

# Genotypové rozdíly v obsahu energie krmné řepy

GENOTYPES DIFFERENCE IN ENERGY CONTENT BY FODDER BEET

František Hnilička, Helena Hnilíčková, Hana Honsová – Česká zemědělská univerzita v Praze

Krmná řepa je plodinou, u níž se pěstební plochy snižují: v roce 2000 byla její osevní plocha 7 597 ha, ale již v roce 2007 klesla na 807 ha. Mírný nárůst lze zaznamenat v roce 2008, ve kterém se krmná řepa pěstovala na 845 ha (1). I přestože se plochy krmné řepy snižují, má tato plodina nezastupitelné místo v zachování biodiverzity v agroekosystémech. Proto v současné době nachází nové uplatnění v ekologickém zemědělství, kde se řadí mezi dobré předplodiny.

Vedle již tradičního využití krmné řepy jako dietetického krmiva se hledají i nové možnosti jejího využití. Jedná se o využití v bioenergetice, při výrobě např. bioetanolu (2–5) a bioplynu (6, 7). Využití krmné řepy jako zdroje obnovitelné energie vyplývá ze skutečnosti, že poskytuje více energie, než obilniny či pícniny (8, 9, 10).

Tato práce se zaměřila na stanovení výnosu hlavního produktu krmné řepy a hodnoty spalného tepla v něm obsaženého, kdy krmná řepa byla pěstována ekologickým způsobem.

## Materiál a metodika

V letech 2005–2007 byly zakládány maloparcelkové pokusy na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU Praha v Uhříněvsi, která se nachází v nadmořské výšce 295 m. Tato lokalita spadá do oblasti mírně teplé, klimatického okrsku mírně suchého, převážně s mírnou zimou. Průměrná teplota za vegetační období je 8,45 °C, průměrný vegetační úhm srážek činí 575 mm.

Jako pokusný materiál bylo použito pět odrůd krmné řepy: odrůdy jednoklíčkové: Lenka, Jamon, Monro, Starmon a odrůda víceklíčková Hako. Odrůda Starmon je tolerantní k rizománii.

Uvedené odrůdy krmné řepy byly pěstované na certifikované a kontrolované ekologické ploše Pokusné stanice katedry rostlinné výroby ČZU v Praze-Uhříněvsi. Vysévalo se 585 semen na jednu parcelku o velikosti 10 m<sup>2</sup>, při zachování čtyř opakování pro

každou odrůdu. Meziřádková vzdálenost dosahovala 45 cm, což představovalo tři řádky na parcele. Rostliny se jednotily na vzdálenost 19 cm v řádku. V průběhu vegetace byly porosty udržovány v bezplevelném stavu. Jednalo se o plečkování meziřádků a ruční okopávání a pletí v řádcích. Vzhledem k ekologickému pěstování nebyla proti houbovým chorobám použita chemická ochrana.

Z hodnocení počasí v lokalitě Praha-Uhříněves dle metody WMO vyplývá, že se pokusné ročníky teplotně a srážkově odchylovaly od normálu, kdy v letech 2005 až 2007 byly měsíce v době vegetace teplotně nadnormální, výjimku tvořil měsíc srpen (2005 a 2006) a září (2007). V případě hodnocení srážek v roce 2005 je možné konstatovat, že hlavní vegetace řepy spadala do období srážkově podnormálního, přičemž výjimku tvořil srážkově nadnormální červenec. V roce 2006 byla situace opačná, kdy se jednalo o rok srážkově bohatý, přičemž srážky v měsících červenec a září nedosahovaly hodnot dlouhodobého normálu. Rok 2007 byl opět v době vegetace řepy srážkově podnormální, s výjimkami v měsících červen, srpen a září. Celkově lze konstatovat, že srážkově nejchudším byl rok 2006 ve srovnání s roky 2005 a 2007, přičemž rok 2007 je možné považovat za srážkově normální.

