

Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
pl. Łódzki 3, 10-718 Olsztyn,
e-mail: arkadiusz.stepien@uwm.edu.pl

ARKADIUSZ STĘPIEŃ

**Możliwości uprawy i plonowanie buraka cukrowego
w warunkach Polski Północno-Wschodniej na tle
zachodzących zmian klimatycznych**

The possibilities of sugar beet cultivation and yielding in north-eastern Poland
against the background of changes in the climate

Streszczenie. Wyniki pochodzą ze ścisłego, statycznego doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 1994–2004 w Bałcynach k. Ostródy. W przypadku charakterystyki termicznej wyliczono średnie temperatury w skali miesięcy wegetacyjnych buraka i lat oraz obliczono trendy zmian. Warunki opadowe rozpatrywano w aspekcie ich rozkładu w czasie i przestrzeni. Wykonano statystyczną analizę plonów, stosując analizę wariancji dla danych z każdego roku. Wyliczono współczynnik zmienności plonowania w latach. Badany okres, mimo że charakteryzował się dużą zmiennością zarówno pod względem warunków termicznych, jak i rozkładu oraz nasilenia opadów, był sprzyjający dla uprawy buraka cukrowego. Pod względem warunków termicznych surowy rejon Polski Północno-Wschodniej okazał się korzystny dla pozyskania wysokich plonów buraka cukrowego.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, agroklimat, temperatura, opady, plonowanie

WSTĘP

Agroklimat, obok gleby i rzeźby terenu, jest czynnikiem determinującym rodzaj i efektywność produkcji roślinnej, w tym również buraka cukrowego [Prusinkiewicz 1994]. Klimat województwa warmińsko-mazurskiego, podobnie jak i całego Pojezierza Mazurskiego, charakteryzuje się wyraźną odmiennością w stosunku do pozostałych regionów Polski. Warunki klimatyczne pojezierza charakteryzują się szeregiem niekorzystnych cech: dużą wilgotnością względną powietrza, niekorzystnym rozkładem opadów z częstymi suszami wiosennymi i nadmiarem opadów w miesiącach letnich, małym nasłonecznieniem oraz dużą amplitudą temperatur [Hutorowicz i in. 2008].

Okres wegetacyjny w Polsce Północno-Wschodniej jest krótszy o około 2–3 tygodnie niż w centralnej i zachodniej części kraju, częściej występują tu późnowiosenne i wczesnojesienne przymrozki. Ogólnie warunki klimatyczne Pojezierza Mazurskiego są średnio korzystne dla produkcji rolnej, z przewagą gorszych w części północnej [Krasowicz 1996, Szwejkowski i in. 2005]. Pojezierze Mazurskie cechuje również duża zmienność stanów pogody w poszczególnych latach [Panfil 2005, Szwejkowski i in. 2005]. Odmienność warunków klimatycznych Pojezierza Mazurskiego i zmienność układów pogodowych wynika z położenia geograficznego, dużej powierzchni wód, rzeźby terenu oraz znacznego areалу powierzchni zalesionych [Kondracki 2001]. Zmienność warunków pogodowych w tym regionie jest efektem ścierania się dwóch frontów klimatycznych: morskiego i kontynentalnego. Wśród głównych czynników agroklimatycznych kształtujących produktywność buraka cukrowego decydującą rolę odgrywają temperatura, opady i długość okresu wegetacji [Nowak 1992, Dzieżyc 1993].

