

**Barbara Sawicka, Dominika Skiba, Ewa Kotiuk, Stanisława Wójcik,  
Andrzej Greguła, Halina Borkowska**

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

## **FLUKTUACJA SUCHEJ MASY I INULINY W BULWACH *HELIANTHUS TUBEROSUS* L. W ZMIENNYCH WARUNKACH NAWOŻENIA MINERALNEGO**

### **Streszczenie**

Badania oparto na doświadczeniu polowym, przeprowadzonym w latach 2010-2012, w Parczewie. Celem badań było wykazanie wpływu zróżnicowanych dawek i form azotu, na tle nawożenia fosforowo-potasowego, na zawartość suchej masy i inuliny w bulwach *Helianthus tuberosus*. Czynnikiem eksperymentu były: odmiany słonecznika bulwiastego (Albik, Rubik) oraz zróżnicowane nawożenie mineralne ( $N_0P_0K_0$  – jako obiekt kontrolny oraz  $P_{44}K_{126}$ ,  $N_{50}P_{44}K_{126}$ ;  $N_{100}P_{44}K_{126}$ ;  $N_{150}P_{44}K_{126}$ ), na tle pełnej dawki obornika. Azot stosowano w formie azotanowo-amonowej i amidowej. W świeżej masie bulw oznaczono suchą substancję – metodą suszarkową i inulinę przy użyciu techniki HPLC. Nawożenie mineralne nie wywarło istotnego wpływu na plon suchej masy, natomiast wpłynęło istotnie na zawartość suchej masy i inuliny w świeżej masie bulw. Optymalną dawką azotu dla zawartości suchej masy było  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ , w formie amidowej, na tle nawożenia fosforowo-potasowego. Aplikacja azotu w dawce  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  w formie amidowej, przyczyniła się do największego, istotnego wzrostu zawartości inuliny w bulwach *Helianthus tuberosus*. Odmianą bardziej przydatną do przetwórstwa spożywczego, z uwagi na zawartość suchej masy i inuliny, okazała się Albik.

**Słowa kluczowe:** słonecznik bulwiasty, nawożenie azotem, sucha masa, inulina

### **Wstęp**

Słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus* L.), powszechnie zwany topinamburem, był jednym z pierwszych źródeł pożywienia tak ludzi, jak i zwierząt. Bulwy tego gatunku są bardziej soczyste i słodsze niż bulwy batata, ponadto cechują się wysoką wartością odżywczą i energetyczną. Głównym składnikiem suchej masy bulw są węglowodany o różnorodnej budowie, m.in. monocukry, takie jak: glukoza, fruktoza; dwucukry: sacharoza oraz oligocukry: inulina, pseudoinulina, GOS – glukooligosacharydy, FOS – fruktooligosacharydy, a także wielocukry: mannany, celuloza, ligniny i hemicelulozy [Saengthongpinit i in. 2005, Edelman i Jeeoord 2006, Florkiewicz i in. 2007, Danilčenko i in. 2008, 2013, Cieślík i in. 2005, 2011]. Fruktany magazynowane w bulwach *Helianthus tuberosus* posiadają maksymalnie 50 wiązań  $\alpha(1\rightarrow2)$  [Koops i Jonker 1996]. Zalicza się do nich: inulinę, oligofruktozę i fruktooligosacharydy (FOS). Pełnią one głównie funkcje zapasowe [Georgescu i Stoika 2005, Cisowski i in. 2006, Grzelak 2006, Świątkiewicz i in. 2008]. Fruktany wykazują działanie immunostymulujące, co wyraża się korzystnym wpływem na rozwój i czynność systemu immunologicznego błony

