VLIV SUMY EFEKTIVNÍCH TEPLIT NA AKUMULACI ZÁSObNÍCH LÁTEK V KOŘENOVÉM SYSTÉMU VOJTĚŠKY SETÉ (*MEDICAGO SATIVA L.*)

J. Hakl, J. Šantrůček, P. Fuksa, J. Kalista

Došlo: 13. února 2008

Abstract

HAKL, J., ŠANTRŮČEK, J., FUKSA, P., KALISTA, J.: *Effect of cumulative growing degree day on accumulation of alfalfa (*Medicago sativa* L.) root reserve saccharides*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2008, LVI, No. 2, pp. 81–86

The aim of this study was to investigate the relation between growing degree day method and accumulation of root reserve saccharides before overwintering by alfalfa (*Medicago sativa* L.) in the condition of Czech Republic. In 2002–2004, the field experiment was conducted at the Research station of the Czech University of Life Sciences in central Bohemia. The interval between summer and last autumn harvest was 40–50 days or 60–70 days, respectively. These intervals were expressed as cumulative growing degree-days (GDD) for each year. The plants were sampled in each autumn with four replicates for each variant; the average depth of sampling was 150 mm. The weight of roots, amount of starch, and water soluble saccharides (WSC) per m² was determined. The total accumulation of root reserve saccharides was determined mainly by conditions during all vegetation period. The length of the interval or cumulative GDD influenced only variation of this basic amount. The GDD was corresponded better with starch content whilst WSC was more related to length of the interval. In central Bohemia condition, the GDD 600–700 °C was preliminary determined for maximal accumulation of root reserve saccharides. The GDD above this level did not significantly increase the root reserve accumulation. For exact verify of this model, other experiments in more sites are needed.

alfalfa, reserve saccharides, harvest management

Řada autorů v nejrůznějších pěstitelských podmínkách popisuje kladný vztah mezi akumulací zásobních látek a vytrvalostí, zimovzdorností, obrůstáním a následnými výnosy porostů. V procesu přezimování využívá vojtěška ze sacharidů nejvíce škrob, který podléhá hydrolýze a doplňuje zásoby rozpustných sacharidů, které se následně spotřebovávají při dýchání (McKenzie *et al.*, 1988). To je v souladu s tvrzením Míky *et al.* (1997), kteří u jetelovin považují škrob za hlavní polysacharid. Sacharidy zabraňují dehydrataci buněk, mají schopnost vodu koloidně vázat, ale jsou také schopny svými hydroxylovými skupinami nahradit vodu ve vazbách (Procházka *et al.*, 1998). Velich (1975) zmiňuje, že zvyšování hladiny sacharidů v kořenech nastává, jestliže je za podmínek umožňujících fotosyntézu omezena intenzita růstu nadzemních orgánů buď vnitřními faktory (kvetení rostlin) nebo vnějšími faktory (zkračováním délky dne na podzim). Z těchto poznatků

vyplývá, že obsah zásobních látek lze ovlivnit především využíváním porostu, tj. dobou a počtem sečí. Šantrůček, Svobodová (1988) uvádějí, že obsah zásobních sacharidů je dále ovlivněn termínem setí, způsobem výsevu a rozložením kořenového systému. Tyto faktory však lze pokládat za méně významné než využívání porostu.

V souvislosti s využíváním porostu je často zmiňován časový odstup mezi předposlední a poslední sečí. Klesnil *et al.* (1965) uvádějí, že o přezimování vojtěšky seté rozhoduje nashromáždění rezervních látek právě v tomto intervalu bez ohledu na jejich počet za rok. Pravidelná raná seč před kvetením tedy vojtěšku zeslabuje a zhoršuje přezimování. Bagg (2003) pro podmínky třísečných systémů uvádí, že druhá a třetí seč by měly následovat v intervalu od 30 dnů (střed butonizace) až do 40 dnů (počátek kvetení) nebo i déle, podle toho, zda je hlavním cílem vysoká kvalita píce, resp. výnos a vytrvalost porostů.

