

**WYMAGANIA BIOTOPOWE W ROZMNAŻANIU WEGETATYWNYM
TOPINAMBURU (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.)
W WARUNKACH UPRAWY WAZONOWEJ**

**BIOTOPE REQUIREMENTS IN VEGETATIVE REPRODUCTION
OF JERUSALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.)
IN THE CONDITIONS OF POT CULTIVATION**

Franciszek Boroń

ABSTRACT

Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) is angiosperm plant from asteraceae family and helianthus genus. Place of origin is North America. Because of easy crop and wide range of applications (edible plant, fodder and crops as decoration) was really fast exported in the world. It was possibly due to low needment of crop and potential generative reproduction as well as vegetative. Vegetative reproduction (genderless, agamic) don't need generative cells – gametes. Daughter individuals grow from fragments of parent plants. Therefore they are genetically identical to the organism they come from. In this type of reproduction the daughter organism receives a similar set of genes to the parent organism therefore, it will be the same. The process of vegetative reproduction enables duplication of valuable features selected as a result of outcrosses.

Usable part of Jerusalem artichoke are underground bulbs, which comprise a lot of valuable nutrients such as minerals (mainly potassium, copper, magnesium, calcium, iron), vitamins (including vit. C and B1), carbohydrates (primarily inulin, starch and monosaccharides), silica and organic acids. Roots are thin, they can have around 1, 2 metres of length, at the edge grows shoot bulbs, which beside on to potato bulb are extended. Size and speed of growing root bulbs is quality of several individuals, so to vegetative reproduction important is choice big and ripe bulbs. Because of topinambur's goodness, sill of effective vegetative reproduction could in big way enrich daily diet and change alimentary custom head to healthy nutrition. Goal of research was analysis environment conditions (humidity of substrate, affluance of nitrogen and potassium salts and availability of light in plant's growth and in consequently increase roots bulbs. In experimental crops use four portions roots bulbs at 3 centimeters of length. Every crop conducted in differents conditions. Variables were: affluance of nitrogen salts, affluance of potassium salts, humidity of substrate 80% and south display crop, humidity 60% and north. Experiment lasts since September 2020 to June 2021. Results survey of roots bulbs size allowed to assessment influence of biotope conditions on intensity growth plants roots bulbs.

Słowa kluczowe: bulwy korzeniowe, rozmnażanie wegetatywne, wartości odżywcze, sole mineralne

Key words: root tubers, vegetative reproduction, nutritional value, mineral salts

Franciszek Boroń, kl. I, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im. Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: franek.boron@wp.pl

Opiekun merytoryczny/*Guardian substantive*: dr hab. Małgorzata Anna Józwiak

Wprowadzenie

Pobieranie przez roślinę związków nieorganicznych z roztworu glebowego, czyli składników mineralnych, to podstawa prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin lądowych. Analizy chemiczne budowy roślin wykazały występowanie około 50 różnych pierwiastków wchodzących w ich skład, ale tylko 13, takich jak: azot, potas, wapń, magnez, fosfor, siarka, chlor, żelazo, miedź, bor, cynk, mangan, molibden, uznaje się za niezbędne dla ich życia. Kryterium niezbędności uzyskały te pierwiastki, których brak może powodować powstawanie zaburzeń w procesach życiowych w sytuacji, gdy badany pierwiastek zostanie usunięty ze środowiska życia organizmu. Oprócz 13 niezbędnych pierwiastków w organizmie rośliny mogą występować także takie, które określane są jako pierwiastki korzystne. Do pierwiastków korzystnych zaliczane są: sód, krzem, kobalt, glin i wanad. Ze względu na procentowy udział poszczególnych pierwiastków w suchej masie roślin klasyfikuje się je jako makroelementy występujące w ilościach powyżej 0,1% suchej masy. Zalicza się do nich: azot, potas, wapń, magnez, fosfor i siarkę oraz występujące w ilościach poniżej 0,1% suchej masy nazywane mikroelementami. Do tej grupy należą: chlor, żelazo, miedź, bor, cynk, mangan, molibden, nikiel. Poza pierwiastkami pobieranymi z gleby w postaci jonów w organizmach roślinnych występują w znacznych ilościach pierwiastki pobierane jako woda i dwutlenek węgla. Są to: węgiel, wodór, tlen. Jeśli u roślin lądowych, u których źródłem soli mineralnych są wodne roztwory glebowe, obserwuje się przewlekłe niedobory wymienionych pierwiastków wówczas powoduje to zahamowanie wzrostu roślin i żółknięcie liści. Aby takie sytuacje nie miały miejsca rośliny, zapewniają sobie pełny dostęp do pierwiastków, wchodząc w typ oddziaływań międzygatunkowych określanych jako mikoryza. Umożliwia ona dostarczanie przez grzyba do korzeni roślin zarówno makroelementów, jak i mikroelementów. Grzybnia może łączyć wiele roślin, tworząc sieć mikoryzową, zapewniającą wspólną gospodarkę mineralną wielu roślinom.