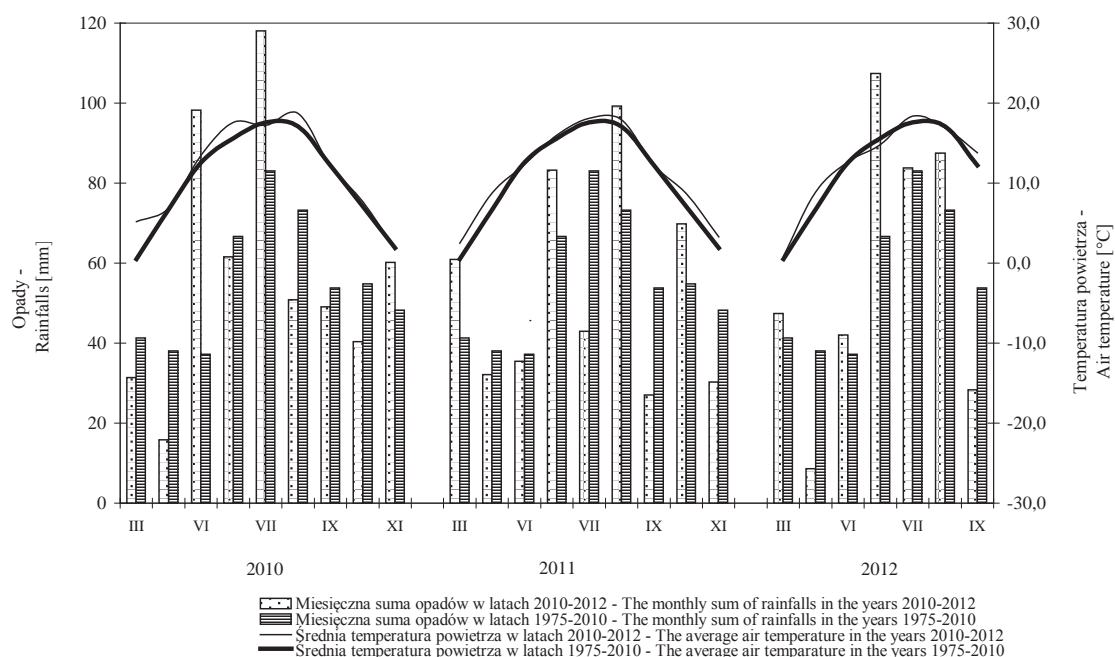
śluzowej jelita. Wywierają również pozytywny wpływ na gospodarkę lipidową poprzez obniżanie poziomu trójglicerydów i cholesterolu we krwi, jak również podwyższają przyswajalność Ca, Mg, Zn i Fe [Cisowski i in. 2006, Florkiewicz i in. 2007, Roberfroid 2007, Świątkiewicz i in. 2008]. Wynika to głównie z ich prebiotycznych właściwości, korzystnie wpływających na gospodarza przez selektywne stymulowanie wzrostu lub aktywności jednego lub ograniczonej liczby potencjalnie promujących zdrowie bakterie w okrężnicy, przyczyniając się do zmniejszenia ryzyka chorób człowieka [Venter 2006, Kleessen i in. 2007, Świątkiewicz i in. 2008]. Nawożenie wysokimi dawkami azotu może wywierać niekorzystny wpływ na jakość bulw *Helianthus tuberosus*. Stąd też celem pracy było wykazanie wpływu zróżnicowanych dawek i form nawożenia azotem, na tle nawożenia fosforowo-potasowego i pełnej dawki obornika na zawartość i plon suchej masy oraz zawartość inuliny w bulwach dwu odmian *Helianthus tuberosus* L. Zakłada się, że nawożenie azotem wywiera istotny wpływ na jakość uzyskanego surowca w zależności od formy aplikowanego pierwiastka oraz, że nawożenie azotem, na tle nawożenia fosforowo-potasowego i pełnej dawki obornika oraz nawożenia fosforem i potasem, nie wywiera negatywnego wpływu na jakość bulw, w porównaniu z obiektem kontrolnym.

## Materiał i metody

Badania nad *słonecznikiem bulwiastym* oparto na doświadczeniu polowym, przeprowadzonym w latach 2010-2012, w Parczewie, na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, kompleksu żytniego słabego, o lekko kwaśnym odczynie (pH 6,3). Charakteryzowała się ona ponadto bardzo wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor, wysoką w potas, a średnią w magnez. Zawartość substancji organicznej w glebie wynosiła 1,9%, zaś próchnicy, w warstwie ornej gleby – 13,7 g·kg<sup>-1</sup>. Eksperyment założono w układzie zależnym, split-plot, w 3 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były: odmiany słonecznika bulwiastego: Albik, Rubik, zaś czynnik II rzędu stanowiło zróżnicowane nawożenie mineralne (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> – jako obiekt kontrolny oraz P<sub>44</sub>K<sub>126</sub>, N<sub>50</sub>P<sub>44</sub>K<sub>126</sub>; N<sub>100</sub>P<sub>44</sub>K<sub>126</sub>; N<sub>150</sub>P<sub>44</sub>K<sub>126</sub>), w przeliczeniu na formę pierwiastkową nawozów, na tle pełnej dawki obornika. Azot stosowano w dwu formach: azotanowo-amonowej i amidowej. Dawki azotu powyżej 100 kg·ha<sup>-1</sup> stosowano w 2 terminach: przed sadzeniem i po wschodach roślin. Bulwy *Helianthus tuberosus* sadzono ręcznie, w rozstawie 62,5 x 40 cm na głębokość ok. 6 cm. Sadzenie bulw odbywało się w pierwszej dekadzie kwietnia. Po wschodach wykonywano obredlanie połączone z wałowaniem. Tuż przed wschodami zastosowano środek przeznaczony do zwalczania chwastów dwuliściennych – Afalon 80 WP w ilości 2 kg·ha<sup>-1</sup>. Po wschodach słonecznika bulwiastego, a przed zakryciem międzyrzędzi, w fazie 2-4 liści, na chwasty jednoliścienne aplikowano Fusilade Forte 150 EC w dawce 1,0 dm·ha<sup>-1</sup>. Zabiegi agrotechniczne w uprawie słonecznika prowadzono zgodnie z wymogami integrowanej uprawy roślin.

