

## Wpływ nawożenia mineralnego na cechy morfologiczne łodyg i zawartość barwników w liściach ziemniaków

TEOFIL MAZUR I LESZEK ROGALSKI

Instytut chemizacji Rolnictwa, Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn

(Przyjęto: 11 VIII 1976)

T. Mazur and L. Rogalski (Technical Academy of Agriculture, Olsztyn,  
Poland): Acta Agrobotanica 30 (1), 1977.

*The effects of mineral fertilization on morphological features of potato tops  
and content of pigments in leaves*

Three-years of field experiments were conducted to study the effect of high dose of mineral fertilization on morphological characteristics and the content of pigments in six potato varieties. It was found that mineral fertilization significantly promoted the growth of haulms, increased the number of leaves and their total assimilative surface, as well as the content of chlorophyll, carotene and xanthophyll.

### WSTĘP

Cechy morfologiczne roślin, zawartość barwników w liściach i związany z tym proces asymilacji rzutują na ilość i jakość otrzymanego plonu bulw ziemniaków. Na wielkość powierzchni asymilacyjnej obok cech odmianowych duży wpływ wywiera nawożenie oraz inne zabiegi agrotechniczne (Birecki, Roztropowicz 1956; Mazur, Rogalski 1974; Tilgor 1961; Watson 1963). Kształtowanie się plonu bulw ziemniaków zależy w dużym stopniu od wielkości wskaźnika powierzchni asymilacyjnej. Jeśli wynosi on poniżej 3, wówczas tempo nagromadzania się plonu bulw wzrasta wraz ze wzrostem powierzchni liści. Po przekroczeniu jego wartości powyżej 3 powierzchnia liści nie ma już bezpośredniego wpływu na tempo przyrostu plonu bulw. Nagromadzenie plonu bulw zależy również od szybkości wytwarzania powierzchni asymilacyjnej w pierwszym okresie rozwoju rośliny. Mała liczba pędów w roślinie ogranicza rozwój masy nadziemnej i tym samym wielkość powierzchni asymilacyjnej, co ma bezpośredni związek z wielkością plonu końcowego. Najwyższe plony bulw uzyskano z roślin o 4-6 łodygach (Birecki, Roztropowicz 1956). Na wzrost powierzchni asymilacyjnej liści dodatnio wpływa nawożenie mineralne.

Według Watsona (1963) azot i fosfor pobudzają aktywność merystemów wierzchołkowych i bocznych, powodując większe rozgałęzienie roślin.

Proces asymilacji jest uzależniony nie tylko od wielkości powierzchni asymilacyjnej, ale również od zawartości barwników w liściach (Kisłjakowa, Gołubkova 1967). Według badań Romańczuka (1958) pełne nawożenie mineralne (NPK, Ca, Mg) zabezpiecza najlepiej warunki do syntezy chlorofilu, a zatem i wzrostu produktywności rośliny. Inni autorzy (Sorakina 1966; Zajcewa, Poliakow 1967) zwracają uwagę na korzystne działanie miedzi w procesie asymilacji. Kasim (1967) stwierdził, że w liściach ziemniaków zawartość karotenoidów wynosi od 0,1988 do 0,5600 mg/100 g świeżej masy.

W roślinach dwuliściennych zawartość chlorofilu jest najwyższa w środkowych i podwierzchołkowych piętach roślin, a stosunek chlorofilu a do b wynosi od 2,0 do 2,47 (Gej 1966). Środkowe liście ziemniaka wykazują najwyższą intensywność fotosyntezy i dużą zawartość wysoko energetycznych nukleotydów (Kisłjakowa, Gołubkova 1967). Nawożenie mineralne, a zwłaszcza azotowe, wpływa dodatnio na zawartość chlorofilu i karotenu w roślinach (Nehring, Schutt 1961).

Poznanie wpływu wysokich dawek nawozów mineralnych na cechy morfologiczne roślin ziemniaka i zawartość barwników w liściach ma duże znaczenie poznawcze i gospodarcze. Problem ten nie jest dobrze poznany i wymaga dalszych badań. Mając to na uwadze, w latach 1970-72 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe nad wpływem intensywnego nawożenia mineralnego na wzrost i zmianę cech morfologicznych oraz zawartość barwników u sześciu zrejzonizowanych odmian ziemniaków. Badaniami objęto odmiany: Baca, Epoka, Osa, Nysa, Uran i Wyszoborski.