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu wybranych czynników agrometeorologicznych na wielkość plonu korzeni buraka cukrowego oraz możliwości jego uprawy w warunkach Polski Północno-Wschodniej na tle zachodzących zmian klimatycznych.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki pochodzą ze ścisłego, jedenastoletniego statycznego doświadczenia polowego, założonego w układzie losowanych podbloków, przeprowadzonego w latach 1994–2004 w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy. Doświadczenie założono jesienią 1993 r., w krajobrazie moreny dennej falistej, w zasięgu mezoregionu Garbu Lubawskiego. Teren ten został ukształtowany w fazie pomorskiej zlodowacenia Wisły [Kondracki 2001]. Pole doświadczalne o powierzchni 0,47 ha usytuowane było na terenie o rzeźbie lekko falistej, około 3% spadku terenu i wystawie północno-wschodniej. Charakteryzowało się ono małą zmiennością glebową. Dominowała gleba płowa z podtypem opadowo-glejowej, wytworzonej z gliny lekkiej, oraz gleba brunatna kwaśna typowa o uziarnieniu gliny lekkiej. Według klasyfikacji bonitacyjnej gleby pola doświadczalnego zaliczono do klasy IIIa (grunty orne dobre), a według klasyfikacji glebowo-rolniczej do kompleksu 4. – żyniego dobrego i w niewielkiej części do kompleksu 2. – pszennego dobrego. Analizy chemiczne prób glebowych warstwy uprawnej wykazały, że jest to gleba słabo próchniczna (zawartość próchnicy – 1,58%), kwaśna ($\text{pH}_{\text{wKCl}} - 6,5$), o małej zasobności w makroskładniki (N – 0,91%; P – 9,27 mg · 100g⁻¹; K – 17,8 mg · 100g⁻¹; Mg – 5,72 mg · 100g⁻¹; Ca – 56,0 mg · 100g⁻¹).

Badania prowadzono w trójpolowym płodozmianie o następnym roślina: burak cukrowy, pszenica jara, jęczmień ozimy. Obornik w dawce 30 t · ha⁻¹ stosowano pod burak jesienią. Nawożenie azotem w ilości 100 kg · ha⁻¹ jako dawkę optymalną stosowano w całości na 2–3 tygodnie przed siewem. Nawożenie fosforem i potasem stosowano wiosną, przed siewem w dawce 100 kg · ha⁻¹ P₂O₅ (43,7 kg P) i 200 kg · ha⁻¹ K₂O (166 kg K).

Burak cukrowy odmiany Kawejana wysiewano punktowo, najczęściej w trzeciej dekadzie kwietnia, w rozstawie rzędów 45 cm × 25 cm, zakładając obsadę roślin po wschodach na ok. 90 tys. · ha⁻¹. Zbioru dokonywano w II dekadzie października. Chwasty były zwalczane mechanicznie, w następujący sposób: bronowanie broną lekką w 10–14 dni po siewie, 2-krotne opielanie międzyrzędowe po wschodach oraz ręcznie wykonywana przerywka i okrażka. Zwalczania chorób i szkodników nie przeprowadzano.

Zakres wykonanych obliczeń obejmował proste zestawienia i analizy statystyczne. W przypadku charakterystyki termicznej wyliczono średnie temperatury w skali miesiący wegetacyjnych buraka (kwiecień – wrzesień) i lat, obliczono trendy zmian. Opady rozpatrywano w aspekcie ich rozkładu w czasie i przestrzeni (miesiące wegetacji oraz lata). Wykonano statystyczną analizę plonów, stosując analizę wariancji dla danych każdego roku. Wyliczono także współczynnik zmienności plonowania w latach.