Obsah energeticky bohatých látek v bulvách řepy byl zjišťován metodou spalné kalorimetrie. Uvedená metoda je založena na úplném spálení rostlinného materiálu ve 100% kyslíkové atmosféře. Ke spálení vzorku byl použit parabolický kalorimetr IKA C200 (firma IKA, SRN). Ke stanovení obsahu netto energie (obsah energie bez popela) v sušině vzorku bylo využito platných norem ČSN ISO 1928 (11).

Sklizeň se uskutečnila ručním sběrem bulev, kdy byla sledována průměrná hmotnost jedné bulvy a celkový výnos na hektar.

Ke zpracování výsledků byl použit statistický program Statistica, verze 9.0 Cz, statistická metoda ANOVA, na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

## Výsledky a diskuse

### Obsah energie krmné řepy

Z pokusných genotypů vykazovaly odrůdy Jamon, Starmon a Lenka nižší obsah energie, než byla vypočtená průměrná hodnota netto energie všech sledovaných odrůd, která činila 16,93 kJ.g<sup>-1</sup>. Z obr. 1. vyplývá, že nejnižší obsah energie vykazovala odrůda Jamon (16,543 kJ.g<sup>-1</sup>) a nejvyšší odrůda Lenka (16,87 kJ.g<sup>-1</sup>). Na straně druhé – vyšší obsah energie v porovnání s průměrem měly odrůdy Monro (17,17 kJ.g<sup>-1</sup>) a Hako (17,28 kJ.g<sup>-1</sup>). Získané výsledky jsou v rozporu se závěry (12–16). Uvedení autoři konstatují, že mezi sledovanými genotypy pšenice, kukuřice, ale i v obecné rovině existují

Tab. 1. Statistická analýza Tukeyova HSD testu vlivu ročníku na sledované charakteristiky

| Rok    | Obsah energie (kJ.g <sup>-1</sup> ) | Výnos bulev (t.ha <sup>-1</sup> ) | Energetický výnos (GJ.t <sup>-1</sup> ) |
|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| 2005   | 16,72 a, b                          | 80,52 a                           | 1 345,54 a                              |
| 2006   | 16,95 b                             | 89,12 b                           | 1 511,83 b                              |
| 2007   | 17,12 a, b                          | 94,50 c                           | 1 617,09 c                              |
| průměr | 16,93                               | 88,05                             | 1 491,49                                |

Pozn.: a, b, c – statisticky průkazné diference na hranici významnosti  $\alpha = 0,05$ .

rozdíly v obsahu energie. Shodně s těmito závěry uvádí HONSOVÁ ET AL. (17), že mezi genotypy krmné řepy existují průkazné diference v obsahu energie. Naopak podle HNILÍČKY ET AL. (18) a URBANA ET AL. (8) nebyly mezi sledovanými genotypy cukrové řepy zjištěny průkazné diference.

Vedle odrůdy byl obsah energie v bulvách řepy ovlivněn ročníkem pěstování, jak opět dokumentuje tab. I. Na základě výsledků statistické analýzy Tukeyova HSD testu byla přijata na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  alternativní hypotéza o statisticky průkazných diferencích mezi ročníky pěstování. Z uvedené analýzy vyplývá, že statisticky průkazně nejvyšší průměrný obsah netto energie byl získán v roce 2007 ve srovnání s dalšími pokusnými roky. V tomto roce činil průměrný obsah energie  $16,71 \text{ kJ.g}^{-1}$ , jak je doloženo v tab. I. Na straně druhé: nejvyšší hodnoty spalného tepla byly naměřeny v roce 2006, kdy průměrná hodnota netto energie bulv byla  $17,12 \text{ kJ.g}^{-1}$ . Vliv ročníku na obsah energie kukuřice potvrzuje např. práce (19), u cukrové řepy (8, 18) a u krmné řepy (17).