Také podle Dhont *et al.* (2004) je interval mezi poslední a předposlední sečí jedním z důležitých faktorů ovlivňující vytrvalost a jarní obrůstání porostů. Pro naše podmínky uvádějí Štráfelda, Velich (1987), že tento interval by měl být minimálně 50–60 dnů. Po poslední seči by měla vojtěška obrůst pouze krátkými lodyhami (do 50–60 mm), které přezimují. Jako důsledek příliš krátkého intervalu ve svých pokusech uvádějí snížení výnosů sušiny i živin o 5 %, resp. 8 % v součtu za dva sklizňové roky a zároveň poukazují na snížení hustoty porostu přibližně o 30 %. Také Gramshaw *et al.* (1993) potvrzují, že nejvyšší obsah zásobních látek v kořenech vojtěšky byl stanoven u 7–8týdenních intervalů. Tyto závěry korespondují s doporučeními řady již výše citovaných autorů, ale i dalších (např. Edmisten *et al.*, 1988), kteří uvádějí jako minimální interval 7–8 týdnů. Výsledky Kalisty *et al.* (2006A) však dokládají, že i příliš dlouhý interval v roce založení může negativně ovlivnit následný výnos píce.

Bélanger *et al.* (1992) navrhuje ve své práci určovat termín poslední seče na základě průběhu vegetace mezi dvěma posledními sklizněmi místo kalendářních termínů. Tento průběh je podle autorů možné hodnotit pomocí sumy efektivních teplot (GDD = growing degree day method). Suma efektivních teplot (SET = GDD) je obecně teplotní index, vyjadřující množství tepla, kterému byla rostlina vystavena (Sulc *et al.*, 1999). Výpočet hodnoty SET se pro vojtěšku vypočítává (s modifikací dle využití) zpravidla jako průměr maximální a minimální denní teploty s odečtením bazální teploty pro růst vojtěšky (5 °C). Suma výsledných kladných čísel se načítá pro zvolené období (Bélanger *et al.*, 1992). Bélanger *et al.* (1999) uvádějí 500 °C jako minimální sumu efektivních teplot pro udržení výnosů sušiny, resp. vytrvalosti v rámci let na požadované úrovni v podmínkách Atlantické Kanady. Tato metoda by mohla být využita také pro podporu vytrvalosti jetele lučního, která je podle Hejduka (2006) velmi významnou hospodářskou vlastností. Načítání SET se využívá také pro predikci termínů první seče vojtěšky v závislosti na odhadu kvality píce. Využití SET k predikci termínu první seče v podmínkách ČR podrobněji popisuje např. Hakl *et al.* (2006; 2007).

Akumulaci zásobních sacharidů lze hodnotit jejich koncentrací, ale již Velich (1975) uvádí, že celkový obsah sacharidů je důležitější než jejich samotná koncentrace. To potvrzují i závěry Dhont *et al.*

(2002), že termíny podzimních sečí nejsou v přímém vztahu ke koncentraci škrobu a vodorozpustných sacharidů v kořenech. Jak uvádí ve své další práci, tyto různé termíny průkazně ovlivňují celkové množství zásobních látek, které je v mnohem těsnějším vztahu k následnému jarnímu obrůstání a výnosům než pouhá koncentrace těchto látek (Dhont *et al.*, 2004).

V podmínkách České republiky se pro stanovení termínu poslední seče vojtěšky prakticky využívá pouze délka termínu mezi předposlední a poslední sečí. Využití načítání SET v tomto intervalu by mohlo být vhodnější metodou než pouhý kalendářní odstup, bude však nutné stanovit vztah mezi SET a akumulací sacharidů v našich podmínkách, neboť podle Sulce *et al.* (1999) nejsou rovnice konzistentní v různých prostředích. Cílem této práce je ověření vztahů mezi akumulací zásobních sacharidů a sumou efektivních teplot u porostů vojtěšky seté v podmínkách ČR.