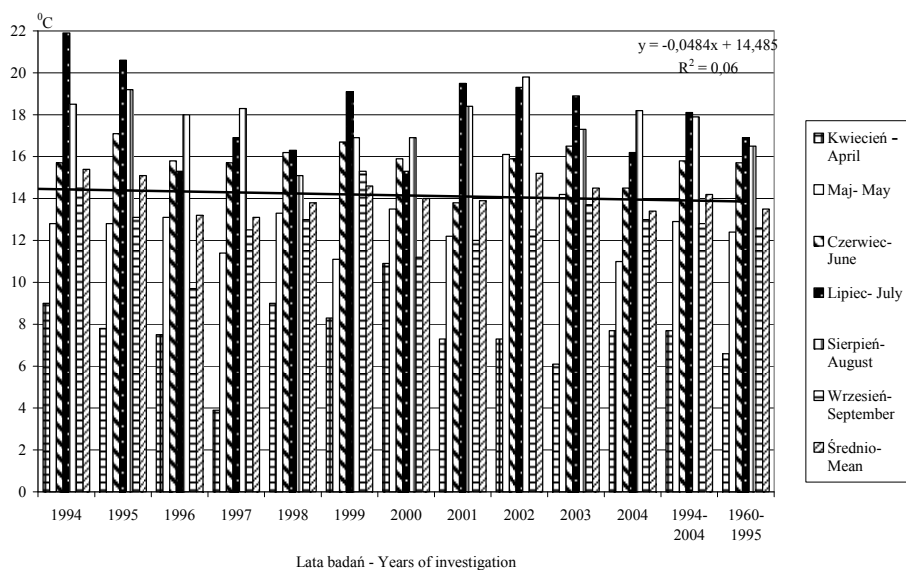
WYNIKI I DYSKUSJA

Syntetyczna ocena agroklimatu uwzględniająca wymagania buraka cukrowego, określona wskaźnikiem liczbowym, dla badanego obszaru wynosi 31,9 pkt [Witek 1981]. Warunki agroklimatyczne badanego obszaru są więc średnio korzystne dla uprawy buraka cukrowego. W okresie prowadzonych badań (1994–2004) warunki termiczne oraz rozkład i nasilenie opadów były zróżnicowane zarówno w latach oraz poszczególnych okresach rozwojowych buraka. Ta zmienność warunków pogodowych w latach oraz w okresach szczególnej wrażliwości buraka cukrowego na dany czynnik klimatyczny miała wpływ na wielkość plonów rośliny badanej – współczynnik zmienności plonowania w latach wyniósł 16,7%. W badanym okresie średnia temperatura powietrza była o 0,7°C wyższa niż w latach 1960–1990. Miesiącami o najwyższym wzroście temperatury, relatywnie do wielolecia, były kwiecień, lipiec i sierpień. Wzrost wyniósł od 1,1°C w kwietniu, 1,2°C w lipcu do 1,4°C w sierpniu.

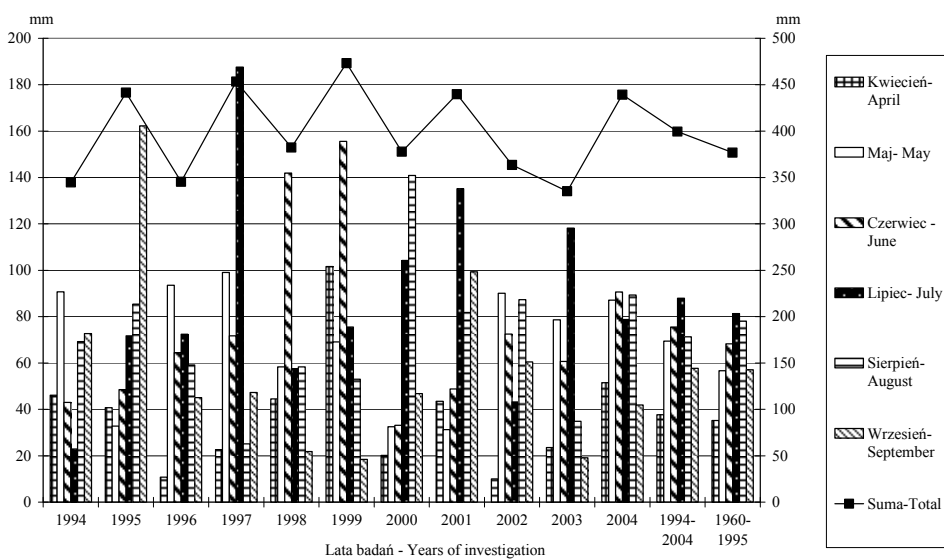
W latach 1994–2004 burak cukrowy miał odpowiednią do potrzeb rozwojowych sumę temperatur powietrza (rys. 1). Tylko w chłodnym 1997 r. nieznacznie ustępowała ona dolnej granicy potrzeb tej ciepłolubnej rośliny. Odniesienie stanowiły potrzeby termiczne buraka cukrowego opracowane przez Wiśniewskiego [1991].

