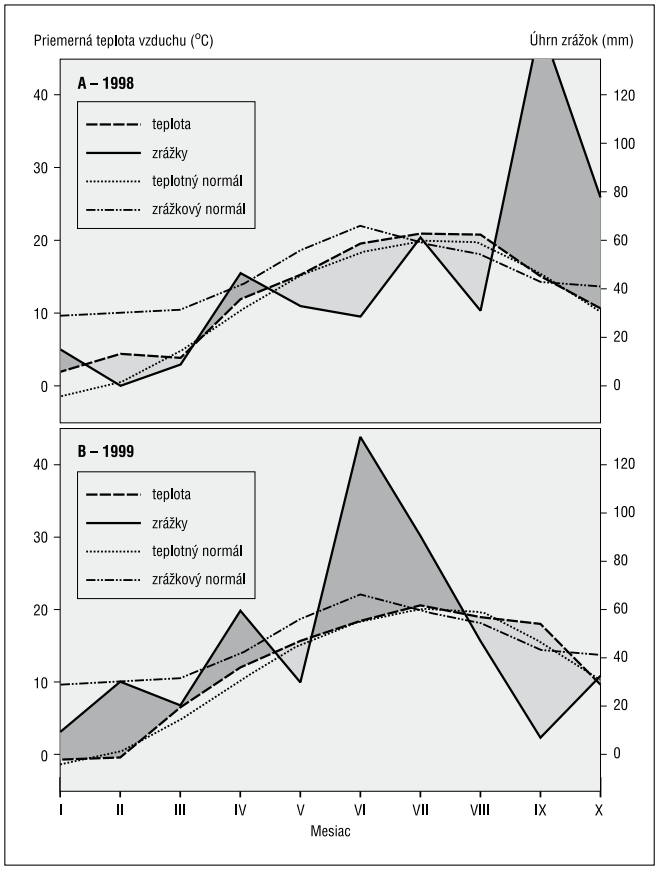
Vplyv rozdielnych pestovateľských ročníkov na vybrané rastovo-produkčné parametre repy cukrovej

THE IMPACT OF DIFFERENT GROWING YEARS ON SELECTED SUGAR BEET GROWTH AND YIELD PARAMETERS

Elena Hunková, Eleonóra Krivosudská, Marek Živčák – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Dĺžka a kvalita fotosyntetickej asimilácie patria medzi hlavné limity produkčného procesu repy cukrovej. Prírastok sušiny v rastlinách a porastoch analyzuje a hodnotí rastová analýza vhodne zvolenými rastovými charakteristikami. Pri porastoch je významné sledovanie prírastku sušiny vo vzťahu k rozlohe porastu. Charakteristiky používané v rastovej analýze sú praktickými a dôležitými indikátormi tvorby úrody rastlín (7). Určujúce parametre v rastovej analýze sú veľkosť povrchu fotosynteticky aktívnych orgánov (listová plocha A) a zmeny v hmotnosti sušiny (W). Umožňujú výpočet ďalších významných parametrov produkčného procesu (LAI, NAR, CGR, a i.). Rastovo-produkčné vlastnosti rastlín zobrazujú ich biologický potenciál v kontexte so súčasným pôsobením environmentálnych faktorov. Pestovateľský ročník – zvlášť extrémny – má zásadný vplyv na úrodotvorné parametre, často prevyšuje aj účinok minerálnych hnojív, listových hnojív či listových preparátov. Pozitívny vplyv zvýšenia obsahu rastlinných pigmentov v listoch a nárast listovej plochy vplyvom hnojenia môže byť eliminovaný nadmerným pôdnym suchom, resp. vysoko nadpriemernými zrážkami.

Obr. 1. Walterove klimatogramy pre pestovateľské ročníky 1998 a 1999 (upravené podľa autorov 2, 10, 11)