#### METODYKA BADAŃ

Opis doświadczeń oraz wszystkie dane agrotechniczne i przebieg wegetacji ziemniaków podano w pracy Mazura i Rogalskiego (1974). W czasie wegetacji ziemniaków przeprowadzono pomiary biometryczne masy nadziemnej w dwóch terminach, tj. w początkowej i końcowej fazie kwitnienia ziemniaków. U badanych odmian fenofazy te występowały w zbliżonym terminie. Orkeślono wysokość roślin, liczbę łodyg i liczbę liści na krzaku oraz ich powierzchnię. Powierzchnie liści mierzono za pomocą planimetru biegunowego. Wszystkie pomiary biometryczne wykonano na 10 losowo wybranych roślinach każdego polotka. W tym samym czasie ze środkowych partii łodyg pobierano próby

liści do oznaczenia w nich barwników. Karoten i ksantofil oznaczano wg Brzeskiego i Kaniugi (1957), natomiast chlorofil a i b spektrofotokolorymetrycznie wg Tilgora (1961), do obliczeń zaś stosowano wzory Machinney'a.

Z uzyskanych wyników badań biometrycznych i oznaczeń barwników obliczono wartości średnie z poletka, a następnie z kombinacji i lat. W tabelach podano wyniki z lat, z badań morfologicznych — średnie z trzech lat, a z analiz chemicznych — za okres dwóch lat (1971-1972), gdyż w pierwszym roku prowadzenia doświadczeń, oznaczeń tych nie wykonywano ze względów technicznych.

### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zmienność cech morfologicznych. Wyniki uzyskane z pomiarów wysokości krzaków (tab. 1) wskazują, że w okresie między początkową a końcową fazą kwitnienia ziemniaków następuje silny wzrost łodyg. Wzrost ten nasila się wraz ze wzrastającym poziomem nawożenia. W początkowej fazie kwitnienia ziemniaków, średnio dla odmian niezależnie od nawożenia, najwyższy wzrost osiągnęła odmiana Wyszoborski — 80,3 cm, a najniższy odmiana Epoka — 61,1 cm. To samo odnosi się do końcowej fazy kwitnienia; najwyższym wzrostem

Tabela 1 — Table 1

Średnia wysokość roślin ziemniaków (cm)

Average height of potato plants (cm)

| Nawożenie<br>Fertilizer                                   | Odmiany — Varieties (Cultivars) |       |       |       |       |             |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa   | Nysa  | Uran  | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time (I) |                                 |       |       |       |       |             |
| 0   | 59,4                            | 55,8  | 63,4  | 58,5  | 58,7  | 69,8        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>           | 62,9                            | 61,3  | 68,0  | 66,1  | 68,9  | 75,8        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>        | 68,2                            | 63,2  | 73,0  | 69,7  | 74,3  | 85,3        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>        | 71,4                            | 64,2  | 74,2  | 76,0  | 78,6  | 90,1        |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time (II)        |                                 |       |       |       |       |             |
| 0   | 73,9                            | 76,4  | 79,0  | 83,4  | 92,6  | 94,9        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>           | 88,5                            | 87,3  | 93,5  | 103,7 | 104,2 | 109,6       |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>        | 112,0                           | 109,0 | 112,5 | 120,0 | 126,6 | 120,7       |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>        | 128,0                           | 115,0 | 124,5 | 129,1 | 136,0 | 138,1       |

NRU dla odmian — LSD for varieties  
NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer

|      |       |
|------|-------|
| I    | II    |
| 7,64 | 10,70 |
| 6,24 | 8,74  |

charakteryzowała się odmiana Wyszoborski — 115,8 cm, a najniższym odmiana Epoka — 96,9 cm.

Nawożenie mineralne wpłynęło dodatnio na wzrost naci u wszystkich badanych odmian. Dawka 190 kg NPK/ha spowodowała średni przyrost naci u wszystkich odmian o 6,3 cm w pierwszym terminie i o 14,2 cm w drugim terminie pomiarów. Zwiększenie dawki do 380 kg NPK/ha dało większy przyrost krzaków, gdyż odpowiednio: o 11,4 cm i 33,5 cm, a do 760 kg NPK aż o 15,2 cm i 45,0 cm.

W pierwszym terminie pomiarów większymi przyrostami pod wpływem nawożenia charakteryzowały się odmiany: Uran, Nysa i Wyszoborski, w drugim zaś odmiany: Osa, Baca i Nysa.

