Natalia Szołucha[1], Alicja Baranowska[2]
Akademia Bialska im. Jana Pawła II
Koło Naukowe Studentów Zakładu Rolnictwa
https://doi.org/10.29316/9788368103137_22

WYBRANE CECHY BIOMETRYCZNE SAŁATY SIEWNEJ W ZALEŻNOŚCI OD METODY UPRAWY

SELECTED BIOMETRIC TRAITS OF LETTUCE IN RELATION TO CULTIVATION METHOD

Streszczenie

W Polsce sałata siewna jest popularnym warzywem liściowym, chętnie spożywanym, zwłaszcza wiosną. W pracy wykorzystano wyniki badań pochodzące eksperymentu z uprawą sałaty siewnej. Sałatę uprawiano pod osłonami w systemie konwencjonalnym i hydroponicznym. Nasiona wysiewano w dwóch terminach (wiosennym i jesiennym). Celem eksperymentu było określenie wpływu terminu siewu nasion sałaty oraz metod uprawy (uprawa konwencjonalna i hydroponiczna) na wybrane cechy biometryczne roślin. W wyniku przeprowadzonego eksperymentu, stwierdzono, że wiosenny termin siewu nasion sałaty w porównaniu do terminu jesiennego korzystniej wpływał na wybrane cechy biometryczne roślin – zarówno w systemie konwencjonalnym, jak również w systemie hydroponicznym.

Słowa kluczowe: sałata siewna, uprawa sałaty pod osłonami, uprawa konwencjonalna, uprawa hydroponiczna

Summary

In Poland, lettuce is a popular leaf vegetable, eagerly eaten, especially in spring. The work uses research results from an experiment on lettuce cultivation. Lettuce was grown under cover in a conventional and hydroponic system. The seeds were sown on two dates (spring and autumn). The aim of the experiment was to determine the influence of the sowing date of lettuce seeds and cultivation methods (conventional and hydroponic cultivation) on selected biometric features of plants. As a result of the experiment, it was found that the spring sowing date of lettuce seeds, compared to the autumn date, had a more beneficial effect on selected biometric features of plants – both in the conventional system and in the hydroponic system.

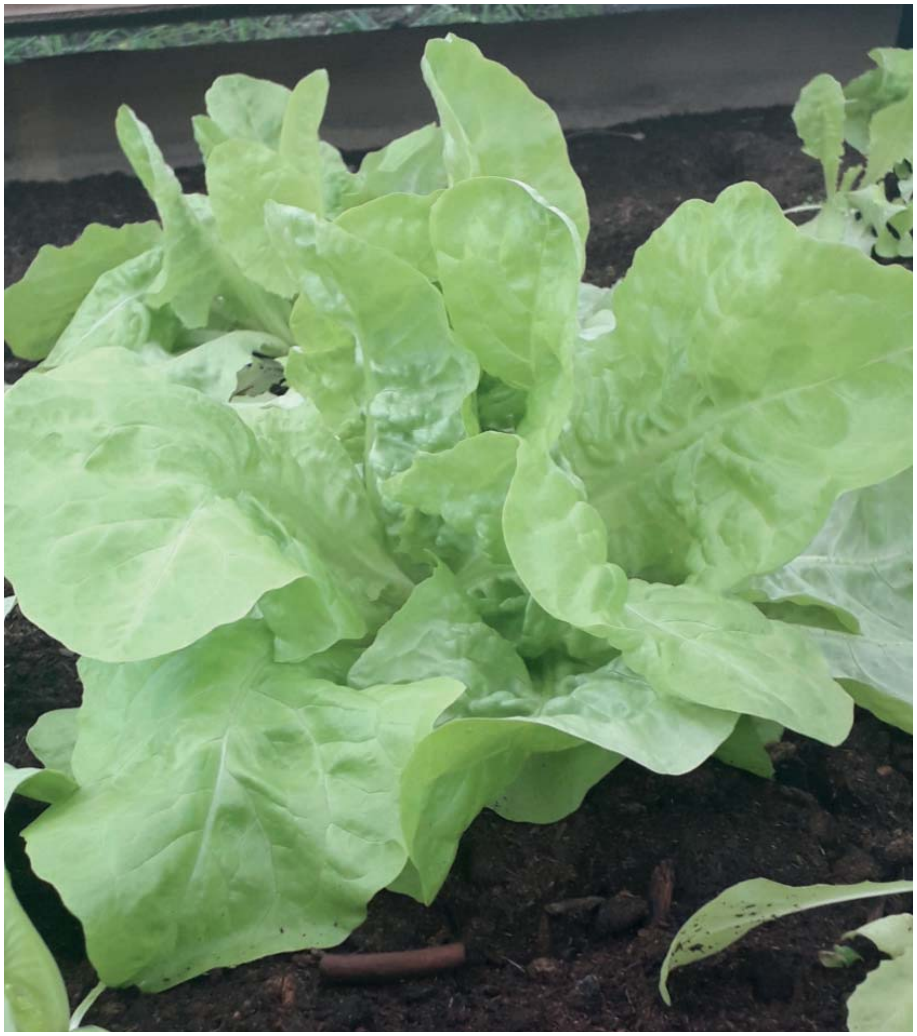
Keywords: lettuce, lettuce cultivation under cover, conventional cultivation, hydroponic cultivation

[1] inż., szoluchanatalia@gmail.com
[2] dr inż., https://orcid.org/0000-0003-0998-1944, a.baranowska@dyd.akademiabialska.pl

Wstęp

Sałata siewna (*Lactuca sativa* L.) (rysunek 1) jest warzywem liściowym, które było znane i uprawiane już w starożytności. Sałata pochodzi z Basenu Morza Śródziemnego, jest rośliną jednoroczną, o krótkim okresie wegetacji, należącą do rodziny botanicznej astrowatych *(Asteracae*) (Borna, 1982). Odmiany botaniczne sałaty to: sałata rzymska, liściowa, łodygowa i głowiasta (Skubij, Stępowska, 2023). Sałata jest rośliną dnia długiego, ma duże wymagania wodne i małe wymagania cieplne. Może być uprawiana z siewu bezpośredniego, jak również z rozsady. Do prawidłowego wzrostu i rozwoju wymaga gleb żyznych i zasobnych w składniki pokarmowe (Jabłońska-Ceglarek, Wadas, 1996). Optymalna temperatura powietrza do wzrostu roślin sałaty powinna wynosić 12-14°C, a w trakcie zawiązywania główek 16-18°C. Nieodpowiednie temperatury w czasie okresu wegetacji mogą przyczyniać się do nieprawidłowego rozwoju roślin, np. wysoka temperatura powietrza powoduje pogorszenie smakowitości liści oraz przedwczesne „zawiązywanie" pędów kwiatostanowych. Natomiast zbyt niska, zmniejsza okazały wygląd i smakowitość liści sałaty (Legańska, Balcerzak, 2000).

