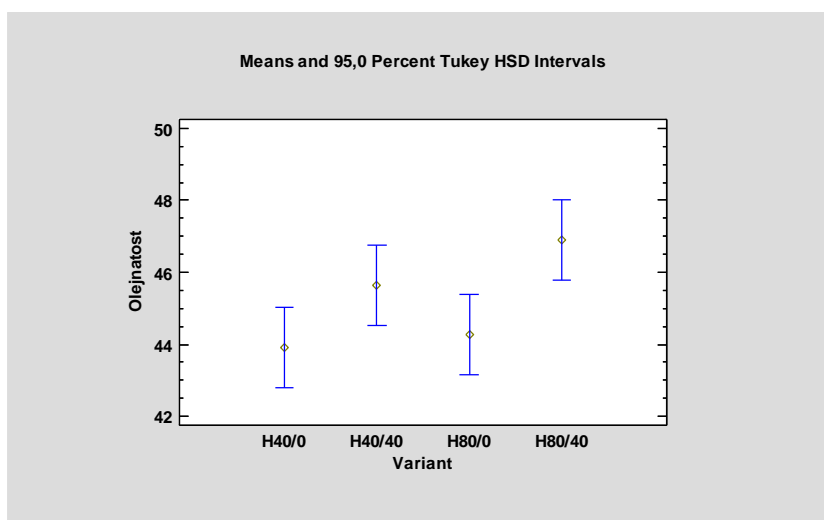


### Multiple Range Tests for Uroda by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	5,72567	X
H40/0	3	6,012	X
H40/40	3	6,15167	X
H80/40	3	6,16	X

## Olejnatost' semien

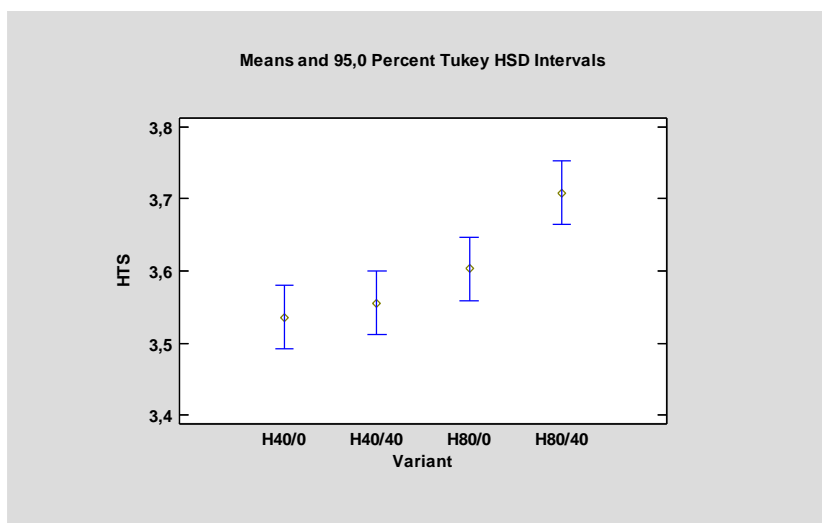


### Multiple Range Tests for Olejnatost by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H40/0	3	43,8967	X
H80/0	3	44,2567	X
H40/40	3	45,6367	XX
H80/40	3	46,9	X

### HTS



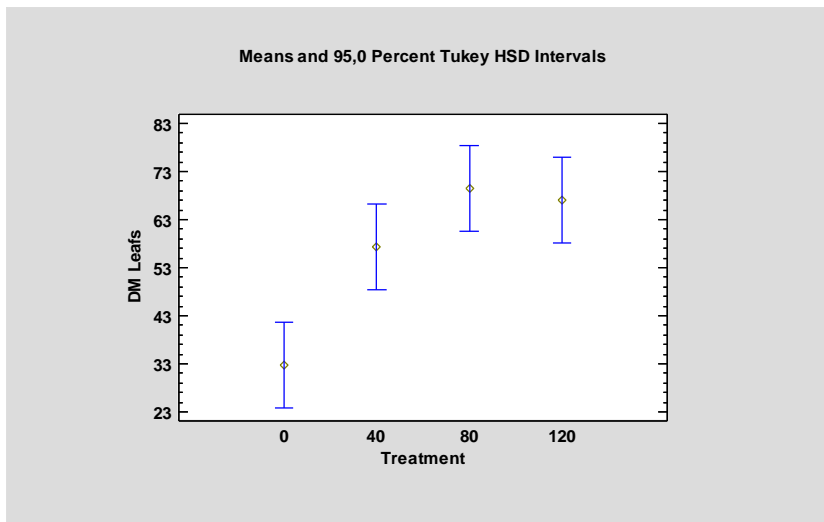
### Multiple Range Tests for HTS by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H40/0	3	3,53567	X
H40/40	3	3,55533	X
H80/0	3	3,60333	X
H80/40	3	3,70833	X

