

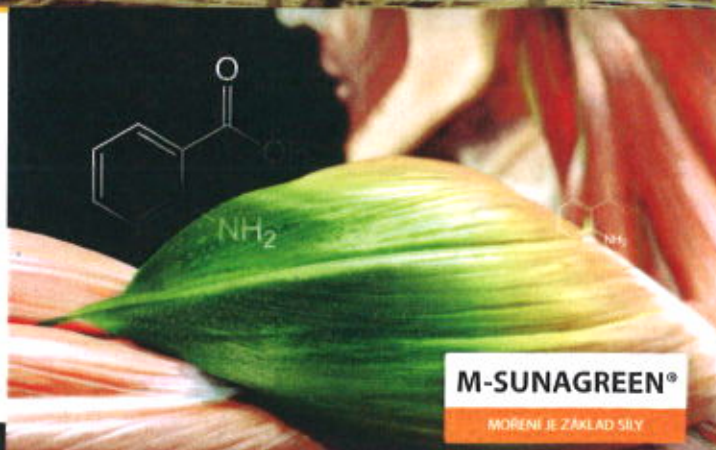
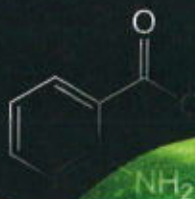
úroda

7

2021

Téma:
Ozimé
obilniny

MOŘENÍ PŠENICE



M-SUNAGREEN®

MOŘENÍ JE ZÁKLAD SILY

- Jak předcházet poškozením od dřepčíka olejkového
- Ochrana kmínu kořenného proti škůdcům a chorobám
- Jak se dříve pěstovala a využívala pohanka
- Sklizeň olejného lnu bez desikace

PP



Potenciál odrůd široku, bérů a tritikale pro výrobu biomasy

Demografická prognóza OSN z roku 2019 předpovídá, že do poloviny století bude na světě o dvě miliardy lidí více než v současnosti. Růst počtu lidí se sice zpomaluje a populace bude stárnout, i tak ale v roce 2050 bude mít planeta 9,7 miliardy obyvatel a nejvíce jich přibude v subsaharské Africe.

V důsledku toho musí zemědělství uspokojit rostoucí poptávku po potravinách a energii. Využívání biomasy k výrobě energie a biopaliv by mohlo být životaschopným řešením ke snížení dopadu výroby energie na životní prostředí (Fracasso et al. 2017).

Jednu z největších výzev dnešní doby představují pro celý svět globální změny klimatu, zhoršování životního prostředí a boj s těmito změnami. Program, jak zajistit udržitelnost hospodářství EU, představuje Zelená dohoda, tzv. Green Deal. Je to plán obsahující opatření, jak podpořit účinné využívání zdrojů prostřednictvím přechodu na čisté oběhové hospodářství a zabránit ztrátě biologické rozmanitosti a snížit znečištění.

Přednosti bioplynových stanic

Jednu z možností, jak snižovat emise skleníkových plynů v zemědělství, jsou bioplynové stanice (BPS). Bioplynové stanice jsou unikátní technologie obnovitelných zdrojů energie (OZE) vzhledem k tomu, že jsou schopné akumulovat energii ve formě bioplynu, kdy je možné odložit výrobu energie z něj jak časově, tak vzdálenostně. V České republice se intenzivní rozvoj bioplynových technologií v období let 2005–2014 v podstatě zastavil na současném počtu 554 bioplynových instalací, s celkovým výkonem 360 MWe. Z tohoto počtu je 420 stanic zemědělských s celkovým instalovaným výkonem 320 MW a celkovou spotřebou kolem 10 mil. tun různorodé biomasy v původní hmotě.

V roce 2019 zemědělské BPS dodaly 2,3 TWh energie jako elektřinu a 1 TWh jako teplo. Spotřeba bioplynu dosahuje 1,1 miliardy m³, což odpovídá asi 7,3 TWh. Průměrná česká



Biomasa před první sečí Zuzok/Ruberit 1 : 3, 1. 8. 2020 Foto Jiří Hermuth

BPS má instalovaný výkon 756 kWe a za rok vyrobí asi 6 GWh elektřiny (Doležal et Moravec 2021).