Z ilością masy nadziemnej wiąże się liczba łodyg w krzaku. Z zestawienia tabeli 2 wynika, że większą liczbą łodyg charakteryzowały

Tabela 2 — Table 2  
Liczba łodyg w roślinach ziemniaków  
Number of haulms per plant

| Nawożenie<br>Fertilizer                               | Odmiany — Varieties (Cultivars) |       |     |      |      |             |
|---|---------------------------------|-------|-----|------|------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa | Nysa | Uran | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time |                                 |       |     |      |      |             |
| 0   | 4,8                             | 4,1   | 5,9 | 5,3  | 5,5  | 5,7         |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 5,1                             | 4,7   | 6,4 | 5,6  | 6,0  | 5,5         |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 5,2                             | 5,0   | 6,5 | 6,0  | 5,8  | 6,1         |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>380</sub>    | 5,4                             | 5,4   | 6,3 | 6,6  | 6,2  | 6,4         |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time         |                                 |       |     |      |      |             |
| 0   | 4,7                             | 4,7   | 6,5 | 5,5  | 4,8  | 5,1         |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 5,6                             | 5,2   | 7,0 | 6,2  | 5,9  | 5,2         |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 5,7                             | 5,5   | 6,3 | 7,2  | 5,8  | 5,6         |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>380</sub>    | 5,6                             | 5,8   | 6,1 | 7,3  | 5,5  | 6,5         |

|  |      |      |
|--|------|------|
| NRU dla odmian — LSD for varieties     | I    | II   |
|  | 0,43 | 0,53 |
| NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer | 0,35 | 0,43 |

się odmiany: Osa — 6,5 i Nysa — 6,5. U pozostałych odmian przeciętna liczba łodyg wynosiła 5,4. Średnio dla nawożenia poszczególne jego poziomy powodowały następujące przyrosty liczby łodyg z rośliny; dawka najniższa — 1,0, dawka średnia — 0,7 i dawka najwyższa — 0,6 w stosunku do kombinacji kontrolnej. Pewną tendencję wzrostu liczby łodyg w krzaku wraz z poziomem nawożenia, w końcowej fazie kwitnienia, zaobserwowano u odmian Baca, Nysa i Wyszoborski.

Tabela 3 — Table 3

Liczba liści na roślinach ziemniaków  
Leaf number per plant

| Nawożenie<br>Fertilizer                               | Odmiany — Varieties (Cultivars) |       |       |       |       |             |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa   | Nysa  | Uran  | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time |                                 |       |       |       |       |             |
| 0   | 53,5                            | 44,7  | 62,8  | 62,3  | 59,3  | 67,2        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 59,2                            | 49,1  | 68,4  | 73,2  | 69,3  | 73,7        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 63,5                            | 52,5  | 67,5  | 83,5  | 72,3  | 85,5        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 71,5                            | 56,6  | 78,8  | 91,8  | 82,4  | 86,8        |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time         |                                 |       |       |       |       |             |
| 0   | 91,2                            | 74,1  | 92,5  | 86,9  | 86,2  | 92,5        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 111,4                           | 97,6  | 106,6 | 106,6 | 104,3 | 120,5       |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 121,2                           | 108,5 | 121,0 | 134,2 | 134,5 | 154,6       |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 139,1                           | 123,9 | 138,5 | 146,4 | 137,7 | 161,6       |

|  |      |      |
|--|------|------|
|  | I    | II   |
| NRU dla odmian — LSD for varieties     | 6,95 | 8,63 |
| NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer | 5,68 | 7,05 |

W charakterystyce masy nadziemnej uwzględniono również liczbę liści na krzakach ziemniaków, w celu określenia powierzchni asymilacyjnej (tab. 3). Przyrost liczbowy liści na roślinach w czasie między początkową a końcową fazą kwitnienia u poszczególnych odmian, średnio dla wszystkich poziomów nawożenia, wynosił: Nysa — 52%, Osa — 59, Uran — 63, Wyszoborski — 69, Baca — 87 i Epoka — 99%. Największą liczbę liści posiadała odmiana Wyszoborski, a najmniejszą Epoka. Stosowane wzrastające nawożenie mineralne wpłynęło dodatnio na zwiększenie się liczby liści na roślinach ziemniaków. Miało to bezpośredni związek ze wzrostem wysokości krzaków i liczbą łodyg w krzaku. W końcowej fazie kwitnienia najniższa dawka nawozów zwiększyła liczbę liści o 24%, średnia o 48 i najwyższa o 62% w stosunku do kombinacji kontrolnej.

Najmniejszą liczbą liści charakteryzowała się odmiana Epoka, u której nawożenie 760 kg NPK zwiększyło ich ilość o 67%, a największą odmiana Wyszoborski, u której ta sama dawka nawozów mineralnych spowodowała wzrost ilości liści o 75% w stosunku do poletek nie nawożonych. Na podstawie porównań tych dwóch odmian można stwierdzić, że im więcej jest liści na krzaku ziemniaków, tym działanie nawozów na wzrost ich liczby było lepsze.

