

---

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN – POLONIA

VOL. VIII, SUPPLEMENTUM

SECTIO EEE

2000

---

Zakład Agrotechniki Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach

AGNIESZKA STĘPOWSKA, WALDEMAR KOWALCZYK

**Wpływ metody uprawy na plon i zawartość azotanów  
w sałacie masłowej**

---

The Influence of Cultivation Method on Yield and Nitrate Content  
in Butterhead Lettuce

Dostępność składników pokarmowych dla roślin zależy od ich ilości i formy występującej w podłożu, a także od określonych właściwości fizycznych tego podłoża. Substraty torfowe mają wysoki współczynnik wymiany gazowej oraz dużą pojemność powietrzną i wodną, dzięki czemu stwarzają bardzo dobre warunki dla rozwoju systemu korzeniowego roślin. W ograniczonych ilościach takich podłoży, zawartość składników pokarmowych jest możliwa do kontrolowania na każdym etapie uprawy. Wiadomo, że bardzo istotny wpływ na jakość plonu i tempo przemian metabolicznych (redukcja azotanów) ma intensywność promieniowania świetlnego (Mott i Steward, 1972; Kobryń, 1995). W niedoświetlanych uprawach, w okresie od października do marca, bez kontrolowanego nawożenia bardzo trudno jest uzyskać poziom azotanów nie przekraczający normy obowiązującej w Polsce (Stębowska i in., 1996). Dotychczas efekty takie uzyskiwano jedynie w uprawie sałaty na wełnie mineralnej.

Przeprowadzone doświadczenie miało na celu wykazanie możliwości zastosowania innych sposobów uprawy i nawożenia niż tradycyjne, w glebie, które pozwoliłyby na uzyskanie dużych, dobrej jakości główek sałaty, o niskim poziomie azotanów w liściach.



## MATERIAŁ I METODA

Salata masłowa Mildred była uprawiana w latach 1997-1999, w dwóch cyklach: jesien-  
nym (wrzesień-listopad, 48 dni) i wiosennym (marzec-kwiecień, 43 dni), w tunelu ogrzewa-  
nym, bez doświetlania. Rozsadę, z siewu do wielodoniczek, sadzono (20 szt.  $\cdot$  m<sup>-2</sup>) do doniczek  
PE o  $\varnothing$  18 cm i  $v=1,5$  dm<sup>3</sup>, ustawionych na folii podkładowej oraz do doniczek PE o  $\varnothing$  10 cm  
i  $v=0,5$  dm<sup>3</sup>, ustawionych na macie podsiąkowej foliowanej, rozłożonej na folii podkładowej.  
Kontrolę stanowiła uprawa w gruncie tunelu.

Jako podłoża do doniczek, użyto gotowego substratu torfowego (KRONEN® Press 2),  
który zawierał w 1 dm<sup>3</sup>: 145 mg N, 155 mg P, 290 mg K, 520 mg Mg, 1667 mg Ca. Każda  
roślina, w doniczkach o pojemności 1,5 dm<sup>3</sup>, przez cały okres uprawy była podlewana tylko  
wodą, o EC=0,3 mS  $\cdot$  cm<sup>-1</sup> i pH 7,3 w ilości 150 cm<sup>3</sup> (jesień) i 200 cm<sup>3</sup> (wiosna) dziennie. Na  
macie podsiąkowej dzienna dawka roztworu wynosiła odpowiednio 200 cm<sup>3</sup> i 300 cm<sup>3</sup> na  
roślinę. Wielkość dawki ustalono empirycznie tak, aby utrzymać odpowiednie stosunki po-  
wietrzno-wodne w doniczkach oraz wyeliminować możliwość odpływu roztworu z maty. Roz-  
twór pożywki o EC=1,8 mS  $\cdot$  cm<sup>-1</sup> i zawartości w 1 dm<sup>3</sup>: N — 140 mg, P — 25 mg, K —  
115 mg, Mg — 15 mg, Ca — 95 mg, rozpoczęto podawać od momentu przerośnięcia pierw-  
szych korzeni do maty (wiosną od 7 dnia po sadzeniu wiosną a jesienią od 12 dnia). Fertyga-  
cję prowadzono przez 30 dni, stosując ją na przemian z nawadnianiem. Przez 7 dni przed  
zbiorami, system T-tape podawał tylko wodę. Grunt w tunelu, nie był nawożony przed sa-  
dzeniem salaty (poplon po pomidorach) i według analizy chemicznej zawartość składników  
pokarmowych kształtowała się w kolejnych latach, na poziomie: 200 mg N, 250 P, 350 mg K,  
120 mg Mg, 2500 mg Ca. Rośliny nawadniano polewowo.