Metodika a materiál

Na pozemkoch poľnohospodárskeho družstva (PD) v Močenku bol založený poľný polyfaktorový pokus s repou cukrovou (odrody Renata a Kristall) šachovnicovou metódou v štyroch opakovaniach. PD Močenok sa nachádza v klimaticky teplej a suchej oblasti s miernou zimou v kukuričnom výrobnom type, na prechode z Podunajskej nížiny do Nitrianskej tabule. Pôdny typ na lokalite pokusu bol černozem, pôdny druh stredne ťažká pôda, pH 7,2. Vzhľadom na úhrn zrážok patrí táto oblasť medzi najsuchšie na Slovensku. Výmera pokusnej plochy činila 480 m^2 pre obidva pokusné roky 1998 a 1999. Varianty hnojenia boli nasledovné: variant A (kontrola) = 0 $kg.ha^{-1}$ N + 0 $kg.ha^{-1}$ P + 0 $kg.ha^{-1}$ K; variant B = 40 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K; variant C = 80 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K; variant D = 120 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K. Na základe agrochemických rozborov pôdy boli vypočítané množstvá živín (NPK) bilančnou metódou na úrodu 50 $t.ha^{-1}$ tak, že množstvá priemyselných hnojív boli dohnojené podľa stanovených variantov hnojenia. Maštaľný hnoj (40 $t.ha^{-1}$) bol aplikovaný ku predplodine (pšenica letná, forma ozimná). Pri príprave pôdy pod pokus bola využitá minimalizačná technológia s vynechanou stredne hlbokou orbou. Repa cukrová bola v roku 1998 zasiata 25. 3. (zber 15. 10. 1998) a v roku 1999 bola zasiata 28. 3. (zber 25. 9. 1999). V pokuse bol sledovaný vplyv stupňovaných dávok N a ročníka na vzchádzavosť porastu, medzerovitosť porastu, úrodu buliev, cukornatosť, úrodu polarizačného cukru, výťažnosť bieleho cukru, obsah α-aminodusíka, sodíka, draslíka a rastovo-produkčné ukazovatele. Veľkosť listovej plochy (LAI) bola zisťovaná planimetricky v 6 opakovaniach vo variantoch A a D. Materiál na rastovú analýzu bol odoberaný v termínoch: 21. 5., 30. 7., 8. 9., 5. 10. v roku 1998 a 28. 5., 26. 7., 30. 8., 24. 9. v roku 1999. Vybrané rastové parametre boli počítané nasledovne: LAI = A/P ($m^2.m^{-2}$); NAR = $(W_2–W_1)/(t_2–t_1)$. (1/A) ($g.m^{-2}.d^{-1}$); CGR = $(W_2–W_1)/(t_2–t_1)$. (1/P) ($g.m^{-2}.d^{-1}$); kde: LAI = index listovej pokryvnosti, NAR = čistý výkon asimilácie, CGR = rýchlosť prírastku sušiny biomasy na plochu, A = listová plocha (m^2), P = plocha pôdy (m^2), W_1 = hmotnosť sušiny listov, hmotnosť sušiny buliev repy na začiatku intervalu sledovania / a na konci

intervalu sledovania W_2 (g), t_1 = časový interval na začiatku sledovania / a na konci sledovania t_2 (d). Biologická úroda (BÚ) bola stanovená na základe hmotnosti sušiny buliev a nadzemnej biomasy stanovenej v čase zberu repy. Namerané hodnoty boli spracované štatisticky v programe Statgraphics.