METODIKA

Polní parcelový pokus byl založen výsevem bez krycí plodiny na jaře roku 2001 na pokusné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě. Pozemek se nachází v řepařské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 405 m (zem. šířka 50°04' N, zem. délka 14°10' E). Na pokusné ploše je středně těžká půda, převažujícím půdním typem je hnědozem. Půdní reakce je neutrální až slabě kyselá. Dlouhodobá průměrná roční teplota je 7,7 °C, za vegetační období 13,8 °C. Dlouhodobý roční úhrn srážek je 493 mm a za vegetační období 333 mm.

Velikost jednotlivých parcelek činila 2,5 × 7,2 m. Byly zvoleny dva termíny sečí: časný (A) – 1. seč ve fázi butonizace, odstup mezi poslední a předposlední sečí 40–50 dnů; pozdní (B) – 1. seč na začátku kvetení, odstup mezi poslední a předposlední sečí 60–70 dnů (Tab. I). Porosty byly využívány třisečně.

Odběry byly prováděny vždy na podzim po ukončení vegetace (zpravidla ve druhé polovině listopadu) na každé variantě vždy ve čtyřech opakováních. Vzorky byly odebrány ze 2 metrů běžného řádku do hloubky 150 mm. U každého vzorku byla stanovena hmotnost kořenů. Vzorky byly usušeny při 60 °C a byly provedeny rozborů na obsah škrobu (polarimetricky dle ČSN 467092/26) a vodorozpustných sacharidů (WSC), tj. sacharóza + fruktóza (me-

I: Termíny předposledních a posledních sečí na jednotlivých variantách v užitkových letech (odstup = interval mezi předposlední a poslední sečí)

	2002		2003		2004	
	časný	pozdní	časný	pozdní	časný	pozdní
předposlední seč	31. 7.	18. 7.	8. 7.	22. 7.	8. 7.	9. 8.
poslední seč	12. 9.	30. 9.	20. 8.	29. 9.	2. 9.	14. 10.
odstup (dny)	43	72	42	67	54	63
odstup (SET)	540	850	693	905	734	621

toda HPLC). Výsledky jsou vyjádřeny v g.kg^{-1} kořenové hmoty a v g.m^{-2} . Z meteorologických údajů byla podle Bélanger *et al.* (1992) pro vybraná období vypočtena hodnota sumy efektivních teplot (SET) podle vzorce $((\text{maximální} + \text{minimální denní teplota}) : 2) - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vypočtené SET pro daná období jsou uvedeny v Tab. I. Výsledky byly statisticky zpracovány jednoduchou analýzou rozptylu v programu Statistica 6.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Dosažené hodnoty koncentrace a celkového obsahu zásobních sacharidů v průběhu celého pokusu u jednotlivých variant jsou včetně jejich statistického zpracování uvedeny v Tab. II. Celkový vývin porostů během hodnocených let byl silně ovlivněn průběhem počasí v jednotlivých ročnících. Při hodnocení normality teplých půlků podle Klabzuby *et al.* (1999) byl teplý půlrok 2002 hodnocen jako silně teplý, srážkově jako silně vlhký. Teplý půlrok 2004 byl teplotně i srážkově normální. Roky 2002 a 2004 byly pro vývin vojtěškových porostů obecně příznivé, rok 2003 však byl pro jejich vývin teplotně a srážkově nepříznivý. Celkově byl ročník hodnocen jako teplý a silně suchý. Vegetační teplý půlrok 2003 byl hodnocen jako silně teplý, srážkově suchý, což se projevilo na celkovém stavu porostu nejnižší akumulací zásobních látek za všechna hodnocená období (Tab. II). Lze tedy vyvodit, že o celkové absolutní výši akumulace zásobních sacharidů před přezimováním rozhodoval stav porostu a průběh celé vegetace a ne pouze podzimní vegetační perioda. Interval mezi poslední a předposlední sečí, ať už vyjádřený počtem dnů nebo hodnotou SET, pouze snižuje nebo zvyšuje tuto základní hodnotu akumulace zásobních sacharidů.