Bezpośrednio po zbiorze oceniano wielkość (masa, rozpiętość liści) i jakość (zwięzłość,  
zdrowotność) główki, zawartość suchej masy, makroelementów i azotanów a porównania śred-  
nich wartości dokonano za pomocą testu t-Studenta. Stopień wykorzystania makroskładników  
oceniano na podstawie różnicy między ilością składników dostarczonych (poziom przedwege-  
tacyjny, woda) a pozostałych w podłożu po uprawie.

## WYNIKI

W uprawie jesiennej, największe główki, o średniej masie 211 g i zawar-  
tości suchej masy 6,1% uzyskała salata uprawiana w doniczkach o  $v=0,5$   
dm<sup>3</sup>, ustawionych na macie podsiąkowej, dokarmiana pogłównie roztworem  
pożywki o EC=1,8 mS  $\cdot$  cm<sup>-1</sup>, dawkowanym na przemian z wodą. Zawartość  
azotanów, w tych główkach, oznaczona bezpośrednio po zbiorze, była prze-  
szło czterokrotnie niższa (551 mg NO<sub>3</sub>  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> św. m.) niż w roślinach z doniczek  
o objętości 1,5 dm<sup>3</sup> (2335 mg NO<sub>3</sub>), których średnia masa wynosiła zaledwie  
144 g a sucha masa stanowiła 4,1%. Salata uprawiana w gruncie tunelu miała  
główki o około 20% większe (185 g), ale poziom azotanów wynosił aż 4164  
mg NO<sub>3</sub>  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> św. m. (tab. 1).



Największą różnicę, między ilością makroskładników podanych a oznaczonych po uprawie, zanotowano w podłożu z doniczek ustawionych na macie. Ilość składników w ekstrakcie po przemyciu maty była śladowa a rośliny miały największą suchą masę (6,1%). Po uprawie, najwięcej makroelementów oznaczono w glebie.

Tab. 1. Wpływ sposobu uprawy na wielkość i suchą masę główki oraz zawartość azotanów w liściach sałaty masłowej Mildred

The influence of cultivating method on the head weight, dry mass and nitrate content in butterhead lettuce Mildred

| Sposób uprawy<br>Cultivating method                 | Masa główki<br>Head weight<br>(g) |                  | Sucha masa<br>Dry matter<br>(%) |                  | Azotany<br>(mg NO <sub>3</sub> ·kg <sup>-1</sup> św.m.)<br>Nitrate content<br>(mg NO <sub>3</sub> ·kg <sup>-1</sup> FW) |                  |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                     |                                   |                  |                                 |                  |                                                                                                                         |                  |
|                                                     | Jesień<br>Autumn                  | Wiosna<br>Spring | Jesień<br>Autumn                | Wiosna<br>Spring | Jesień<br>Autumn                                                                                                        | Wiosna<br>Spring |
| Doniczki<br>PE pots                                 | 144                               | 243              | 4,1                             | 5,3              | 2335                                                                                                                    | 1871             |
| Doniczki + mata<br>PE pots + watering mat           | 211                               | 243              | 6,1                             | 5,3              | 551                                                                                                                     | 655              |
| Grunt w tunelu (kontrola)<br>Mineral soil (control) | 185                               | 249              | 4,8                             | 5,9              | 416                                                                                                                     | 2328             |
| NIR α=0,05                                          | 30                                | 67               | 0,8                             | 2,0              | 786                                                                                                                     | 465              |
| LSD α=0.05                                          |                                   |                  |                                 |                  |                                                                                                                         |                  |

