

DEFICYT WODY W OKRESIE WEGETACJI A PLONOWANIE I WYKORZYSTANIE AZOTU PRZEZ WCZESNE ODMIANY ZIEMNIAKA

Anna Wierzbicka, Barbara Lis, Władysław Mazurczyk

Zakład Agronomii Ziemiaka w Jadwisinie,
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Wstęp

Ziemiak jest zaliczany do roślin o dużych wymaganiach pokarmowych i nawozowych w stosunku do azotu. Jednakże wykorzystanie tego składnika pokarmowego jest małe i wynosi średnio około 50% [NEETESON 1989]. Jednym z czynników mających istotny wpływ na wykorzystanie azotu jest zaopatrzenie roślin w wodę. Szczególnie wrażliwe na niedobór wody są odmiany wczesne, które charakteryzują się intensywnym wzrostem części nadziemnej oraz bardzo intensywnym gromadzeniem plonu bulw [KACZOREK, WIERZEJSKA-BUJAKOWSKA 1988; NOWAK 1989]. Według Dzieżyca okres największej wrażliwości odmian wczesnych na niedobór wody przypada w czerwcu i na początku lipca. Celem pracy było określenie wpływu deficytu wody w okresie wegetacji na plon i wykorzystanie azotu przez wczesne odmiany ziemniaka.

Materiał i metody

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1992–1999 w trzech seriach badań z 6 odmianami: 1992–1994 (Aster, Drop), 1994–1996 (Bila, Sumak), 1998–1999 (Aksamitka i Gloria). Stosowano nawożenie azotem w formie saletry amonowej w zakresie 0–200 kg·ha⁻¹ przy stałym poziomie obornika 25 t·ha⁻¹ oraz P (53 kg·ha⁻¹) i K (150 kg·ha⁻¹).

Oceniano:

- plon suchej masy bulw,
- zawartość azotu ogółem (oznaczano metodą Kjeldahla),
- azotanów (określano metodą kolorymetryczną w oparciu o reakcję Griesa),
- pobranie azotu dostępnego w glebie przez bulwy,
- współczynnik wykorzystania azotu z nawozów mineralnych,
- klimatyczny bilans rolniczy ($P - E_a$, gdzie P = opady, E_a = ewapotranspiracja rzeczywista), ilość suchej masy, która nie została wyprodukowana z po-

wodu niedostatecznego zaopatrzenia roślin w wodę w czasie wegetacji [MAZURCZYK, LIS 2001].

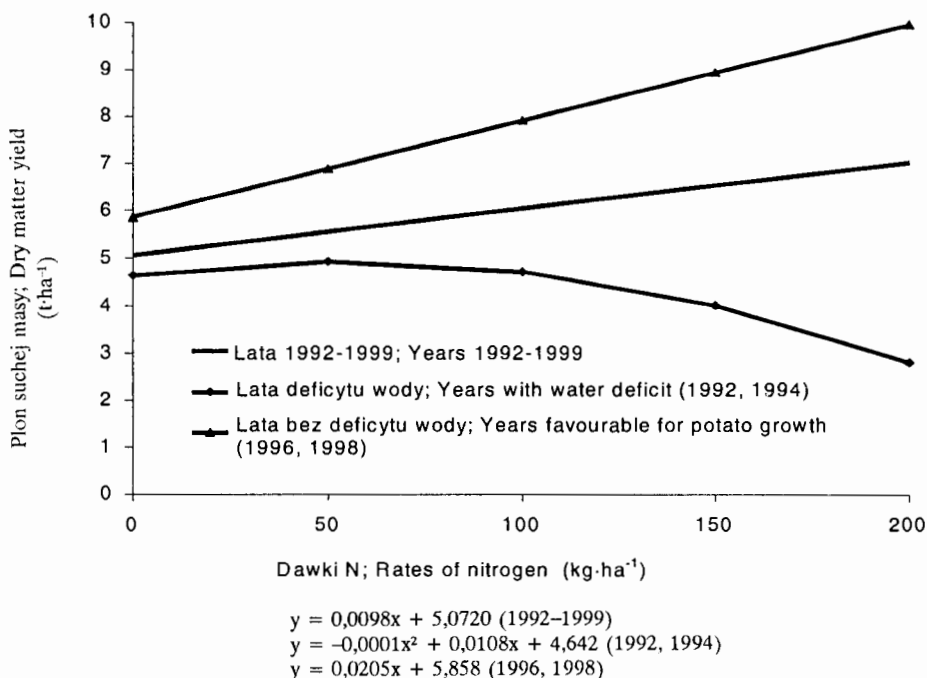
Za deficyt wody w okresie wegetacji przyjęto $P-E_a \geq -140$ mm, przy stratach suchej masy ≥ 6 t·ha⁻¹. Za wystarczające zaopatrzenie roślin ziemniaka w wodę w okresie wegetacji przyjęto $P-E_a \geq -60$ mm, przy stratach suchej masy $\leq 1,3$ t·ha⁻¹.

Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i wykorzystanie azotu oceniano dla wszystkich odmian badanych w latach 1992–1999. Ocenę wpływu deficytu wody na plonowanie i wykorzystanie N przeprowadzono dla lat badań 1992 i 1994. Stosowano analizę wariancji z regresją.

Wyniki i dyskusja

Plonowanie i pobranie N zależy z jednej strony od potencjalnych możliwości odmiany, z drugiej zaś od warunków rozwoju bardziej lub mniej sprzyjających gromadzeniu biomasy i wykorzystywaniu składników pokarmowych.

Lata 1992–1999 były zróżnicowane pod względem warunków klimatycznych. Najkorzystniejszymi do plonowania wczesnych odmian ziemniaka były lata 1996 i 1998 ($P-E_a > -60$ mm). Największe niedobory wody ($P-E_a > -140$ mm) wystąpiły w latach 1992 i 1994.



Rys. 1. Wpływ nawożenia azotem na plon suchej masy bulw w warunkach deficytu wody i w warunkach sprzyjających uprawie ziemniaka

Fig. 1. The effect of nitrogen fertilization rates on dry matter yield in water deficit conditions and in the years favourable for potato growth

Wpływ nawożenia azotem na wykorzystanie tego składnika przez rośliny ziemniaka
The influence of nitrogen fertilization on utilization of this macronutrient by potato plants

Dawka; Rate (kg N·ha ⁻¹)	Lata badań; Examined years								NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	1992-1999	
N ogółem w suchej masie (%); N total % of DM									
0	1,36	1,18	1,27	1,30	1,17	0,95	1,25	1,21	0,09* 0,1**
50	1,42	1,34	1,44	1,43	1,34	1,04	1,33	1,33	
100	1,48	1,49	1,60	1,56	1,51	1,13	1,40	1,45	
150	1,54	1,66	1,77	1,69	1,68	1,22	1,48	1,58	
200	1,61	1,82	1,94	1,78	1,85	1,31	1,56	1,70	
Średnio; Mean	1,48	1,50	1,60	1,55	1,51	1,13	1,40	1,45	
Pobranie azotu z plonem; Nitrogen uptake with yield (kg N·ha ⁻¹)									
0	65,7	49,0	52,3	70,0	69,5	50,2	40,0	56,7	15,2* 18,1**
50	85,8	64,7	63,0	105,7	96,8	68,8	52,9	76,8	
100	97,5	80,3	73,7	124,4	124,2	87,3	65,8	93,3	
150	100,6	96,0	84,4	126,1	151,5	105,9	78,7	106,2	
200	95,2	111,7	95,2	109,8	178,8	124,5	91,6	115,3	
Średnio; Mean	89,0	80,3	73,7	107,2	124,2	87,3	65,8	89,6	
Zawartość azotanów w bulwach, mg NaNO ₃ ·kg ⁻¹ św. masy; Nitrates content, mg NaNO ₃ ·kg ⁻¹ tuber FM									
0	242	66	107	77	53	50	114	101	37* 44**
50	266	123	165	121	94	59	132	137	
100	291	180	222	166	136	68	151	174	
150	315	238	280	196	178	77	170	208	
200	340	295	337	255	220	85	188	246	
Średnio; Mean	291	180	222	163	136	68	151	173	
Współczynnik wykorzystania azotu z nawozów; Level of nitrogen recovery from fertilizers (%)									
0-200									-
Średnio; Mean	27,5	31,4	21,4	45,8	54,7	37,2	25,8	34,8	

* - dla dawek; for rates, ** - dla lat; for years

Wykazano istotny wpływ nawożenia azotem na: plon suchej masy bulw, pobranie z plonem bulw azotu dostępnego w glebie i azotu z zastosowanych nawozów mineralnych oraz zawartość N ogółem i azotanów w bulwach (rys. 1, tab. 1). Plon suchej masy bulw zwiększał się liniowo pod wpływem nawożenia azotem i wynosił średnio dla badanych lat od 4,87 (N = 0 kg) do 6,84 t·ha⁻¹ (N = 200 kg·ha⁻¹). W warunkach dużego deficytu wody w okresie wegetacji ($P-E_a > -140$ mm) odnotowano istotne obniżenie plonu suchej masy bulw pod wpływem wysokich dawek N (> 100 kg·ha⁻¹), (rys. 1). Również inni autorzy [CIEĆKO, MAZUR 1974; KACZOREK 1982; LIS, WIERZEJSKA-BUJAKOWSKA 1998] wykazali, że nadmierne nawożenie azotem może zmniejszać plon bulw. Największy przyrost suchej masy pod wpływem wzrastających dawek N obserwowano w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę ($P-E_a \geq 219$ mm).