V experimentu byl na podzim prvního užitkového roku 2002 zaznamenán průkazně nižší obsah všech sacharidů a zároveň i nižší koncentrace škrobu na časněji sečených variantách. Odstup zde byl 43 dnů, resp. 540 SET oproti 72 dnům, resp. 850 SET. Na pod-

zim 2003 byly dodrženy přibližně stejné časové odstupy, ale rozdíly mezi časným a pozdním termínem byly pouze ve vyšší koncentraci škrobu na časně sečených variantách. Rozdíly v obsahu zásobních sacharidů nebyly významné. Tento výsledek dokumentuje, že při stejných časových odstupech jako v roce 2002, ale hodnotě SET 693 u časného a 905 u pozdního termínu, již nemusí být rozdíly v akumulaci významné. To potvrzuje závěry Bélanger *et al.* (1992), že průběh povětrnostních podmínek je důležitější než kalendářní odstup. Tyto závěry podporují i výsledky z podzimu 2004, kdy byl interval u pozdního termínu o cca 10 dnů delší než u časného, ale časný termín dosáhl hodnoty SET o zhruba 110 vyšší. To se projevilo průkazně vyšší koncentrací a neprůkazně vyšším obsahem škrobu a celkových sacharidů na časně sečených variantách. U obsahu WSC byla zjištěna nevýznamně vyšší hodnota na později sečené variantě s delším časovým odstupem.

Z hlediska ovlivnění koncentrace zásobních sacharidů uvádějí Hakl *et al.* (2007), že celková hmotnost kořenů měla vliv především na koncentraci škrobu na rozdíl od koncentrace WSC, která byla pouze nevýznamně ovlivněna, což koresponduje s výsledky v Tab. II. Výsledky našich pokusů jsou dále v souladu s tvrzeními Bolindera *et al.*, (2002) a Dhont *et al.* (2002; 2004), kteří shodně uvádějí, že krátký interval mezi předposlední a poslední sečí redukuje hmotnost kořenové hmoty. Tento rozdíl byl však statisticky průkazný pouze v roce 2002, kdy byla hmotnost kořenů u časného termínu sečí redukována o cca 40 % oproti pozdnímu termínu.

Z výsledků vyplývá, že hodnota SET v intervalu mezi poslední a předposlední sečí koresponduje s celkovým obsahem zásobních sacharidů v rámci jednoho roku, nikoliv však meziročně, neboť nejvyšší hodnoty GDD dosažené v roce 2003 nekorespondují s nejnižšími obsahy jednotlivých sacharidů dosažených v tomto roce. Lze také říci, že ze zásobních sacharidů s hodnotou SET koresponduje lépe obsah škrobu, obsah WSC byl naopak vždy nejvyšší u delších intervalů mezi poslední a před-

II: Koncentrace (g.kg^{-1}) a celkový obsah (g.m^{-2}) zásobních sacharidů v hodnocených letech na jednotlivých variantách (WSC = vodorozpuštěné sacharidy, celkem = WSC + škrob, kořeny = hmotnost kořenů, P = P-value pro analýzu rozptylu)

	2002			2003			2004		
	časný	pozdní	P	časný	pozdní	P	časný	pozdní	P
SET	540	850		693	905		734	621	
koncentrace (g.kg^{-1})									
škrob	104,3	125,9	0,0045	173,9	152,8	0,0022	198,8	142,0	0,0049
WSC	143,5	146,8	0,5766	192,5	187,3	0,3492	141,0	149,7	0,6663
obsah (g.m^{-2})									
škrob	16,8	33,0	0,0004	21,8	22,1	0,9090	38,2	30,1	0,5263
WSC	22,7	38,6	0,0016	24,0	27,3	0,3782	27,2	30,7	0,4543
celkem	39,5	71,5	0,0008	45,8	49,4	0,5884	65,4	60,8	0,5841
kořeny	158,2	260,5	0,0006	124,7	144,1	0,2686	190,2	211,8	0,6367