## Dávky hnojiva UREAstabil 2015/16

### Sušina listov OR1

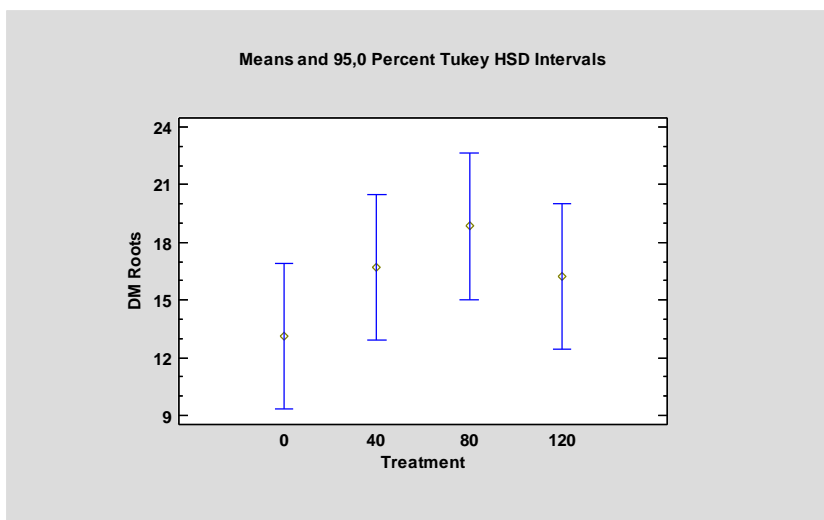


### Multiple Range Tests for DM Leaves by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	32,7	X
40	3	57,2667	X
120	3	67,1	X
80	3	69,4667	X

### Sušina koreňov OR1

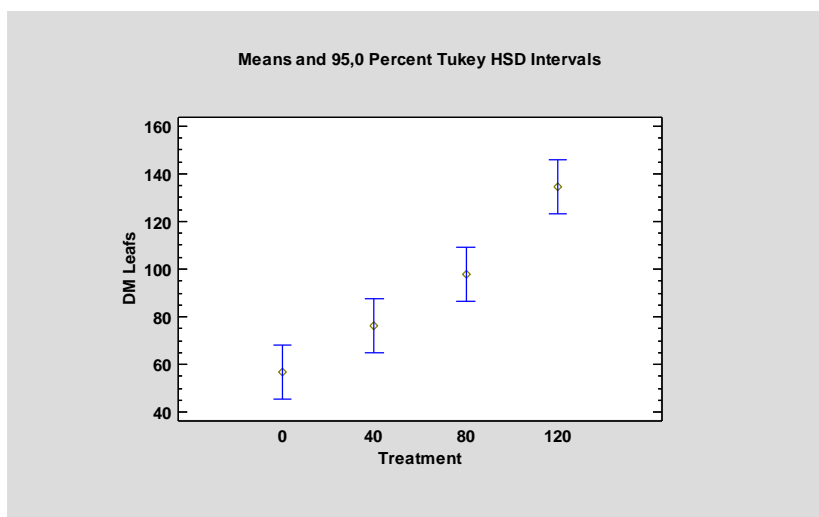


### Multiple Range Tests for DM Roots by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	13,1333	X
120	3	16,2333	X
40	3	16,7	X
80	3	18,8333	X

### Sušina listov OR2



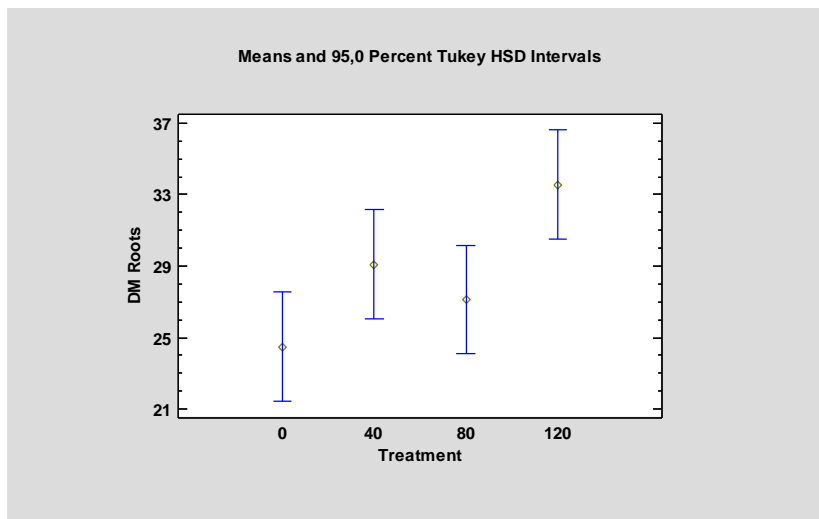
### Multiple Range Tests for DM Leaves by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	56,6	X
40	3	76,0333	XX
80	3	97,9667	X
120	3	134,8	X