Pobranie azotu dostępnego w glebie z plonem bulw było zawarte w szerokich granicach od 40 do 180 kg N·ha⁻¹, w zależności od poziomu nawożenia tym składnikiem i warunków klimatycznych okresu wegetacji (tab. 1). W warunkach dużego deficytu wody pobranie N nie przekraczało 100 kg·ha⁻¹. Jednocześnie współczynnik wykorzystania N z nawozów mineralnych osiągał wartości poniżej 28%. W warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę pobranie N z plonem osiągało wartości 180 kg N·ha⁻¹, a współczynnik wykorzystania N z nawozów mineralnych przekraczał 50%. Średni współczynnik wykorzystania azotu z nawozów mineralnych był zbliżony do prezentowanego przez NEETESONA [1989], VOSA i MARSHALLA [1993], LIS i WIERZEJSKA-BUJAKOWSKĄ [2000] i wynosił 34,8%.

Nawożenie azotem wpływało wysoce istotnie na zawartość azotu ogółem i azotanów w bulwach. Zawartość azotu ogółem i azotanów zwiększała się liniowo pod wpływem wzrastających dawek azotu (tab. 1). Średnia zawartość azotanów w poszczególnych latach badań była zróżnicowana i mieściła się w granicach 68–291 mg NaNO₃·kg⁻¹. Przekroczenie dopuszczalnej zawartości azotanów (250 mg NaNO₃·kg⁻¹ św. masy) odnotowano w latach z deficytem wody już przy dawce 100 kg N·ha⁻¹ (291 mg NaNO₃). We wcześniejszych badaniach wykazano, że odmiany wczesne charakteryzują się większymi skłonnościami do gromadzenia azotanów w porównaniu z odmianami późnymi [LIS 1996]. W związku z powyższym u tych odmian deficyt wody w okresie wegetacji stanowi szczególne zagrożenie. W warunkach wystarczającego zaopatrzenia w wodę w okresie wegetacji zawartość azotanów była znacznie niższa (50–220 mg NaNO₃·kg⁻¹ św. masy) i nawet przy najwyższych dawkach nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnej zawartości tej formy azotu. Konsekwencją dużego deficytu wody w okresie wegetacji jest z jednej strony pogorszenie jakości bulw, a z drugiej skażenie środowiska.

Wnioski

1. Nawożenie azotem istotnie zwiększało plon suchej masy bulw, pobranie azotu z plonem, zawartość N ogółem i azotanów w bulwach ziemniaka odmian wczesnych.
2. Wysokie dawki azotu w warunkach niedoboru wody powodowały obniżenie plonu suchej masy bulw.
3. W warunkach deficytu wody w okresie wegetacji znacznie zmniejszało się zarówno pobranie N z plonem, jak i jego wykorzystanie z nawozów.

4. Susza w okresie wegetacji sprzyjała gromadzeniu nadmiernych ilości azotanów w bulwach. Przekroczenie dopuszczalnej zawartości azotanów występowało wtedy już przy dawce $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, podczas gdy w latach bez deficytu wody nawet przy dawce $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ zjawiska takiego nie obserwowano.

Literatura

- CIEĆKO Z., MAZUR T. 1974. Nawożenie azotowe odmiany Flisak. Wpływ wzrastającego nawożenia azotowego na plon i skład chemiczny bulw. Zesz. Nauk. ART w Olsztynie 7: 151–165.
- KACZOREK S. 1982. Wpływ naturalnych warunków wilgotnościowych w okresie wegetacji na efektywność nawożenia ziemniaków azotem. Biul. Inst. Ziem. 28: 149–162.
- KACZOREK S., WIERZEJSKA-BUJAKOWSKA A. 1988. Wymagania nawozowe 32 odmian ziemniaka. Ziemniak: 45–59.
- LIS B. 1996. Wpływ długości okresu wegetacji i nawożenia azotowego na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 217–222.
- LIS B., WIERZEJSKA-BUJAKOWSKA A. 1998. Wpływ nadmiernego nawożenia azotem na plonowanie i wykorzystanie azotu przez wczesne odmiany ziemniaka. Materiały konf. nauk. „Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych”. Kraków, 12–14 VI 1998: 225–228.
- LIS B., WIERZEJSKA-BUJAKOWSKA A. 2000. Wykorzystanie azotu przez jadalne odmiany ziemniaka, a ich plonowanie. Biul. IHAR 13: 87–98.
- MAZURCZYK W., LIS B. 2001. Variation of chemical composition of tubers of potato table cultivars grown under deficit and excess of water. Pol. J. Food Nutr. Sci. 10/51: 27–30.
- NEETESON J. 1989. Evaluation of the performance of three advisory methods for nitrogen fertilisation of sugar beet and potatoes. Neth. J. Agric. Sci. 37: 143–155.
- NOWAK L. 1989. Potrzeby wodne roślin okopowych, w: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Dzieżyc J. (red.), PWN, Warszawa: 85–118.
- VOS J., MARSHALL B. 1993. Nitrogen and potato production; strategies to reduce nitrate leaching. 12th Trien. Conf. of EAPR, Paris, 18–23 VII 1993: 101–110.