Bezpośrednio po zbiorze oznaczono plon bulw oraz zawartość suchej substancji i inuliny w bulwach. Suchą masę bulw oznaczono metodą suszarkową, a inulinę - przy użyciu techniki HPLC. Na podstawie plonu bulw i zawartości suchej masy wyliczono plon suchej masy. Wyniki badań obliczono statystycznie przy pomocy analizy wariancji i regresji.

Warunki meteorologiczne w latach badań były zróżnicowane. Rok 2010 można określić jako ciepły i wilgotny, 2011 rok - jako umiarkowany, tak pod względem opadów, jak i temperatury powietrza, zaś 2012 rok - jako suchy (rys. 1).



**Rysunek 1.** Przebieg temperatur i opadów w okresie wegetacji słonecznika bulwiastego wg stacji meteorologicznej we Włodawie

## Wyniki

Zawartość suchej substancji, w świeżej masie bulw *Helianthus tuberosus*, wynosiła średnio 22,6%, a plon suchej masy – 5,55 t<sup>-1</sup>. Czynniki genetyczne istotnie determinowały wartość tych cech. Istotnie więcej suchej masy, jak i plonu suchej substancji gromadziła odmiana Albik niż Rubik (tab. 1).

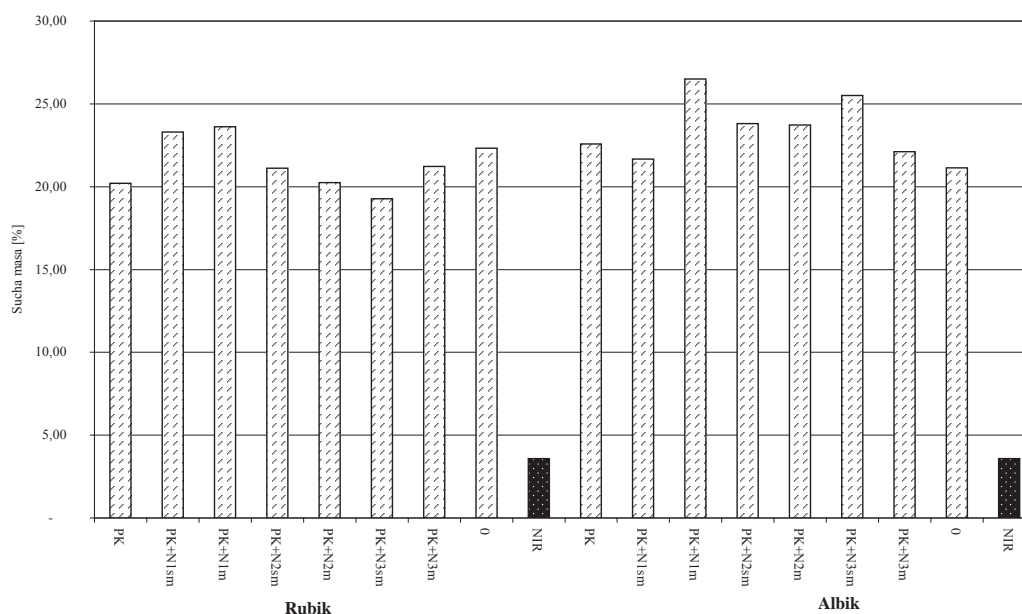
**Tabela 1.** Zawartość i plon suchej masy bulw *Helianthus tuberosus*

Czynniki eksperymentu		Zawartość suchej masy [%]	Plon suchej masy [t.ha <sup>-1</sup> ]
Odmiany	Albik	23,77	5,92
	Rubik	21,43	5,18
	NIR <sub>α€0,05</sub>	<b>0,63</b>	<b>0,68</b>
Nawożenie*	Obiekt kontrolny	21,40	5,27
	PK	20,96	4,86
	PK+N1m	24,18	5,28
	PK+N1sm	22,82	5,94
	PK+N2m	23,76	5,61
	PK+N2sm	22,34	6,02
	PK+N3m	23,41	5,59
	PK+N3sm	21,95	5,85
	NIR <sub>α€0,05</sub>	<b>2,53</b>	<b>n*</b>
Lata	2010	21,54	4,94
	2011	22,88	6,25
	2012	23,39	5,47
	NIR <sub>α€0,05</sub>	<b>0,95</b>	<b>1,02</b>
Średnia		22,6	5,55