## Sušina koreňov OR2

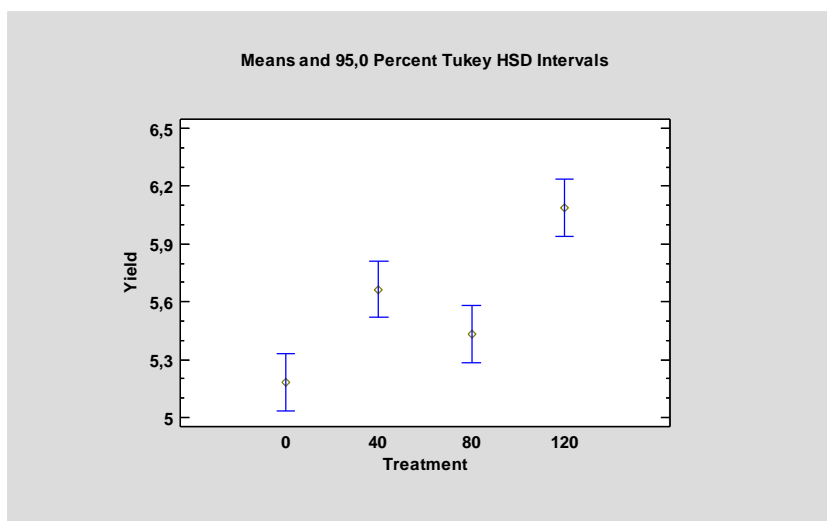


### Multiple Range Tests for DM Roots by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	24,5	X
80	3	27,1333	X
40	3	29,1	XX
120	3	33,5667	X

## Úroda semien

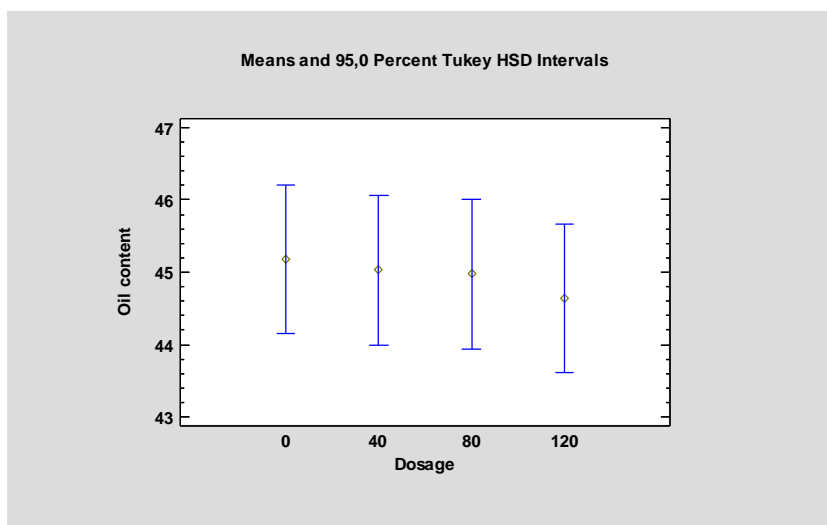


### Multiple Range Tests for Yield by Treatment

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Treatment</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	5,18267	X
80	3	5,43233	XX
40	3	5,665	X
120	3	6,08867	X

### Olejnatost' semen

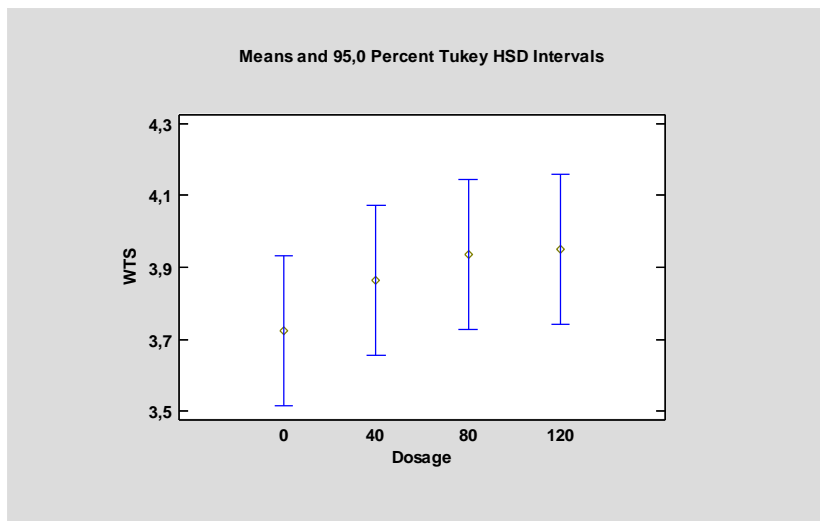


### Multiple Range Tests for Oil content by Dosage

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Dosage</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
120	3	44,6433	X
80	3	44,9767	X
40	3	45,03	X
0	3	45,1833	X