Jednym z podstawowych makroelementów jest azot, dlatego nawozy azotowe to jedne z najpopularniejszych środków wspomagających plonowanie ponieważ wpływają na wzrost masy zielonej. Przy niedoborze azotu rośliny słabo się krzewią, nie tworząc pędów bocznych, mają strzelisty pokrój oraz słabe i szybko opadające liście. Brak azotu obniża jakość plonu – powoduje skrócenie i osłabienie łodyg, obniżenie poziomu chlorofilu w roślinie oraz skrócenie okresu wegetacji. Aby temu zapobiec należy stosować nawozy

azotowe. Wynika to z faktu, że zawierają azot, główny składnik pokarmowy roślin, niezbędny do syntezy białek. Źródłem azotu oprócz roztworów soli mogą być również bakterie diazotoficzne zdolne do diazotrofii, czyli przyswajania przy użyciu enzymu nitrogenazy azotu cząsteczkowego (N_2), występującego w atmosferze. Niektóre z tych bakterii żyją na powierzchni korzeni lub w przestworach międzykomórkowych tkanek roślinnych. Mogą bezobjawowo kolonizować tkanki gospodarza lub tworzyć specjalne narośla powstające z przerośniętej tkanki miększowej korzeni (bakterie brodawkowe). Rośliny, które nie żyją w symbiozie z bakteriami azotowymi, wchłaniają azot w postaci wodnych roztworów, czyli jonów azotanowych i amonowych. Jony te są obecne w wodzie i glebie na skutek procesów gnilnych, a także działania wolno żyjących bakterii azotowych. Rośliny pobierają je dzięki działaniu strefy włósnikowej w swoich systemach korzeniowych, a następnie przekształcają je w aminokwasy, z których budowane są białka (Gumiński 1990; Król, Zielewicz-Dukowska 2005).

Drugą grupą soli mineralnych, wspomagających plonowanie, są nawozy potasowe, których głównym składnikiem jest potas w formie kationu K^+ , niezbędny w międzymembranowym transporcie elektronów podczas asymilacji dwutlenku węgla i biosyntezy związków organicznych. Wprowadza się go zwykle w postaci nawozów wieloskładnikowych jako nawozy potasowo-magnezowe. Gleby są ubogie w ten składnik pokarmowy, dlatego jego niedobór powoduje mniejsze wytwarzanie cukrów przez tkanki roślinne. Do objawów wskazujących na brak potasu należą również skręcone i wysuszone krawędzie liści, słaby przyrost rośliny, zmiana koloru liści na żółty lub brązowy, pojawienie się czerwonych plamek, a pędy pozbawione są nowych pąków. Ponieważ wartości odżywcze roślin zależą od ich składu chemicznego/pierwiastkowego, ważne jest, aby rośliny uprawne, przeznaczone do konsumpcji, miały nieograniczony dostęp do pierwiastków biogennych, makroelementów i mikroelementów. Do roślin takich należy topinambur. Częścią użytkową topinamburu są podziemne bulwy (ryc. 1), zawierające wiele wartościowych składników odżywczych, takich jak: minerały (głównie potas, miedź, magnez, wapń, żelazo), witaminy (m.in. wit. C i B1), węglowodany (przede wszystkim inulina, a także skrobia i cukry proste), krzemionki oraz kwasy organiczne. Bulwy topinamburu ze względu na obecność cukrów prostych mają słodkawy smak, a jego substancje odżywcze pomagają oczyszczać organizm z toksyn, przyczyniają się do rozwoju symbiotycznej flory bakteryjnej w układzie pokarmowym oraz działają odpornościowo. Za-