Sałata siewna jest powszechnie spożywanym warzywem liściowym w wielu krajach na świecie. Konsumenci chętnie wprowadzają tę roślinę do swojej diety ze względu na walory smakowe, zawartość licznych witamin (B_1, B_2, P, C), błonnika pokarmowego, minerałów (Ca, Fe) i związków bioaktywnych (np. polifenoli, karotenoidów), a także ze względu na niewielką kaloryczność (11-16 kcal/100 g), ciekawy kształt i barwę liści (Borna, 1982).



Rysunek 1. Sałata siewna odmiany Saba

Źródło: Natalia Szołucha.

Sałata uprawiana jest zarówno przez producentów profesjonalnych, jak również amatorów. Według danych FAO światowa produkcja sałaty osiągnęła 27,01 milionów ton. Największymi producentami sałaty na świecie były Chiny (53% światowej produkcji). Następnie Stany Zjednoczone Ameryki (ponad 12,5%) oraz Indie (ponad 4,18%) (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2024).

Polowa uprawa warzyw, w tym również sałaty siewnej jest trudna i zależny od wielu czynników, np. zmiennych warunków atmosferycznych, czy glebowych, poziomu agrotechniki ect. (rysunek 2).



Rysunek 2. Wybrane czynniki wpływające na wzrost i rozwój sałaty siewnej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie dostępnej literatury.

Dlatego też w produkcji roślinnej poszukuje się nowych rozwiązań, jednym z nich jest hydroponiczny system uprawy, inaczej tzw. „uprawa bezglebowa". W systemie tym rośliny uprawiane są w warunkach sztucznych na pożywkach wodnych – w specjalnych naczyniach wypełnionych materiałami alternatywnymi dla gleby (np. woda, perlit, keramzyt) (Přibyl, 1990).

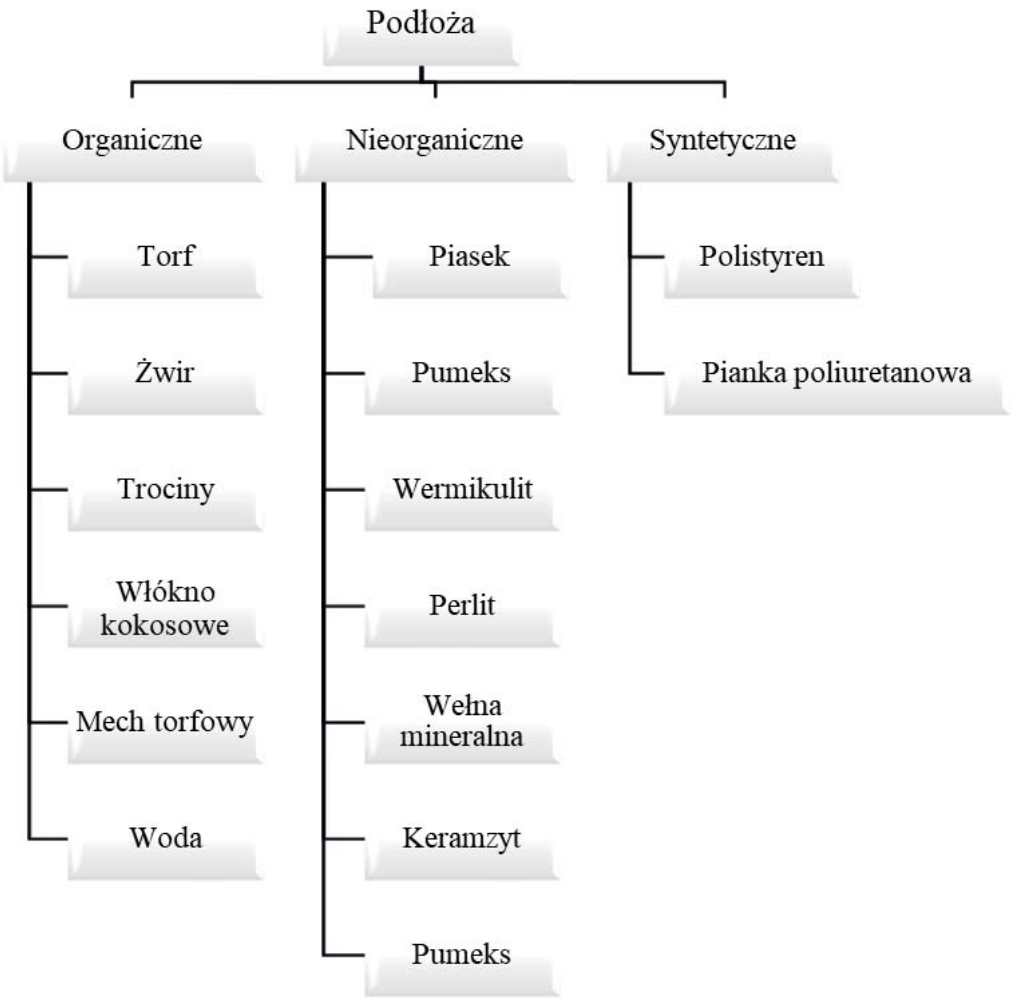
W literaturze przedmiotu istnieje wiele badań naukowych, dotyczących np. oddziaływania wybranych pierwiastków na wzrost i rozwój sałaty, jej wartości odżywczych, jednak niewiele jest badań naukowych dotyczących wpływu systemów uprawy (w tym upraw hydroponicznych) na cechy biometryczne sałaty siewnej. Dlatego też celem pracy było określenie wpływu terminu siewu nasion sałaty i systemu uprawy (uprawa konwencjonalna i uprawa hydroponiczna) na wybrane cechy biometryczne roślin.