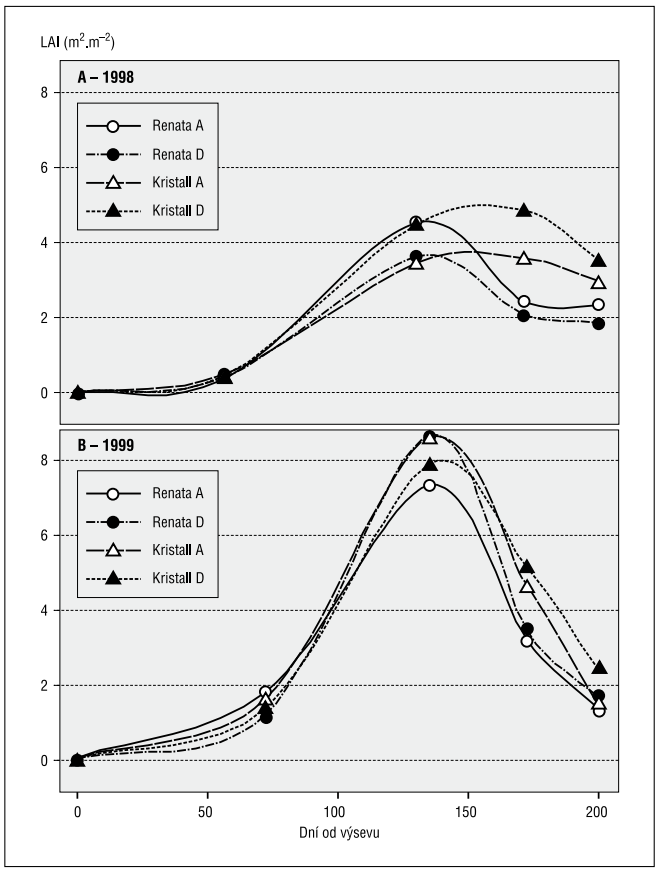
Výsledky a diskusia

Klimatické charakteristiky pestovateľských ročníkov (priemerné teploty vzduchu a úhrny zrážok) boli upravené a spracované podľa autorov (2, 10, 11) do podoby Walterových klimogramov (obr. 1.). Oba roky boli veľmi podobné v priemernej ročnej teplote, mierne nad dlhodobým normálom 9,9 °C (v roku 1998 dosiahla priemerná ročná teplota hodnotu 10,4 °C a v roku 1999 hodnotu 10,2 °C). Z obr. 1A. vyplýva, že sejbe repy cukrovej v marci 1998 predchádzalo vo februári a v marci suché obdobie s podpriemernými zrážkami, ktoré s výnimkou apríla pretrvávalo až do konca augusta. V septembri napršalo extrémne množstvo zrážok (149,6 mm). Obdobie s nadpriemernými zrážkami pokračovalo aj v októbri. Oproti tomu v roku 1999 sa prejavil takpovediac opačný trend. Z obr. 1B. vyplýva, že sejba repy cukrovej sa uskutočnila po zimnom období s priemerným úhrnom zrážok a po sejbe v marci 1999 bola repa dostatočne zásobená vlahou. S výnimkou obdobia s podpriemernými zrážkami v máji bol v júni 1999 zaznamenaný extrémny úhrn zrážok (131,5 mm) a bohaté zrážky pretrvávali až do konca júla. August bol už v zrážkach priemerný a september výrazne deficitný na vlahu (7,1 mm). Extrémne klimatické charakteristiky významne ovplyvnili vývin repy cukrovej počas jej vegetačnej sezóny, vrátane rastovo-produkčných charakteristík.

Repa cukrová dosahuje maximálne hodnoty listovej pokryvnosti (LAI) koncom júla až v polovici augusta (1) a potom dochádza k jej znižovaniu. V opačnom prípade, pri nadmernej listovej ploche pred zberom prevažuje pri spodných listoch dýchanie nad fotosyntézou a môže dochádzať k poklesu cukornatosti (6). V ročníku 1998 deficitnom na zrážky počas vegetácie repy cukrovej bolo napriek tomu LAI (obr. 2A.) v intervale hodnôt 3–6 $m^2.m^{-2}$, ktoré uvádzajú Kostrej et al. (7). Demjanová et al. (4) uvádzajú, že v kritickom období rastu cukrovej repy (od polovice mája do polovice augusta) má prevaha teplôt nad zrážkami nepriaznivý vplyv na výšku úrod. Zníženie úrod (obr. 4A.) bolo zrejme skôr spôsobené zatváraním prieduchov, ako ochranným mechanizmom pred nadmernou stratou vody, než nepriaznivou štruktúrou listovej plochy. Vplyvom sucha sa tak nemohol prejaviť ani vyšší fotosyntetický potenciál odrody Kristall daný vyššou hodnotou integrálnej listovej plochy, ktorá reálne zodpovedá ploche pod krivkou hodnôt LAI v čase.

Z dynamiky narastania indexu listovej pokryvnosti (LAI) je zreteľná rozdielna tendencia podľa odrôd. V pestovateľskom ročníku 1998 bol najvyšší LAI pri odrode Renata zistený pri druhom odbere (30. 7. 1998) – 4,05 $m^2.m^{-2}$ a pri odrode Kristall pri treťom odbere (8. 9. 1998) – 4,21 $m^2.m^{-2}$. V uvedenom ročníku bola v pokusoch zistená rôzna reakcia odrôd na hnojenie zvýšenou dávkou N. Odroda Renata reagovala na hnojenie N zníženou LAI v porovnaní s nehnojeným kontrolným variantom o 14,1 %. Pri odrode Kristall bola vplyvom hnojenia zaznamenaná opačná tendencia tak, že pri všetkých odberoch okrem prvého boli vyššie hodnoty zaznamenané na variante D. Zvýšenie LAI dosiahlo v priemere za odbery 26,8 %.

Obr. 2. Priebeh hodnôt LAI v pestovateľských ročníkoch 1998–1999



Z obr. 2B. je zrejmé, že rok 1999 s nadmernými zrážkami počas vegetačnej sezóny repy cukrovej viedol k nadmernej tvorbe listovej plochy, čo spôsobilo negatívne prerozdelenie biomasy medzi listy a buľvy. Nadoptimálne LAI znižuje efektívnosť fotosyntetickej asimilácie uhlíka. V zatienených listoch dochádza k nadmernému predýchavaniu asimilátov a následne nižšej akumulácii cukrov v zásobných pletivách v buľve (obr. 4B.).