warta w nich inulina pomaga utrzymać w organizmie prawidłowy poziom cukrów, dlatego spożywanie bulw poleca się szczególnie osobom chorym na cukrzycę. Jeśli wyselekcjonowane w uprawie rośliny topinamburu wytwarzają duże ilości dorodnych bulw korzeniowych, dobrze jest powielić tak otrzymany materiał i wykorzystywać go do obfitego plonowania. Najprostszą metodą rozmnażania roślin o pożądanych cechach jest rozmnażanie wegetatywne. Rozmnażanie wegetatywne (bezpłciowe, agamiczne) to rozmnażanie, podczas którego nie są wytwarzane komórki generatywne (gamety). W tym rozmnażaniu organizm potomny powstaje z części organizmu rodzicielskiego, np. odrastanie ramion rozgwiezdy lub tworzenie bulw u roślin. W tym typie rozmnażania organizm potomny otrzymuje podobny zestaw genów jak organizm rodzicielski, co zapewnia dobre plonowanie prowadzonych upraw z roślinami o pożądanych cechach (Podbielkowski 1989; Szweykowska, Szweykowski 2007; Szweykowska, Szweykowski 2008).

Celem prowadzonego eksperymentu była ocena wpływu zróżnicowanych warunków biotopowych na przyrost bulw korzeniowych topinamburu rozmnażanego wegetatywnie.



Fot. 1 Bulwy podziemne topinamburu

Photo 1. Underground Jerusalem artichoke tubers

Źródło/Source: <https://www.bing.com/images/search?q=bulwy+topinamburu&qpv=bulwy+topinamburu&form=IGRE&first=1&tsc=ImageBasicHover>

Materiały i metody

Rozmnażanie topinamburu odbywa się wyłącznie wegetatywnie za pomocą bulw. W celu przeprowadzenia eksperymentu przygotowano dwie uprawy tej rośliny (fot. 2). Uprawy trwały od września do lipca. Przygotowanie uprawy wazonowej wymagało odpowiedniego podłoża dla wzrostu rośliny. Pierwszy wazon wypełniono glebą ubogą w substancje odżywcze. Była to gleba

z dużą ilością piasku, pobrana z nieużytków porastanych roślinnością o mało zróżnicowanym składzie gatunkowym. Zgodnie z bonitacyjną klasyfikacją gleb zaliczona została do klasy V–VI, czyli gleb ornich słabych lub najslabszych. Drugi wazon wypełniono glebą o I–II klasie bonitacji, czyli gleb ornich najlepszych lub bardzo dobrych. W każdym wazonie umieszczono po 3 bulwy topinamburu (fot. 3) na głębokości 15 cm. Były to kawałki o masie 40 g, a na każdym z nich znajdowało się od 4 do 6 oczek (fot. 4). Każdą z dwóch upraw umieszczono w odmiennych warunkach doświetlenia. Uprawę o ubogim podłożu prowadzono w miejscu zacienionym i nie stosowano zasilania gleby solami mineralnymi. Uprawę w glebie o najwyższej i bardzo dobrej klasie bonitacyjnej pozostawiono w miejscu długotrwałego naświetlenia oraz cyklicznie stosowano nawozy mineralne. Była to sól potasowa sylwinit. Jest skoncentrowana, ale o bardzo dobrej rozpuszczalności w wodzie, zawiera 60-procentowe stężenie tlenu potasu (K_2O). Każdą uprawę obficie podlewano. Wybijałe pędy skracano i okopywano. Temperatura zapewniona roślinom mieściła się w przedziale 20–22°C (temperatura pokojowa). Po zakwitaniu usunięto część kwiatów, co mogło przyczynić się do większego gromadzenia materiałów zapasowych w bulwach.