Tab. 2. Wykorzystanie makroskładników, przy różnych sposobach uprawy sałaty masłowej  
The macroelements uptake in different cultivating methods of butterhead lettuce

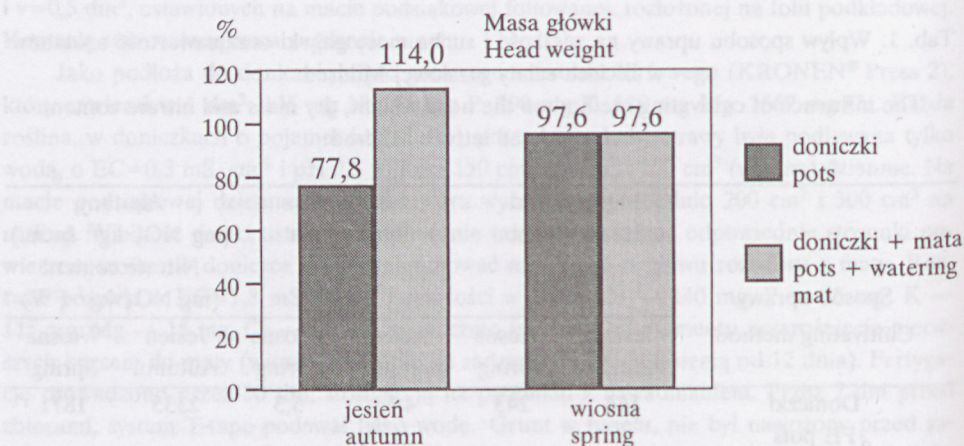
| Makroskładniki<br>Makroelements | Doniczki<br>PE pots |                  | Doniczki+ mata<br>PE pots+ watering mat |                  | Grunt w tunelu<br>Mineral soil |                  |
|---------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
|                                 |                     |                  |                                         |                  |                                |                  |
|                                 | Jesień<br>Autumn    | Wiosna<br>Spring | Jesień<br>Autumn                        | Wiosna<br>Spring | Jesień<br>Autumn               | Wiosna<br>Spring |
| N (%)*                          | 95                  | 98               | >99                                     | >99              | 87                             | 60               |
| P (%)                           | 47                  | 70               | 91                                      | 96               | 7                              | 28               |
| K (%)                           | 70                  | 96               | 96                                      | >99              | 4                              | 22               |
| Mg (%)                          | 128                 | 31               | 32                                      | 73               | 178                            | 12               |
| Ca (%)                          | 22                  | 61               | 52                                      | 68               | 145                            | 13               |

\* — procent wykorzystania w stosunku do całkowitej ilości dostarczonych makroelementów