Na obr. 1. jsou uvedeny výsledky statistické analýzy reakce genotypu a ročníku na obsah energie. Z uvedené statistické analýzy na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  vyplývá, že průkazně nejvyšší obsah energie byl zjištěn v roce 2007 u odrůdy Starmon ( $16,38 \text{ kJ.g}^{-1}$ ) a naopak nejvyšší hodnota netto energie v tomto roce byla zjištěna u odrůdy Hako ( $17,62 \text{ kJ.g}^{-1}$ ). Obdobně nejvyšší obsah energie v roce 2005 byl stanoven u odrůdy Starmon ( $16,47 \text{ kJ.g}^{-1}$ ) a nejvyšší u odrůdy Hako ( $17,61 \text{ kJ.g}^{-1}$ ). V roce 2006 byl interval naměřených hodnot netto energie od  $16,53 \text{ kJ.g}^{-1}$  (Jamon) do  $17,53 \text{ kJ.g}^{-1}$  (Monro).

#### Výnos bulv krmné řepy

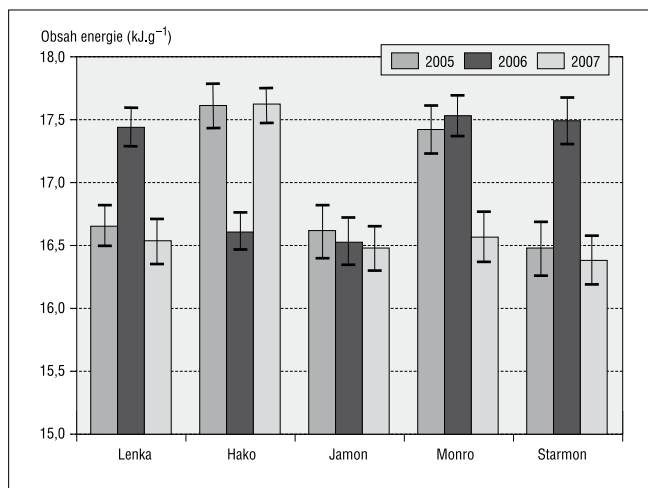
Další charakteristikou bylo stanovení výše výnosu bulv. Výnos bulv byl ovlivněn nejenom hustotou porostu, odrůdou, ale také počasím v jednotlivých letech, jak dokládá obr. 2.

Z uvedeného grafu vyplývá, že v roce 2005 dosahovaly odrůdy Monro, Starmon, Hako výnosu nad sto tun bulv na hektar, kdy nejvyšší výnos měla odrůda Hako ( $106,0 \text{ t.ha}^{-1}$ ) a naopak nejvyššího výnosu dosáhla odrůda Monro ( $108,9 \text{ t.ha}^{-1}$ ). Odrůdy Lenka ( $90,9 \text{ t.ha}^{-1}$ ) a Jamon ( $88,6 \text{ t.ha}^{-1}$ ) vykazovaly statisticky průkazně nižší výnos ve srovnání s předcházejícími odrůdami. Příčinou těchto rekordních vysokých výnosů byly vyšší srážky v červenci v období maximálního růstu a další srážkově příznivé období až do sklizně.

V letech 2006 a 2007 nebyly již dosaženy výše uvedené rekordní výnosy. V roce 2006 byl průměrný výnos bulv krmné řepy  $80,54 \text{ t.ha}^{-1}$ , kdy interval výnosů bulv byl od  $70,1 \text{ t.ha}^{-1}$  (Starmon) do  $91,5 \text{ t.ha}^{-1}$  (Hako). Z obr. 2. dále vyplývá, že odrůdy Starmon, Monro a Lenka měly nižší než průměrný výnos. V porovnání s rokem 2006 byl výnos bulv krmné řepy v roce 2007 průkazně vyšší, jak dokumentuje obr. 2. Z něho je patrné, že nejvyšší výnos vykazovala odrůda Starmon ( $71,0 \text{ t.ha}^{-1}$ ) a naopak nejvyšší výnos měla odrůda Hako ( $89,4 \text{ t.ha}^{-1}$ ).