O powierzchni asymilacyjnej decyduje nie tylko liczba liści, ale

Tabela 4 — Table 4  
Średnia powierzchnia liścia (cm<sup>2</sup>)  
Mean leaf area (cm<sup>2</sup>)

| Nawożenie<br>Fertilizer                               | Odmiany — Varieties (Cultivars) |       |       |       |       |             |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa   | Nysa  | Uran  | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time |                                 |       |       |       |       |             |
| 0   | 134,1                           | 142,6 | 146,9 | 134,1 | 134,6 | 114,3       |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 145,5                           | 187,8 | 166,4 | 136,0 | 153,9 | 129,5       |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 147,3                           | 194,0 | 190,0 | 162,7 | 163,7 | 133,9       |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 141,7                           | 204,5 | 190,5 | 175,2 | 180,5 | 133,9       |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time         |                                 |       |       |       |       |             |
| 0   | 191,2                           | 193,9 | 150,0 | 176,7 | 207,5 | 141,1       |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 218,0                           | 255,3 | 202,4 | 195,9 | 231,4 | 149,7       |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 247,7                           | 234,0 | 242,4 | 221,4 | 236,8 | 174,1       |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 241,2                           | 246,4 | 228,3 | 231,8 | 260,0 | 178,4       |

|  |       |       |
|--|-------|-------|
|  | I     | II    |
| NRU dla odmian — LSD for varieties     | 11,64 | 18,16 |
| NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer | 11,96 | 11,83 |

Tabela 5 — Table 5  
Łączna powierzchnia liści jednej rośliny ziemniaka (cm<sup>2</sup>)  
Overall area of leaves per plant (m<sup>2</sup>)

| Nawożenie<br>Fertilizer                               | Odmiany — Varieties (Cultivars) |       |      |      |      |             |
|---|---------------------------------|-------|------|------|------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa  | Nysa | Uran | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time |                                 |       |      |      |      |             |
| 0   | 0,72                            | 0,65  | 0,92 | 0,84 | 0,80 | 0,77        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 0,86                            | 0,92  | 1,14 | 1,00 | 1,06 | 0,94        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 0,93                            | 1,02  | 1,46 | 1,37 | 1,18 | 1,12        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 1,02                            | 1,15  | 1,51 | 1,63 | 1,49 | 1,15        |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time         |                                 |       |      |      |      |             |
| 0   | 1,74                            | 1,41  | 1,39 | 1,52 | 1,77 | 1,30        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 2,20                            | 2,48  | 2,15 | 2,08 | 2,41 | 1,80        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 2,58                            | 2,53  | 2,92 | 2,97 | 3,16 | 2,64        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 3,15                            | 3,05  | 3,14 | 3,39 | 3,56 | 2,84        |

|  |      |      |
|--|------|------|
|  | I    | II   |
| NRU dla odmian — LSD for varieties     | 0,14 | 0,20 |
| NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer | 0,12 | 0,16 |

również ich powierzchnia. Średnia powierzchnia liścia, zarówno w początkowej, jak i w końcowej fazie kwitnienia, była znacznie zróżnicowana (tab. 4). W pierwszym terminie pomiarów średnia powierzchnia była mniejsza średnio o 35% niż w drugim terminie badań. Średnio dla odmian największą powierzchnią asymilacyjną charakteryzowała się odmiana Epoka, a najmniejszą — odmiana Wyszoborski. Stąd wniosek, że liczba liści na krzakach tych odmian nie szła w parze z ich wielkością. Pozostałe odmiany pod względem wielkości powierzchni liścia w kolejności malejącej układały się następująco: Uran > Osa > Baca > Nysa.

Wzrastające nawożenie mineralne powodowało stały wzrost powierzchni liścia ziemniaków. Wzrost ten pod wpływem najwyższej dawki nawozów (760 kg NPK/ha) wynosił u odmian: Osa — 52%, Nysa — 31, Epoka i Wyszoborski — 27, Baca — 26 i Uran — 25% w stosunku do kombinacji kontrolnej.

Wpływ wzrastającego nawożenia mineralnego na łączną powierzchnię liściową w przeliczeniu na jedną roślinę przedstawiono w tabeli 5. Wielkości te otrzymano z przemnożenia liczby liści na krzaku przez średnią powierzchnię liścia. W początkowej fazie kwitnienia największą powierzchnią charakteryzowała się odmiana Osa — 1,25 m<sup>2</sup>, a najmniejszą Baca — 0,88 m<sup>2</sup>. Między początkową a końcową fazą kwitnienia powierzchnia asymilacyjna jednego krzaka wzrosła średnio u wszystkich odmian o 127%. W drugim terminie pomiarów największą powierzchnię stwierdzono u odmiany Uran — 2,75 m<sup>2</sup> i Nysa — 2,50 m<sup>2</sup>, a najmniejszą u odmiany Wyszoborski — 2,15 m<sup>2</sup>.