Podíl bioplynu na celkové výrobě elektřiny v roce 2018 dosahoval 2,96 % a v rámci výroby OZE 27,7 %. Celková využitá energie (elektrická i tepelná) z bioplynu v roce 2018 činila 25 2789 126 GJ, což představuje 13,1 % z celkové podílu OZE na spotřebované energii (Bufka et al. 2019).

Významná biomasa z plodin

Za významné obnovitelné zdroje energie lze považovat biomasu získanou ze zemědělských plodin. Kukuřice, jako C4 plodina, je v současné době dominantní plodinou na výrobu bioplynu ve střední Evropě. V Německu reprezentuje okolo 73 % celkové biomasy využitelné pro anaerobní digestci. Podle předběžných odhadů bude v nejbližší budoucnosti 25 % celkové bioenergetické produkce v Evropě pokrývat výroba bioplynu. Vzhledem k těmto odhadům to bude vyžadovat zvýšení pěstebních ploch energetických plodin (Wanasek et al. 2017).

pro biologickou fermentaci, a tím i pro produkci bioplynu. Čirok nachází uplatnění na pěstebních plochách v České republice jako určitá alternativa či doplněk silážní kukuřice například na pozemcích mírně erozně ohrožených nebo jako plodina kterou lze vysévat po ozimém žitu sklizeném na senáž (Adamčík et To mášek 2016).

Běr italský je druh pocházející z Číny Indie a Malé Asie. Běr italský je velmi univerzální plodina, která je vhodná jak pro výživu lidí (zrno), tak pro výživu domácích a hospodářských zvířat (zrno, píče). Sláma je relativně měkká a snadno stravitelná pro dobytek. Běr se sklízí na zeleno asi sedm až deset dní před začátkem metání a na seno začátkem metání. Při kosení se nechává 8–10 cm vysoké strniště z důvodu lepšího obrůstání porostu bérů. Sklizeň bérů na siláž se provádí na začátku dozrávání lat (ve voskové-mléčné zralosti semen).

Literární zdroje uvádí, že tritikale, jako C3 plodina, produkuje mnohem více biomasy než pšenice, ječmen nebo žito, na druhou stranu mnohem méně než kukuřice a čirok. V produkčních systémech založených

5 měsíci se klimatickými podmínkami se nejen v České republice dostává do popředí pěstování plodin, které mají nižší náročnost na potřebu vody a přitom poskytují dostatečně vysoké výnosy jak pro krmné účely, tak pro produkci bioplynu.

Čirok, běr a tritikale

Jednou z těchto plodin je bezesporu čirok. Čirok cukrový poskytuje dostatečný výnos nadzemní biomasy zhruba 45 až 75 t z hektaru o sušíně až 35 %, tvoří tak vhodnou surovinu



Biomasa před první sečí Zuzok/Rucereus 1 : 3, 1. 8. 2020 Foto Jiří Hermuth



na využití kukuřice nebo čiroku však může pěstování ozimého tritikale přinést výhodu v časovém rozložení pracovních špiček (setí a sklizeň), využití zimní a časné jarní vláhy a umožní diverzifikovat osevní postup. Siláž z tritikale je navíc k dispozici přibližně o dva měsíce dříve než kukuřičná (Gowda et al. 2011). Cantale et al. (2016) uvádějí, že podle IEA (International Energy Agency) se výnos bioplynu u tritikale pohybuje v rozpětí 337–555 m³/t, u čiroku je to 295–372 m³/t.

Produkce biomasy

V rámci studie byly testovány následující plodiny C4 typu: první česká odrůda zrnového čiroku Ruzrok (*Sorghum bicolor*, L. Moench.) a dvě odrůdy bérů italského (*Setaria italica* L., Beauv.) Ruberit a Rucereus, vyšlechtěné na pracovišti Genové banky (GB), Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i., v Praze-Ruzyni (VÚRV). Všechny odrůdy byly vedeny v rámci udržovacího šlechtění standardními pěstebními postupy v režimu s nízkým uplatněním intenzifikačních zásahů, po předplodině hrách polní.

Plodinu C3 typu zastupovalo ozimé tritikale (X *Triticosecale* Wittmack) – linie pod označením RU 202-16,

vyšlechtěná rovněž na pracovišti GB VÚRV. Tento genotyp vytvořený pro produkci biomasy a bioplynu prochází druhým rokem státními odrůdovými zkouškami v rámci Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ). V polních podmínkách lokality Praha-Ruzyně byla linie pěstována v rámci udržovacího šlechtění. Výsevek byl 3 MKS/ha. Výsev byl proveden bezzbytkovým secím strojem Oyjord, stejně jako v případě čiroku a bérů.