V ročníku 1999 podobne ako v predchádzajúcom roku bol LAI pri odrode Renata najvyšší pri druhom odbere 26. 7. 1999 (8,04 $m^2.m^{-2}$) a pre odrodu Kristall tiež v druhom odbere (8,28 $m^2.m^{-2}$). V priemere vyššie hodnoty boli pri hnojenom variante v porovnaní s nehnojeným variantom (pri Renate činilo zvýšenie 9,5 % a pri Kristalle 2,7 %). Danko et al. (3) zaznamenali zvýšenie LAI vplyvom aplikácie hnojív o 13,6 až 21 %. V pestovateľskom ročníku 1999 sa ukázala odroda Kristall ako lepšia o 15,5 %. Z obr. 2A. vyplýva, že v roku 1998 bol pri odrode Kristal zaznamenaný pokles LAI neskôr v porovnaní s odrodou Renata. Tento trend je v súlade s tvrdeniami autorov (8, 9) podľa ktorých maximum listovej plochy dosahuje repa cukrová v druhej polovici augusta, kedy by malo byť vytvorených 85 % sušiny buliev a listová pokryvnosť pri vysoko produktívnych odrodách by mala dosiahnuť hodnotu 5–6 $m^2.m^{-2}$. Tsialtas a Maslaris (13) však uvádzajú ako optimálne hodnoty LAI pre úrodu buliev 3,99 a pre úrodu cukru 3,88. Zistili tiež (14) koreláciu medzi LAI a pestovateľskými rokmi, nie však medzi LAI a hnojením.

Čistý výkon fotosyntézy (NAR) vyjadruje priemerný prírastok hmotnosti sušiny na jednotku listovej plochy. V našich pokusoch v ročníku 1998 (obr. 3A.) v období od prvého po druhý odber dosiahol NAR najvyššiu hodnotu 11,19 $g.m^{-2}.d^{-1}$ (Renata) a 13,25 $g.m^{-2}.d^{-1}$ (Kristall). To je blízke maximálnej hodnote

Tab. I. Pravdepodobnosti (p-hodnoty) a štatistická preukaznosť hodnotených faktorov pri sledovaných rastových ukazovateľoch

Faktor	Roky	Hodnotený parameter			
		LAI	NAR	CGR	ÚB
Odroda	1998	< 0,001**	< 0,001**	< 0,001**	0,042*
	1999	< 0,001**	< 0,001**	< 0,001**	0,054 ns
Hnojenie	1998	< 0,001**	< 0,001**	< 0,001**	0,125 ns
	1999	< 0,001**	< 0,001**	< 0,001**	0,011*
Ročník	1998–1999	< 0,001**	< 0,001**	< 0,001**	0,002**

*** faktor vysoko štatisticky preukazný (P < 0,01), * faktor štatisticky preukazný (P < 0,05), ns – faktor štatisticky nepreukazný (P > 0,05)*

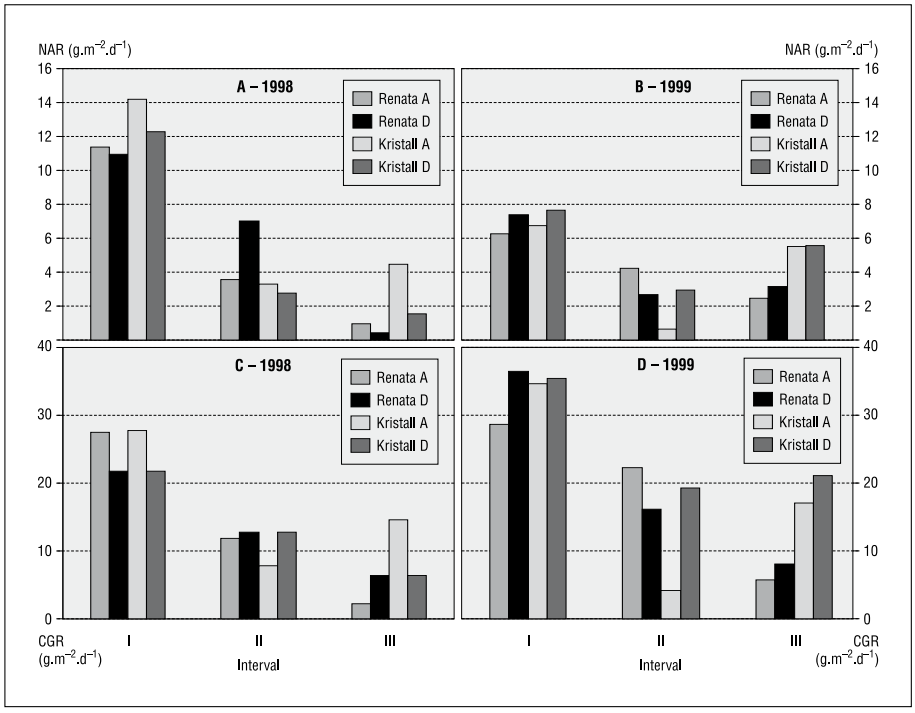
13,19 g.m^{-2}.d^{-1}, ktorú uvádzajú Kostrej et al. (7). Vyššie priemerné hodnoty NAR boli pri odrode Renata zistené na variante D (6,14 g.m^{-2}.d^{-1}), ale pri odrode Kristall na nehnojenom variante A (7,32 g.m^{-2}.d^{-1}). Vyššia priemerná hodnota NAR bola zistená pri odrode Kristall (6,42 g. m^{-2}.d^{-1}), oproti odrode Renata (5,72 g.m^{-2}.d^{-1}) zvýšená o 12,2 %. Zistené hodnoty NAR boli nižšie ako hodnoty, ktoré uvádzajú Kostrej et al. (7) pre optimálne podmienky v priemere za vegetačné obdobie (NAR 8,58 g.m^{-2}.d^{-1}). NAR bol v ročníku 1998 štatisticky vysoko preukazne ovplyvnený odrodou i hnojením. V ročníku 1999 (obr. 3B.) bola podobná tendencia vplyvu hnojenia i odrody. V uvedenom ročníku bol vplyv hnojenia i odrody štatisticky vysoko preukazný. Zo štatistického hodnotenia v priemernom dvojročnom období (1998–1999) vyplývajú vysoko preukazné rozdiely vplyvom ročníka a nepreukazné vplyvom odrody i hnojenia. Aj v priemere za roky 1998–1999 bola hodnota NAR najvyššia v časovo najdlhšom, t. j. prvom časovom intervale (teda období od I. po II. odber). To je v súlade so všeobecne platným poznatkom o vysokých hodnotách NAR v prvej polovici vegetácie a poklese v ďalšom období (9). Vyššie hodnoty NAR na jednotku plochy v roku 1998 než v roku 1999 potvrdzujú optimálnejšiu štruktúru listovej plochy, nižšie predýchavanie asimilátov atď. (obr. 3A., obr. 3B.). V neskoršom období vegetácie môže byť pokles NAR prisúdený pôsobeniu sucha, ale i nadmerných zrážok. Naopak, slnečné jesenné obdobie v roku 1999 malo za následok vyššiu produktivitu rastlín než počas daždivého leta. Oproti tomu daždivá jeseň v roku 1998 spôsobila pokles fotosyntetickej efektívnosti pri väčšine variantov.