Tabela 6 — Table 6

Charakterystyka wskaźnika asymilacji  
Characteristics of serfice assimilation index

| Nawożenie<br>Fertilizer                               | Odmiana — Varieties (Cultivars) |       |      |      |      |             |
|---|---------------------------------|-------|------|------|------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa  | Nysa | Uran | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time |                                 |       |      |      |      |             |
| 0   | 3,0                             | 2,7   | 3,8  | 3,5  | 3,3  | 3,2         |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 3,6                             | 3,8   | 4,8  | 4,2  | 4,4  | 3,9         |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 3,9                             | 4,3   | 6,1  | 5,7  | 4,9  | 4,7         |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 4,3                             | 4,8   | 6,3  | 6,8  | 6,2  | 4,8         |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time         |                                 |       |      |      |      |             |
| 0   | 7,3                             | 5,9   | 5,8  | 6,3  | 7,4  | 5,4         |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 9,2                             | 10,3  | 9,0  | 6,7  | 10,0 | 7,5         |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 10,8                            | 10,5  | 12,2 | 12,4 | 13,2 | 11,0        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 13,1                            | 12,7  | 13,1 | 14,1 | 14,8 | 11,8        |

Tabela 7 — Table 7

Zawartość chlorofilu a i b w liściach ziemniaków (mg/100 g świeżej masy)  
The content of chlorophyll a and b in potato leaves (mg/100 g of fresh weight)

| Nawożenie<br>Fertilizer                                   | Odmiany — Varieties (Cultivars) |      |       |      |       |      |       |      |
|---|---------------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|   | Baca                            |      | Epoka |      | Osa   |      | Nysa  |      |
|   | a                               | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time (I) |                                 |      |       |      |       |      |       |      |
| 0   | 65,2                            | 26,7 | 86,8  | 31,2 | 71,9  | 24,5 | 89,2  | 37,7 |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>           | 80,9                            | 37,6 | 100,7 | 35,0 | 84,7  | 37,0 | 90,9  | 42,4 |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>        | 82,6                            | 40,0 | 114,9 | 45,8 | 102,9 | 42,0 | 106,1 | 43,4 |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>        | 75,5                            | 34,9 | 95,3  | 39,9 | 101,0 | 37,6 | 93,0  | 43,3 |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time (II)        |                                 |      |       |      |       |      |       |      |
| 0   | 73,3                            | 36,7 | 83,0  | 36,9 | 63,0  | 36,4 | 88,3  | 39,9 |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>           | 90,6                            | 44,4 | 98,4  | 43,8 | 79,1  | 36,5 | 103,6 | 43,5 |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>        | 100,4                           | 45,8 | 95,8  | 34,6 | 93,5  | 37,6 | 109,2 | 50,8 |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>        | 107,7                           | 57,2 | 108,8 | 50,5 | 108,8 | 45,8 | 115,9 | 51,9 |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time (I) |                                 |      |       |      |       |      |       |      |
| 0   | 62,0                            | 31,0 | 82,7  | 35,7 | 62,0  | 31,0 | 82,7  | 35,7 |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>           | 76,0                            | 42,5 | 95,3  | 44,2 | 76,0  | 42,5 | 95,3  | 44,2 |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>        | 99,8                            | 43,8 | 97,6  | 54,1 | 99,8  | 43,8 | 97,6  | 54,1 |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>        | 98,5                            | 42,2 | 94,0  | 50,9 | 98,5  | 42,2 | 94,0  | 50,9 |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time (II)        |                                 |      |       |      |       |      |       |      |
| 0   | 77,7                            | 30,7 | 78,7  | 41,2 | 77,7  | 30,7 | 78,7  | 41,2 |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>           | 86,1                            | 39,5 | 107,5 | 50,0 | 86,1  | 39,5 | 107,5 | 50,0 |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>        | 97,4                            | 43,9 | 121,9 | 53,5 | 97,4  | 43,9 | 121,9 | 53,5 |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>        | 107,6                           | 51,1 | 127,1 | 61,3 | 107,6 | 51,1 | 127,1 | 61,3 |

NRU dla odmian — LSD for varieties  
NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer

I  
a — 14,64 b — 8,54  
a — 11,96 b — 6,97

II  
a — 15,50 b — 8,42  
a — 12,66 b — 6,88



Wzrastające nawożenie mineralne powodowało systematyczny wzrost powierzchni liściowej ziemniaków u wszystkich odmian. W kombinacji z dawką 760 kg NPK/ha przyrosty powierzchni liściowej w stosunku do poletek kontrolnych wynosiły: u odmiany Osa — 126%, Nysa — 123, Wyszoborski — 118, Epoka — 116, Uran — 101 i Baca — 81% w stosunku do kombinacji kontrolnej. Należy stwierdzić, że intensywny wzrost powierzchni liściowej, szczególnie z wyższymi poziomami nawożenia, nie korelował z wielkością otrzymanego plonu bulw, co szczególnie zaznaczyło się u odmian Uran i Nysa (Mazur, Rogalski 1974).