Hydroponiczny system uprawy roślin

W hydroponicznym systemie uprawy, rośliny mogą by uprawiane nie tylko pod osłonami (szklarnie, tunele foliowe), ale również na tarasach, czy balkonach. Jest to bardzo istotne szczególnie w warunkach miejskich, kiedy nie dysponujemy zbyt dużą przestrzenią i często nie posiadamy ogrodu. System ten może być również wykorzystywany przy zakładaniu ogrodów wertykalnych (Roberto, 2003).

Słowo „hydroponika" pochodzi od greckich słów: *hydro* („woda") i *ponos* („praca"), co tłumaczone jest dosłownie jako „woda pracująca". Określenia tego po raz pierwszy użył w 1929 roku amerykański naukowiec, dr William Frederick Gericke z Uniwersytetu Kalifornijskiego (Howard, 2015).

Uprawa hydroponiczna oznacza alternatywny system uprawy roślin w warunkach bezglebowych. Hydroponika to kultura wodna, w której roślina rozwija się w specjalnej pożywce wodnej, pozwalającej na dokładne dozowanie określonych związków mineralnych. Bryła korzeniowa może znajdować się w podłożu, innym, niż gleba takim, jak, np. żwir, granulat ceramiczny, woda, czy wełna mineralna. Materiały wypełniające naczynia do upraw hydroponicznych są alternatywą dla gleby. Podstawowym warunkiem, jakie muszą spełnić jest to, aby nie wchodziły one w reakcje chemiczne z pożywką wodną oraz aby nie były podatne na działanie wody (Přibyl, 1990). Na rysunku 3 przedstawiono rodzaje podłoży stosowanych w uprawach hydroponicznych.



Rysunek 3. Podział podłoży do upraw hydroponicznych

Źródło: Opracowane własne na podstawie Howard, 2015.

Rodzaj podłoża jest jednym z czynników zróżnicowania form systemów hydroponicznych. Inne elementy to: objętość wody, sposoby jej dostarczania oraz sposób zagospodarowania odcieków (obieg wody otwarty i zamknięty), metody fertygacji, wielkość i kształt modułów (Roberto, 2023).

W systemach z otwartym obiegiem, woda i składniki odżywcze dostarczane do roślin, są przez nie pobierane, a odsączone „pozostałości są wyrzucane" z systemu. Przy obiegu zamkniętym, odsączony roztwór jest odzyskiwany oraz poddawany recyklingowi. Ten system wymaga precyzyjniejszych i częstych kontroli pożywki, aby przywrócić pierwotny skład i oczyścić pożywkę z substancji niepożądanych (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

Do głównych systemów hydroponicznych zalicza się:

Nutrient film technique (NFT) – jest to połączony system rur o lekkim nachyleniu zintegrowany ze zbiornikiem wodnym z substancjami pokarmowymi. Pompa wodna pompuje roztwór do rur, gdzie obmywa on korzenie rośliny, spływa do zbiornika i ponownie wprowadzany jest do systemu (Materiały inżynierskie. Cienkowarstwowe kultury przepływowe (NFT), 2024).

Deep Water Culture (DWC) – rośliny uprawiane są w pojemniku z roztworem wody i substancji pokarmowych. Korzenie roślin znajdują się w pożywce stojącej, a tlen dostarczany jest przez kamień napowietrzający lub dyfuzor zasilany pompą powietrza (Materiały inżynierskie. DWC: Deep Water Culture system dla każdego, 2024).

Wick Hydroponic System – rośliny umieszczane są na podłożach wzrostowych (kokos, wermikulit lub perlit). Odżywiane są dzięki efektowi kapilarności, gdzie tzw. knot biegnie od rośliny do zbiornika składników odżywczych (Materiały inżynierskie. Knotowe systemy hydroponiczne – wicking, 2024).

Ebb and Flow Hydroponic System – podłoże (wełna mineralna lub perlit) z roślinami jest okresowo zalewane roztworem pożywki, przy pomocy zegara sterującego cyklem pompowania wody. Rurka przelewowa utrzymuje standardowy poziom wody zapobiegając wylewaniu się pożywki poza obszar zbiornika (Materiały inżynierskie. Ebb and Flow – hydroponiczny system przepływowo-odpływowy, 2024).

Drip Hydroponic System – system kropelkowego nawadniania regularnie pompuje pożywkę bezpośrednio do podłoża roślin, co pozwala na dostarczanie roztworu w sposób ciągły, bez zalewania rośliny (Materiały inżynierskie. Hydroponiczny system kropelkowy, 2024).

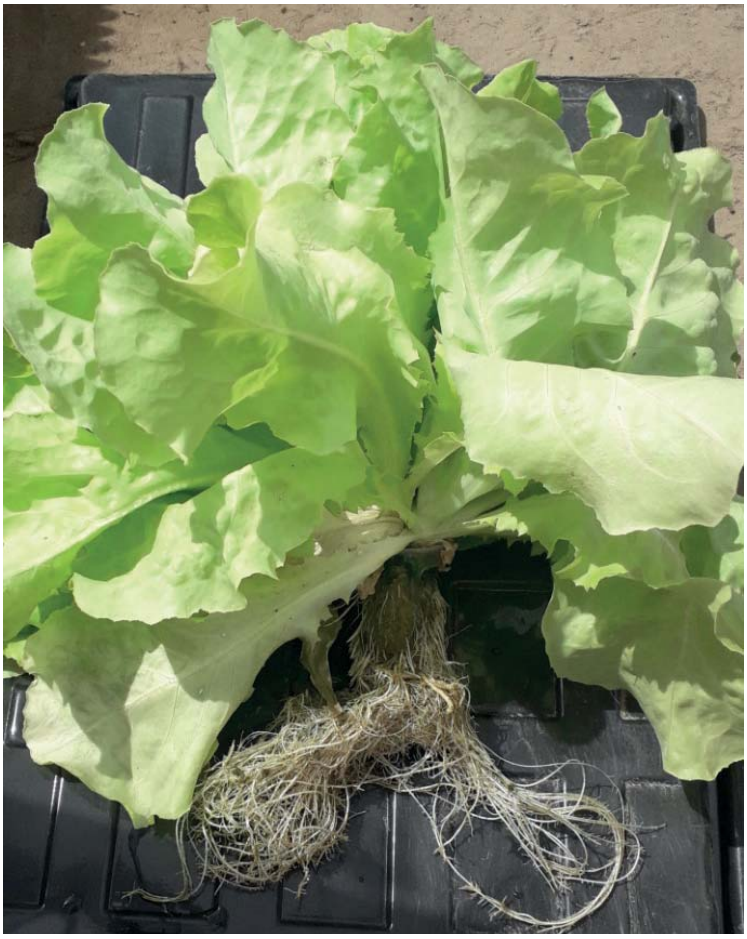
Aeroponic System – rośliny uprawiane są w środowisku powietrznym lub aerozolowym, bez użycia podłoża. W zamkniętym zbiorniku, pompa cyklicznie spryskuje korzenie roślin pożywką w formie aerozolu. Pozostałości opadają z powrotem do zbiornika (Materiały inżynierskie. Aeroponika, 2024).