Byl konstatován průkazný vliv genotypu na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , kdy průkazně nejvyšší průměrný výnos měla odrůda Starmon ( $82,5 \text{ t.ha}^{-1}$ ) a na straně druhé nejvyšší výnos vykazovala odrůda Hako. Tato odrůda měla průměrný výnos ve výši  $95,6 \text{ t.ha}^{-1}$ . Ze získaných výsledků je patrné, že odrůda Hako je velice výnosná. Jednoklíčkové vysoce kvalitní osivo francouzských odrůd Monro, Starmon a Jamon je výnosově srovnatelné s českými odrůdami. Ekologickým způsobem hospodaření je možné dosáhnout vysokých výnosů jak u jednoklíčkových,

Obr. 1. Vliv genotypu a ročníku na obsah energie bulv



tak u víceklíčkových odrůd, u kterých je ale nutné započítat do nákladů vyšší pracnost při jednocení. Změny výše výnosu v závislosti na genotypu odrůdy a faktorů vnějšího prostředí potvrzují i další práce (17, 20, 21, 22).

Porovnáme-li průměrné hodnoty výnosu v jednotlivých letech, je možné konstatovat, že průkazně nejvyšší průměrný výnos bulv byl v roce 2006 ( $80,54 \text{ t.ha}^{-1}$ ) a naopak nejvyšší v roce 2005 ( $100,14 \text{ t.ha}^{-1}$ ). Podle údajů (1) byl průměrný výnos také v roce 2005 ( $35,91 \text{ t.ha}^{-1}$ ) a nejnižší v roce 2007 ( $33,07 \text{ t.ha}^{-1}$ ), jak dokládá tab. I. Změny výše výnosu v závislosti na faktorech vnějšího prostředí potvrzuje HOFFMANN ET AL. (20). Vliv vodního deficitu na vyšší výnosu cukrové řepy ve své práci uvádějí např. MOHAMMADIAN ET AL. (22), SHRETHA ET AL. (23) a LUKOVIČ ET AL. (24).

#### Energetický výnos krmné řepy

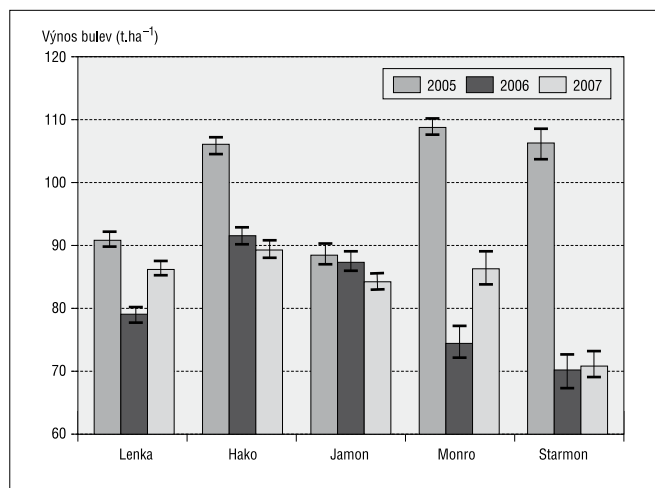
Z hodnot obsahu energie obsažené v jednotce sušiny a z hospodářského výnosu hlavního produktu je možné vypočítat tzv. energetický výnos.

Na základě výsledků statistické analýzy Tukeyova HSD testu byla přijata na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  alternativní hypotéza o statisticky průkazných diferencích vypočtených hodnot energetického výnosu mezi genotypy sledovaných odrůd, jak dokumentuje obr. 3. Z uvedeného grafu je patrné, že ze sledovaných odrůd měla nejvyšší energetický výnos odrůda Starmon ( $1\,354 \text{ GJ.ha}^{-1}$ ) a naopak nejvyšší odrůda Hako ( $1\,697,97 \text{ GJ.ha}^{-1}$ ).

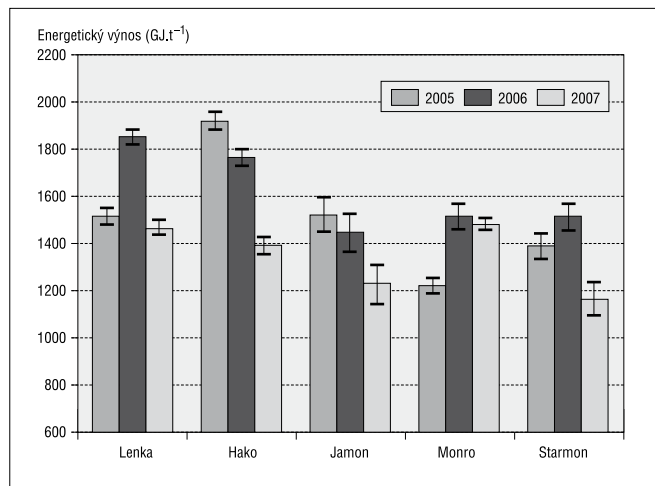
Z výsledků uvedené statistické metody je dále patrné, že odrůdy Starmon, Jamon a Monro měly nižší než-li průměrný energetický výnos, který činil v rámci testovaných odrůd  $1\,491,48 \text{ GJ.ha}^{-1}$ . Na straně druhé, odrůdy Lenka a Hako měly energetický výnos vyšší ve srovnání s průměrem. Nižší energetický výnos u odrůdy Starmon je dán nejenom nízkým obsahem energie, ale také statisticky průkazně nejvyšším výnosem bulv. U odrůdy Hako byl zjištěn trend zcela opačný, tedy nejvyšší výnos bulv a také nejvyšší obsah energeticky bohatých látek obsažených v bulvách. Podle HNILÍČKY ET AL. (26) a HONSOVÉ ET AL. (17) je energetický výnos pšenice a krmné řepy ovlivněn také genotypem. Tento závěr byl potvrzen i v případě krmné řepy.

Energetický výnos byl stejně jako jeho základní složky ovlivněn ročníkem, kdy statisticky průkazně nejvyšší průměrný energetický výnos byl vypočten v roce 2007, kdy dosáhl výše  $1\,345,54 \text{ GJ.ha}^{-1}$ . Naopak průkazně nejvyšší energetický výnos bulv byl v roce

Obr. 2. Vliv genotypu a ročníku na výnos bulev krmné řepy



Obr. 3. Vliv genotypu a ročníku na energ. výnos bulev krmné řepy



2006 (1 617,09 GJ.ha<sup>-1</sup>), viz tab. I. Uvedené rozdíly jsou dány především tím, že v roce 2006 byl průkazně nejvyšší obsah energie, ale naopak nejnižší výnos. Nízká hodnota energetického výnosu zjištěná v roce 2007 je dána především nejnižší hodnotou spalného tepla vyjádřeného jako netto energie.

Podle AUSTINA ET AL. (26) činí brutto energetický výnos biomasy cukrové řepy ve Velké Británii asi 222 GJ.ha<sup>-1</sup> a pro cukrovou třtinu z oblastí Queenslandu a Transvaalu 682 GJ.ha<sup>-1</sup>. Obdobně nebyly potvrzeny výsledky AUSTINA ET AL. (27), kteří sledovali energetický výnos brambor v Iránu a uvádí jeho hodnotu 20,81 GJ.ha<sup>-1</sup>. Energetická produkce byla také vyšší, než ve své práci uvádí KOGA (28). Tento autor uvádí, že energetická produkce cukrové řepy je 346,1 GJ.ha<sup>-1</sup>. Tento rozdíl je patrně dán nejenom vyšší výnosu hlavního produktu, ale také obsahem energie na jednotku sušiny a jejím přepočtem z brutto energie na netto energii.

Energetický výnos krmné řepy se nachází v intervalu hodnot, které pro cukrovou řepu uvádí (9).

Na obr. 3. jsou uvedeny výsledky statistické analýzy reakce genotypu a ročníku na energetický výnos. Z uvedených statistických analýz na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  vyplývá, že průkazně nejnižší energetický výnos byl zjištěn v roce 2007 u odrůdy Starmon (1 162,41 GJ.ha<sup>-1</sup>), kdy se zároveň jednalo o nejnižší hodnotu

ze všech sledovaných let a odrůd. Naopak nejvyšší výnos energie v tomto roce byl zjištěn u odrůdy Monro (1 480,05 GJ.ha<sup>-1</sup>). V roce 2005 byl stanoven nejnižší energetický výnos u odrůdy Monro (1 221,19 GJ.t<sup>-1</sup>) a nejvyšší u odrůdy Hako (1 917,68 GJ.ha<sup>-1</sup>). Tato hodnota byla též hodnotou maximální. V roce 2006 byl interval energetického výnosu bulev krmné řepy od 1 445,52 GJ.ha<sup>-1</sup> (Jamon) do 1 849,18 GJ.ha<sup>-1</sup> (Lenka).

Stanovené hodnoty energetické produkce hlavního produktu se pohybují v intervalu hodnot, které např. pro porost bahijské trávy uvádějí HIRATA ET AL. (29). Energetická produkce hlavního produktu cukrové řepy je vyšší než u pšenice, ječmene ozimého a řepky (30) a je rovněž vyšší než dvě až osm sečí kostřavy rákosovité (31).

Vztah závisle proměnné (energetický výnos) na použitých nezávisle proměnných (výnos a obsah energie) je vícerozměrným lineárním regresním modelem popsán z 99,9 %, jak dokládá koeficient úplné determinance (vícenás. R<sup>2</sup>). Z vypočtených regresních charakteristik vyplývá statistická významnost všech použitých proměnných (výnos, obsah energie a absolutního členu regresní rovnice). Daný regresní model je tedy možné popsat rovnicí:

$$\text{Energ. výnos} = -1500,51 + 87,88 \cdot \text{obsah energie} + 17,08 \cdot \text{výnos.}$$

## Závěr

Na základě vypočtených hodnot energetického výnosu je možné konstatovat, že existují genotypové rozdíly v této charakteristice, neboť odrůdy Starmon, Jamon a Monro měly nižší energetický výnos v porovnání s odrůdami Lenka a Hako. Nižší energetický výnos odrůdy Starmon je dán nejenom nízkým obsahem energie, ale také nízkým výnosem bulev. Oproti tomu u odrůdy Hako byl zjištěn trend zcela opačný. Ekologickým způsobem hospodaření je tedy možné dosáhnout vysokých energetických výnosů jak u jednoklíčkových, tak i u víceklíčkových odrůd.

Tato práce byla zpracována na základě výsledků řešení výzkumného záměru MSM 6046070901.

## Souhrn

V letech 2005–2007 byly založeny maloparcelkové pokusy na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Praze v Uhřetěvsi. Do pokusu bylo zařazeno pět odrůd krmné řepy (Lenka, Hako, Monro, Jamon a Starmon). Uvedené odrůdy byly pěstovány na certifikované a kontrolované ekologické ploše. Ze získaných výsledků hodnot spalného tepla je patrné, že obsah energie hlavního produktu (bulvy) se pohyboval v intervalu hodnot od 16,54 kJ.g<sup>-1</sup> (Jamon) do 17,28 kJ.g<sup>-1</sup> (Hako). Průměrný výnos bulev ze tří pokusných let byl nejnižší u odrůdy Starmon (82,5 t.ha<sup>-1</sup>) a naopak nejvyšší u odrůdy Hako (95,6 t.ha<sup>-1</sup>). Z hodnot spalného tepla a výnosu je možné vypočítat energetický výnos. Z toho je patrné, že odrůdy Starmon, Jamon a Monro měly nižší, než průměrný energetický výnos (1 491,48 GJ.ha<sup>-1</sup>). Na straně druhé, odrůdy Lenka a Hako měly energetický výnos vyšší ve srovnání s průměrem. Nižší energetický výnos u odrůdy Starmon je dán nejenom nízkým obsahem energie, ale také nízkým výnosem bulev. U odrůdy Hako byl naopak zjištěn trend zcela opačný. Ekologickým způsobem hospodaření je tedy možné dosáhnout vysokých energetických výnosů jak u jednoklíčkových, tak u víceklíčkových odrůd. Závěrem je možné konstatovat, že všechny sledované charakteristiky byly průkazně ovlivněny ročníkem pěstování.

