
ANNALIS
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LX

SECTIO E

2005

Katedra Ekologii Rolniczej, Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20–950 Lublin 1, skr. poczt. 158, Poland

Piotr Kraska, Edward Pałys

*Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia
i ochrony na masę i zawartość niektórych makroelementów
w korzeniach ziemniaka*

The influence of tillage systems, fertilization and plant protection levels on weight
and content of some macroelements in potato roots

ABSTRACT. The field research was carried out in the years 1998–2000 in farm Bezek near Chełm, a part of Agricultural University in Lublin. The experimental field was situated on light and sandy clay soil. The phosphorus content in soil was high, in potassium medium, in magnesium low. Humus contents was 1.2%. The purpose of this work was to determine the influence of conventional and ploughless tillage system in crop rotation: potato – spring barley – winter rye upon air dry weight roots and content of some macroelements in roots of potato in two differentiated fertilization and plant protection levels on light soil. Root mass was determined before harvest by means of a steel cylinder of 400 cm² down to 30 cm, dividing them into the following layers: 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm. The roots were rinsed with running water with about 1 mm diameter mesh sieve, then dried and weighed. It was stated that potato accumulated a significantly higher air dry mass of roots (81.4%) in 0–10 cm surface layer on light soil than the deeper layers. Cultivation systems and chemicalization levels do not significantly differentiate the mass of root. It was confirmed that intensive fertilization and plant protection levels increases dry matter of potato roots. Content of phosphorus, potassium and magnesium in potato roots was higher on the treatment with ploughing soil cultivation in comparison with ploughless tillage. Intensive chemical level increases the content of total nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium in the roots of potato in comparison with the basic level.

KEY WORDS: potato, roots, tillage system, fertilization, plant protection, macroelements.

System korzeniowy spełnia ważną rolę w życiu rośliny, jak również w zwiększaniu żyzności gleby, gdyż jest istotnym źródłem składników mineralnych [Pasela 1959; Batalin 1962]. Korzenie stanowią od 50,5 do 70% całkowitej masy resztek poźniwnych [Malicki 1969 ab]. Malicki [1997] uważa, że w warunkach zmniejszonego nawożenia mineralnego makro- i mikroelementy zawarte w resztkach poźniwnych są ważnym elementem bilansu składników pokarmowych gleby i rośliny. Korzenie ziemniaka są zasobne w składniki pokarmowe [Malicki, Pałys 1979].

Celem badań było określenie masy korzeni oraz zawartości wybranych makroelementów w korzeniach ziemniaka odmiany Ania w zależności od płużnego i bezorkowego systemu uprawy roli oraz dwóch poziomów nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej, stosowanych w zmianowaniu: ziemniak – jęczmień jary – żyto ozime.

METODY

Badania przeprowadzono w latach 1998–2000 w Gospodarstwie Doświadczalnym Bezek w pobliżu Chełma, należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Doświadczenie zlokalizowane było na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego, leżącej na podłożu marglistym. Gleba ta zaliczona jest do klasy bonitacyjnej IVb i kompleksu żytniego dobrego. Zasobność gleby w przyswajalny fosfor była wysoka, w potas średnia, natomiast w magnez niska. Zawartość próchnicy wynosiła 1,2 %, a odczyn gleby był lekko kwaśny.

Suma opadów w okresie wegetacji w pierwszym roku badań była mniejsza, a w dwu ostatnich większa od średniej wieloletniej. Temperatury powietrza we wszystkich latach przewyższały średnią wieloletnią okresu wegetacji (tab. 1).

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe, założone metodą bloków losowych w czterech powtórzeniach, uwzględniało dwa systemy uprawy roli: płużny (klasyczny) i bezorkowy oraz dwa poziomy nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej: podstawowy i intensywny.