Na podstawie uzyskanych danych obliczono wskaźnik powierzchni asymilacyjnej (tab. 6). Między początkową fazą kwitnienia a końcem kwietnia wskaźnik powierzchni asymilacyjnej wyraźnie wzrósł. Wzrost ten we wszystkich kombinacjach wynosił średnio: u odmiany Baca — 173%, Epoka — 152, Uran — 141, Wyszoborski — 109, Nysa — 105 i Osa — 91%. Największy wskaźnik powierzchni asymilacyjnej posiadała odmiana Uran, średnio z wszystkich kombinacji wynosił on 11,1. U pozostałych odmian równał się: Nysa — 10,4; Baca — 10,1; Osa — 10,0; Epoka — 9,8 i Wyszoborski — 8,9.

Wzrastające nawożenie mineralne powodowało systematyczny wzrost wskaźnika powierzchni asymilacyjnej. Najwyższy wzrost tego wskaźnika nastąpił pod wpływem nawożenia u odmiany Nysa o 7,8, a najniższy u odmiany Baca o 5,8.

Zmienność zawartości barwników. Zawartość barwników w liściach ziemniaków zależy od fazy rozwojowej rośliny i stosowanego nawożenia. W początkowej fazie kwitnienia najwyższą zawartość chlorofilu a stwierdzono u odmiany Epoka, a najniższą u odmiany Baca (tab. 7). Różnica między odmianami o najwyższej i najniższej zawartości chlorofilu a wynosiła 24%. Inaczej przedstawiała się zawartość chlorofilu b, gdyż najwięcej wykryto go u odmiany Uran, a najmniej również u odmiany Baca. Różnica w jego zawartości między tymi odmianami wynosiła 25%. Odmiany pod względem zawartości chlorofilu a i b w końcowej fazie kwitnienia można uszeregować następująco:

chlorofil a: Uran > Nysa > Epoka > Baca > Wyszoborski > Osa

chlorofil b: Baca > Uran > Nysa > Wyszoborski > Epoka > Osa

Różnice między najwyższą a najniższą zawartością wynoszą dla chlorofilu a — 26% i chlorofilu b — 43%.

Wzrastające nawożenie mineralne działało korzystnie na zawartość chlorofilu a i b, w początkowej fazie kwitnienia do dawki 360 kg NPK/ha, a w końcowej fazie kwietnia — do dawki 760 kg NPK/ha. Działanie nawozów mineralnych u poszczególnych odmian nie było jednakowe. Przykładowo w drugim terminie pobrania próbek najwyższa

dawka nawozów spowodowała u odmiany Uran wzrost zawartości chlorofilu a o 61% i chlorofilu b o 49%, a u odmiany Epoka tylko o 31% i 37%.

Należy zaznaczyć, że wzrost zawartości chlorofilu w kombinacjach z intensywnym nawożeniem mineralnym nie wywierał wpływu na wielkość wyprodukowanego plonu bulw. Odmiany Nysa i Uran najlepiej plonowały przy poziomie nawożenia 190 kg NPK/ha, gdzie zawartość chlorofilu a i b w końcowej fazie kwietnia wynosiła 147 i 157 mg/100 g. Zawartość chlorofilu a i b w tej kombinacji była niższa o 8 i 10% w porównaniu do kombinacji nawożonej 380 kg NPK/ha. Pozostałe cztery odmiany najlepiej plonowały przy średnim poziomie nawożenia, a zawartość chlorofilu w końcowej fazie kwitnienia wynosiła: Baca — 146, Epoka — 130, Osa — 131 i Wyszoborski — 143 mg/100 g świeżej masy. Ta ilość chlorofilu była odpowiednio mniejsza o 12, 18, 16 i 10% w porównaniu z kombinacją z najwyższym poziomem nawożenia.