W systemie hydroponicznym (rysunek 4), wszystkie składniki odżywcze dostarczane są roślinie bezpośrednio z wodą (roztwór odżywczy/pożywka). Pożywka pozwala precyzyjnie dozować składniki odżywcze w zależności od fazy rozwojowej rośliny. Najprostszym i najtańszym rozwiązaniem jest stosowanie gotowych nawozów, jednak mogą one zawierać niskie poziomy pierwiastków. Trudniejsze i droższe są pojedyncze odczynniki pozwalające skomponować prawidłowe parametry pierwiastków w pożywce (Howard, 2015).

W zamkniętym obiegu wody, skład pożywki zmienia się po każdym przepływie przez masę korzeniową roślin i/lub podłoże. Składniki odżywcze wchłaniane są przez rośliny, które pozostawiają w wodzie pozostałości biologiczne z korzeni roślin. W okresie dłuższego stosowania pożywki (powyżej 7 dni), należy uzupełniać objętość roztworu, filtrować roztwór oraz regulować pH i uzupełniać zawartość pierwiastków w roztworze (Jones, 2014).

Wartość pH (miara kwasowości/zasadowości roztworu) dla sałaty mieści się między 5,5 a 5,8 pH. Przy objawach braku danego pierwiastka należy sprawdzić pH danego roztworu, gdyż przy nieoptymalnym poziomie pH pierwiastek może być niedostępny dla roślin lub występować w małych ilościach. Regulacja pH może przebiegać przy użyciu roztworów oferowanych w sprzedaży: „pH Up" lub „pH Down" (Perez, 2008).

Kontrola pożywki następuje również przez pomiar TDS (*Total Dissolved Solids*, czyli całkowita ilość substancji rozpuszczonych w płynie) lub PPM (*Parts Per Million* tj. części na milion). Pomiar ten określany jest jako „przewodność elektryczna" roztworu (EC – *Electrical Conductivity*), wykonywany jest zazwyczaj cyfrowym miernikiem PPM, który zanurzany jest w pożywce (Roberto, 2003).



Rysunek 4. Sałata siewna odmiany Saba w uprawie hydroponicznej
Źródło: Natalia Szołucha.

W uprawach hydroponicznych bardzo ważne jest stałe monitorowanie plantacji, aby rozpoznać objawy zaburzeń we wczesnych etapach rozwoju roślin (Howard, 2015).

Materiał i metoda

Eksperyment z uprawą sałaty siewnej odmiany Saba przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym w 2023 roku. Odmiana sałaty siewnej Saba charakteryzuje się soczystymi, łagodnymi w smaku liśćmi, o owalnym kształcie z pofałdowaną powierzchnią. Jest lekkostrawna, niskokaloryczna. W swoim składzie chemicznym zawiera błonnik, sole mineralne (sole magnezu, wapnia, żelaza i potasu) oraz witaminy (zwłaszcza witaminę C i witaminy z grupy B).

Eksperyment zlokalizowano na terenie prywatnego gospodarstwa produkcyjnego, położonego w odległości około 15 km od Białej Podlaskiej. Eksperyment przeprowadzono w specjalnie wybudowanej szklarni nieogrzewanej o wymiarach 5x7,5m. Konstrukcja szklarni opierała się na ocieplonej

podmurówce o wymiarach 0,2x1m. Szkielet szklarni tworzyły metalowe profile (rysunek 5), w które wmontowane były przeszklone, aluminiowe drzwi wejściowe (od strony północnej) z ościeżnicą, a ściany boczne tworzyły ramy aluminiowe z potrójnymi skrzydłami okiennymi (rysunek 6 i 7).



Rysunek 5. Profile metalowe – tworzące konstrukcję nieogrzewanej szklarni

Źródło: Natalia Szołucha.



Rysunek 6. Nieogrzewana szklarnia – montaż profili okiennych

Źródło: Natalia Szołucha.



Rysunek 7. Nieogrzewana szklarnia przed założeniem eksperymentu

Źródło: Natalia Szołucha.

Celem eksperymentu było określenie wpływu terminu siewu nasion sałaty (termin wiosenny – siew nasion 11 maja i jesienny – siew nasion 5 września) oraz metod uprawy (uprawa konwencjonalna i hydroponiczna) na wybrane cechy biometryczne roślin, tj.: tygodniowy przyrost długości pierwszego liścia sałaty, wagę ogólną roślin (części podziemnej i nadziemnej), wagę części nadziemnej (tzw. główki sałaty), długość i szerokość liści sałaty.

Uprawa sałaty siewnej odmiany Saba w systemie konwencjonalnym

W systemie konwencjonalnym sałatę uprawiano w zakupionym podłożu do upraw warzywnych, na poletku o wymiarach 1,5x1,5x0,3 m. Podłoże zawierało torf wysoki jasny, torf wysoki czarny, NPK 1g/l (12-30-12 + Mg + mikroelementy), kredę (pH wynosiło 5,5-6,5). Ponieważ sałata siewna jest rośliną o krótkim okresie wegetacji nie stosowano dodatkowego nawożenia mineralnego.

Nasiona sałaty wysiewano po 2-3 sztuki do wielodoniczek o wymiarach 24 x 24 mm oraz 52 mm głębokości. Pikowanie sadzonek wprost do gleby odbywało się w systemie pasowo-rzędowym w rozstawie rzędów 35 x 35 cm (rysunek 8).



Rysunek 8. Przepikowane siewki sałaty – poletko doświadczalne w uprawie konwencjonalnej

Źródło: Natalia Szołucha.

W trakcie wzrostu sałaty zabiegi pielęgnacyjne polegały na codziennym podlewaniu roślin w godzinach popołudniowych, mechanicznym odchwaszczaniu poletka oraz obserwacji roślin pod kątem porażenia przez choroby i szkodniki.