Schemat uprawy roli pod ziemniak przedstawiono w tabeli 2. Klasyczna uprawa roli, przygotowująca pole pod ziemniak, rozpoczynała się podorywką i bronowaniem po zbiorze przedplonu. Obornik w ilości 30 t ha⁻¹ przykrywano orką przedzimową. Zastosowano obornik bydlęcy o następującej przeciętnej procentowej zawartości składników w świeżej masie: sucha masa 20,99; N 0,47; P 0,12; K 0,54; Ca 0,31; Mg 0,09; Na 0,07 [Maćkowiak, Żebrowski 2000]. Wiosenne otwarcie roli pod ziemniak wykonywano broną średnią. Nawozy azotowe w formie mocznika, fosforowe – superfosfatu potrójnego granulowanego i pota-

sowe – soli potasowej 60% oraz w drugim poziomie nawożenia magnezowe w formie jednowodnego siarczanu magnezu wysiewano przed wiosennym gruberowaniem (tab. 3). Ziemiaki wysadzano sadzarką w rozstawie rzędów 62,5 x 40 cm. Po posadzeniu pole wałowano wałem pierścieniowym. W intensywnym poziomie nawożenia drugą dawkę azotu 30 kg ha⁻¹ w formie saletry amonowej stosowano przed obsypywaniem (tab. 3). W bezorkowym systemie uprawy roli pod ziemniak obornik w tej samej dawce wnoszono przed przedzimowym głęboszowaniem. Nawozy mineralne wnoszono wiosną przed gruberowaniem w tych samych dawkach i formach jak w uprawie płuźnej.

Tabela 1. Opady i temperatury powietrza sezonów wegetacyjnych 1998–2000 w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1974–1995) wg Stacji Meteorologicznej w Bezku
Table 1. Rainfalls and air temperatures in the vegetation seasons of the years 1998–2000 as compared to the long-term mean figures (1974–1995), according to the Meteorological Station at Bezek

Lata Years	Miesiące Months						Suma Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
	Opady w mm Rainfalls in mm						
1998	53,5	40,5	78,8	71,7	49,9	49,0	343,4
1999	95,3	36,1	101,3	57,5	53,9	48,9	393,0
2000	72,9	50,0	55,8	126,7	55,6	64,4	425,4
Średnio z lat 1974–1995 Mean for 1974–1995	36,3	50,9	81,0	77,2	64,1	58,2	367,7
	Temperatura w °C Temperature in °C						Średnio Mean
1998	10,4	14,1	17,6	18,0	16,8	12,6	14,9
1999	9,4	12,1	18,9	20,3	17,6	14,7	15,5
2000	11,6	14,6	17,1	16,5	18,0	11,1	14,8
Średnio z lat 1974–1995 Mean for 1974–1995	7,2	13,3	15,9	17,3	17,2	12,9	14,0

W okresie od posadzenia do wschodów ziemniaka wykonywano dwukrotne obredlanie, natomiast po wschodach obsypywanie w obydwu systemach uprawy roli (tab. 2).

W wariacie podstawowego poziomu nawożenia i ochrony na świeżo obsypane redliny przeciw chwastom stosowano przedwschodowo Afalon Dyspersyj-

Tabela 2. Zabiegi agrotechniczne
Table 2. Agricultural measures

Uprawa roli Soil cultivation	
Pluźna Ploughing	Bezorkowa Ploughless
Jesień Autumn	
Podorywka (8-10 cm) + bronowanie, bronowanie, orka przedzimowa (25 cm) Skimming (8-10 cm) + harrowing, harrowing, fall ploughing (25 cm)	Gruberowanie (ok. 18 cm) + bronowanie, bronowanie, głęboszowanie (ok. 40 cm) Cultivating (about 18 cm) + harrowing, harrowing, subsoiling (about 40 cm)
Wiosna Summer	
Bronowanie, gruberowanie (ok. 18 cm) + bronowanie, sadzenie sadzarką, wałowanie wałem pierścieniowym, obredlanie (2x), obsypywanie Harrowing, cultivating (about 18 cm) + harrowing, mechanical planting, subsoil packing, hilling (2x) before emergence, ridging after emergence	Bronowanie, gruberowanie (ok. 18 cm) + bronowanie, sadzenie sadzarką, wałowanie wałem pierścieniowym, obredlanie (2x), obsypywanie Harrowing, cultivating (about 18 cm) + harrowing, mechanical planting, subsoil packing, hilling (2x) before emergence, ridging after emergence

Tabela 3. Nawożenie mineralne łanu ziemniaka
Table 3. Mineral fertilization of a canopy of potato