Rýchlosť prírastku sušiny CGR (obr. 3C., obr. 3D.) je integrujúcim kvantitatívnym ukazovateľom veľkosti (LAI) a výkonnosti listového aparátu (NAR). Pri nízkych hodnotách LAI je rýchlosť prírastku sušiny viac ovplyvnená NAR ako intenzitou listovej pokryvnosti (3). V ročníku 1998 boli najvyššie priemerné hodnoty CGR 24,65 g.m^{-2}.d^{-1} (Renata) a 24,77 g.m^{-2}.d^{-1} (Kristall) opäť v období od I. po II. odber. To je v súlade s údajom 25 g.m^{-2}.d^{-1} od Kostreja et al. (7). V nasledujúcom období nebol vplyv hnojenia na CGR jednoznačný, nakoľko hnojenie pozitívne ovplyvnilo CGR len v období od II. po III. odber, v ostatných obdobiach bol medzi odbermi zistený opačný účinok. Vyššia priemerná CGR bola zistená podobne ako pri predchádzajúcich charakteristikách pri odrode Kristall 15,18 g.m^{-2}.d^{-1}, t. j. o 8,9 % viac ako pri odrode Renata (13,94 g.m^{-2}.d^{-1}). To je mierne nadpriemerné oproti údaju 12,75 g.m^{-2}.d^{-1} od Kostreja et al. (7). V ročníku 1999 boli opäť hodnoty CGR najvyššie v období od prvého odberu po druhý, pretože toto obdobie bolo najdlhšie (60 dní). Vplyv hnojenia sa prejavil, lebo obidve odrody mali vyššie hodnoty CGR na hnojenom variante D. V oboch pestovateľských ročníkoch bol vplyv hnojenia i odrody štatisticky vysoko preukazný.

V priemere za ročníky 1998–1999 boli pri oboch odrodách (Renata 17,14 g.m^{-2}.d^{-1} a Kristall 19,46 g.m^{-2}.d^{-1}) vyššie priemerné hodnoty na variante D, pričom zvýšenie oproti variantu A predstavovalo pri Renate 4,8 % a pri Kristalle 10,2 %. Z uvedeného vyplýva, že vplyv zvýšenej úrovne hnojenia dusíkom na zvýšenie hodnoty CGR sa realizoval cez zvýšené odrody LAI i NAR pri oboch odrodách. Hodnoty CGR poukazujú na vyššiu produkciu biomasy na jednotku plochy pôdy v roku 1999 oproti roku 1998 (obr. 3C., 3D.). To sa ale neprejavilo na celkovej asimilácii biomasy v buľvách, ale skôr na akumulácii biomasy a teda znížení zberového indexu repy cukrovej.