## HTS



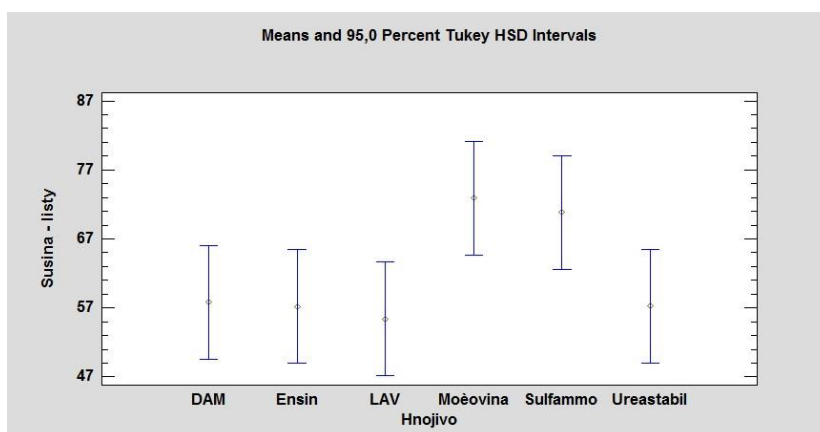
### Multiple Range Tests for WTS by Dosage

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Dosage</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
0	3	3,72333	X
40	3	3,86333	X
80	3	3,93667	X
120	3	3,95	X

## Druhy hnojív 2015/16

### Sušina listov OR1

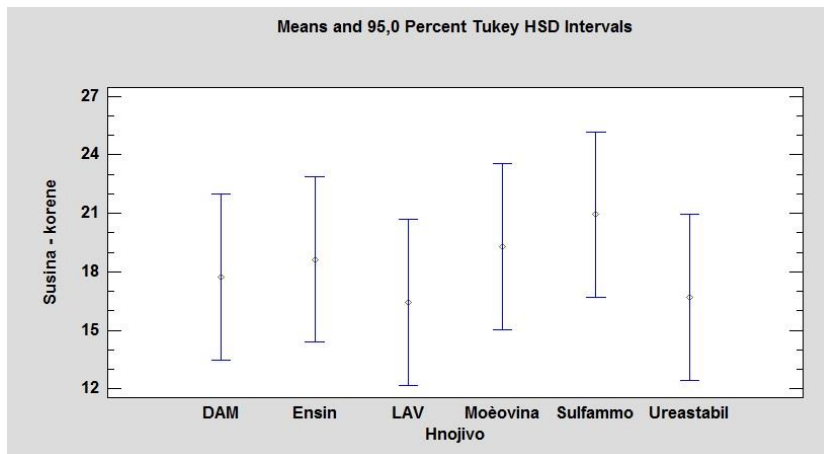


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
LAV	3	55,4333	X
Ensin	3	57,2	XX
Ureastabil	3	57,2667	XX
DAM	3	57,8333	XX
Sulfammo	3	70,8667	XX
Močovina	3	72,9333	X

### Sušina koreňov OR1

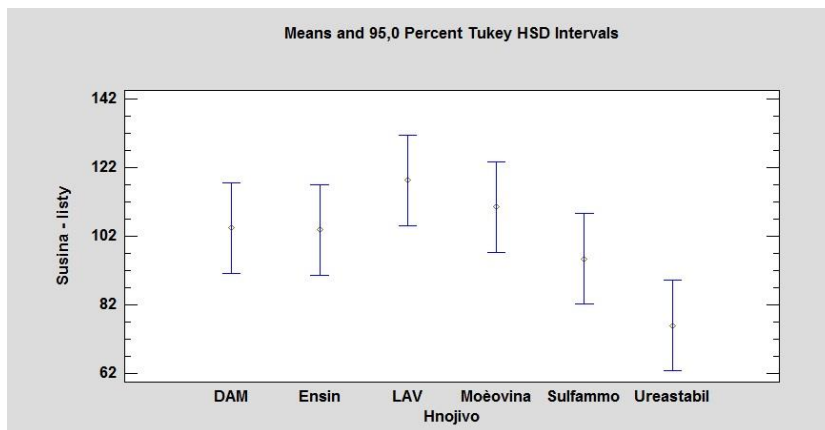


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
LAV	3	16,4333	X
Ureastabil	3	16,7	X
DAM	3	17,7333	X
Ensin	3	18,6333	X
Močovina	3	19,3	X
Sulfammo	3	20,9333	X