Zawartość karoten w liściach ziemniaków była również uzależniona od odmiany i nawożenia (tab. 8). W początkowej i końcowej fazie kwitnienia największą ilość karotenu stwierdzono u odmiany Epoka — 9,50, a najmniejszą u odmiany Baca — 6,85 mg/100 g świeżej masy. Nawożenie mineralne w dawce 760 kg NPK/ha działało korzystnie na zawartość karotenu tylko u odmian Epoka, Nysa i Uran. U pozostałych

Tabela 8 — Table 8

Zawartość karotenu w liściach ziemniaków (mg/100 g świeżej masy)  
Carotene content in potato leaves (mg/100 g fresh weight)

| Nawożenie<br>Fertilizer                               | Odmiany — Varieties (Cultivars) |       |       |       |      |             |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa   | Nysa  | Uran | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time |                                 |       |       |       |      |             |
| 0   | 4,88                            | 8,69  | 7,84  | 7,87  | 6,27 | 6,59        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 6,12                            | 9,00  | 8,38  | 8,76  | 6,42 | 6,83        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 7,87                            | 10,04 | 9,20  | 9,42  | 6,75 | 7,08        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 7,67                            | 10,70 | 8,87  | 9,16  | 6,81 | 7,00        |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time         |                                 |       |       |       |      |             |
| 0   | 5,48                            | 7,90  | 7,13  | 6,88  | 7,97 | 7,00        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 6,67                            | 9,29  | 7,91  | 9,37  | 8,22 | 8,22        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 7,93                            | 10,05 | 10,42 | 10,24 | 8,70 | 8,48        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 8,26                            | 10,43 | 10,27 | 10,87 | 8,72 | 8,93        |

|  |   |      |      |
|--|---|------|------|
| NRU dla odmian — LSD for varieties     | — | I    | II   |
|  |   | 0,91 | 0,82 |
| NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer | — | 0,74 | 0,67 |
|  |   |      |      |

Tabela 9 — Table 9

Zawartość ksantofilu w liściach ziemniaków (mg/100 g świeżej masy)  
Xanthophyll content in potato leaves (mg/100 g fresh weight)

| Nawożenie<br>Fertilizer                               | Odmiany — Varieties (Cultivars) |       |      |       |       |             |
|---|---------------------------------|-------|------|-------|-------|-------------|
|   | Baca                            | Epoka | Osa  | Nysa  | Uran  | Wyszoborski |
| Początek fazy kwitnienia — Beginning of blooming time |                                 |       |      |       |       |             |
| 0   | 6,77                            | 6,10  | 5,55 | 8,54  | 7,58  | 7,07        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 7,58                            | 6,48  | 6,05 | 10,18 | 7,96  | 8,28        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 10,07                           | 6,78  | 6,18 | 10,82 | 9,20  | 9,23        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 10,58                           | 7,56  | 6,61 | 12,30 | 9,90  | 9,65        |
| Koniec fazy kwitnienia — End of blooming time         |                                 |       |      |       |       |             |
| 0   | 6,07                            | 7,00  | 5,59 | 10,01 | 7,66  | 6,51        |
| N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>       | 7,21                            | 7,08  | 5,96 | 10,74 | 8,41  | 7,59        |
| N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>180</sub>    | 8,07                            | 7,79  | 6,21 | 13,84 | 9,52  | 8,14        |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>360</sub>    | 8,95                            | 9,20  | 7,11 | 14,56 | 10,32 | 9,32        |

NRU dla odmian — LSD for varieties  
NRU dla nawożenia — LSD for fertilizer

|      |      |
|------|------|
| I    | II   |
| 0,72 | 1,24 |
| 0,63 | 1,01 |

trzech odmian lepszą okazała się niższa dawka nawozów, wynosząca 380 kg NPK/ha. W końcowej fazie kwitnienia różnic tych nie stwierdzono, gdyż w kombinacji z najwyższą dawką nawozów jego zawartość była nieco wyższa niż na średnim poziomie nawożenia, z wyjątkiem odmiany Osa.

Zawartość ksantofilu w liściach badanych odmian ziemniaków była dość znacznie zróżnicowana, gdyż średnio u odmiany Nysa stwierdzono 11,4 mg, a u odmiany Osa tylko 6,2 mg/100 g świeżej masy (tab. 9). Barwnik ten w obydwu terminach pobrania liści wykazywał stały wzrost zawartości w miarę wzrostu nawożenia mineralnego. Działanie nawozów nie było jednakowe u wszystkich odmian. W końcowej fazie kwitnienia wzrost ten pod wpływem najwyższej dawki nawozów u odmiany Baca wynosił 47%, a u odmiany Osa tylko 27% w porównaniu z plotkami kontrolnymi.

Większa zawartość karotenu i ksantofilu w kombinacjach z najwyższym nawożeniem mineralnym nie miała związku z wielkością uzyskanego plonu, podobnie jak w przypadku chlorofilu (Mazur, Rogalski 1974).