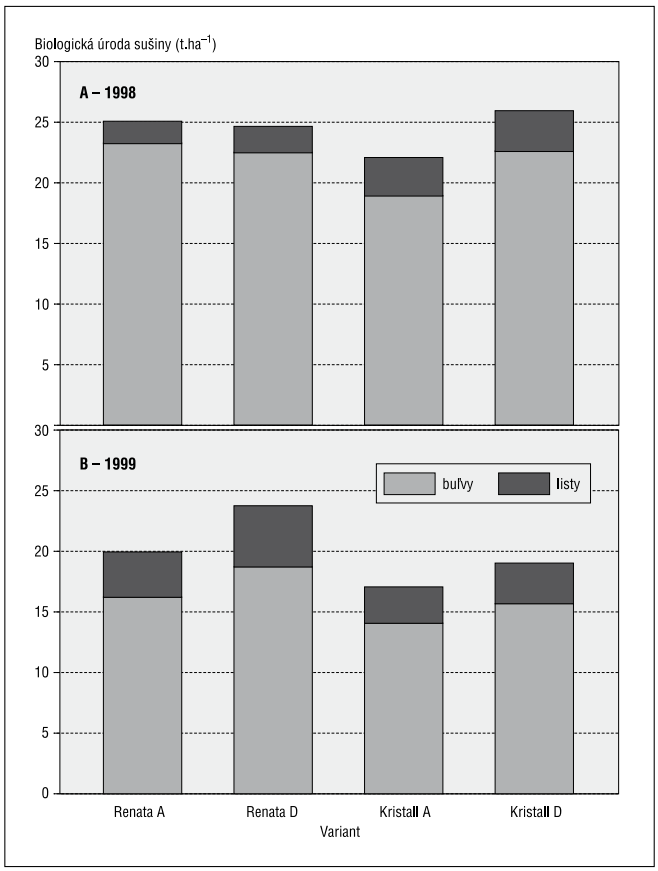
Choluj et al. (5) poukazujú na závažnosť sucha v skorom vývinovom štádiu repy cukrovej na jej rast a finálnu úrodu. Pokiaľ vodný stres pôsobil na konci vegetačného cyklu, rastliny repy cukrovej prejavili vyššiu schopnosť obnovenia svojho rastu. Celkovú biologickú úrodu sušiny (BÚ) zobrazuje obr. 4. Biologická úroda sušiny v ročníku 1998 (obr. 4A.) dosiahla pri odrode Renata hodnotu 25,02 t.ha^{-1} vo

Obr. 3. Hodnoty NAR a CGR v pestovateľských ročníkoch 1998–1999



variante A (zberový index ZI = 0,93) a 24,59 t.ha^{-1} vo variante D (ZI = 0,91); pri odrode Kristall 22,04 t.ha^{-1} (ZI = 0,85) vo variante A a 25,88 t.ha^{-1} (ZI = 0,87) vo variante D. Uvedená vyššia úroda biomasy pri odrode Renata súvisí s lepšou distribúciou asimilátov v prospech buľvy, čomu nasvedčuje i hodnota zberového indexu. Zvýšená úroveň hnojenia pozitívne ovplyvnila úrodu sušiny biomasy a úrodu sušiny buliev odrody Kristall, zatiaľ čo pri odrode Renata bol vplyv hnojenia opačný. Biologická úroda sušiny (BÚ) v ročníku 1999 (obr. 4B.) dosiahla pri odrode Renata hodnotu 19,90 t.ha^{-1} vo variante A (ZI = 0,81) a 23,70 t.ha^{-1} vo variante D (ZI = 0,79); pri odrode Kristall 17,03 t.ha^{-1} (ZI = 0,85) vo variante A a 18,99 t.ha^{-1} (ZI = 0,82) vo variante D. Na základe celkovej biologickej úrody (a najmä úrody sušiny buliev) možno usúdiť, že ako v zrážkovo deficitnom roku 1998 tak aj v zrážkovo nadpriemernom roku 1999 sa úrodovo stabilnejšie prejavila odroda Renata. Tieto výsledky čiastočne korešpondujú s výsledkami Švihru et al. (12), ktorý uvádza, že vyššia fotosyntetická asimilácia nie vždy prináša vyššiu úrodu. Podľa autora existuje priamy vplyv na produkciu asimilátov, ale i ovplyvnenie tvorby asimilátov požiadavkou zásobných orgánov, čo je pri jednotlivých odrodách podmienené geneticky. Štatistickú preukaznosť hodnotených faktorov pri sledovaných rastových parametroch zobrazuje tab. I. Štatisticky preukazne sa prejavili odrody v roku 1998 a hnojenie v roku 1999. Vplyv ročníka bol vysoko preukazný.

Obr. 4. Biologická úroda sušiny špecifikovaná pre buľvy a listy



Záver

Pozorovania v meteorologicky veľmi odlišných pestovateľských ročníkoch umožnili identifikovať odlišnosti v biologických prejavoch sledovaných odrôd, ktoré sa prejavili v silnej interakcii s priebehom počasia. Ročník 1999 s nadpriemernými zrážkami vo vegetačnom období ovplyvnil skúmané odrody repy cukrovej negatívnejšie, (čo sa konečnej biologickej úrody sušiny a sušiny buliev týka), než ročník 1998 s deficitom zrážok. Aj na základe týchto výsledkov môžeme konštatovať, že hodnotenie rastových parametrov má nezastupiteľné miesto v odhaľovaní kauzality genotypových aj pestovateľskými podmienkami spôsobených rozdielov v kvantitatívnych a kvalitatívnych úrodových ukazovateľoch.