Pro potřeby biozplynovací zkoušky byla u linie tritikale v době mléčné-voskové zralosti provedena sklizeň nadzemní hmoty akumulátorovými zahradními nůžkami z plochy 1 m², aby bylo zajištěno dostačující množství pro provedení testu (minimálně



Biomasa první seče, mulč Ruzrok/Ruberit 1 : 1 Foto Jiří Hermuth



Obrůstání biomasy po první seči, 19. 8. 2020

Foto Jiří Hermuth

300 g zelené biomasy). U odrůd čiroku a bérů sklizeň proběhla stejným způsobem na začátku metání. Zelená hmota byla následně sešrotována na stacionární řezače, vložena do PET uzavíratelných sáčků a zamrazena v mrazicím boxu při –18 °C. Vzorky zmrazené biomasy byly následně předány na pracoviště VÚRV v Chomutově k provedení biozplynovací zkoušky.

Biozplynování

Laboratorní experimenty biozplynování byly provedeny na sestavě se 48 třílitrovými skleněnými anaerobními

fermentory zahřátými na mezofilní teplotu 37 ± 1 °C míchanými po dobu 15 minut každé dvě hodiny. Testování potenciální produkce bioplynu a metanu bylo provedeno v souladu s metodikou VDI 4630 (Anonymous 2006). Poměr vstupu organické sušiny vzorku k očkovací látce byl zhruba 3 : 10. Očkovací látkou byl digestát z provozní bioplynové stanice, která zpracovává zvířecí exkrementy, kukuřičnou siláž a senáž píce v poměru zhruba 40 : 40 : 20. Biomasa byla pomocí tyčinky důkladně promíchána s inokulem a sklenice umístěny do van a propojeny gumovou hadičkou

Tab. 1 – Směs komponent čirok zrnový/bér italský; výsev 18. 5. 2020, první seče biomasy 3. 8. 2020; mulč biomasy 6. 8. 2020

Kombinace odrůd čirok/bér	Výsevní poměr	Vzcházení poč. dnů od výsevu	Začátek metání poč. dnů od výsevu	Výška porostu (cm)	Hmotnost biomasy (t/ha)	Sušina (%)	Celková výtěžnost bioplynu (l/kg sušiny)	Celková výtěžnost metanu (l/kg sušiny)	Průměrná konc. metanu (%)	Celková výtěžnost metanu (m ³ /t/ha)
Ruzrok/Ruberit	1 : 1	16	74/75	140/95	35,4	22,1	600	330	55,1	2 581
Ruzrok/Rucereus	1 : 1	15	74/68	135/100	33,6	25,2	544	295	54,3	2 499
Ruzrok/Ruberit	1 : 3	14	74/73	142/95	38,9	21,1	560	301	53,8	2 471
Ruzrok/Rucereus	1 : 3	13	74/63	142/93	33,4	23,5	514	274	53,3	2 151
Průměr					35,3	23,0	554	300	54,1	2 426

Tab. 2 – Směs komponent čirok zrnový/bér italský; II. seče biomasy 21. 9. 2020 (za 47 dní od mulčování, tj. 6. 8. 2020)

Kombinace odrůd čirok/bér	Výsevní poměr	Obrůstání dny od mulčování	Metání druhé seče poč. dnů od výsevu	Výška porostu (cm)	Hmotnost biomasy (t/ha)	Sušina (%)	Celková výtěžnost bioplynu (l/kg sušiny)	Celková výtěžnost metanu (l/kg sušiny)	Průměrná koncentrace metanu (%)	Celková výtěžnost metanu (m ³ /t/ha)
Ruzrok/Ruberit	1 : 1	80	106/103	145/65	29,2	22,5	568	305	53,8	2 004
Ruzrok/Rucereus	1 : 1	80	106/101	140/50	25,5	26,6	559	299	53,5	2 027
Ruzrok/Ruberit	1 : 3	80	106/103	138/74	23,6	21,0	613	344	56,0	1 706
Ruzrok/Rucereus	1 : 3	80	106/101	132/68	22,5	23,1	540	288	53,4	1 477
Průměr					25,2	23,3	570	309	54,2	1 804