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski.

1. Między początkową a końcową fazą kwitnienia następuje silny wzrost pędów ziemniaków, który jest tym większy im wyższe jest nawożenie mineralne. Pod wpływem nawożenia wzrosła również średnia liczba łodyg od 0,6 do 1,0. Intensywne nawożenie mineralne (760 kg NPK/ha) spowodowało również wzrost liści od 24 do 62% i tym samym powierzchni liściowej od 25 do 52% w stosunku do poletek nie nawożonych.

2. Wzrost powierzchni liści pod wpływem nawożenia wpłynął na wielkość wskaźnika asymilacji, który w tych kombinacjach był przeciętnie dwukrotnie wyższy.

3. Wzrastające nawożenie mineralne do poziomu 380 kg NPK/ha spowodowało wzrost zawartości chlorofilu w liściach w początkowej fazie kwitnienia, a w końcowej fazie kwitnienia do 760 kg NPK/ha. Najwyższą zawartością chlorofilu charakteryzowały się odmiany Nysa i Uran, a najniższą odmiana Osa.

4. Zawartość karotenu i ksantofilu wzrastała w kombinacjach intensywnie nawożonych. Dla karotenu optymalną okazała się dawka nawozów w początkowej fazie kwitnienia 380 kg NPK/ha, a w końcowej fazie kwitnienia 760 kg NPK/ha. Dla ksantofilu w obu terminach dawka 760 kg NPK/ha.

5. Zawartość barwników w liściach ziemniaków zależała od cech odmianach, najwyższy przyrost sumy barwników pod wpływem nawożenia wystąpił u odmiany Uran, a najmniejszy u odmiany Epoka.

## SUMMARY

Field experiments were conducted to study the effects of high dose of mineral fertilization on morphological characteristics of haulms and pigment content in leaves of six potato varieties. Measurements were taken at the beginning and at the end flowering of potatoes. It was found that mineral fertilization had a favourable effect on the studied characteristics of haulms.

The growth of haulms was more intensive and the number of haulms and leaves increased under the influence of fertilization. Thus, assimilation index was two times as high on fertilized plots than on unfertilized plots.

Mineral fertilization had a positive effect on the content of chlorophyll a and b, carotene, and xanthophyll in the leaves. The Nysa and Uran varieties were characterized by highest chlorophyll content, and the Nysa variety — by the lowest.

The highest content of pigments under fertilizer treatment was found in the Uran variety and the lowest in Epoka.

## LITERATURA

- Birecki M., Roztropowicz S., 1956. Zależność plonu ziemniaków od wielkości powierzchni asymilacyjnej rośliny. *Rocz. Nauk. Rol.* 79, A (1): 1-43.
- Brzeski W., Kaniuga Z., 1957. Ćwiczenia z biochemii roślin. Skrypt SGGW Warszawa Wyd. II.
- Gej B., 1966. Zmiany w zawartości chlorofilu A i B w liściach różnego wieku niektórych roślin dwuliściennych. *Acta Soc. Bot. Pol.* 35 (2): 209-224.
- Kasim M., 1967. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Kartoffel — Carotynoide. *Nehrung*, 11 (5): 411-415.
- Kisiljakowa T.E., Gołubkowa B.M., i in. 1967. Wzaimoswiaz struktury i funkcji fotosyntetycznego aparatu w ontogieniezie kartofielu. *Fizjol. Rast.* 14 (1): 5-14.
- Mazur T., Rogalski L., 1974. Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na plonowanie sześciu odmian ziemniaków. *Zesz. nauk. ART Olszt., Rolnictwo*, 7: 99-110.
- Nehring K., Schutt W., 1961. Der Einfluss der Düngung auf Gehalt an Carotin und Chlorophyll in Grünfutterpflanzen. *Z.f. landwirt. Versuch Untersuch. Wesen*.
- Romańczuk P.S., 1958. Rozwitiya chloroplastow w listjach kartofielu w swiazi s usłowijami mineralnego pitania. *Fizjol. Rast.* 5: 400-408.
- Sorokina G. J., 1966. Wlijanie miedzi na sodierżanije chlorofila w listiach kartofielu. *Naucz. Dokł. Wyższ. Szkoły Biał. Nauk.* 4: 159-162.
- Tilgor H.K., 1961. Fotosyntezy — małyj praktikum po fizjologii rastienii., s. 32.
- Watson D.J., 1963. Some features of erop nutridion W. *Growth of the Potato*. Butterworths, London, X. 327.
- Zajcewa J.E., Poliakow P., 1967. Mikroelementy i urożaj. *Kartofiel i Owoszczy*, 12 (5): 36-37.