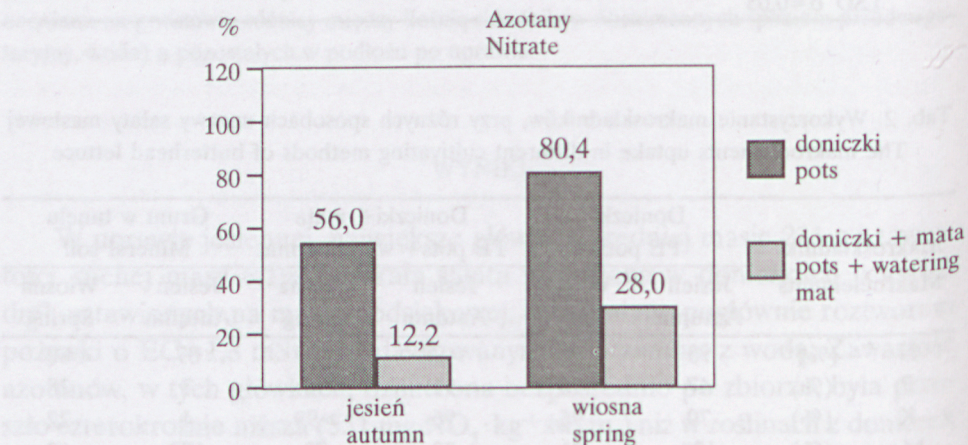
— percent of total macroelements amount



Wiosną, nie było istotnych różnic w świeżej (średnio 243 g) i suchej (5,5%) masie główki, sałaty uprawianej różnymi metodami. W przypadku zawartości azotanów, zaznaczyła się taka sama tendencja jak jesienią: najmniej było w sałacie nawożonej podsiąkowo (655 mg  $\text{NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  św. m.), naj-



Ryc.1. Wpływ warunków uprawy na świeżą masę główki sałaty  
(100% — masa główki w uprawie w gruncie tunelu)  
The influence of cultivating conditions on the lettuce head weight  
(100% — head weight in the soil culture)



Ryc. 2. Wpływ warunków uprawy na zawartość azotanów w liściach sałaty (zawartość azotanów w sałacie uprawianej w gruncie tunelu jako 100%)  
The influence of the cultivating conditions on nitrate content in the lettuce leaves  
(the nitrate content in the soil culture as 100%)



więcej — w rosnącej w gruncie ( $2328 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  św. m.). W obu uprawach pojemnikowych, rośliny wykorzystywały ponad 95% azotu i potasu oraz 70-96% fosforu; również wykorzystanie Mg i Ca było lepsze niż w gruncie tunelu (tab. 2).

Efekty uprawy w pojemnikach, na tle uprawy tradycyjnej, przedstawiają ryc. 1-2.

#### DYSKUSJA

Najlepsze efekty uprawowe uzyskano w uprawie sałaty wiosną i jest to związane z warunkami świetlnymi panującymi w okresie wiązania główki, które w październiku i listopadzie są znacznie gorsze niż w miesiącach wiosennych. W warunkach niskiej intensywności światła,  $<10 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$  od września do marca przemiany biochemiczne w roślinie są zbyt powolne, aby nastąpiła znaczna redukcja azotanów (Stębowska i Michalik, 1996) związana między innymi z poziomem cukrów w roślinie (Drews i in., 1995).

Oprócz intensywności fotosyntezy, rozpatrywanej jako funkcja promieniowania, bardzo istotną rolę odgrywają również czynniki oddziałujące na środowisko korzeni, a więc temperatura i wilgotność podłoża, wymiana gazowa i dostępność składników pokarmowych. W uprawie gruntowej, przy braku możliwości kontroli stosunków powietrzno-wodnych, temperatury oraz tempa pobierania i wykorzystywania substancji odżywczych, można uzyskać prawidłowo wykształcone główki sałaty, ale ich jakość (masa, rozpiętość wypełnienie) jest słabsza a zawartość azotanów wyższa niż w sałacie uprawianej w ograniczonych ilościach podłoża, o dobrych właściwościach fizycznych i fizykochemicznych. Przykładem takich podłoży są substraty torfowe. Użycie substratu torfowego, zawierającego pełen zestaw składników pokarmowych na poziomie wymaganym dla sałaty, o objętości pozwalającej na prawidłowy rozwój systemu korzeniowego (po zakończeniu uprawy, bryła korzeniowa w doniczce o pojemności  $1,5 \text{ dm}^3$ , jest dobrze przerośnięta, bez korzeni obumarłych), pozwala osiągnąć zwięzłą główkę o wartości handlowej nawet bez nawożenia pogłównego. Jej masa jest porównywalna do główki z uprawy w glebie, ale zawiera znacznie mniej związków azotowych. Jest to niezmierne ważne ze względu na niski, dopuszczalny w Polsce poziom azotanów, który wynosi  $2000 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  św. m. Uzyskanie takiej wartości jest trudne w uprawie gruntowej wiosną a praktycznie niemożliwe jesienią, o ile uprawy nie są doświetlane (Stębowska, Michalik, 1996).