Tab. 3 – Tritikale ozimé RU 202-16, sklizeň biomasy 25. 6. 2020

Odrůda tritikale	Výsevek (MKS/ha)	Začátek metání poč. dnů od 1. 1.	Počet rostlin na 1 m ²	Výška porostu (cm)	Hmotnost biomasy (t/ha)	Sušina (%)	Celková výtěžnost bioplynu (l/kg sušiny)	Celková výtěžnost metanu (l/kg sušiny)	Průměrná konc. metanu (%)	Celková výtěžnost metanu m ³ /t/ha
RU 202-16	3,0	151	344	147	32,6	36,1	557	301	53,9	3 552



s odměrným válcem. Po založení pokusu bylo zapnuto čerpadlo. Michání bylo zajištěno automaticky pomocí časovače, 15 minut každé dvě hodiny. Před a po měření byl přístroj čištěn pomocí vzduchu po dobu nejméně 30 sekund (automaticky provádí přístroj). Vzniklý bioplyn byl do přístroje vhnán pomocí automatické pumpy přes hadici tak dlouho, až došlo k ustálení hodnot na displeji (Šinko et al. 2019).

Údaje z měření experimentální produkce bioplynu byly zaznamenávány většinou jednou denně, v době nejvyšší intenzity produkce bioplynu i několikrát denně. Kvalitativní analýza bioplynu byla provedena na specializovaném bioplynovém analyzátoru Biogas Check Analyser (výrobce Geotechnical, země původu Velká Británie), přesnost měření byla kontrolována pomocí plynového chromatografu s detektorem TCD. Celková doba experimentální fermentace byla jednotně stanovena na 49 dnů, což je dostatečný čas pro zajištění intenzivní fáze produkce bioplynu u všech testovaných substrátů. V mnoha případech se výroba bioplynu nezastavila ani po uplynutí stanovené doby, což je spojeno s postupnou fermentací obtížně odbouratelných složek biomasy, jako jsou celulózy a hemicelulózy. Intenzivní etapa výroby bioplynu trvala obvykle 2–4 týdny po uplynutí fáze prodleivy (lag-fáze), která obvykle probíhala 1–5 dnů.

Hodnocení výtěžnosti a koncentrace

Zjištěné výnosy biomasy složené ze dvou plodin – žiroku a bėru s různým výsevním poměrem (tab. 1 a 2) se pohybovaly v rozpětí od 22,5 t/ha při sušině 23,1 % ve druhé seči (Ruzrok/Rucerus 1 : 3) až po 38,9 t/ha při sušině 21,1 % v první seči (Ruzrok/Ruberit 1 : 3). Pokud se týká výnosu biomasy v průměru čtyř zkoušených variant (kombinace plodina/odrůda a výsevní množství), tak výnosnější byla první seč, a to o 10,1 t/ha zelené hmoty, což je o 40 % více než ve druhé seči. Odebraná biomasa směsných vzorků byla podrobena laboratorním testům na biozplynování. Na základě těchto analýz pak byla zjištěna pro-

dukce (neboli výtěžnost) bioplynu a metanu a průměrná koncentrace metanu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1 a 2.

Výsledky pokusu

Výtěžnost bioplynu se pohybovala od 514 l/kg sušiny biomasy sklizené

ze směsi Ruzrok/Rucerus s výsev-
vkem 1 : 3 z první seči do 613 l/kg
sušiny u kombinace Ruzrok/Ruberit
1 : 3 ve druhé seči. Obsah metanu
v bioplynu byl zjištěn od 53,3 % (Ru-
zrok/Rucerus, 1 : 3, v první seči) do
56 % (Ruzrok/Ruberit, 1 : 3, ve druhé
seči). Procentuální koncentrace me-

tanu v bioplynu víceméně odpovídá
rozsahu, v jakém se pohybuje pro-
centuální obsah metanu u bioplynu
vyráběného z čerstvé hmoty rostlin
vhodných k biozplynování a který je
v rozmezí 52–65 % (Pastorek et al.
2004). Produkce metanu se pohybo-
vala v rozpětí od 274 l/kg sušiny bio-

Klasy v pohodě

Výhodná
cena v balíčku

Amistar® Gold Magnello®
Pack



Magnello®



- Specialista na fuzariózy a černě (*Alternaria* spp.)
- Komplexní řešení klasových chorob

Použijte přípravky na ochranu rostlin Magnello® před použitím v úbov omezené ochrany a tlumění o plynů. Respektujte varovné věty a symboly.

www.syngenta.cz

masy sklizené ze směsi Ruzrok a Rucereus s výševkem 1 : 3 z první seče do 344 l/kg sušiny biomasy sklizené ze směsi Ruzrok a Ruberit s výševkem v poměru 1 : 3 z druhé seče.