Súhrn

Poľný polyfaktorový pokus s odrodami repy cukrovej Renata a Kristall bol založený šachovnicovou metódou v štyroch opakovaniach na pozemkoch poľnohospodárskeho družstva (PD) v Močenku v roku 1998 a 1999 (kukuričný výrobný typ, klimaticky teplá a suchá oblasť s miernou zimou, černozem, stredne ťažká pôda, pH 7,2). Výmera pokusnej plochy činila 480 m^2 pre obidva pokusné roky. Varianty hnojenia: variant A (kontrola) = 0 $kg.ha^{-1}$ N + 0 $kg.ha^{-1}$ P + 0 $kg.ha^{-1}$ K; variant B = 40 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K; variant C = 80 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K; variant D = 120 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K. Maštaľný hnoj (40 $t.ha^{-1}$) bol aplikovaný ku predplodine (pšenica letná, forma ozimná), pri príprave pôdy pod pokus bola využitá minimalizačná technológia (vynechaná stredne hlboká orba). V pokuse boli z rastovo-produkčných ukazovateľov sledované nasledovné parametre: LAI = A/P ($m^2.m^{-2}$); NAR = $(W_2–W_1)/(t_2–t_1)$. (1/A) ($g.m^{-2}.d^{-1}$); CGR = $(W_2–W_1)/(t_2–t_1)$. (1/P) ($g.m^{-2}.d^{-1}$); kde: LAI = index listovej pokryvnosti, NAR = čistý výkon asimilácie, CGR = rýchlosť prírastku sušiny biomasy na plochu, A = listová plocha (m^2), P = plocha pôdy (m^2), W_1 = hmotnosť sušiny listov, hmotnosť sušiny buliev repy na začiatku intervalu sledovania / a na konci intervalu sledovania W_2 (g), t_1 = časový interval na začiatku sledovania / a na konci sledovania t_2 (d). Biologická úroda BÚ bola stanovená na základe hmotnosti sušiny buliev a nadzemnej biomasy stanovenej v čase zberu repy. Veľkosť listovej plochy (LAI) bola zisťovaná planimetricky v 6 opakovaniach. Materiál na rastovú analýzu bol odoberaný v termínoch: 21. 5., 30. 7, 8. 9., 5. 10. v roku 1998 a 28. 5., 26. 7., 30. 8., 24. 9. v roku 1999. Namerané hodnoty boli spracované štatisticky v programe Statgraphics. Meteorologicky veľmi odlišné pestovateľské ročníky umožnili identifikovať odlišnosti rastových parametrov skúmaných odrôd v silnej interakcii s priebehom počasia. Ročník 1999 s nadpriemernými zrážkami vo vegetačnom období ovplyvnil skúmané odrody repy cukrovej negatívnejšie, (čo sa konečnej biologickej úrody sušiny a sušiny buliev týka), než ročník 1998 s deficitom zrážok. Usudzujeme, že hodnotenie rastových ukazovateľov má nezastupiteľné postavenie v odhaľovaní kauzality tak genotypových ako aj environmentálne spôsobených rozdielov v kvantitatívnych a kvalitatívnych úrodových ukazovateľoch.

Kľúčové slová: repa cukrová, hnojenie dusíkom, rastové parametre, LAI, NAR, CGR, biologická úroda sušiny.