Zmniejszenie objętości doniczki, o około 60%, tj. do  $0,5 \text{ dm}^3$  i prowadzenie stałego dokarmiania płynnego pozwoliło na uzyskanie najlepszych wyników produkcyjnych (wysoki, dobrej jakości plon, oszczędność podłoża). Ilość makroskładników zawarta w  $0,5 \text{ dm}^3$  wspomnianego substratu była odpowiednia dla roślin w stadium młodocianym, ale niewystarczająca na cały okres uprawy. W trakcie aklimatyzacji po przesadzeniu wystarczyło utrzymywanie stałej wilgotności (woda) maty podsiąkowej, aby korzenie, poprzez otwory w dnie doniczki przerosły do maty. Wprowadzenie nawożenia, od momentu przerośnięcia korzeni do maty, sprzyja odżywieniu ich najintensywniej rosnącej części. Podsiąkowa metoda nawadniania i nawożenia pozwala na utrzymanie prawidłowych stosunków powietrzno-wodnych w profilu doniczki. Precyzyjnie ustalona dawka roztworu pozwala na utrzymanie maty w stanie pełnej wilgotności przy praktycznie nie istniejącym odpływie. Fertygacja umożliwia również sterowanie ilością składników, jakie powinny być dostępne dla roślin w kolejnych fazach wzrostu. Istnieje przy tym możliwość, wyeliminowania azotu z roztworu, przed zbiorami; podobnie jak w uprawie na wełnie mineralnej (Kobryń, 1996). Dlatego możliwe jest uzyskanie główki o dużej masie i niskim poziomie azotanów, niezależnie od warunków świetlnych.

#### WNIOSKI

1. Nawożenie metodą podsiąkową pozwoliło na uzyskanie dużych główek sałaty, o najniższym poziomie azotanów, niezależnie od warunków świetlnych.
2. Uprawa sałaty w pojemnikach, o objętości  $1,5 \text{ dm}^3$  substratu torfowego nawożonego przedwegetacyjnie, wymagała nawożenia pogłównego.
3. W tradycyjnej uprawie sałaty (bez doświetlania), w okresie od października do marca, niemożliwe było uzyskanie niższego poziomu azotanów niż przewiduje obecna norma —  $2000 \text{ mg NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$  świeżej masy.

#### PIŚMIENNICTWO

- Drews M., Schonhof I., Krumbein A., 1995. Nitrat-, Vitamin C-,  $\beta$ -Carotin- und Zuckergehalt von Kopfsalat im Jahresverlauf beim Anbau im Gewachshaus (*Lactuca sativa* L.), Gartenbauwissenschaft 60,4:180-187.



- Kobryń J., 1996. Effect of the nitrogen fertilization level on the yield, nitrate accumulation and reduction in butterhead lettuce grown in rockwool in autumn-winter production, Mat. Symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie” AR Poznań 17-19.09.1996: 177-180.
- Mott R.L., Steward F.C., 1972. Solute accumulation in plant cells V. An aspect of nutrition and development, Ann.Bot., 36: 915-937.
- Stębowska A., Michalik H., 1996. Wpływ warunków uprawy na zawartość azotanów w sałacie masłowej (*Lactuca sativa* L.) pod osłonami, Nowości Warzywn., 29: 19-26.

## SUMMARY

Butterhead lettuce was cultivated in a plastic tunnel in autumn and spring. The seedlings from plug trays were planted to the PE pots, with two different capacities: 0.5 and 1.5 dm<sup>3</sup>. The peat substrate in the pots contained all the nutrient elements. The bigger pots were irrigated by capillary system. The smaller ones, standing on the watering mat, were fertigated by „drip-line” system. EC of nutrient solution was 1.8 mS · cm<sup>-1</sup>. Lettuce cultivated in the soil was the control trial. In autumn, the biggest lettuce heads (over 200 g), with the lowest level of nitrate (551 mg NO<sub>3</sub> · kg<sup>-1</sup> FW), were obtained on the watering mat. The same trends were noted in spring.