poslední sečí, což potvrzují i výsledky Kalisty *et al.* (2006B). Z výsledků dále vyplývá, že obsah sacharidů se mezi variantami průkazně neliší, pokud byla nižší hodnota SET v intervalu 600–700 °C. Tuto hodnotu lze tedy v našich podmínkách předběžně považovat za určité minimum, které zajistí nejvyšší možnou podzimní akumulaci zásobních sacharidů, ovšem s ohledem na celkový stav porostu a průběh celé vegetace. Při dalším zvyšování této hodnoty SET již nebylo zaznamenáno další zvýšení obsahu zásobních sacharidů v kořenovém systému vojtěšky. Obdobně i výsledky Kalisty *et al.* (2006B) dokládají, že v roce založení, kdy jsou intervaly vzhledem k dvěma sečím za rok obecně delší, byly zaznamenány průkazně nižší hodnoty akumulace zásobních sacharidů při SET 630 v porovnání s 860 a 980. Také v tomto experimentu nebyl při vysokých hodnotách

SET (860 vs. 980) průkazný rozdíl v akumulaci zásobních sacharidů.

ZÁVĚR

Metoda načítání sumy efektivních teplot se v našich podmínkách jeví jako perspektivní postup pro stanovení termínu poslední seče vojtěšky, neboť na rozdíl od tradičního postupu založeném na délce intervalu mezi předposlední a poslední sečí umožňuje zohlednit průběh počasí v tomto intervalu a koresponduje lépe především s obsahem škrobu. Minimální hodnotu SET 600–700 °C zjištěnou v našem experimentu je však třeba brát pouze jako orientační, neboť pro stanovení praktických hodnot bude třeba přesných experimentů s různou intenzitou využívání na více stanovištích.

SOUHRN

Cílem této práce je ověření vztahů mezi akumulací zásobních sacharidů a sumou efektivních teplot u porostů vojtěšky seté v podmínkách ČR. Pokus probíhal v letech 2002–2004 na výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě. Byly zařazeny dvě varianty s odstupem mezi poslední a předposlední sečí 40–50 dnů, resp. 60–70 dnů. Pro tyto intervaly byla vypočtena suma efektivních teplot. Odběry vzorků kořenů byly prováděny vždy na podzim po ukončení vegetace ze 2 metrů běžného řádku do hloubky 150 mm ve čtyřech opakováních. U každého vzorku byla stanovena hmotnost kořenů v g.m⁻² a obsah škrobu a vodorozpustných sacharidů v g.kg⁻¹ kořenové hmoty a v g.m⁻². O celkové absolutní výši akumulace zásobních sacharidů před přezimováním rozhodoval stav porostu a průběh celé vegetace. Interval mezi poslední a předposlední sečí pouze snižoval nebo zvyšoval tuto základní hodnotu. Ze zásobních sacharidů s hodnotou SET koresponduje lépe obsah škrobu. Obsah WSC byl naopak vždy nejvyšší u delších intervalů mezi poslední a předposlední sečí. Hodnotu SET v intervalu 600–700 °C lze v našich podmínkách předběžně považovat za určité minimum, které zajistí nejvyšší možnou podzimní akumulaci zásobních sacharidů, ovšem s ohledem na celkový stav porostu a průběh celé vegetace. Při dalším zvyšování této hodnoty SET již nebylo zaznamenáno další zvýšení obsahu zásobních sacharidů v kořenech vojtěšky. Tuto hodnotu SET je však třeba brát pouze jako orientační, neboť pro stanovení praktických hodnot bude třeba přesných experimentů s různou intenzitou využívání na více stanovištích.