Literatúra

1. Bajči, P.; Pačuta, V.; Černý, I.: *Cukrová repa*. Nitra: ÚVTIP-NOI, 1997, 113 s., ISBN 80-85330-35-0.
2. Čimo, J. et al.: *Praktická biometeorológia*. Nitra: SPU v Nitre, 2012, 201 s., ISBN 978-80-552-0771-1.
3. Danko, J.; Oršulová, J.; Pačuta, V.: Vplyv organominerálnych hnojív na vybrané rastovo-produkčné parametre, úrodu a kvalitu repy cukrovej. In *Štvrtá celoslovenská vedecká repárska konferencia*. Nitra, 2001, s. 174–177, ISBN 80-7137-831-3.
4. Demjanová, E. et al.: Termodynamické podmienky pestovania repy cukrovej v oblasti Žitavskej pahorkatiny. *Listy cukrov. řepař.*, 120, 2004 (12), s. 340–343.
5. Choluj, D. et al.: Growth and dry mater partitioning in sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. *Plant, Soil and Environment*, 50, 2004 (6), s. 265–272.
6. Kostrej, A. et al.: *Fyziológia porastu poľných plodín*. Nitra: VES VŠP, 1992, 141 s., ISBN 80-7137-028-2.
7. Kostrej, A.; Danko, J.; Jureková, Z.: *Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín*. Nitra: SPU v Nitre, 1998, 179 s., ISBN 80-7137-528-4.
8. Minx, L.; Diviš, J.: *Rostlinná výroba III (okopaniny)*. Praha: VŠZ, 1994, 148 s., ISBN 80-213-0154-6.
9. Pulkrábek, J.; Jozefyová, L.; Šroller, J.: Hodnocení chlorofylu v listech cukrovky. In *Tretia vedecká celoslovenská repárska konferencia*. Nitra, 1999, s. 55–58, ISBN 80-88943-03-5.
10. Šiška, B.; Repa, Š.: *Klimatická charakteristika roku 1998 v Nitre. Číslo 8*. Nitra: VES SPU v Nitre, 1999, 32 s., ISBN 80-7137-603-5
11. Repa, Š.; Šiška, B.: *Klimatická charakteristika roku 1999 v Nitre. Číslo 9*. Nitra: VES SPU v Nitre, 2000, 34 s., ISBN 80-7137-700-7
12. Švihra, J. et al.: Fyziologické aspekty produkcie cukrovej repy v odmienkach globálnej aridizácie a otepľovania prostredia. In *Druhá vedecká celoslovenská repárska konferencia*. Nitra, 1997, s. 60–64.
13. Tsialtas, J. T.; Maslaris, N.: Sugar beet response to N fertilization as assessed by late season chlorophyll and leaf area index measurements in a semi-arid environment. *Int. J. Plant Production*, 2, 2008a (1), s. 57–69.
14. Tsialtas, J. T.; Maslaris, N.: Nitrogen fertilization effects on leaf morfology and evaluation of leaf area and leaf area index prediction models in sugar beet. *Photosynthetica*, 46, 2008b (3), s. 346–350.

Hunková E., Krivosudská E., Živčák M.: The Impact of Different Growing Years on Selected Sugar Beet Growth and Yield Parameters

The field multifactorial experiment with Renata and Kristall sugar beet genotypes was based on agricultural farm Močenok in four replicates by chess-board method in 1998 and 1999 (maize growing region, warm and dry climatic region with mild winter, chernozem, medium soil, pH 7.2). The experimental area was 480 m^2 in both years, 1998 and 1999. Fertilization treatments: treatment A (control) = 0 $kg.ha^{-1}$ N + 0 $kg.ha^{-1}$ P + 0 $kg.ha^{-1}$ K; treatment B = 40 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K; treatment C = 80 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K; treatment D = 120 $kg.ha^{-1}$ N + 35 $kg.ha^{-1}$ P + 250 $kg.ha^{-1}$ K. Farmyard manure (40 $t.ha^{-1}$) was applied under forecrop (winter wheat), with minimisation soil treatment (middle soil tillage left out). The growth parameters were calculated as follows: LAI = A/P ($m^2.m^{-2}$); NAR = $(W_2–W_1)/(t_2–t_1)$. (1/A) ($g.m^{-2}.day^{-1}$); CGR = $(W_2–W_1)/(t_2–t_1)$. (1/P) ($g.m^{-2}.day^{-1}$); where: LAI = leaf area index, NAR = net assimilation rate, CGR = crop growth rate, A = leaf area (m^2), P = soil area (m^2), W_1 = leaf dry weight, sugar beet root dry weight at the beginning of the observation interval / on the end of the observation interval W_2 (g), t_1 = time at the beginning of the observation interval / at the end of the observation interval t_2 (day). Biological yield (BÚ) was determined on the basis of sugar beet roots dry weight and above ground biomass at the time of sugar beet harvesting. Leaf area index (LAI) was detected by planimetric method in 6 repetitions. The material on growth analysis was sampled in terms: 21. 5., 30. 7., 8. 9., 5. 10. in 1998 and 28. 5., 26. 7., 30. 8., 24. 9. in 1999. The measured values were evaluated in Statgraphic program. Growing years which were meteorologically very different made it possible to identify the growth parameters differences of researched genotypes in strong interaction with the course of weather. Growing year 1999 with precipitation far above the average in vegetation period affected the researched sugar beet genotypes more negatively (as related to final biological dry mass yield and root dry mass yield especially) than growing year 1998 with rainfall deficit. We conclude that growth parameters evaluation is irreplaceable in detecting causality both in genotypically and environmentally caused differences in qualitative and quantitative yield markers.

Key words: sugar beet, nitrogen fertilization, growth parameters, LAI, NAR, CGR, biological dry mass yield.

Kontaktná adresa – Contact address:

Ing. Elena Hunková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra fyziológie rastlín, Trieda A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, elena.hunkova@uniag.sk