Podczas wegetacji przeprowadzano cotygodniowe pomiary długości pierwszego liścia sałaty na pięciu losowo wybranych roślinach.

Zbiór sałaty wykonano w terminie 1 lipca (wysiew w sezonie wiosennym) oraz 2 grudnia (wysiew w sezonie jesiennym).

Po zbiorze oznaczano wagę ogólną roślin (części podziemnej i nadziemnej), wagę części nadziemnej (główki sałaty) oraz długość i szerokość liści sałaty – na losowo wybranych trzydziestu roślinach.

Uprawa sałaty siewnej odmiany Saba w systemie hydroponicznym

W uprawie hydroponicznej nasiona sałaty wysiewano w terminach: 11 maja oraz 5 września (podobnie, jak w uprawie konwencjonalnej). Materiałem wypełniającym naczynia do uprawy sałaty były sześciany z wełny mineralnej o wymiarach 2,5x2,5x5cm. Nasiona wysiewano po 2-3 sztuki, a po wykiełkowaniu roślin, pozostawiano tylko jedną siewkę. Wzrost siewek odbywał się w układzie hydroponicznym typu nutrient film technique (NFT) (rysunek 9), umożliwiającym całodobowe, przelewowe nawadnianie sałaty siewnej.



Rysunek 9. Układ hydroponiczny typu nutrient film technique (NFT)
Źródło: Natalia Szołucha.

Pielęgnacja sałaty siewnej polegała na dolistnym dokarmianiu roślin, naturalnym preparatem humusowym. Regularnie wymieniano wodę w systemie przepływowym oraz obserwowano rośliny pod kątem wystąpienia chorób i szkodników.

W trakcie okresu wegetacji sałaty siewnej odmiany Saba przeprowadzano cotygodniowe pomiary długości pierwszego liścia sałaty na pięciu losowo wybranych roślinach.

Zbiór sałaty wykonano w terminie 1 lipca (wysiew w sezonie wiosennym) oraz 2 grudnia (wysiew w sezonie jesiennym).

Po zbiorze oznaczano wagę ogólną roślin (części podziemnej i nadziemnej), wagę części nadziemnej (główki sałaty) oraz długość i szerokość liści sałaty – z trzydziestu losowo wybranych roślin.

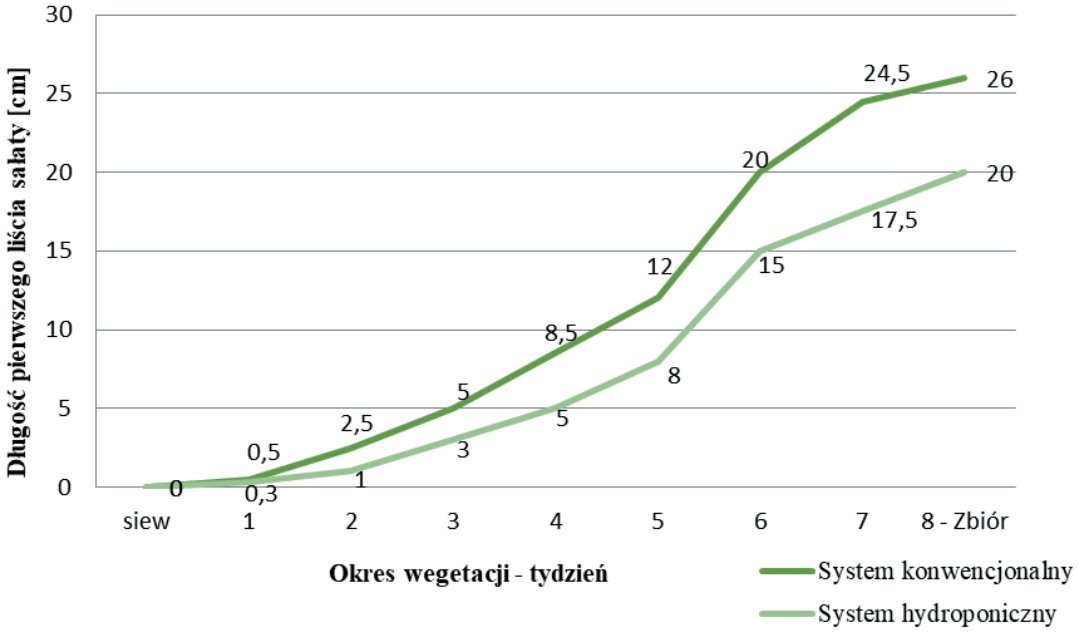
Wyniki eksperymentu

W wyniku przeprowadzonego eksperymentu z uprawą sałaty siewnej pod osłonami stwierdzono wpływ czynników doświadczenia na wybrane cechy biometryczne roślin.

Uprawa wiosenna

Długość okresu wegetacji roślin sałaty (od siewu do zawiązania główek i uzyskania plonu handlowego) wysiewanej wiosną (11 maja) wynosiła osiem tygodni – zarówno w systemie konwencjonalnym, jak również w systemie

hydroponicznym. Na rysunku 10 przedstawiono tygodniowy przyrost długości pierwszego liścia sałaty uprawianej w systemie konwencjonalnym oraz hydroponicznym. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że przyrost pierwszego liścia następował szybciej w systemie konwencjonalnym, niż w systemie hydroponicznym (rysunek 10 i 11).