Fot. 2. Uprawa wazonowa topinamburu (Fot. Boroń)

Photo 2. Topinambour cultivation in a vase (Photo Boroń)



Fot. 3. Wyszadzone bulwy topinamburu (Fot. Boroń)

Photo 3. Planted Jerusalem artichoke tubers (Photo Boroń)



Fot. 4. Oczka na bulwce topinamburu (Fot. Boroń)
 Photo 4. Eyelets on a Jerusalem artichoke tuber (Photo Boroń)

Charakterystyka obiektu badań

Topinambur/słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus* L.) to gatunek rośliny okrytonasiennej z rodziny astrowatych (*Asteraceae*), należący do rodzaju słonecznik. Pochodzi z Ameryki Północnej, gdzie roślina zasiedla brzegi zbiorników wodnych, wilgotne łąki, przydroża, polany i tereny ruderalne. Osiąga średnio 1–2 m wysokości, ale może dorastać do 3 m (Vaughan, Geissler 2001; Rutkowski 2004).

Jego łodygi są silne, pokryte białymi włoskami. Liście są duże, jajowate lub lancetowate. Brzegi liści są mocno piłkowane. Cała powierzchnia liści porośnięta jest szorstkimi włoskami. Kwiaty topinamburu są duże, żółte, o budowie charakterystycznej dla rodziny astrowatych. Składają się z kwiatów języczkowych i rurkowych. Rozwijają się latem i jesienią na szczycie pędów. Koszyczkowe kwiaty, przypominają kwiaty spokrewnionego z nim słonecznika szorstkiego. Zebrane w koszyczki kwiaty, których zazwyczaj jest od 3 do 15, znajdują się na szypułkach osiągających długość do 15 cm. Kwiaty są owadopylne, najczęściej zapylane przez motyle i pszczoły. Warunkiem kwitnienia jest długie nasłonecznienie i ciepłe lato. W naszej strefie klimatycznej topinambur rozmnażany jest tylko wegetatywnie.

Owoce jest nielupka. W klimacie europejskim roślina nie wytwarza nasion. Korzenie są cienkie, mogą mieć około 1, 2 m długości, a na ich końcach wyrastają bulwy pędowe, które w porównaniu z bulwami ziemniaka są wydłużone. Ze względu na jego zastosowanie (roślina jadalna, pastewna i uprawiana jako ozdoba) jest rozpowszechniony na całym świecie dzięki stosunkowo niewielkim wymaganiom uprawowym. Topinambur preferuje wilgotną, dobrze przepuszczalną glebę nie znosi suszy (Bzdęga i in. 2009; Pawłowski, Jasiewicz 1971).



Fot. 5. Bulwy i kwiaty topinamburu
 Photo 5. Jerusalem artichoke tubers and flowers
 Źródło/Source: <https://www.bing.com/images/search?q=s%C5%82onecznik%20bulwiasty&qsn&form=QBIR&sp=1&ghc=1&pq=s%C5%82onecznik%20bulwiasty&sc>

Wyniki

Uprawę prowadzono w dwóch donicach przez okres 10 miesięcy. W każdej donicy wsadzono po 3 bulwy. W uprawach zróżnicowano warunki podłoża glebowego (ziemia bardzo urodzajna i bardzo uboga w składniki mineralne). Uprawę na glebie urodzajnej przez cały okres dodatkowo zasilano potasowymi solami mineralnymi, natomiast rośliny uprawiane na glebie ubogiej nie były zasilane. Uprawa wzbogacana minerałami eksponowana była w miejscu długotrwałe nasłonecznionym. Uprawa z uboższego podłoża pozbawiona była możliwości długotrwałego doświetlenia – rosła w miejscu zacienionym. Pozostałe parametry, takie jak wilgotność i temperatura były jednakowe dla obu upraw. W lipcu ścięto rośliny i policzono bulwy wytworzone w każdej uprawie przez każdą z trzech rosnących w donicy roślin. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli, porównując liczbę bulw roślin zasilanych i nasłonecznionych z roślinami niezasilanymi, uprawianymi w zacienieniu (tab. 1). Wzrost i rozwój roślin przebiegał zgodnie z biologią rozwoju gatunku

Tabela 1. Liczba wytworzonych bulw w dwóch prowadzonych uprawach
 Table 1. Number of tubers produced in two cultivated crops

Uprawa	Liczba wytworzonych bulw				
	Roślina 1	Roślina 2	Roślina 3	Liczba bulw w każdej donicy	Średnia liczba bulw wytworzonych przez jedną roślinę
I wzbogacona solami mineralnymi, długotrwanie naświetlana	24	48	27	99	33
II W ubogiej glebie, zacięta	21	29	37	87	29

i pojawianiem się kolejnych faz fenologicznych. Pierwsze zawiązki liści wyrastające z zasadzonych bulw pojawiły się w trzecim tygodniu od posadzenia (fot. 6, 7). Części asymilacyjne – łodyga, pędy boczne i liście, rozwijały się stopniowo w miarę wzrostu rośliny. Po osiągnięciu 60–70 cm roślina wytworzyła pąki kwiatowe i rozwinęła wiele żółtych kwiatów.