Rok 1997 pod względem temperatury był najmniej korzystny dla wegetacji buraka cukrowego. Charakteryzował się bardzo niskimi temperaturami w kwietniu (w okresie optymalnych terminów siewów i wschodów), a także niższymi temperaturami w maju. Według klasyfikacji Lorenc [2000] kwiecień 1997 r. był ekstremalnie chłodny, gdyż średnia temperatura wynosiła 3,9°C i była niższa o 2,8°C od średniej z lat 1960–1990, a od średniej z całego okresu badawczego o 3,8°C. Z kolei maj 1997 r. wg tej klasyfikacji był lekko chłodny. W innych latach również wystąpiły miesiące odbiegające bardzo wyraźnie od norm wielolecia. Ekstremalnie ciepły był kwiecień oraz wrzesień w 1999 r. Temperatura była odpowiednio wyższa o 4,3°C oraz 2,9°C od temperatury wielolecia. Liniewicz i Wójcik [1991] akcentują duży wpływ usłonecznienia w okresach od drugiej połowy sierpnia do pierwszej dekady października na jakość przemysłową korzeni buraka cukrowego. W lipcu 1994 r. temperatura odbiegała wyraźnie od średniej temperatury z wielolecia i była wyższa o 5°C. Ekstremalnie ciepły był sierpień w 1995 oraz 2002 r.

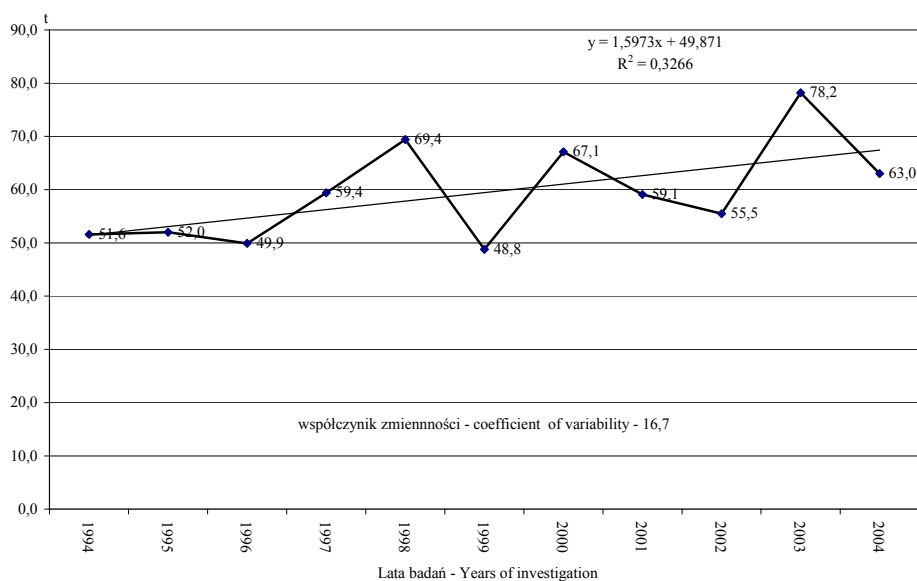
Burak cukrowy ma bardzo duże potrzeby wodne. W okresie wegetacji połowe zużycie wody przez tę roślinę wynosi ok. 600 mm [Wiśniewski 1991]. Przeciętne opady w okresie wegetacyjnym w latach 1994–2004 były średnio o 22,9 mm większe w porównaniu z wieloletnimi i wynosiły 399,6 mm (rys. 2). Latami o mniejszych opadach były 1994, 1996, 2002, 2003. W tych latach suma opadów w miesiącach kwiecień – wrzesień była średnio o 29,5 mm mniejsza niż w wieloleciu. Również plony korzeni buraka, z wyjątkiem 2003 r., były niższe i wahały się od 49,9 do 55,5 t · ha⁻¹.