## Sušina listov OR2

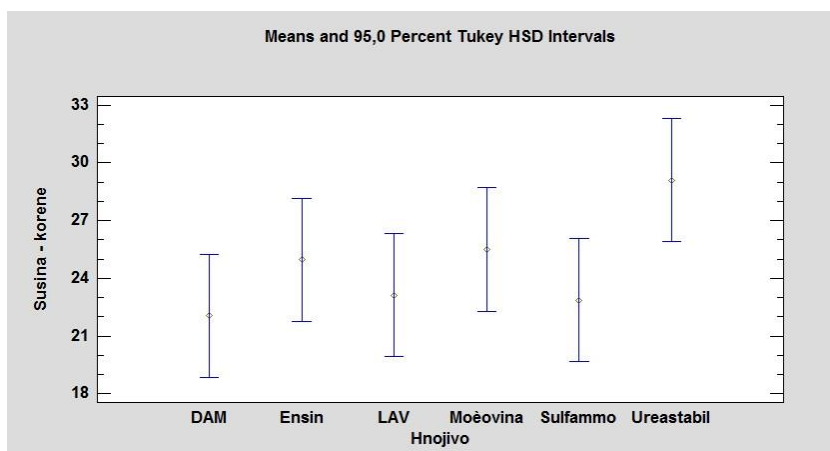


### Multiple Range Tests for Susina - listy by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Hnojivo	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ureastabil	3	76,0333	X
Sulfammo	3	95,4	XX
Ensin	3	103,8	X
DAM	3	104,367	X
Močovina	3	110,467	X
LAV	3	118,2	X

## Sušina koreňov OR2

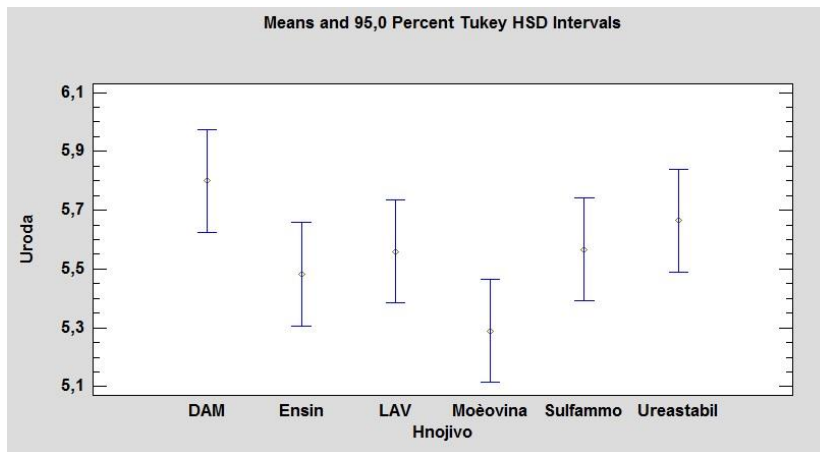


### Multiple Range Tests for Susina - korene by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Hnojivo	Count	Mean	Homogeneous Groups
DAM	3	22,0667	X
Sulfammo	3	22,8667	XX
LAV	3	23,1333	XX
Ensin	3	24,9667	XX
Močovina	3	25,5	XX
Ureastabil	3	29,1	X

### Úroda semien

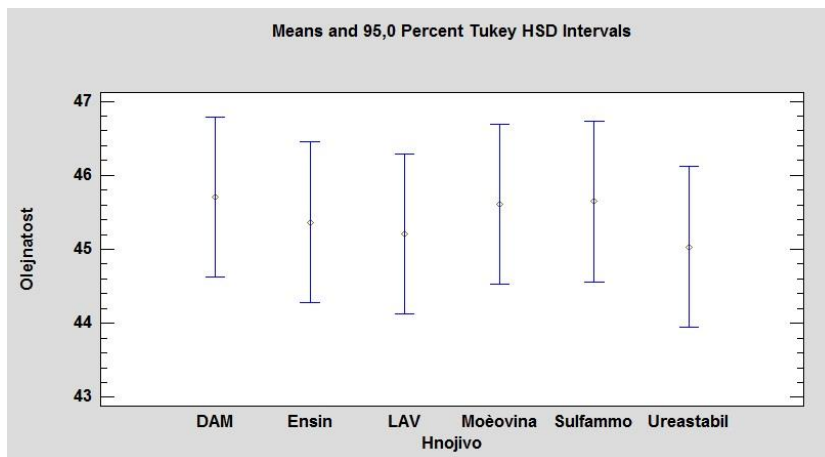


### Multiple Range Tests for Úroda by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Hnojivo	Count	Mean	Homogeneous Groups
Močovina	3	5,28933	X
Ensin	3	5,48233	XX
LAV	3	5,55867	XX
Sulfammo	3	5,56633	XX
Ureastabil	3	5,665	X
DAM	3	5,79933	X