Fot. 6, 7. Pierwsze zawiązki liści – trzeci tydzień uprawy (Fot. Boroń)
 Photo 6, 7. First leaf buds – third week of cultivation (Photo Boroń)

Podsumowanie

Topinambur uprawiany jest w celach konsumpcyjnych lub używany jako roślina pastewna. Znalazł również zastosowanie jako alternatywne źródło biomasy.

W formie peletu używany jest w ciepłowniach. Wykazuje właściwości lecznicze. Zawarta w bulwach inulina, w połączeniu z pektynami i błonnikiem, wiąże dużą ilość szkodliwych związków (metali ciężkich, cholesterolu, kwasów tłuszczowych) oraz pobudza kurczliwość ścian jelit, co pobudza ich perystaltykę. Jest źródłem do otrzymywania leku topinuliny przeznaczonego dla chorych na cukrzycę. Bulwy zawierają do 85% wody, natomiast sucha masa zawiera od 12–15% inuliny, białka i tłuszcze stanowią znikomą część. Wartość odżywcza 100 g bulwy wynosi 20 kcal (Piskier 2009). Można uprawiać go przez 2–3 lata w tym samym miejscu, zbierając tylko część plonów, gdyż pozostawione w ziemi bulwy ze względu na mrozoodporność rozwiną się w kolejnym sezonie wegetacyjnym. Dłuższa uprawa w tym samym miejscu zmniejsza plonowanie (fot. 8, 9).

Wnioski

1. Uprawa topinamburu w warunkach kultury wazonowej przebiega zgodnie z następstwem faz fenologicznych.
2. Rośliny rosnące na bogatej w sole mineralne glebie, jak i rosnące na glebie ubogiej wytworzyły porównywalną liczbę bulw (99, 87).
3. Dostęp światła wpływa na czas zakwitania rośliny, przyspieszając go w stosunku do rośliny uprawianej w zacięciu.
4. Utrudnieniem uprawy jest duża wysokość rośliny, ponieważ wymaga okopywania, przycinania i podpór.
5. Wartości zdrowotne przemawiają za uprawą i konsumpcją bulw topinamburu.



Fot. 8, 9. Plonowanie bulw

Photo 8, 9. Yielding tubers

Źródło/Source: <https://www.futuregardens.pl/topinambur-slonecznik-bulwiasty-helianthus-tuberosus.html>.

Literatura

- Bzdęga K., Nowak T., Tokarska-Guzik B., 2009, Słonecznik bulwiasty. W: Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski. Z. Dajdok, P. Pawlaczyk (red.). Świebodzin: Wydawnictwo Klubu Przyrodników, s. 102-104.
- Gapiński M., 1993, Bulwa. W: Warzywa mało znane i zapomniane. Marian Gapiński (red.) Poznań: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 164-165.
- Gumiński S., 1990, Fizjologia glonów i sinic. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, ISBN 83-229-0372-3.
- Król M.J., Zielewicz-Dukowska J., 2005, Genetyczne aspekty wiązania N bakterii z rodzaju *Azospirillum*. „Postępy Mikrobiologii” 44, 1, s. 47-56.
- Lamer-Zarawska E., Kowal-Gierczak B., Niedworok J. (red.), 2007, Fitoterapia i leki roślinne. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, s. 215-216. ISBN 83-200-3401-1. OCLC 750093865.
- Łuczaj Ł., 2004, Dzikie rośliny jadalne Polski. Krosno: Chemigrafia, s. 199-200. ISBN 83-904633-6-9.
- Pawłowski B., Jasiewicz A. (red.), 1971, Flora Polska, t. 12. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, s. 194-195.
- Piskier T., 2009, Potencjał energetyczny topinamburu. „Problemy Inżynierii Rolniczej” 1, s. 133-136.
- Podbielkowski Z., 1989, Słownik roślin użytkowych. Warszawa: PWRiL, ISBN 83-09-00256-4.
- Rutkowski L., 2004, Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 356, ISBN 83-01-14342-8.
- Szweykowska A., Szweykowski J., 2007, Botanika

Systematyka, t. 2, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, ISBN 978-83-01-13945-2.