Rys 1. Średnia temperatura dobowa w latach 1994–2004 w Stacji Pomiarowej w Balcynach
 Fig. 1. Mean daily temperature on the Meteorological Station at Balcyny in years 1994–2004



Rys 2. Rozkład opadów atmosferycznych w latach 1994–2004 w Stacji Pomiarowej w Balcynach
 Fig. 2. Rainfall distribution on the Meteorological Station at Balcyny in years 1994–2004



Rys. 3. Plony korzeni buraka cukrowego w t · ha⁻¹
 Fig. 3. Sugar beet yielding, t ha⁻¹

W badanym okresie najbardziej korzystnymi dla plonowania buraka okazały się lata 1998, 2000, 2003 dzięki sprzyjającej, zbliżonej do potrzeb i równomiernie rozłożonej ilości opadów oraz panującym warunkom termicznym (rys. 3). Rudnicki i in. [1994] wykazali, iż najbardziej odpowiednie dla buraka cukrowego są sezony wegetacyjne, kiedy suma opadów w miesiącach kwiecień–wrzesień zawiera się w granicach 250–350 mm. W zespole niekorzystnych czynników meteorologicznych, wpływających na zmienność plonowania buraka cukrowego, istotną rolę odgrywają posuchy atmosferyczne, zwłaszcza w okresie największego zapotrzebowania tej rośliny na wodę, tj. w terminie od 21 czerwca do 10 września [Dziężyc1993]. W badanym okresie niekorzystny ciąg bezopadowy wystąpił jedynie w lipcu 1994 r. W tym miesiącu opadów było aż 3,8 razy mniej niż w całym badanym dziesięcioleciu i 3,5 razy mniej niż w latach 1960–1990. Wyraźny niedobór opadów w lipcu 1994 r. spowodował obniżkę plonu korzeni (51,6 t · ha⁻¹) w stosunku do lat o korzystnym rozkładzie opadów.

W kolejnych sezonach wegetacji plony korzeni buraka również w dużym stopniu uzależnione były od warunków pogodowych, zwłaszcza od ilości i rozkładu opadów w ważnych dla buraka okresach fenologicznych. W 2003 r. duże opady w lipcu (118,2 mm) sprzyjały osiągnięciu bardzo wysokich plonów korzeni (78,2 t · ha⁻¹). Niższe temperatury powietrza oraz dość obfite opady w latach 2000 i 2004 w okresach krytycznych dla buraka cukrowego spowodowały uzyskanie również wysokich plonów korzeni (67,1 t · ha⁻¹ w 2000 r., 63,0 t · ha⁻¹ w 2004 r.). Z powodu małych opadów w miesiącach lipiec – wrzesień w sezonach wegetacyjnych 1994, 1996 i 1999 r., plony korzeni buraka były niższe i kształtowały się w przedziale od 48,8 t · ha⁻¹ do 51,6 t · ha⁻¹. Niedobory opadów w ważnych fazach fenologicznych często są łagodzone zasobami wód z głębszych warstw gleby, z których burak cukrowy swobodnie korzysta [Wiśniewski 1991].

W podsumowaniu można stwierdzić, że badany okres 1994–2004, mimo że charakteryzował się dużą zmiennością zarówno pod względem warunków termicznych, jak i rozkładu oraz nasilenia opadów, był sprzyjający dla uprawy buraka cukrowego. We wszystkich badanych latach w okresach wegetacji wystąpiły wyższe temperatury oraz opady aniżeli w porównywanym wieloleciu (1960–1990). Posługując się jednak kryteriami opracowanymi przez Kaczorowską [1962], sezony wegetacyjne w latach 1995, 1997 i 1999 można scharakteryzować jako mokre, natomiast pozostałe zaliczyć do przeciętnych. Burak cukrowy jest także rośliną o stosunkowo dużych i zróżnicowanych wymaganiach cieplnych w poszczególnych fazach rozwojowych [Wiśniewski 1991]. Najkorzystniejsze dla jego uprawy są regiony, gdzie suma temperatur powietrza w okresie od siewu do zbioru waha się w przedziale 2400–2800°C. W badanym okresie jedynie w 1997 r. odnotowano nieznacznie mniejsze sumy temperatur w okresie wegetacji buraka, a w 1994 r. nawet większe aniżeli zalecane.