## Olejnatost' semien

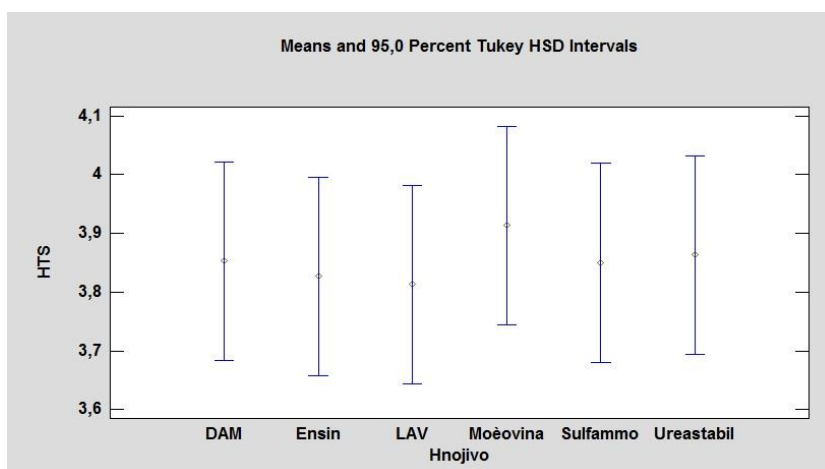


### Multiple Range Tests for Olejnatost by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Ureastabil	3	45,03	X
LAV	3	45,2067	X
Ensin	3	45,3667	X
Močovina	3	45,61	X
Sulfammo	3	45,6467	X
DAM	3	45,7067	X

## HTS



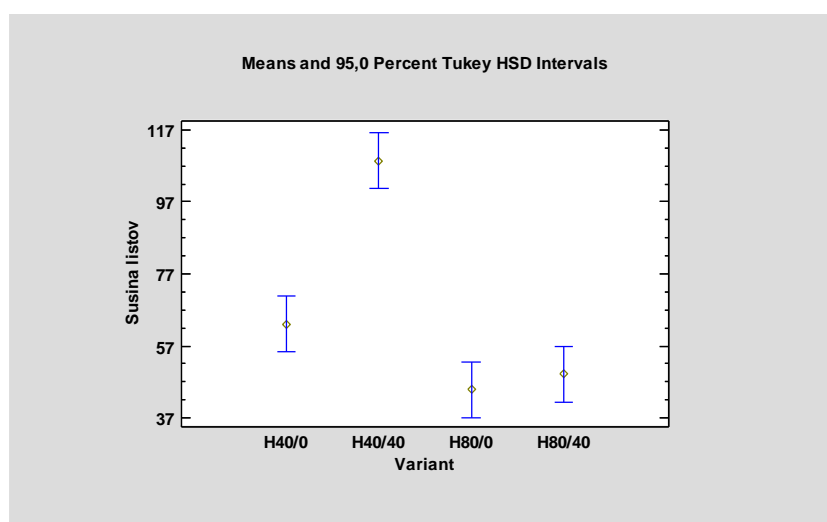
### Multiple Range Tests for HTS by Hnojivo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Hnojivo</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
LAV	3	3,81333	X
Ensin	3	3,82667	X
Sulfammo	3	3,85	X
DAM	3	3,85333	X
Ureastabil	3	3,86333	X
Močovina	3	3,91333	X

## Hustota porastu s rozdielnymi dávkami hnojiva 2015/16

### Sušina listov OR1



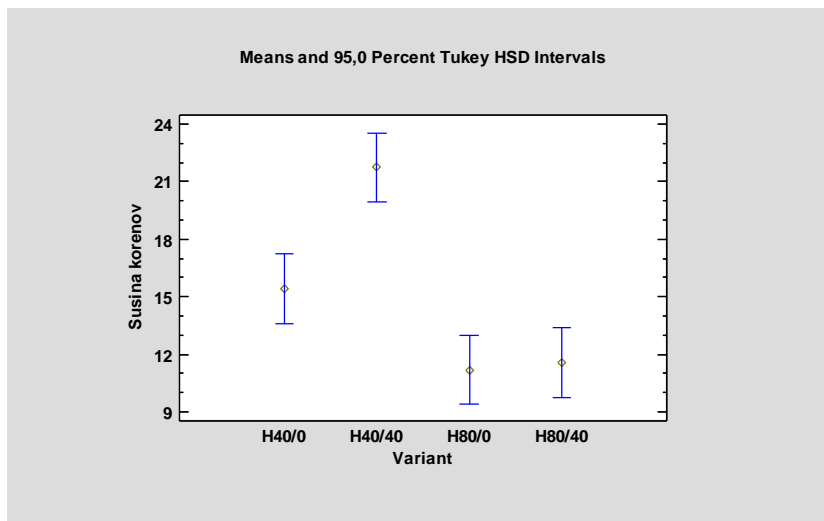
### Multiple Range Tests for Susina listov by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	44,8667	X
H80/40	3	49,1333	XX
H40/0	3	63,1	X
H40/40	3	108,467	X