Słowa kluczowe: ziemniak, nawożenie azotem, deficyt wody, azotany

Streszczenie

Badania prowadzono w latach 1992–1999 z wczesnymi odmianami ziemniaka. Określano wpływ deficytu wody w okresie wegetacji na plonowanie i wykorzystanie azotu. Stosowano nawożenie N w zakresie $0\text{--}200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wykazano istotny wpływ nawożenia azotem i niedoboru wody w okresie wegetacji na plon suchej masy, pobranie z plonem bulw azotu dostępnego w glebie, wykorzystanie azotu z nawozów, zawartość azotu ogółem i azotanów w bulwach. Wpływ nawo-

zenia azotem był w znacznym stopniu modyfikowany niedoborem wody w okresie wegetacji. W warunkach dużego deficytu wody w okresie wegetacji ($P-E_a \geq -140$ mm) pobranie azotu z plonem nie przekraczało $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jednocześnie współczynnik wykorzystania N z nawozów mineralnych osiągał wartości poniżej 28%. W warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę pobranie N z plonem osiągało wartości $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, a wykorzystanie azotu z nawozów przekraczało 50%. Niedobór wody nie tylko obniża wykorzystanie azotu z zastosowanego nawozu, ale prowadzi również do nadmiernego gromadzenia azotanów. Średnia zawartość azotanów w latach z niedoborem wody mieściła się w granicach $222\text{--}291 \text{ mg NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ św. masy. Przekroczenie dopuszczalnej zawartości azotanów ($250 \text{ mg NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ św. masy) odnotowano już przy dawce $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (291 mg NaNO_3), zalecanej w uprawie ziemniaka. W warunkach wystarczającego zaopatrzenia w wodę zawartość azotanów była znacznie niższa i mieściła się w granicach $50\text{--}220 \text{ mg NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ św. masy bulw. Konsekwencją dużego deficytu wody w okresie wegetacji jest z jednej strony pogorszenie jakości bulw, a z drugiej skażenie środowiska.

WATER DEFICIT DURING VEGETATION VERSUS CROP YIELDING AND NITROGEN UTILIZATION BY EARLY POTATO CULTIVARS

Anna Wierzbicka, Barbara Lis, Władysław Mazurczyk
Potato Agronomy Department in Jadwisin,
Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzików

Key words: potato, nitrogen fertilization, water deficit, nitrates

Summary

In the years from 1992 to 1999 experiments were carried out in which the investigation aimed at determining the effect of water deficit during the vegetation period on crop yielding and nitrogen utilization by early potato cultivars. Nitrogen fertilization was used in the range of $0\text{--}200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. A significant effect of nitrogen fertilization and water deficit during the vegetation period on dry matter yield, the uptake of nitrogen available in the soil, the utilization of nitrogen from fertilizers, the contents of N-total and nitrates in the tubers was demonstrated. The effect of nitrogen fertilization was greatly modified by water deficit during the vegetation period. In conditions of high water deficit during vegetation ($P-E_a \geq -140$ mm) the nitrogen uptake in the yield did not exceed $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. At the same time, the apparent nitrogen recovery (ANR) amounted to below 28%. In the conditions of adequate water supply, the nitrogen uptake in the yield amounted to $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ and the ANR exceeded 50%. Water deficit not only decreased the nitrogen recovery from the fertilizer used, but also led to an excessive accumulation of nitrates. The mean contents of nitrates in the years with water deficit fell within the limits of $222\text{--}291 \text{ mg NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ tuber FW. The exceeding of acceptable nitrates level ($250 \text{ mg NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ tuber FW) was already noticed with the dose of $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (291 mg NaNO_3) recommen-

ded for potato cultivation. In the conditions of adequate water supply, the contents of nitrates was much lower falling within the range of 50–220 mg $\text{NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ tuber FW. The consequence of large water deficit during the vegetation period is worsening of tuber quality on the one hand, and on the other, environmental pollution.

Mgr Anna **Wierzbicka**
Zakład Agronomii Ziemiaka
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Jadwisin
05-140 SEROCK
e-mail: iharoj@pol.pl