Składnik Component	Poziom nawożenia Fertilization level	
	Podstawowy Basic	Intensywny Intensive
	kg ha ⁻¹	
N	90	120 (90+30)
P	17,5	35
K	83	124,5
Mg	0	18,1

ny 450 SC (linuron) w dawce 2 l ha⁻¹. W intensywnym poziomie wnoszono w tym samym terminie Afalon Dyspersyjny 450 SC (linuron) w ilości 2 l ha⁻¹ łącznie z Dualem 960 EC (metolachlor) w dawce 1,5 l ha⁻¹ oraz przed zwarciem rzędów ziemniaka Sencor 70 WP (metrybuzyna) w ilości 0,5 kg ha⁻¹. Stonkę ziemniaczaną w obu poziomach pielęgnacji w zależności od jej nasilenia zwalczano Decisem 2,5 EC (deltametryna) w dawce 0,3 l ha⁻¹, Bancolem 50 WP (bensultap) w ilości 0,4 kg ha⁻¹ oraz Mospilanem 20 SP (acetamiprid) w ilości 80 g ha⁻¹. Celem ochrony roślin przed zarzą ziemniaka w podstawowym poziomie nawożenia i ochrony stosowano Ridomil MZ 72 WP (metalaksyl + mankozeb) w dawce 2 kg ha⁻¹. W poziomie intensywnym wnoszono ten sam fungicyd i w tym

samym terminie oraz dodatkowo w odstępach czternastodniowych Tattoo 550 SC (chlorowodorek propamokarbu + mankozeb) w ilości 4 l ha⁻¹ i Bravo 500 SC (chlorotalonil) w dawce 3 l ha⁻¹.

Masę korzeni ziemniaka i jej rozmieszczenie oznaczono przed zbiorem na każdym poletku w dwóch losowo wybranych miejscach o powierzchni 400 cm², pobierając jeden cylinder z krzaka, a drugi z międzyrzędzia. Próbkę gleby pobierano do głębokości 30 cm i dzielono je na warstwy 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm celem oznaczenia pionowego rozmieszczenia masy korzeni. Korzenie oddzielano od gleby strumieniem bieżącej wody na sitach o średnicy oczek ok. 1 mm [Malicki 1968]. Po wysuszeniu do powietrznie suchej masy i oddzieleniu zanieczyszczeń mineralnych próbki korzeni ważono.

W powietrznie suchej masie korzeni określono: zawartość N ogólnego metodą potencjometrycznego miareczkowania podbrominem sodu, P metodą wana-domolibdenową, K metodą fotometrii płomieniowej, Mg metodą ASA.

Uzyskane dane opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Średnie porównano testem Tukeya za pomocą najmniejszych istotnych różnic.

WYNIKI

Ziemniak gromadził istotnie większą powietrznie suchą masę korzeni wraz z pozostałością nierozłożonego obornika w najpłytszej 0–10 cm warstwie gleby w porównaniu z dwoma głębszymi poziomami nieróżniącymi się istotnie pomiędzy sobą (tab. 4). Pozostawiona w 0–10 cm poziomie powietrznie sucha masa korzeni stanowiła 81,4% jej całości stwierdzonej w warstwie 0–30 cm. Wynika to według Malickiego [1970] z eksploatacji przez rośliny przede wszystkim warstwy próchnicznej, najżyźniejszej i najłatwiej oddającej wodę. Powietrznie sucha masa korzeni ziemniaka była również istotnie modyfikowana przez warunki klimatyczne poszczególnych lat badań. Niezależnie od czynników eksperymentu największą powietrznie suchą masę korzeni tworzył ziemniak w roku 1999, istotnie mniejszą w roku 2000, zaś najmniejszą w roku 1998 (tab. 4).

Niewiadomski i Nowicki [1970] w uprawie bezorkowej na glebie kompleksu żytnio-ziemniaczanego mocnego obserwowali tworzenie mocniejszego systemu korzeniowego roślin skutkiem pogorszenia się właściwości fizycznych gleby. Wyniki uzyskane w omawianym doświadczeniu nie w pełni to potwierdzają, gdyż powietrznie sucha masa korzeni ziemniaka w 0–30 cm warstwie gleby była podobna w obu systemach uprawy roli.

Pomimo że nie udowodniono statystycznie różnic pomiędzy poziomami chemizacji, to w intensywnej technologii nawożenia i ochrony ziemniak wytworzył o 10,7% większą powietrznie suchą masę korzeni w porównaniu z wariantem

Tabela 4. Rozmieszczenie powietrznie suchej masy korzeni ziemniaka w warstwie ornej gleby

Table 4. Distribution of air dry mass of potato roots in soil cultivated layer

Lata Years	System uprawy Tillage system								Poziom nawożenia i ochrony Fertilization and plant protection level								Średnio lata Mean years
	Płużny Ploughing				Bezorkowy Ploughless				Podstawowy Basic				Intensywny Intensive				
	Warstwa gleby w cm Soil layer in cm																
	g m ⁻²																
	0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30	
1998	32,3	1,7	0,9	34,9	37,8	1,9	0,8	40,5	18,7	1,8	0,8	21,3	51,4	1,8	0,9	54,1	37,7
1999	190,1	32,7	17,8	240,6	194,9	57,6	18,5	271,0	196,4	37,8	16,7	250,9	188,6	52,6	19,5	260,7	255,8
2000	158,2	12,5	5,2	175,9	124,1	14,0	5,0	143,1	139,7	12,3	5,6	157,6	142,6	14,3	4,5	161,4	159,5
Średnio Mean	126,9	15,7	8,0	150,6	118,9	24,5	8,1	151,5	118,3	17,3	7,7	143,3	127,5	22,9	8,3	158,7	-
Średnio warstwy Mean for layers	122,9	20,1	8,0	NIR _{0,05} LSD _{0,05} między warstwami 19,7 między latami 59,1 between layers 19.7 between years 59.1													

tem podstawowym (tab. 4). W warunkach podwyższonego nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej uzyskano także istotnie większe plony bulw [Kraska, Pałys 2002b; 2004]. Zdaniem Batalina [1962] wraz ze wzrostem plonu zwiększa się również w pewnych proporcjach masa korzeni.

W omawianym doświadczeniu powietrznie sucha masa korzeni ziemniaka była większa od stwierdzonej w innych doświadczeniach [Malicki, Pałys 1979; Szymona i in. 1983/1984]. Batalin [1962] zwraca uwagę na fakt, że różne domieszki znajdujące się w masie korzeni po oddzieleniu od nich gleby mogą stanowić nawet do 50%. Malicki i Pałys [1979] oznaczali tylko masę korzeni bez resztek obornika, korzeni i nasion chwastów oraz krzemionki. Ziemniak w badanym zmianowaniu był jedyną rośliną, pod którą zastosowano obornik. Jego rozkład w pierwszym roku był niewielki i część jego pozostałości znalazła się wraz z masą korzeni. Rozbieżność ta może wynikać również z faktu, że zachwaszczenie ziemniaka przed zbiorem, mierzone powietrznie suchą masą chwastów, było duże [Kraska i Pałys 2002a]. Nie oddzielano też korzeni chwastów od masy korzeniowej i to również może być przyczyną różnic powstałych w porównaniu z badaniami innych autorów.

Tabela 5. Zawartość niektórych makroelementów w powietrznie suchej masie korzeni ziemniaka (średnie wartości z lat 1998–2000)

Table 5. Content of some macroelements in air dry mass of potato roots (mean figures of years 1998–2000)

Pierwiastek Element	System uprawy Tillage system		NIR _{0,05} LSD _{0,05}	Poziom nawożenia i ochrony Fertilization and plant protection level		NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	Plużny Ploughing	Bezorkowy Ploughless		Podstawowy Basic	Intensywny Intensive	
	%			%		
N ogólny Total N	0,86	0,87	ni ns	0,85	0,88	0,02
P	0,25	0,24	0,01	0,23	0,26	0,01
K	1,18	1,06	0,03	1,00	1,24	0,03
Mg	0,064	0,054	0,006	0,054	0,064	0,006

ni – nieistotne

ns – not significant

Ziemniak w 0–30 cm warstwie roli pozostawiał średnio za okres trzech lat 15,1 dt ha⁻¹ powietrznie suchej masy korzeni. W badaniach Malickiego i Pałysa [1979] ziemniak w warstwie do 30 cm pozostawił 1,16 dt ha⁻¹ masy korzeniowej, ale bez obornika i krzemionki. Natomiast Batalin [1962] ocenia pozosta-

wianą przez ziemniak masę korzeni w granicach od 13,0 do 19,3 dt ha⁻¹. Różniczość ta może wynikać z odmiennych warunków wegetacji roślin, gdyż pośredni wpływ na intensywność rozwoju systemu korzeniowego ma temperatura, zawartość wody i powietrza w glebie, rodzaj gleby jak również gęstość sadzenia.

Zawartość makroelementów w korzeniach ziemniaka była różnicowana przez czynniki doświadczenia (tab. 5). Na obiektach płuznego systemu uprawy roli nastąpiło istotne zwiększenie zawartości fosforu, potasu i magnezu w korzeniach ziemniaka w porównaniu z uprawą bezorkową. Intensyfikacja nawożenia i ochrony zwiększała istotnie zawartość wszystkich analizowanych składników w korzeniach ziemniaka (tab. 5). Zawartość azotu, potasu i fosforu, określona w korzeniach ziemniaka przez Batalina [1962], była większa od uzyskanej w tym doświadczeniu. Jednocześnie zawartość azotu i fosforu w korzeniach ziemniaka podana przez Malickiego [1997] była większa od tej, jaką podał Batalin [1962]. Natomiast zawartość potasu określona przez Malickiego [1997] była ponaddwukrotnie mniejsza od stwierdzonej w tych badaniach oraz ponadczterokrotnie mniejsza niż uzyskana przez Batalina [1962].

WNIOSKI

1. Największą powietrznie suchą masę korzeni wytworzył ziemniak w powierzchniowej 0–10 cm warstwie gleby.

2. Ziemniak pozostawiał zbliżoną powietrznie suchą masę korzeni zarówno w płuznym, jak i bezorkowym systemie uprawy roli. Jednocześnie w intensywnym poziomie nawożenia i ochrony ziemniak miał tendencję do tworzenia większej masy korzeni niż w poziomie podstawowym.

3. Na obiektach płuznego systemu uprawy roli stwierdzono większą zawartość fosforu, potasu i magnezu w korzeniach ziemniaka w porównaniu z polatkami uprawianymi bezorkowo. W korzeniach ziemniaka intensyfikacja nawożenia i ochrony zwiększała zawartość wszystkich badanych składników.

PIŚMIENNICTWO

- Batalin M. 1962. Studium nad resztkami poźniwnymi roślin uprawnych w łanie. Roczn. Nauk Rol. ser. D, 98, 1–154.
- Kraska P., Pałys E. 2002a. Wpływ systemu uprawy roli oraz nawożenia i ochrony roślin na zachwaszczenie ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Annales UMCS, Sec. E*, 57, 27–39.
- Kraska P., Pałys E. 2002b. Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia i ochrony na plonowanie ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Biul. IHAR 223/224*, 383–395.

- Kraska P., Pałys E. 2004. Wpływ zróżnicowanej agrotechniki na niektóre cechy jakościowe ziemiaka uprawianego na glebie lekkiej. *Fragm. Agron.* 2, 91–99.
- Maćkowiak Cz., Żebrowski J. 2000. Skład chemiczny obornika w Polsce. *Nawozy i Nawożenie* 4, 119–130.
- Malicki L. 1968. Oznaczanie masy korzeniowej roślin w warunkach polowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 88, 17–31.
- Malicki L. 1969a. Resztki poźniwne niektórych roślin uprawianych na glebach wytworzonych z lessów. *Annales UMCS, Sec. E*, 24, 155–165.
- Malicki L. 1969b. Nawożenie organiczne a intensyfikacja nawożenia mineralnego. *Post. Nauk Roln.* 3/4, 3–10.
- Malicki L. 1970. Masa korzeni niektórych roślin uprawianych na glebie lessowej w warunkach intensywnego nawożenia i deszczowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 110, 187–197.
- Malicki L. 1997. Znaczenie resztek poźniwnych w płodozmianie. *Zesz. Nauk. AR-T w Olsztynie, Rolnictwo*, 64, 57–66.
- Malicki L., Pałys E. 1979. Resztki korzeniowe ważniejszych roślin okopowych uprawianych na glebie wytworzonej z lessów. *Rocz. Nauk Roln. ser. A*, 104, 1, 107–114.
- Niewiadomski W., Nowicki J. 1970. Efektywność uprawy roli wykonanej systemem dotychczasowym, spłyconym i bezorkowym w świetle 12-letnich badań. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 99, 9–40.
- Pasela E. 1959. O metodach badania systemu korzeniowego roślin uprawnych. *Post. Nauk Roln.* 1 (55), 25–32.
- Szymona J., Krupiński A., Malicki L. 1983/1984. Resztki poźniwne niektórych roślin uprawianych na rędzinie. *Annales UMCS, Sec. E*, 38/39, 77–87.