Pokud se týká výtěžnosti bioplynu, metanu a koncentrace metanu byly v průměru čtyř variant vyšší hodnoty naměřeny u vzorků sklizených z druhé seče, ale při nižším výnosu biomasy. Jedná se o výsledky pouze jednoho roku, ale mohou potvrzovat výsledky Prochnowa et al. (2009), kteří prováděli pokusy na trvalých travních porostech a zjistili, že vyšší produkce metanu se dosáhne při vícečetném hospodaření.

Janovská a Hermuth (2011) ve své práci hodnotili možnosti využití čiroku a bėru pro produkci biomasy. Jak uvádí, z hlediska tvorby biomasy je vhodnější čirok, bėry jsou pak vzhledem ke kratší vegetační době vhodnější do oblastí, kde je limitována vegetační doba.



Biomasa před druhou sečí Ruzrok/ Ruberit 1 : 3, 20. 9. 2020

Foto Jiří Hermuth

Pokusy v Zubří

Hermuth et al. (2018) prováděli srovnání sklizně čiroku při dvousečném a jednosečném využití na lokalitě firmy Oseva vývoj a výzkum, s. r. o., v Zubří. Z výnosových výsledků zelené, suché hmoty a sušiny dosáhl čirok nejvyššího výnosu sušiny 17,3 t/ha při dvousečné sklizni u varianty s výševkem 25 kg/ha. Současně bylo dosaženo výnosu 62,0 t/ha zelené hmoty. Tato varianta s výševkem 25 kg/ha byla výnosnější i u jednosečného využití při sklizni 2. 10. 2017 (výnos

Tab. 4 – Celková výtěžnost metanu všech plodin za celou vegetaci v rámci jednoho pozemku

Kombinace odrůd/ linie tritikale	Výševní poměr	Celková hmotnost biomasy (t/ha)	Celková výtěžnost metanu (m ³ /t/ha)	Celková výtěžnost metanu ze sklizně plodin za vegetaci (směs čirok/bėr + tritikale) v rámci jednoho pozemku (m ³ /t/ha)
Ruzrok/Ruberit (I. + II.)	1 : 1	64,6	4 586	4 586 + 3 552 = 8 138
Ruzrok/Rucereus (I. + II.)	1 : 1	59,1	4 526	4 526 + 3 552 = 8 078
Ruzrok/Ruberit (I. + II.)	1 : 3	62,5	4 177	4 177 + 3 552 = 7 729
Ruzrok/Rucereus (I. + II.)	1 : 3	55,9	3 644	3 628 + 3 552 = 7 180

sušiny u výsevu 25 kg/ha – 10,75 t/ha oproti variantě s výševkem 20 kg/ha – výnos sušiny 7,99 t/ha).

Nejvyšší celková výtěžnost metanu 2581 m³/t/ha byla zjištěna u kombinace Ruzrok a Ruberit ve výševním poměru 1 : 1 a to v první seči (tab. 1). Nejnižší hodnota celkem získaného metanu 1477 m³/t/ha byla vypočtena pro směs odrůd Ruzrok/Rucereus ve výševku 1 : 3, a to ve druhé seči (tab. 2). Pokud se týká celkové výtěžnosti metanu, tak v průměru čtyř zkoušených variant byla výnosnější první seč, a to o 622 m³/t/ha metanu, což je o 34 % více než ve druhé seči.