vojtěška, zásobní sacharidy, využívání porostu

SUMMARY

According to widely accepted knowledge, the root reserve accumulation by alfalfa (*Medicago sativa* L.) is positively related to persistency, winter hardness, regrowth, and yield of forage. This accumulation is influenced mainly by autumn harvest management. For optimal root reserve accumulation, the interval between summer and last autumn harvest 7 weeks is recommended in the Czech Republic. The perspective growing degree day method (GDD) evaluates weather condition in this interval instead of its length. The GDD are calculated as follows. Average the maximum and minimum temperature for each day (24 h period), subtract the base temperature (41 °F = 5 °C), and sum the growing degrees for all day that have a positive number. The GDD prediction equations have not been consistently accurate across environments. It is necessary to access these equations for different environments so the aim of this study was to investigate the relation between growing degree day method and accumulation of root reserve saccharides before over wintering by alfalfa in the condition of Czech Republic.

In 2002–2004, the field experiment was conducted at the Research station of the Czech University of Life Sciences in central Bohemia. In this experiment, the interval between summer and last autumn harvest was 40–50 days or 60–70 days, respectively. These intervals were expressed as cumulative growing degree-days (GDD) for each year. These GDD values ranged from 540 to 905 during three years period. The plants were sampled in each autumn with four replicates for each variant; the average depth of sampling was 150 mm. The weight of roots, amount of starch, and water soluble saccharides (WSC) per m² was determined.

The total accumulation of root reserve saccharides was determined mainly by conditions during all vegetation period. The length of the interval or cumulative GDD influenced only variation of this basic amount. It was documented by significant differences among evaluated years in dependence on weather condition and following stand development. The GDD was corresponded better with starch content whilst WSC was more related to length of the interval. In central Bohemia condition, the GDD 600–700 °C was preliminary determined for maximal accumulation of root reserve saccharides. The GDD above this level did not significantly increase the root reserve accumulation. For exact verify of this model, other experiments in more sites are needed.

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla zpracována za podpory MSM 6046070901.