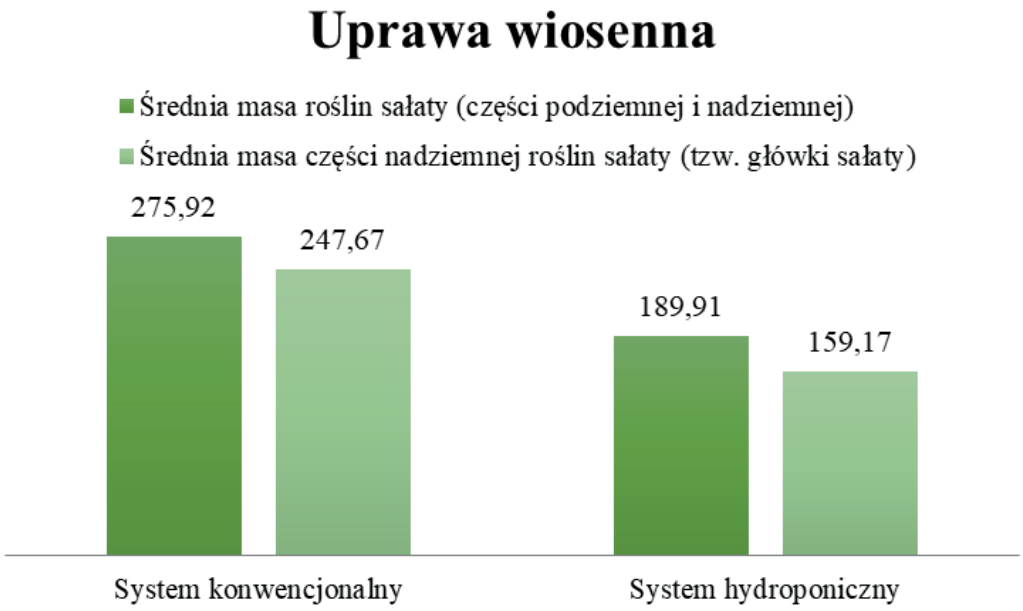
Rysunek 10. Tygodniowy przyrost długości pierwszego liścia sałaty [cm]



Rysunek 11. Uprawa hydroponiczna sałaty siewnej, od lewej: trzeci i czwarty tydzień wegetacji roślin

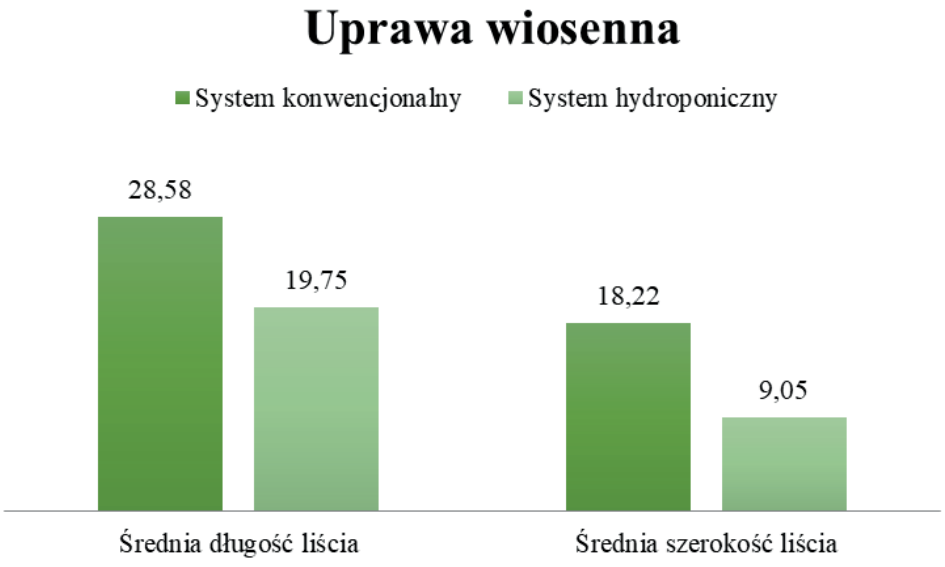
Źródło: Natalia Szołucha.

Oznaczanie masy części podziemnej oraz nadziemnej roślin sałaty, a także części nadziemnej (tzw. główek sałaty), wykonywano po zbiorze roślin (z trzydziestu losowo wybranych roślin). W wyniku wykonanych pomiarów, stwierdzono, że średnia masa całych roślin (części podziemnej i nadziemnej), jak również średnia masa części nadziemnej była większa w systemie konwencjonalnym, niż w systemie hydroponicznym (rysunek 12).



Rysunek 12. Wiosenna uprawa sałaty – średnia masa części podziemnej i nadziemnej oraz średnia masa części nadziemnej roślin [g]

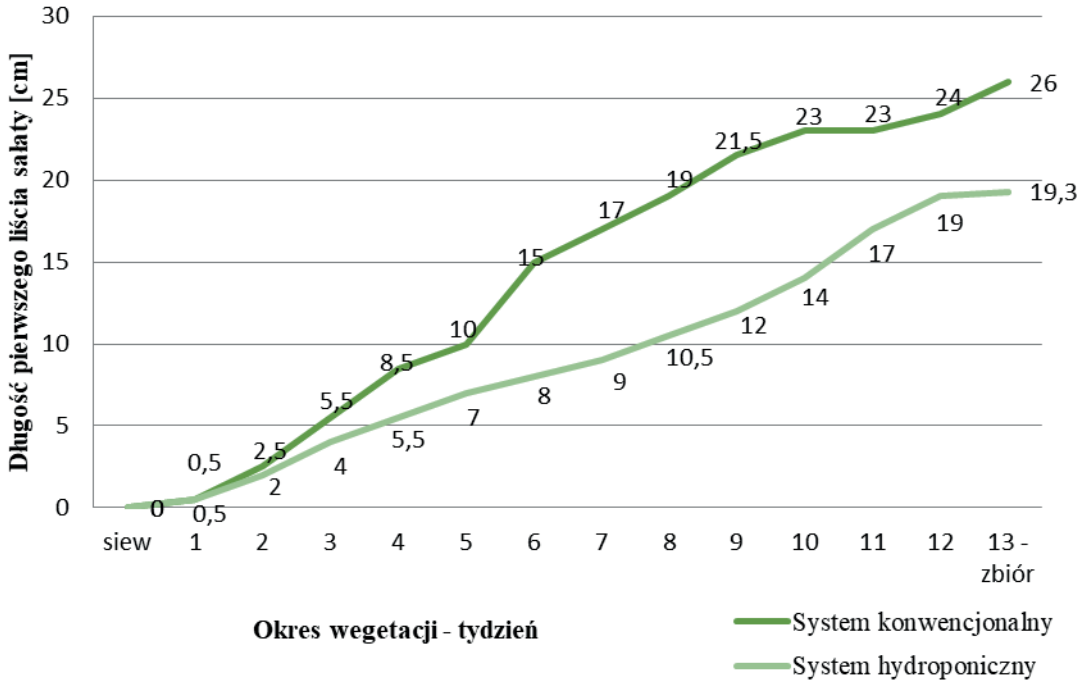
Pomiary długości oraz szerokości największego liścia sałaty, wykonywano po zbiorze roślin (z trzydziestu losowo wybranych roślin). W systemie konwencjonalnym średnia długość liści sałaty wynosiła 28,58 cm oraz średnia szerokość 18,22 cm. Natomiast w systemie hydroponicznym liście sałaty osiągnęły 19,75 cm długości i 9,05 cm szerokości (rysunek 13).