**Klíčová slova:** krmná řepa, odrůdy, ekologické pěstování, obsah energie, výnos.

## Literatura

- FISHER, J. ET AL.: *Statistická ročenka České republiky 2009*. 1. vyd., Praha: Scientia, 2009, 808 s. ISBN 978-80-250-1948-1.
- REED, W.; GENG, S.; HILLS, F. J.: Energy Input and Output Analysis of four Field Crops in California. *J. Agron. Crop. Sci.*, 157, 1986 (2), s. 99–104.
- MÄHNERT, P.; LINKE, B.: Kinetic study of biogas production from energy crops and animal waste slurry: Effect of organic loading rate and reactor size. *Environ. Technol.*, 30, 2009 (1), s. 93–99.
- CHOCHOLA, J.: Ekonomické aspekty pěstování řepy na bioetanol. *Listy cukrov. řepář.*, 123, 2007 (7/8), s. 211–215.
- PULKRÁBEK, J. ET AL.: Konkurenceschopnost produkce a ekonomika plodin využitelných pro výrobu bioetanolu. *Listy cukrov. řepář.*, 123, 2007 (7/8), s. 216–220.
- SCHERER, P. ET AL.: Long term fermentation studies about the nutritional requirements for biogasification of fodder beet silage as mono-substrate. *Biomass Bioenergy*, 33, 2009 (5), s. 873–881.
- KLOCKE, M. ET AL.: Microbial community analysis of a biogas-producing completely stirred tank reactor fed continuously with fodder beet silage as mono-substrate. *Syst. Appl. Microbiol.*, 30, 2007 (2), s. 139–151.
- URBAN, J.; HNILIČKA, F.; PULKRÁBEK, J.: Obsah energie v bulvách a chrástu cukrové řepy. *Listy cukrov. řepář.*, 121, 2005 (9/10), s. 282–285.
- HNILIČKA, F. ET AL.: Energetická bilance pěstování cukrové řepy. *Listy cukrov. řepář.*, 129, 2009 (9), s. 260–266.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, N. ET AL.: The potential for hydrogen-enriched biogas production from crops: Scenarios in the UK. *Biomass Bioenergy*, 31, 2007 (2–3), s. 95–104
- ČSN ISO 1928 (441352) – *Tubá paliva – Stanovení spalného tepla kalorimetrickou metodou v tlakové nádobě a výpočet výbřevnosti*. Praha: Český normalizační institut, 1999, 48 s.
- BLÁHA, L. ET AL.: Influence of abiotic stresses on the yield, seed and root traits at winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientia Agric. Bohem.*, 34, 2003 (1), s. 1–7.
- GOILEY, F. B.: Energy valorous of ecological materials. *Ecology*, 42, 1961 (3), s. 581–584.
- NOVÁK, V.; HNILIČKA, F.: Vliv rozdílného přihnojení dusíkem na akumulaci energie u rostlin pšenice ozimé. In *Kalorimetrický seminář 1996*. (Ostrava: Ostravská univerzita), 1996, s. 71–74.
- HNILIČKA, F.: *Vliv dusíkaté výživy na fyziologické charakteristiky a obsah energie u pšenice ozimé*. Praha, 1999, 94 s. Disertační práce na Katedře botaniky a fyziologie rostlin FAPPZ ČZU v Praze.
- HNILIČKA, F. ET AL.: Short-term effect of drought on the photosynthetic accumulation energy in maize. *Növénytermelés*, 59, 2010 (Suppl. 4), s. 489–492.
- HONSOVÁ, H.; BEČKOVÁ, L.; PULKRÁBEK, J.: Roots and energy yield of fodder beet in organic farming. *Scientia Agric. Bohem.*, 38, 2007 (4), s. 157–161.
- HNILIČKA, F.; URBAN, J.; PULKRÁBEK, J.: Obsah netto energie v jednotlivých orgánech cukrové řepy. In *27. Mezinárodní český a slovenský kalorimetrický seminář*. (Pardubice: Univerzita Pardubice), 2005, s. 61–64.
- FUKSA, P. ET AL.: Influence of weed infestation on the calorific value and chemical composition of maize (*Zea mays* L.). *J. Plant Dis. Protect.*, 20, 2006 (Sp. Iss.), s. 823–830.
- HOFFMANN, CH. M. ET AL.: Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *Eur. J. Agron.*, 30, 2009 (1), s. 17–26.
- CURTIS, G. J.; HORNSEY, K. G.: Competition and yield compensation in relation to breeding sugar beet. *J. Agric. Sci.*, 79, 1972 (Aug.), s. 115–119.
- MOHAMMADIAN, R. ET AL.: The relationship of morphological traits at early growth stage of three sugar beet genotypes with final root yield and white sugar yield under different drought stress conditions. *J. Sugar Beet*, 25, 2009 (1), s. 23–38.
- NIRMAN SHRESTHA, N. ET AL.: Yield response of sugar beets to water stress under Western European conditions. *Agric. Water Manage.*, 97, 2010 (2), s. 346–350.
- LUKOVIČ, J. ET AL.: Histological characteristics of sugar beet leaves potentially linked to drought tolerance. *Ind. Crop. Prod.*, 30, 2009 (2), s. 281–286.
- HNILIČKA, F.; BLÁHA, L.; NOVÁK, V.: Vliv abiotických stresů na energetický výnos pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.). In *Mezinárodní slovenský a český kalorimetrický seminář 2001*. (Ostrava: Ostravská univerzita), 2001, s. 137–140.
- AUSTIN, R. B. ET AL.: Gross energy yields and the support energy requirements for the production of sugar from beet and cane; a study of four production areas. *J. Agric. Sci.*, 91, 1978 (Dec.), s. 667–675.
- MOHAMMEDI, A. ET AL.: Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energ. Convers. Manage.*, 49, 2008 (12), s. 3566–3570.
- KOGA, N.: An energy balance under a conventional crop rotation system in northern Japan: Perspectives on fuel ethanol production from sugar beet. *Agric. Ecosyst. Environ.* 125, 2008 (1–4), s. 101–110.
- HIRATA M.; SUGIMOTO Y.; UENO M.: Produktivita a energy efficiency of Bahigrass (*Paspalum notatum* Flugge) pasture. I. Energy mass of plant and liter, net primary production, and efficiency for solar energy utilisation. *Bull. Fac. Agric. Miyazaki University*, 36, 1989 (1), s. 231–237.
- PRZYBYL J.: Porównanie technologii zbioru burakow cukrowych w aspekcie sposobu wykorzystania lisci. *Zesz. Probl. Postępow. Nauk Roln.*, 1994, 416, s. 125–130.
- SPASOV V. P.; KORNÝŠEV D. S.: Accumulation of solar energy by plants and energetic nutritive value of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) at different cutting frequencies. In *Proceedings of the XVI International Grassland Congress*. 1989, s. 847–848.