\* – obiekt kontrolny (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>), sm (saletra amonowa), m – (mocznik); PK (P<sub>43</sub>K<sub>124</sub>); N1 - N<sub>50</sub>P<sub>44</sub>K<sub>126</sub>; N<sub>2</sub> - N<sub>100</sub>P<sub>44</sub>K<sub>126</sub>; N3+PK - N<sub>150</sub>P<sub>44</sub>K<sub>126</sub> kg ha<sup>-1</sup>; \*\* - nieistotne przy poziomie α€0,05; źródło: badania własne

Ilość suchej masy w bulwach, jak i jej plon uległy zmniejszeniu pod wpływem nawożenia fosforowo-potasowego, ale tylko w przypadku suchej masy zależność ta okazała się istotna (tab. 1). Zastosowanie właściwej dawki azotu pozwala uzyskać wysoką efektywność nawożenia. Nawożenie tym składnikiem, niezależnie od formy, zwiększało wartość tej cechy, w stosunku do kombinacji kontrolnej, jak i z nawożeniem PK, jednak istotne zwiększenie zawartości suchej masy stwierdzono tylko na obiekcie nawożonym dawką  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w formie amidowej, na tle nawożenia fosforowo-potasowego (tab. 1).

Odmiana Albik reagowała korzystniej na nawożenie mineralne. Wszystkie kombinacje nawozowe powodowały wzrost zawartości suchej masy w bulwach, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Najwyższy, istotny wzrost suchej substancji, w przypadku tej odmiany, uzyskano po zastosowaniu  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  w formie amidowej na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego oraz w kombinacji ze  $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w formie azotanowo-amonowej, w porównaniu do nawożenia fosforowo-potasowego (rys. 2). W przypadku odmiany Rubik obserwowano istotnie dodatni efekt jedynie po aplikacji azotu w dawce  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w formie amidowej, na tle nawożenia fosforowo-potasowego, w porównaniu z obiektem nawożonym PK. Pozostałe kombinacje nawozowe nie wpłynęły istotnie na wartość tej cechy (rys. 2).



**Rysunek 2.** Wpływ cech odmianowych i nawożenia mineralnego na zawartość suchej masy bulw *Helianthus tuberosus* (Średnia lat 2010-2012)

Przebieg pogody w okresie wegetacji, w latach 2011 i 2012, sprzyjał akumulacji suchej masy w bulwach wszystkich badanych odmian, zaś aura w 2010 roku, o niekorzystnych warunkach atmosferycznych w fazie zawiązywania bulw, nie sprzyjała gromadzeniu suchej substancji. Dla gromadzenia suchej masy w przypadku odmiany Albik korzystniejsze okazały się warunki w 2012 roku, zaś u odmiany Rubik – w 2011 roku (tab. 2).

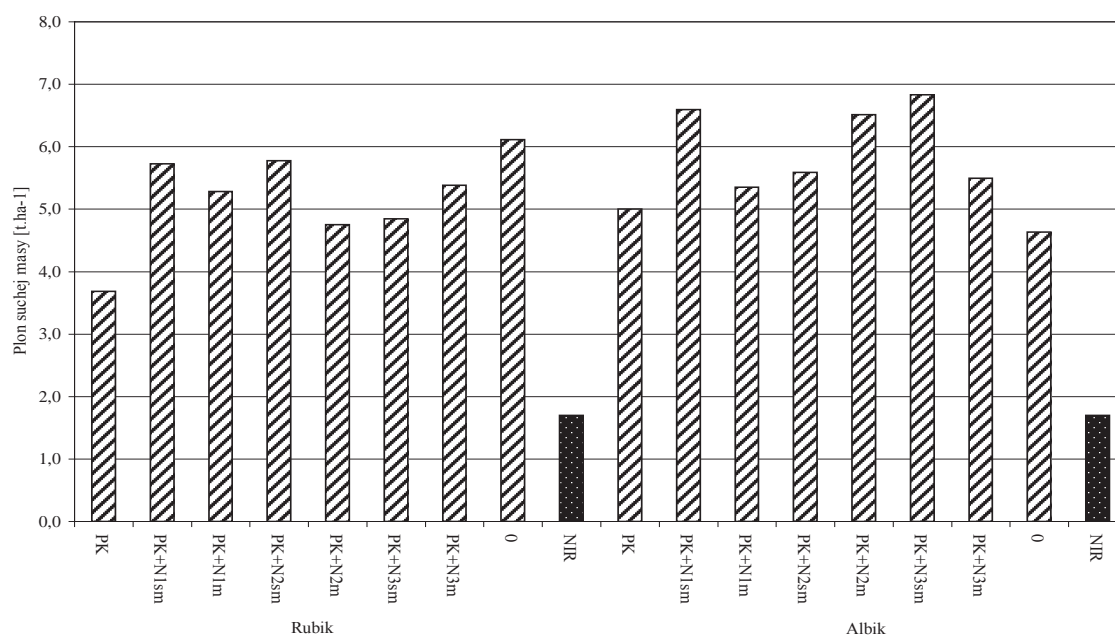
**Tabela 2.** Wpływ cech odmianowych i warunków atmosferycznych na zawartość suchej masy bulw *Helianthus tuberosus* (Średnia dla nawożenia)