WNIOSKI

1. Zmieniające się w poszczególnych latach warunki pogodowe miały bardzo wyraźny wpływ na wykorzystanie składników pokarmowych z nawozów, co znalazło odzwierciedlenie w zróżnicowaniu wysokości plonów.

2. Badany okres 1994–2004, mimo że charakteryzował się dużą zmiennością zarówno pod względem warunków termicznych, jak i rozkładu oraz nasilenia opadów, był sprzyjający dla uprawy buraka cukrowego.

3. Pod względem warunków termicznych surowy rejon Polski Północno-Wschodniej okazał się korzystny dla pozyskania wysokich plonów buraka cukrowego.

4. Powszechnie obserwowane ocieplenie klimatu może mieć wpływ na wzrost intensywności fotosyntezy buraka cukrowego oraz na tempo rozkładu nawozów organicznych w glebie.

PIŚMIENNICTWO

- Dzięzyk J. (red.), 1993. Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin, PWN, Warszawa–Wrocław.
- Hutorowicz H., Grabowska K., Nowicka A., 1996. Charakterystyka warunków klimatycznych Pojezierza Mazurskiego. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 431, 21–28.
- Hutorowicz H., Grabowski J., Olba-Zięty W., 2008. Częstotliwość występowania okresów posusznych i suchych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego. Acta Agroph., 12, 3, 663–673.
- Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Prace Geograficzne, 33, 112.
- Kondracki J., 2001. Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 441.
- Krasowicz S., 1996. Analiza i ocena gospodarstw ekologicznych, integrowanych i tradycyjnych w rejonie Polski Pn.-Wsch. na tle warunków przyrodniczych i ekonomicznych rolnictwa. IUNG Puławy, ser. H, 11.
- Liniewicz K., Wojcik S., 1993. Effect of amount of sunshine on yield and chemical composition of sugar beet roots. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 399, 139–144.

- Lorenc H., 2000. Studia nad 20-letnią (1979–1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji. *Materiały Badawcze* 31, ser. Meteorologia, IMGW Warszawa.
- Nowak L., 1992. Wpływ opadów i deszczowania na plonowanie roślin okopowych (ziemniaków i buraków cukrowych) w różnych warunkach siedliska. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozp. Nauk.* 106.
- Panfil M., 2005. Zmienność meteorologicznych pór roku na przykładzie sytuacji w Polsce Północno-Wschodniej w latach 1951–2000. *Inż. Ekolog.* 12, 141–142.
- Prusinkiewicz Z., 1994. *Leksykon ekologiczno-gleboznawczy*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Rudnicki F., Urbanowski S., Rajs T., 1994. Wpływ ilości opadów na efekty uprawy roślin w wieloletnich monokulturach. I. Burak cukrowy. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy. Rolnictwo* 35, 7–13.
- Szwejkowski Z., Dragańska E., Banaszekiewicz B. 2005. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 505, 431–437.
- Wiśniewski W., 1991. Wymagania klimatyczne. Woda. [W:] *Produkcja buraka cukrowego*. Pr. zb. pod red. I. Gutmańskiego, PWRiL Poznań, 1991, 79–83.
- Witek T., 1981. Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski wg gmin. IUNG Puławy.

Summary. The results come from a precise, static field experiment conducted from 1994 to 2004 in Bałcyny near Ostróda. With regard to thermal characterization, mean temperatures in the sugar beet vegetation months, as well as trends in the changes were calculated. Rainfall conditions were analyzed according to their distribution in time and space. A statistic analysis of crops was conducted, making use of variation analysis for the data obtained each year. The coefficient of yielding variability over the years was calculated. The period under analysis proved favorable to sugar beet cultivation, despite the high variability of climate conditions as well as rain distribution and intensity. As regards thermal conditions, the harsh region of north-eastern Poland proved favourable for the production of a high sugar beet yield.

Key words: sugar beet, agro-climate, temperature, rainfall, yielding