### Hnilička F., Hniličková H., Honsová H.: Genotypes Difference in Energy Content by Fodder Beet

During 2005–2007 small plot trials were established at experimental station of University of Life Sciences in Prague in Uhřetěves. Five fodder beet cultivars (Lenka, Hako, Monro, Jamon and Starmon) were included in the ecological growing technology. Obtained results of energy content show, that energy content of root ranged from 16.54 kJ.g<sup>-1</sup> (Jamon) to 17.28 kJ.g<sup>-1</sup> (Hako). The average yield of root ranged from 82.5 t.ha<sup>-1</sup> (cv. Starmon) to 95.6 t.ha<sup>-1</sup> (cv. Hako). The energy yield from root of cultivars Starmon, Jamon and Monro was lower than average energy yield (1 491.48 GJ.ha<sup>-1</sup>). However the energy yield of cultivars Lenka and Hako was higher than average energy yield. The cv. Starmon was lower in energy content and yield of root. However by the cv. Hako was trend on the contrary. Based on calculated values of energy yield of fodder beet growing in ecological technology we can state, that we can reach higher energy yield of root in both of tested cultivars. The influence of year was evidenced.

**Key words:** fodder beet, cultivars, ecological farming, energy content, yield.

### Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. František Hnilička, Ph. D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra botaniky a fyziologie rostlin, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 Suchbát, Česká republika, e-mail: hnilička@af.czu.cz