Lata	Odmiana	
	Albik	Rubik
2010	21,63	19,80
2011	24,10	22,73
2012	25,57	21,78
Średnia	23,77	21,43
NIR <sub>α£0,05</sub>	1,90	

Średni plon suchej masy w bulwach wynosił 5,25 t ha<sup>-1</sup>. Cechy genetyczne, jak i warunki klimatyczno-glebowe w istotny sposób różnicowały wartość tej cechy. Odmianą o najwyższym plonie suchej masy bulw była Albik, o najniższym zaś – Rubik (tab. 1).

Nawożenie mineralne nie wywarło istotnego wpływu na plon suchej masy. Odnotowano jedynie dodatnią tendencję gromadzenia plonu suchej masy w odpowiedzi na zastosowanie azotu w formie azotanowo-amonowej, w ilości 50 kg N ha<sup>-1</sup>, na tle nawożenia fosforowo-potasowego oraz ujemną tendencję w odpowiedzi na aplikację nawożenia tylko potasem oraz samo nawożenie fosforowo-potasowe, w porównaniu z obiektem kontrolnym (tab. 1).

Plon suchej masy bulw okazał się uzależniony od reakcji odmian na zróżnicowane nawożenie mineralne. W przypadku odmiany Rubik obserwowano spadek wartości tej cechy pod wpływem wszystkich kombinacji nawożenia mineralnego; przy czym tylko nawożenie fosforowo-potasowe przyczyniło się istotnie do obniżenia plonu suchej masy, w stosunku do obiektu kontrolnego. Odmiana Albik wykazała istotnąwyżkę plonu suchej masy po zastosowaniu 50 kg N ha<sup>-1</sup>, w formie azotanowo-amonowej, w połączeniu z nawożeniem PK, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Zastosowanie tej samej dawki azotu w formie amidowej było homologiczne pod względem wartości tej cechy. Dalszy wzrost nawożenia azotem, nie spowodował już istotnego wzrostu plonu suchej masy, chociaż obserwowano tendencję do wzrostu wartości tej cechy w obiektach ze 150 kg N ha<sup>-1</sup>, w formie amidowej, na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego, w porównaniu z obiektem kontrolnym (rys. 2).



**Rysunek 3.** Plon suchej masy bulw *Helianthus tuberosus* w zależności od odmian i nawożenia mineralnego (Średnia lat 2010-2012)

Najniższy plon suchej masy bulw uzyskano w optymalnym pod względem opadów 2010 roku, co mogło wynikać z niesprzyjających warunków atmosferycznych panujących w tym roku w początkowej fazie tuberyzacji. Plon suchej masy w latach 2011 i 2012 okazał się homologiczny, z uwagi na tę cechę (tab. 1).

Średnia zawartość inuliny w świeżej masie bulw wynosiła 18,47%. Czynniki genetyczne decydowały istotnie o zawartości tego składnika w bulwach *Helianthus tuberosus*. Odmiana Albik wyróżniała się istotnie wyższą zawartością inuliny w świeżej masie bulw niż Rubik (tab. 3).

Zaobserwowano korzystny wpływ nawożenia mineralnego na zawartość inuliny we wszystkich kombinacjach doświadczenia. Nawożenie fosforem i potasem łącznie powodowało tendencję do zwiększenia wartości tej cechy, dopiero wniesienie azotu w dawce do 50 kg N·ha<sup>-1</sup> w formie amidowej i azotanowo-amonowej, na tle nawożenia fosforowo-potasowego, przyczyniło się do istotnego wzrostu inuliny w bulwach *Helianthus tuberosus*. Dalszy wzrost nawożenia azotem nie spowodował już istotnego zwiększenia wartości tej cechy, w stosunku do obiektu z 50 kg N, na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego. Obserwowano lepszy efekt formy amidowej niż azotanowo-amonowej, w niższych dawkach azotu, a azotanowo-amonowej w dawkach wyższych, ale nie zostało to potwierdzone statystycznie (tab. 3).