## Sušina koreňov OR1

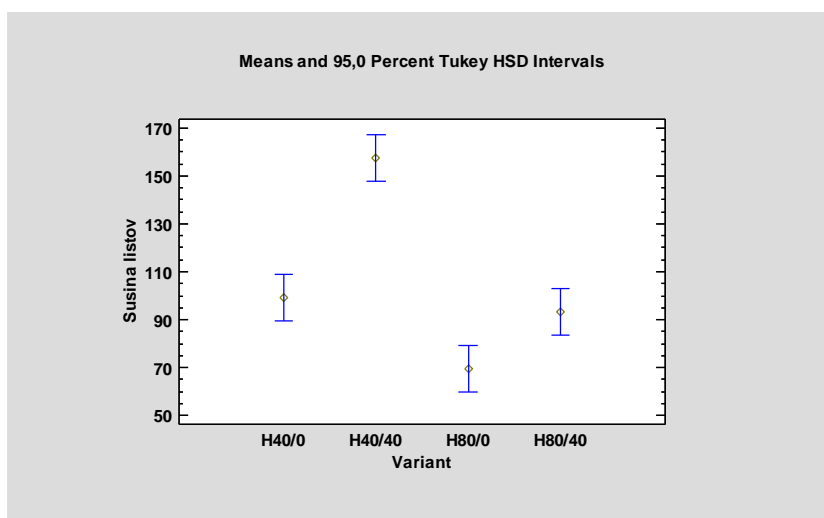


### Multiple Range Tests for Sušina koreňov by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	11,2	X
H80/40	3	11,5667	X
H40/0	3	15,4333	X
H40/40	3	21,7333	X

## Sušina listov OR2

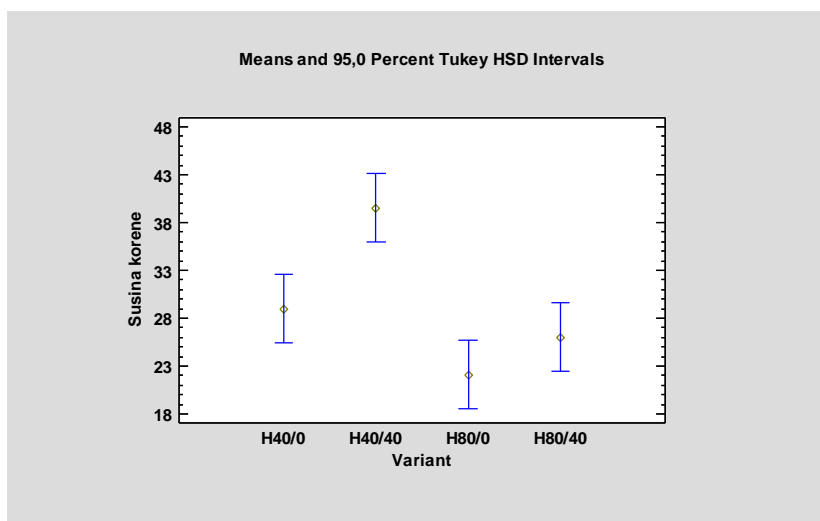


### Multiple Range Tests for Susina listov by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	69,5333	X
H80/40	3	93,1667	X
H40/0	3	98,9333	X
H40/40	3	157,533	X

### Sušina koreňov OR2

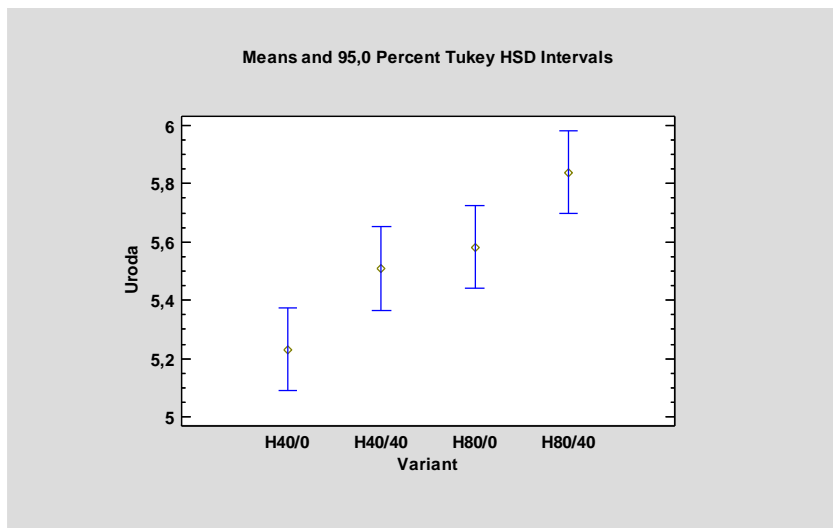


### Multiple Range Tests for Susina korene by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/0	3	22,1	X
H80/40	3	26,0333	X
H40/0	3	29,0	X
H40/40	3	39,5333	X