Rysunek 13. Wiosenna uprawa sałaty – średnia długość i szerokość największego liścia sałaty [cm]

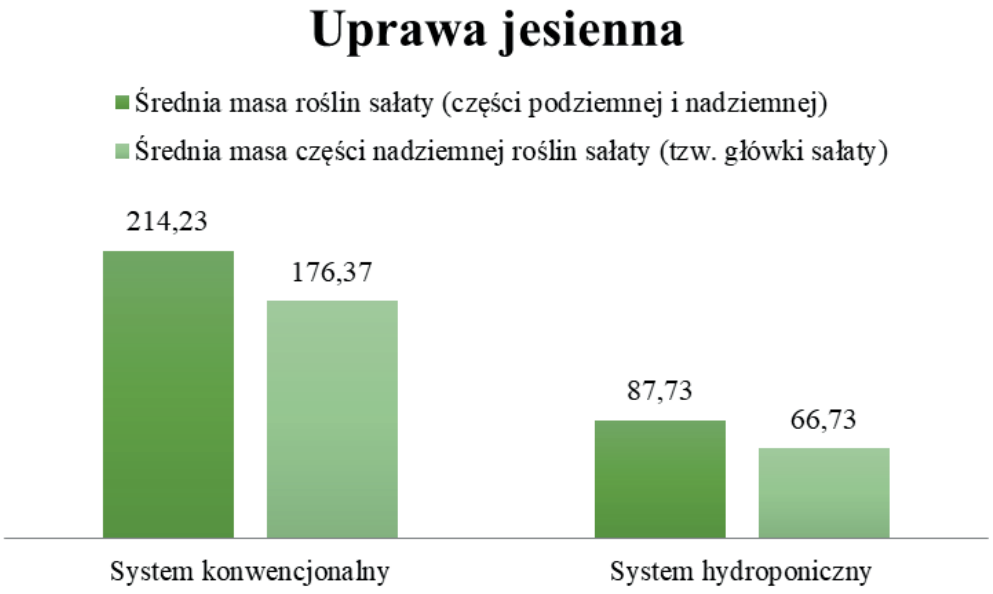
Uprawa jesienna

Okres wegetacji sałaty uprawianej w terminie jesiennym był dłuższy, niż w terminie wiosennym i wynosił trzynaście tygodni (od 5 września do 2 grudnia), zarówno w systemie konwencjonalnym, jak również w systemie hydroponicznym. Rysunek 14 przedstawia przyrost długości pierwszego liścia sałaty w poszczególnych tygodniach wegetacji. Przyrost pierwszego liścia następował szybciej w uprawie konwencjonalnej, niż w uprawie hydroponicznej. Długość pierwszego liścia sałaty uprawianej w glebie wynosiła średnio 26 cm, a w systemie hydroponicznym 19,3 cm (rysunek 14).

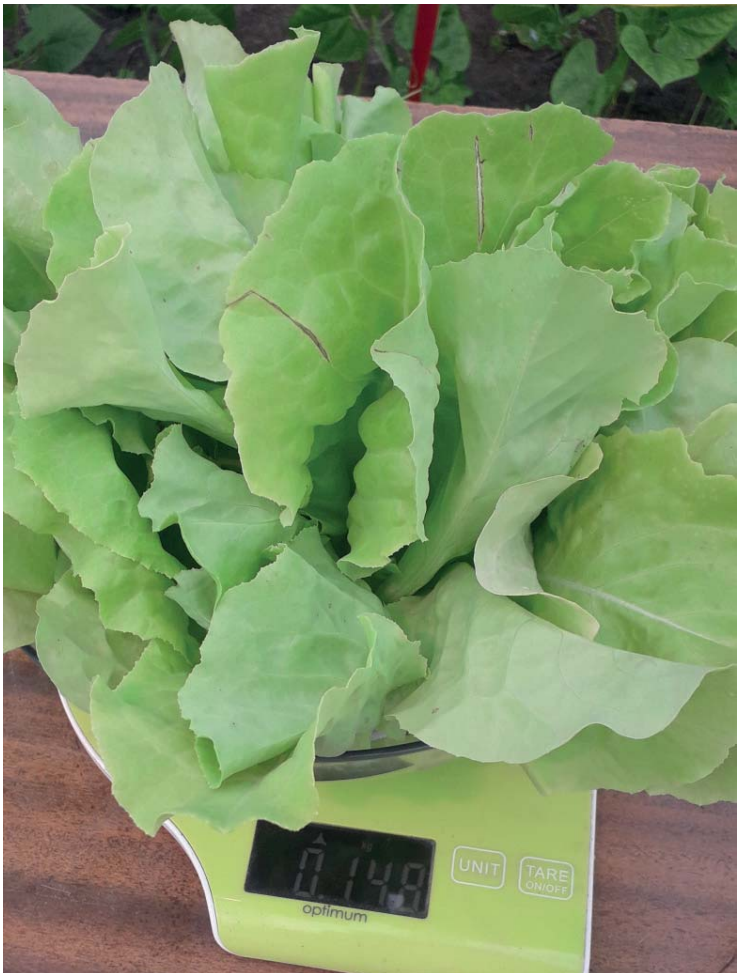


Rysunek 14. Uprawa jesienna – przyrost długości pierwszego liścia sałaty w poszczególnych tygodniach wegetacji [cm]

Uzyskana średnia masa roślin sałaty (części podziemnej i nadziemnej), w systemie konwencjonalnym wynosiła 214,23 g, a w systemie hydroponicznym – 87,73 g (rysunek 15). W uprawie konwencjonalnej odnotowano również większą masę części nadziemnej roślin – 176,37 g. Natomiast w uprawie hydroponicznej wynosiła ona – 66,73 g (rysunek 15 i 16).