**Tabela 3.** Zawartość inuliny w bulwach *Helianthus tuberosus* [% ś.m.]

Czynniki eksperymentu		Zawartość inuliny [%]
Odmiany	Albik	20,31
	Rubik	16,62
	NIR <sub>α£0,05</sub>	0,92
Nawożenie*	Objekt kontrolny	15,40
	PK	17,11
	PK+N1m	19,88
	PK+N1sm	19,33
	PK+N2m	20,10
	PK+N2sm	20,04
	PK+N3m	17,23
	PK+N3sm	18,65
	NIR <sub>α£0,05</sub>	3,69
Lata	2010	18,30
	2011	18,45
	2012	18,66
	NIR <sub>α£0,05</sub>	n**
Średnia		18,47

\* – oznaczenia jak w tabeli 1; \*\* – nieistotne przy poziomie  $\alpha£0,05$

Warunki atmosferyczne w latach badań nie miały istotnego wpływu na kumulowanie się inuliny w bulwach badanych odmian, obserwowano jedynie tendencję do większego nagromadzenia się tego składnika w bulwach w 2012, ciepłym roku (tab. 2).

## Dyskusja

Zawartość suchej masy w bulwach waha się w granicach od 20,4 do 31,9% [Sawicka 1999, 2002, Cieřlik i in. 2005]. Odmiany słonecznika bulwiastego uprawiane w ostatnich latach charakteryzują się niższym poziomem suchej masy bulw kształtującym się na poziomie 26% [Szambelan i in. 2004, Saengthongpinit i Sajjaanantakul 2005]. Mattila i Hellström [2007], Ekholm i in. [2005] oraz Danilčenko i in. [2008] zaobserwowali wartości tej cechy poniżej 17%. Poziom suchej masy wzrasta wraz z dojrzewaniem bulw [Saengthongpinit i Sajjaanantakul 2005] oraz pod wpływem nawożenia mineralnego [Sawicka 1998, 2002]. Badania własne potwierdzają tę zależność.

Inulina stanowi główny składnik zapasowy bulw *Helianthus tuberosus*. Jej zawartość wg Praźnik i in. [1998] waha się od 49,5 do 56,4% suchej masy, co stanowi około 11,3-14,2 g·100 g<sup>-1</sup> świeżej masy bulw. W przeprowadzonym doświadczeniu średnia zawartość inuliny w świeżej masie bulw wynosiła przeciętnie 18,47%, a zależnie od odmiany wahała się od 16,62% u odmiany Rubik do 20,31% w przypadku odmiany Albik. Wynik ten był wyższy niż uzyskany przez Sawicką [1999], ale badania jej były przeprowadzane na starszych odmianach *Helianthus tuberosus*, o mniejszej potencjalnej możliwości gromadzenia tego składnika w bulwach. Późniejsze badania Sawickiej [2002], na nowszej serii polskich odmian wykazały nawet wyższą zawartość inuliny, niż uzyskana w badaniach własnych. Prawdopodobnie różnice te wy-

nikają ze zmienności fenotypowej odmian, badanych w zmiennych warunkach pola uprawnego.

Czynnikiem modyfikującym zawartość inuliny okazało się nawożenie mineralne. Wniesienie azotu w dawce do  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ , w formie tak amidowej, jak i azotanowo-amonowej, na tle nawożenia fosforowo-potasowego, wpłynęło korzystnie na wartość badanej cechy; przy czym jedynie dawka  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  dawała istotne zwiększenie wartości tej cechy, w stosunku do obiektu kontrolnego, ale już kolejne dawki azotu nie powodowały istotnego wzrostu, w stosunku do dawki poprzedniej. Sawicka [2002] obserwowała podwyższenie zawartości inuliny po zastosowaniu nawożenia w wysokości  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Mikos-Bielak i in. [2000], Cieślak i in. [2005] podkreślają również, że dawka azotu jest jednym z głównych czynników wpływających na zawartość inuliny, jako najważniejszego składnika ich suchej masy.

Wykorzystanie azotu z nawozów przez rośliny słonecznika bulwiastego było zróżnicowane w zależności od formy nawozu azotowego. Forma amidowa oddziaływała zwykle korzystniej na zawartość suchej masy w bulwach, niż forma azotanowo-amonowa. Podobną zależność obserwowano w przypadku inuliny, gdzie korzystniejsza okazała się forma amidowa, chociaż nie udowodniono statystycznie tej zależności. W literaturze zdania na ten temat są podzielone. Zdaniem Graty i in. [1999] i Grześkowiaka [2006] forma saletrzano-amonowa azotu, która łączy w sobie cechy formy saletrzanej (pogłówniej) i amonowej (przedsiewnej), jest najbardziej uniwersalną formą nawozów azotowych. Forma amidowa azotu, występująca w moczniku, powinna ulec w glebie rozkładowi, najpierw do formy amonowej a później dopiero do saletrzanej. Jest zatem, w ich opinii, formą wolniej działającą, bardziej uniwersalną i powoduje najmniejsze zasolenie gleby, 2-4-krotnie niższe niż pozostałe nawozy azotowe. Powoduje też mniejszą akumulację azotanów w roślinie [Grata i in. 1999, Grześkowiak 2006].

Badane odmiany reagowały odmiennie na nawożenie mineralne. Odmiana Albik wzrostem zawartości suchej masy w bulwach, reagowała na nawożenie dawką  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ , w formie amidowej. W przypadku odmiany Rubik tylko dawka  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ , w formie amidowej, na tle nawożenia PK, dawała najlepszy efekt, acz nieudowodniony statystycznie. Pozostałe kombinacje nawozowe powodowały spadek zawartości suchej masy w bulwach, chociaż nieudowodniono tego statystycznie. Może to być spowodowane tym, że odmiany te odznaczają się dużym zróżnicowaniem suchej masy w reakcji na stosowany azot i jego formę, stąd też zapotrzebowanie na ten składnik należy rozpatrywać w odniesieniu do poszczególnych genotypów [Sawicka 1998, 2002, Sawicka, Kalembasa 2008, 2013].

Ustalanie potrzeb nawozowych słonecznika bulwiastego, względem azotu, który należy dostarczyć roślinom w postaci nawozów mineralnych winna, zdaniem Grzebisza [2003, 2008], Grzebisza i Potarzyckiego [2003], Sawickiej i Kalembasy [2008, 2013] uwzględniać kilka źródeł tego pierwiastka zabezpieczających wymagania pokarmowe, takich jak: ilość azotu, którą roślina pobiera z materii organicznej, rozkładających się resztek poźniwnych przedplonu oraz z nawozów naturalnych. W celu zbilansowania dawki azotu obok znajomości „historii pola” potrzebna byłaby też dodatkowa, wiosenna analiza gleby na zawartość azotu mineralnego, bezpośrednio dostępnego dla roślin.



## Wnioski

1. Nawożenie azotem wywierało istotny wpływ na zawartość suchej masy i inuliny w bulwach *Helianthus tuberosus*, w porównaniu z obiektem kontrolnym.
2. Wniesienie azotu w ilości do 100 kg N·ha<sup>-1</sup>, w formie azotanowo-amonowej, łącznie z nawozami PK, istotnie zwiększały zawartość inuliny w bulwach *Helianthus tuberosus*.
3. Optymalną dawką azotu dla odmiany Albik, ze względu na zawartość suchej masy, było 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, w formie azotanowo-amonowej, zaś w przypadku odmiany Rubik najkorzystniejszą okazała się aplikacja 50 kg N·ha<sup>-1</sup>, w formie amidowej, na tle nawożenia fosforowo-potasowego, w porównaniu z obiektem nawożonym PK.
4. Generalnie forma amidowa oddziaływała korzystniej na zawartość suchej masy i inuliny w bulwach niż forma azotanowo-amonowa.
5. Wysoka zawartość inuliny w bulwach odmian Albik i Rubik daje możliwość ich wielokierunkowego wykorzystania, co może zapewnić podstawę surowcową dla przemysłu przetwórczego. Pozwoli to na zapewnienie źródła surowców do produkcji: żywności probiotycznej, pasz, inuliny, fruktooligosacharydów i etanolu.

## Piśmiennictwo

1. Cieślik E., Kopeć A., Prażnik W. 2005: Healthy properties of Jerusalem artichoke flour (*Helianthus tuberosus* L.). EJPau, Food Science and Technology, 8, 2, <http://ejpau.media.pl/volume8/issue2/art-37.html>.
1. Cieślik E., Gębusia A., Florkiewicz A. 2011: The content of protein and of amino acids in Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) of red variety rote zonenkugel. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria 10(4), 433-441.
2. Cisowski W., Włodarczyk M. 2006: Naturalne polisacharydy oraz korzyści i ryzyko ich stosowania w profilaktyce i terapii. Herba Polonica 52(3), 18.
3. Danilčenko H., Jariené E., Aleknavičienė P., Gajewski M. 2008: Quality of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers in relation to storage conditions. Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj. 36(2), 23-27.
4. Danilčenko H., Jariené E., Gajewski M., Sawicka B., Kulaitiene J., Cerniauskiene J. 2013: Zmiany zawartości aminokwasów w bulwach odmian topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.) podczas przechowywania. Acta Sci. Polonorum Hortorum Cultus 12(2), 97-105.
5. Ekholm P., Eurola M., Venalainen E.R. 2005: Se content of foods and diets in Finland. Proceedings, Twenty Years of Se Fertilization; 8-9 September; Helsinki, Finland, 39-45.
6. Edelman J., Jeeoord T. G. 2006: The Mechanisim of Fructosan Metabolism in Higher Plants as Exemplified in *Helianthus tuberosus*. New Phytologist, 67(3), 517-531. Article first published online: 2 MAY 2006, DOI: 10.1111/j.1469-8137.1968.tb05480.x
7. Florkiewicz A., Cieślik E., Filipiak-Florkiewicz A. 2007: Wpływ odmiany i terminu zbioru na skład chemiczny bulw topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3(52), 71-81.

8. Georgescu L.A., Stoica I. 2005: Studies Concerning the Dynamic of Enzyme Hydrolyse on the Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) Inulin. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI – Food Technology, 1, 77–81.
9. Grata K., Latała A., Krzyśko-Łupicka T., Nabradalik M. 1999: Wpływ fosforanu mocznika z bentonitem na mikroflorę gnojowicy drobiowej. Med. Wet., 55(8), 546-549.
10. Grzebisz W. 2003: Pierwiastki w środowisku-Fosfor. Journal of Elementology, 8/3 (Supplement).
11. Grzebisz W. 2008: Nawożenie roślin uprawnych. Podstawy nawożenia. PWRiL, Warszawa, ISBN: 9788309990086.
12. Grzebisz W., Potarzycki J. 2003: Czynniki kształtujące pobieranie fosforu przez roślinę. Journal of Elementology. 8(3) (Supplement), 47-59.
13. Grzelak K. 2006: Cebula, jako źródło prebiotyków w okresie jesienno-zimowym. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2(47), 67-75.
14. Grześkowiak A. 2006: System nawożenia "POLICE". [http:// www.poli-foska.pl](http://www.poli-foska.pl)
15. Kleessen B., Schwarz S., Boehm A., Fuhrmann H., Richter A., Henle T., Krueger M. 2007. Jerusalem artichoke and chicory inulin in bakery products affect faecal microbiota of healthy volunteers. British Journal of Nutrition, 98, 540–549.
16. Koops A. J., Jonker H. H. 1996: Purification and Characterization of the Enzymes of Fructan Biosynthesis in Tubers of *Helianthus tuberosus* Colombia. II. Purification of Sucrose: Sucrose 1-Fructosyltransferase and Reconstitute.
17. Mattila P., Hellström J. 2007: Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products, <http://www.aseonfood.info/Articles/11018567.pdf>
18. Mikos-Bielak M., Sawicka B., Czeczko R. 2000: Factors modifying the content and quality of proteins in *Helianthus tuberosus* tubers. Proceedings of the 3RD International Conference on Predictive modelling in Foods. 12-15 September, Leuven, Belgium, 188-193.
19. Prażnik W., Cieślik E., Filipiak A. 1998: The influence of harvest time on the content of nutritional components in tubers of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Proceedings of the Seventh Seminar on Inulin, Louvain, Belgia, 154-157.
20. Roberfroid M. B. 2007: Inulin – Type Fructans: Functional Food Ingredients J. Nutr. 137, 2493-2502.
21. Saengthongpinit W., Sajjaanantakul T. 2005: Influence of harvest time and storage temperature on characteristics of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. Postharvest Biology and Technology 37, 93-100.
22. Sawicka B. 1998: Zmienność fenotypowa niektórych biopierwiastków w bulwach *Helianthus tuberosus* L [w:] Biopierwiastki w naszym życiu. Wyd. Pol. Art. Lublin, 110-116.
23. Sawicka B. 1999: Możliwość wykorzystania słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.) jako warzywa. Plant Breeding Symposium: Horticulture Plant Breeding to Start with XXI Century. Lublin, 4–5 February, 95–98.

24. Sawicka B. 2002: Zmienność składu chemicznego bulw *Helianthus tuberosus* L. w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., 484, 573-579.
25. Sawicka B., Kalembasa D. 2008: Zmienność zawartości makroelementów w bulwach *Helianthus tuberosus* L. pod działaniem zróżnicowanego nawożenia azotem. Acta Sci. Pol., Agricultura 7(1), 67-82.
26. Sawicka B., Kalembasa S. 2013: Fluctuation of protein nitrogen level in tubers of *Helianthus tuberosus* L. caused by varying levels of nitrogen fertilization. Ecological Chemistry and Engineering. Ecol. Chem. Eng. A. 20(2): 213-223. DOI:10.2428/ecea.2013.20(02)022
27. Świątkiewicz S., Świątkiewicz M. 2008: Zastosowanie fruktanów o właściwościach prebiotycznych w żywieniu zwierząt gospodarskich., Medycyna Wet., 64(8), 987-990.
28. Szambelan K., Nowak J. 2006. Acidic and enzymatic hydrolysis of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers for further ethanol production. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue4/art-38.html>
29. Szambelan K., Nowak J. Czarnecki Z. 2004: Use of *Zymomonas mobilis* and *Saccharomyces cerevisiae* mixed with *Kluyveromyces fragilis* for improved ethanol production from Jerusalem artichoke tubers. Biotechnology Letters 26, 845-848.