LITERATURA

- BAGG, J., 2003: Cutting Management of Alfalfa. Cropest Ontario, VIII, 5–6.
- BÉLANGER, G., KUNELIUS, T., MCKENZIE, D., PAPADOPOULOS, B., THOMAS, B., McRAE, K., FILLMORE, S., CHRISTIE, B., 1999: Fall cutting management affect yield nad persistence of alfalfa in Atlantic Candada. *Canadien Journal of Plant Science*, 79, 57–63.
- BÉLANGER, G., RICHARDS, J. E., MCQUEEN, R. E., 1992: Effects of harvesting systems on yield, persistence, and nutritive value of alfalfa. *Canadien Journal of Plant Science*, 72, 793–799.
- BOLINDER, M. A., ANGRES, D. A., BÉLANGER, G., MICHAUD, R., LVERDIÈRE, M. R., 2002: Root biomass and shoot to root ratios of perenial forage crops in eastern Canada. *Canadien Journal of Plant Science*, 82, 731–737.
- DHONT, C., CASTONGUAY, Y., NADEAU, P., BÉLANGER, G., CHALIFOUR, F. P., 2002: Alfalfa Root Carbohydrates and Regrowth Potential in Response to Fall Harvestes. *Crop Science*, 42, 754–765.
- DHONT, C., CASTONGUAY, Y., NADEAU, P., BÉLANGER, G., DRAPEAU, R., CHALIFOUR, F. P., 2004: Untimely Fall Harvest Affect Dry Matter Yield and Root Organic Reserves in Field-Grown Alfalfa. *Crop Science*, 44, 144–157.
- EDMISTEN, K. L., WOLF, D. D., LENTNER, M., 1988: Fall harvest management of alfalfa. I. Date of fall harvest and lenght of growth period to fall harvest. *Agronomy Journal*, 80, 688–693.
- GRAMSHAW D., LOWE K. F., LLOYD D. L., 1993: Effect of cutting interval and winter dormancy on yield, persistence, nitrogen cnocentration, and root reserves of irrigated alfalfa in the Queensland subtropics. *Australian Journal of Experimantal Agriculture*, 33, 847–854.
- HAKL, J., ŠANTRŮČEK, J., 2007: Vliv sumy efektivních teplot na obsah NDF v interakci se strukturou porostu. In: Aktuální témata v pčíninářství a trávnickářství 2007. Česká zemědělská univerzita v Praze, 22–24.
- HAKL, J., ŠANTRŮČEK, J., KOCOURKOVÁ, D., FUKSA, P., 2007: The effect of the soil compaction on the content of alfalfa root reserve nutrients in relation to the stand density and the amount of root biomass. *Soil & Water Research*, 2, 54–58.
- HAKL, J., ŠANTRŮČEK, J., FUKSA, P., KOCOURKOVÁ, D., KALISTA, J., 2006: Determination of lucerne first cut term by growing degree day method. In: Forage conservation, 12th International Symposium, Brno, 120–122.
- HEJDUK, S., 2006: Porovnání vytrvalosti českých odrůd jetele lučního (*Trifolium pretense* L.) a jetele zvrhlého (*Trifolium hybridum* L.). *Acta universitalis agriculturae Mendelinae Brunensis*, 54, 4, 133–137.
- KALISTA, J., HAKL, J., HLAVIČKOVÁ, D., ŠANTRŮČEK, J., KOCOURKOVÁ, D., 2006A: The effect of autumn harvest management of lucerne in the seeding year on the yield in the following year. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 2006A, 37, 1, 9–13.
- KALISTA, J., ŠANTRŮČEK, J., HAKL, J., KOCOURKOVÁ, D., HLAVIČKOVÁ, D., 2006B: Autumn harvest management of lucerne in seeding year on root carbohydrates content before overwintering. Grassland Science in Europe, Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation „Sustainable Grassland Productivity“, Badajoz, Spain, 270–272.
- KLABZUBA, J., KOŽNAROVÁ, V., VOBORNÍKOVÁ, J., 1999: Hodnocení počasí v zemědělství. Praha, 25–26.
- KLESNIL, A., VELICH, J., REGAL, V. Vojtěška. SZN, Praha, 1965, 201s.
- MCKENZIE, J. S., STOUT, D. G., LEFKOVITCH, L. P., 1988: Alfalfa root reserves estimated chemically and by etiolated growth. *Canadian Journal of Plant Science*, 68, 427–438.
- MÍKA, V., HARAZIM, J., KALÁČ, P., KOHOUTEK, A., PAVLŮ, J., POZDÍŠEK, V., 1997: Kvalita píče. ÚZPI, Praha, 220s.
- PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., ŠEBÁNEK, J. [eds], 1998: Fyziologie rostlin. Academia, Praha, 458s.
- SULC, R. M., ALBRECHT, K. A., OWENS, V. N., CHERNEY, J. H., 1999: Update on predicting harvest time for alfalfa. In proc. Tri-state dairy nutrition conf. Fort Wayne, The Ohio state university, 167–177.
- ŠANTRŮČEK, J., SVOBODOVÁ, M., 1988: Obsah zásobních látek (sacharidů) v kořenech vojtěšky s rozdílně uspořádaným kořenovým systémem v závislosti na zhutnění ornice. Sborník VŠZ v Praze-fakulta Agronomická, řada A, 49, 267–283.
- ŠTRÁFELDA, J., VELICH, J., 1987: Víceleté pčíniny.

Ing. Petřík, M. [ed] Intenzivní pícninářství. SZN, Praha, 42–96.

VELICH, J., 1975: Vliv sečí na dynamiku růstu a tvorby zásobních látek kořenů vojtěšky. Sborník VŠZ v Praze–fakulta Agronomická, řada A, 233–246.

Adresa

Ing. Josef Hakl, Ph.D., Prof. Ing. Jaromír Šantrůček, CSc., Ing. Pavel Fuksa, Ph.D., Ing. Josef Kalista, Ph.D., Katedra pícninářství a trávníkářství, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21, Praha 6 - Suchbátka, Česká republika, e-mail: hakl@af.czu.cz