## Úroda semien

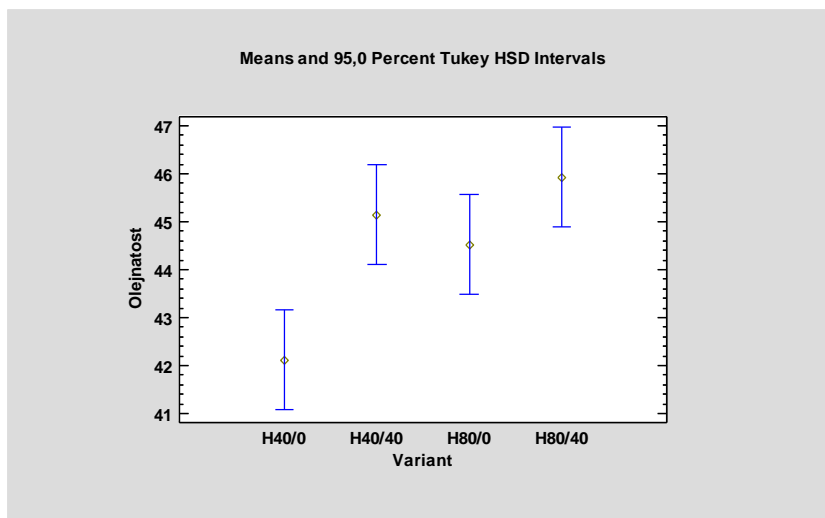


### Multiple Range Tests for Uroda by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H40/0	3	5,23133	X
H40/40	3	5,50867	XX
H80/0	3	5,58267	XX
H80/40	3	5,838	X

## Olejnatost' semien

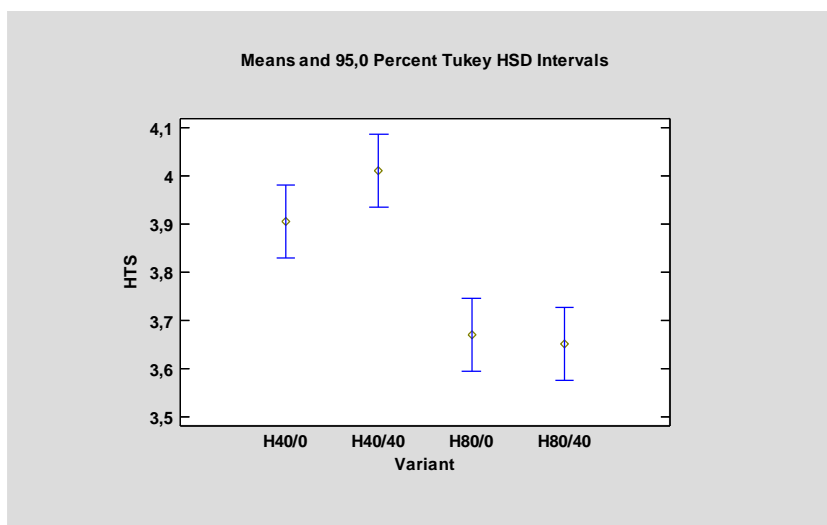


### Multiple Range Tests for Olejnatost by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H40/0	3	42,1133	X
H80/0	3	44,5167	X
H40/40	3	45,14	X
H80/40	3	45,93	X

### HTS



### Multiple Range Tests for HTS by Variant

Method: 95,0 percent Tukey HSD

<i>Variant</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
H80/40	3	3,65267	X
H80/0	3	3,671	X
H40/0	3	3,90567	X
H40/40	3	4,011	X

## Prílohové fotografie

Autor: Juraj Béreš

Obr. 1: Porovnanie stupňovaných dávok hnojiva UREAstabil (3.4.2014)



Obr. 2: Porovnanie stupňovaných dávok hnojiva UREAstabil – terminály (14.6.2016)



Obr. 3: Prejav nedostatku síry (10.4.2014)



Obr. 4: Odberové rastliny – dynamika rastu (5.6.2014)



Obr. 5: nástup kryptovegetácie – 1.rok (19.12.2013)



Obr. 6: Prerastanie listov na jeseň, nedostatok živín – 2.rok (7.11.2014)