Hodnocení tritikale

Výtěžnost metanu u linie ozimého tritikale RU 202-16 činila 3552 m³/t/ha a byla to nejvyšší produkce metanu v hodnoceném souboru genotypů při jedné seči (tab. 3). Pokud bychom uvažovali o celkové výtěžnosti metanu za celou vegetaci v rámci jednoho pozemku s využitím ozimého tritikale v podzimním a jarním období a čiroku a bėru v sušším letním období, tak bychom mohli v nejlepším případě předpokládat dosažení zisku 8138 m³/t/ha metanu u varianty Ruzrok/Ruberit v poměru 1 : 1 (tab. 4). Jak už bylo uvedeno, tato práce přináší pouze hodnocení jednoho roku, a to 2020, ale podobných výsledků bylo dosaženo u samostatných výsevů odrůd Ruzrok, Ruberit a Rucereus, které byly publikovány v poslední době. U víceletých pokusů linie ozimého tritikale RU 202-16 bylo v průměru dosaženo hodnot u bioplynu 589 l/kg sušiny biomasy a metanu 316 l/kg sušiny biomasy. U kontrolní odrůdy Balu PZO, která je v Německu využívána na produkci biomasy a kromě toho je také kontrolní odrůdou ve státních odrůdových zkouškách ozimého tritikale na zelenou hmotu (Bundessortenamt) byla zaznamenána průměrná výtěž-

nost bioplynu 560 l/kg sušiny biomasy a výtěžnost metanu 300 l/kg sušiny biomasy (Nesvadba et al. 2018 a Nesvadba et al. 2019).

Závěry pro praxi

Se změnou klimatu, nedostatkem vody a s tím souvisejícími četnějšími výskytů sucha se plodiny C4 fotosyntézy stávají rozhodující alternativou za plodiny C3 cyklu, které vyžadují více vody. VÚRV má v současné době nově vyšlechtěné a registrované odrůdy čiroku a bėru, které tyto podmínky splňují a jsou nejlépe přizpůsobené půdně-klimatickým podmínkám ČR. Přínos zmiňovaných odrůd pro zemědělskou praxi a ochranu životního prostředí byl v roce 2019 na 46. ročníku mezinárodního agrosalonu Země živelka v Českých Budějovicích oceněn hlavní cenou Zlatý klas s kyticí. Za odrůdu bėru italského Rucereus obdržel její šlechtitel Ing. Jiří Hermuth Čestné uznání za inovativní odrůdu v rámci soutěže 20 nejvíce inovativních odrůd plodin v roce 2020 v mezinárodním magazínu Europeanseeds.

Tato studie byla zaměřena na systém produkce a využití plodin pro krmné účely a pro produkci biomasy a výrobu bioplynu, intenzivně pěstovaných v duálním sledu, a to ozimého tritikale (linie RU 202-16) jako zástupce C3 plodin v období podzim – jaro a C4 plodin v sušším letním období, který zabezpečí zefektivnění nakládání s půdní vlhkostí, zlepšení úrodnosti půdy a v neposlední řadě vyšší ekonomickou rentabilitu. Dá se očekávat, že v důsledku zintenzivnění klimatických změn, především projevů sucha, bude pěstování odrůd čiroku a bėru v ČR a sousedních státech narůstat, a to nejenom v suchých oblastech. Pěstováním těchto plodin je jednou z možností, jak těmto nepříznivým podmínkám čelit. S ohledem na krátkou vegeta-



Porost linie ozimého tritikale RU 202-16

Foto Jiří Hermuth

ni dobu čiroku a bėru a setí v teplém období bude významným půdu zlepšujícím doplňkem zařazení jarních luskovin a luskovinoobilných směsí nebo ozimého tritikale do osevního sledu.

Propojením pěstování čiroku, bėru a ozimého tritikale se vytváří plynulá dodávka kvalitní biomasy pro bioplynové stanice. Tento systém výroby biomasy má řadu pozitivních efektů pro půdu – protierozní opatření, prokořenění půdního profilu a jeho aerace, zanechání velkého množství kořenových zbytků a další benefity. Biomasa pro výrobu bioplynu za využití výše zmiňovaných odrůd je ekonomicky efektivní s pozitivním dopadem na životní prostředí. *

Příspěvek vznikl v rámci řešení institucionálního projektu MZE RO0418 a projektu "Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství" č. j. 51834/2017-MZE-17253/6.2.14.

Použitá literatura k dispozici u autorů.

Ing. Zdeněk Nesvadba,
Ph.D., Ing. Jiří Hermuth,
Ing. Jakub Muñoz, Ph.D.,
Ing. Sergej Ustak, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.,
Praha-Ruzyně