Szweykowska A., Szweykowski J., 2008, Botanika Morfologia, t. 1, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, ISBN 978-83-01-13946.

Vaughan J.G., Geissler C.A., 2001, Rośliny jadalne. Warszawa: Prószyński i S-ka, s. 188. ISBN 83-7255-326-2.

Netografia

<https://www.futuregardens.pl/topinambur-slonecznik-bulwiasty-helianthus-tuberosus.html>.

<https://www.bing.com/images/search?q=s%C5%82onecznik%20bulwiasty&qsn&form=QBIR&sp=1&ghc=1&pq=s%C5%82onecznik%20bulwiasty&sc>.

<https://www.bing.com/images/search?q=bulwy+topinamburu&qpv=bulwy+topinamburu&form=IGRE&first=1&tsc=ImageBasicHover>

STRESZCZENIE

Topinambur/słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus* L.) jest rośliną okrytonasienną z rodziny astrowatych z rodzaju słonecznik. Krainą pochodzenia jest Ameryka Północna. Ze względu na łatwość uprawy i szerokie zastosowanie (roślina jadalna, pastewna i uprawiana jako ozdoba) został bardzo szybko rozpowszechniony na całym świecie. Było to możliwe dzięki stosunkowo niewielkim wymaganiom uprawowym oraz możliwości zarówno rozmnażania generatywnego

jak też wegetatywnego. Rozmnażanie wegetatywne (bezpłciowe, agamiczne) nie wymaga obecności komórek generatywnych-gamet. Osobniki potomne powstają z fragmentów organizmu rodzicielskiego. Są więc identyczne genetycznie z organizmem z którego zostały wyodrębnione. W tym typie rozmnażania organizm potomny otrzymuje podobny zestaw genów co organizm rodzicielski będzie więc taki sam. Proces rozmnażania wegetatywnego umożliwia powielanie cennych cech wyselekcjonowanych w wyniku krzyżówek.

Częścią użytkową topinamburu są podziemne bulwy, zawierające szereg wartościowych składników odżywczych takich jak minerały (głównie potas, miedź, magnez, wapń, żelazo), witaminy (m.in. wit. C i B1), węglowodany (przede wszystkim inulina, a także skrobia i cukry proste), krzemionki oraz kwasy organiczne. Korzenie są cienkie, mogą mieć około 1,2m długości, a na ich końcach wyrastają bulwy pędowe, które w porównaniu do bulw ziemniaka są wydłużone. Wielkość i szybkość wzrostu bulw korzeniowych jest cechą poszczególnych osobników, dlatego do rozmnażania wegetatywnego ważny jest wybór bulw dużych, dorodnych. Ze względu na wartości odżywcze topinamburu, umiejętność skutecznego rozmnażania wegetatywnego może w istotny sposób wzbogacić codzienną dietę i zmienić nawyki pokarmowe zmierzające w kierunku zdrowego odżywiania. Celem prowadzonych badań była analiza warunków środowiskowych (wilgotność podłoża, zasobność w sole azotowe i potasowe oraz dostępność światła w rozwoju rośliny a w konsekwencji przyrostu bulw korzeniowych. W uprawach badawczych wykorzystano cztery fragmenty bulw korzeniowych o długości 3cm. Każdą uprawę prowadzono w odmiennych warunkach. Zmiennymi były: dostępność soli azotowych, dostępność soli potasowych, wilgotność podłoża 80% i wystawa południowa uprawy oraz wilgotność 60% i wystawa północna. Eksperyment trwał od września 2020 r. do czerwca 2021 r. Wyniki pomiarów wielkości bulw korzeniowych pozwoliły na ocenę wpływu warunków biotopowych na intensywność wzrostu bulw korzeniowych rośliny.