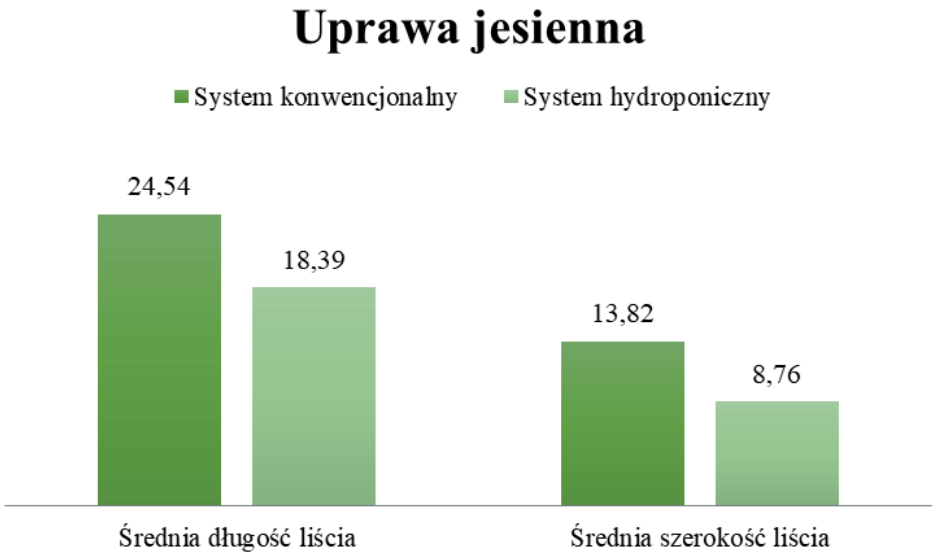
Rysunek 15. Uprawa jesienna – średnia masa części podziemnej i nadziemnej oraz średnia masa części nadziemnej roślin sałaty [g]



Rysunek 16. Masa części nadziemnej sałaty – uprawa konwencjonalna

Źródło: Natalia Szołucha.

Po oznaczeniu długości i szerokości największego liścia sałaty, stwierdzono, że średnia długość i szerokość liścia była większa w konwencjonalnym systemie uprawy (24,54 cm średnia długość; 13,82 cm średnia szerokość) w porównaniu do systemu hydroponicznego (18,39 cm średnia długość; 8,76 cm średnia szerokość liścia) (rysunek 17).



Rysunek 17. Uprawa jesienna – średnia długość i szerokość największego liścia sałaty siewnej [cm]

Wnioski

1. W wyniku przeprowadzonego eksperymentu stwierdzono, że termin siewu nasion sałaty oraz system uprawy wpływał na wybrane cechy biometryczne roślin, tj. tygodniowy przyrost długości pierwszego liścia sałaty, masę ogólną roślin (części podziemnej i nadziemnej), masę części nadziemnej (tzw. główki sałaty), długość i szerokość liści sałaty.
2. Zaobserwowano, że sałata wysiewana wiosną zawiązywała główki już po ośmiu tygodniach. Natomiast wysiana jesienią dopiero po trzynastu tygodniach.
3. Stwierdzono, że wiosenny termin siewu nasion w porównaniu do terminu jesiennego korzystniej wpływał na wybrane cechy biometryczne roślin sałaty – zarówno w systemie konwencjonalnym, jak również w systemie hydroponicznym.
4. Sałata uprawiana w systemie konwencjonalnym, w porównaniu do systemu hydroponicznego osiągnęła większą wagę (zarówno części podziemnej, jak również części nadziemnej roślin), a także większą długość oraz szerokość liści.

Literatura

1. Borna, Z. (1982). *Szczegółowa uprawa warzyw*. Warszawa: Wyd. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Crops and livestock products*. Pobrane z: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (dostęp 06.05.2024).
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops*. Rome: FAO Plant Production And Protection Paper.
4. Howard, M.R. (2015). *Hydroponics for the Home Grower*. New York USA: CRC Press Taylor&Francis.
5. Jabłońska-Ceglarek, R., Wadas, W. (1996). *Uprawa warzyw w polu. Materiały do ćwiczeń z warzywnictwa*. Siedlce: Wyd. Uczelniane Wyższa szkoła rolniczo-pedagogiczna.
6. Jankowska, M. (2020). *Warzywa na ekozagonie*. Olsztyn: Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego.
7. Jones, J.B. Jr. (2014). *Complete Guide for Growing Plants Hydroponically*. New York USA: CRC Press Taylor&Francis. https://doi.org/10.1201/b16482
8. Kibler, M. (2010). *Uprawa warzyw metodami ekologicznymi na różnych typach ściółek.* Radom: Wyd. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie odział w Radomiu.
9. Legańska, Z., Balcerzak, J. (2000). *Warzywnictwo: podręcznik dla uczniów techników i policealnych szkół ogrodniczych*. Warszawa: Wyd. Hortpress Sp. Z o.o.
10. Materiały inżynierskie. *Aeroponika*. Pobrane z: https://materialyinzynierskie.pl/aeroponika/ (dostęp 06.05.2024).
11. Materiały inżynierskie. *Cienkowarstwowe kultury przepływowe (NFT)*. Pobrane z: https://materialyinzynierskie.pl/cienkowarstwowa-kultura-przeplywowa-nft/ (dostęp 06.05.2024).
12. Materiały inżynierskie. *DWC: Deep Water Culture system dla każdego*. Pobrane z: https://materialyinzynierskie.pl/dwc-deep-water-culture-system/ (dostęp 06.05.2024).
13. Materiały inżynierskie. *Ebb and Flow – hydroponiczny system przepływowo-odpływowy*. Pobrane z: https://materialyinzynierskie.pl/ebb-and-flow/ (dostęp 06.05.2024).
14. Materiały inżynierskie. *Hydroponiczny system kropelkowy*. Pobrane z: https://materialyinzynierskie.pl/hydroponiczny-system-kropelkowy/ (dostęp 06.05.2024).
15. Materiały inżynierskie. *Knotowe systemy hydroponiczne – wicking*. Pobrane z: https://materialyinzynierskie.pl/knotowe-systemy-hydroponiczne/ (dostęp 06.05.2024).
16. Perez, E.L. (2008). *Hydroponics for the Home*. San Jose, Costa Rica: Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA).
17. Roberto, K. (2003). *How to Hydroponics*. Farmingdale, NY: Futuregarden Press.
18. Rogowska, M. (red.), aktualizacja Włodarek, A. (red.). (2021). *Metodyka integrowanej ochrony sałaty uprawianej pod osłonami i w polu*. Skierniewice: Wyd. Instytut Ogrodnictwa - Państwowy Instytut Badawczy.

19. Skubij, N., Stępowska, A. (red.). (2023). *Metodyka integrowanej produkcji sałaty w polu*. Warszawa: Wyd. Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy.