

IRRIGATION AS A MODIFY FACTOR OF PROFITABILITY IN POTATO PRODUCTION IN ECOLOGICAL SYSTEM

Summary

In the paper, an influence of potato irrigation on higher level of total yield and changing share of market yield in total yield were evaluated. Profitability of using of drip irrigation was calculated taking into account the expenses and value of yield. It was shown that in case of drought during the vegetation period yield the increase of potato yield due to irrigation in ecological system may achieve up to 25%. Potato quality is improved which is expressed by increased market yield. Relative high cost of drip irrigation are fully refund by increasing value of potato market yield. It is also possible to use the irrigation for increasing biomass production which comes from intercrop production used for ploughing.

NAWADNIANIE CZYNNIKIEM MODYFIKUJĄCYM OPŁACALNOŚĆ UPRAWY ZIEMIANKA W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM

Streszczenie

W opracowaniu przeanalizowano wpływ nawadniania plantacji odmian ziemniaka jadalnego na wzrost poziomu plonu ogólnego oraz zmianę udziału plonu handlowego w plonie ogólnym. Skalkulowano także opłacalność stosowania nawadniania uwzględniając przy tym poniesione koszty bezpośrednie oraz wartość uzyskanego plonu. Stwierdzono, że w przypadku wystąpienia suszy w okresie wegetacji przyrost plonu ziemniaków pod wpływem nawadniania w ekologicznym systemie gospodarowania może dochodzić do 25%. Poprawie ulega także jakość plonu, co wyraża się zwiększonym plonem handlowym. Względnie wysokie koszty prowadzenia nawadniania systemem linii kroplujących są w pełni rekompensowane przyrostem wartości plonu. Stosowanie nawadniania można również wykorzystać do zwiększenia produkcji biomasy pozyskiwanej z uprawy międzyplonów, a służącej na przyoranie.

1. Wprowadzenie

Generalną zasadą uprawy różnych gatunków roślin rolniczych w systemie ekologicznym jest wyeliminowanie z użycia syntetycznych środków plonotwórczych lub służących ochronie roślin przed występującymi szkodliwymi agrofagami. Czynnikiem wybitnie plonotwórczym w uprawie ziemniaka jest zapewnienie roślinom optymalnego uwilgotnienia gleby [4]. Nierównomierny rozkład opadów w okresie wegetacji, jaki coraz częściej występuje w naszej szerokości geograficznej, ogranicza uzyskiwanie wysokich plonów wielu gatunków w tym także ziemniaka. Prowadzenie nawadniania uzupełniającego niedobór opadów stabilizuje i zwiększa plonowanie ziemniaka [1]. W systemie ekologicznym zwiększenie plonów może być jednak limitowane także brakiem wystarczającej ilości składników pokarmowych w glebie. Ich głównym źródłem jest uprawa międzyplonów przeznaczonych na przyoranie lub stosowanie innych nawozów naturalnych. Produktywność biomasy roślin międzyplonowych oraz jej wykorzystanie jako źródła odżywiania głównych roślin w zmianowaniach jest także pochodną zabezpieczenia optymalnego uwilgotnienia gleby [2].

Celem opracowania jest przeprowadzenie analizy nad wpływem stosowanego nawadniania w uprawie ziemniaka prowadzonej w ekologicznym systemie gospodarowania na zwiększenie opłacalności produkcji tego gatunku. Analizę oparto na wynikach badań pochodzących z eksperymentu

polowego prowadzonego w latach 2007-2008 w IHAR Oddział Jadwisin.

2. Założenia badawcze

W latach 2007-2008 w IHAR Oddział w Jadwisinie przeprowadzono ekologiczny eksperyment polowy obejmujący 5-polowe zmianowanie z wykorzystaniem następujących gatunków: ziemniak, owies, facelia, żyto i łubin żółty uzupełniony stosowanymi międzyplonami przeznaczonymi na przyoranie jako źródło składników pokarmowych: seradela będąca wsiewką w żyto, groch pastewny oraz gorczyca biała. Dla każdego członu zmianowania głównego oraz dla każdego członu uprawy międzyplonu wyodrębniono 2 kombinacje: nawadnianą i bez nawadniania. W uprawie ziemniaka wykorzystano nawadnianie kroplujące rozłożone na każdą redlinę o wydajności 1,2 l/godz. dla jednego emitera przy ich gęstości co 0,3 m. Pozostałe gatunki roślin nawadniano przy pomocy systemu zraszaczy. Program nawadniania oparto o pomiary wilgotności gleby mierzonych przy pomocy tensjometrów oraz w oparciu o bilanse potrzeb wodnych gatunku i notowań opadów naturalnych w okresie wegetacji. Pomiary tensjometryczne z uwagi na zawężoną skalę odczytu wyników służyły tylko do wyznaczenia terminu rozpoczęcia nawadniania a wielkość dawki wody ustalano metodą bilansową.

Ocenę poziomu plonowania ogólnego oraz udział plonu handlowego w plonie ogólnym ziemniaka oparto o wyniki badań obejmujących 6 odmian (w 2007 roku) i 8 odmian (w 2008 roku) reprezentujących wszystkie grupy wczesności.

Wartość uzyskanego plonu ziemniaków określono w oparciu o przyjęte ceny rynkowe: dla ziemniaków handlowych – 600 zł/tonę, a dla ziemniaków odpadowych – 150 zł/tonę.

Koszty uprawy ziemniaka w ekologicznym systemie gospodarowania w kombinacji nawadnianej i bez nawadniania przyjęto na podstawie faktycznie poniesionych kosztów materiałowych oraz w oparciu o faktycznie wykonywane prace uprawne, pielęgnacyjne i ochronne w doświadczeniu polowym przeliczając dane na 1 ha uprawy. Koszty użycia maszyn przyjęto według normatywów opracowanych przez IBMER [3] z wyjątkiem nawadniania, gdzie przyjęto następujące wskaźniki:

- okres użytkowania linii kroplujących – 2,5 roku przy cenie 1 mb wynoszącej 0,20 zł,
- okres użytkowania infrastruktury służącej nawadnianiu (pompy, linie przemysłowe itp.) obsługującej całkowitą powierzchnię nawadniania w gospodarstwie 15 ha przez 15 lat przy wartości początkowej inwestycji szacowanej na 45 tys. zł,
- koszty użycia wody – 100 zł/ha (zużycie roczne 1000 m³ na ha w cenie 0,1 zł),
- robocizna (rozkładanie, demontaż linii, nadzór nawadniania) – 320 zł/ha (40 rbh x 8 zł),
- koszty zużycia energii – 213 zł/ha.

Zysk kalkulacyjny będący miernikiem opłacalności uprawy ziemniaka [7] w systemie ekologicznym z zastosowaniem nawadniania stanowi różnicę pomiędzy wartością całkowitą uzyskanego plonu (handlowego + odpadowego) oraz poziomem poniesionych kosztów bezpośrednich obejmujących następujące pozycje: zużycie materiałów (sadzeniaki, ś.o.r.), koszty użycia maszyn i narzędzi (narzędzia uprawowe, pielęgnacyjne, służące ochronie plantacji i do zbioru), koszty energii związane z użyciem ciągników i użyciem energii elektrycznej oraz koszty robocizny.

3. Wyniki badań

Analiza warunków klimatycznych w sezonach wegetacyjnych dla ziemniaka w roku 2007 i 2008 dowodzi, że były to różniące się pod tym względem okresy. Rok 2007 był korzystniejszy pod względem opadów dla plonowania

ziemniaka niż rok 2008. Ilustrują to dane zawarte w tab. 1. Suma opadów w okresie maj-wrzesień w 2008 roku była niższa niż w 2007 roku o 115,2 mm. Również rozkład opadów w poszczególnych miesiącach w badanych latach był bardzo zróżnicowany. Występowały okresy nadmiaru lub głębokiego deficytu opadów. Sezon 2008 roku charakteryzował się także wyższymi temperaturami średnio-miesięcznymi w stosunku do 2007 roku, co również decydowało o zwiększonym deficycie opadów i obniżeniu wartości współczynnika Sielianinowa w poszczególnych miesiącach.

Warunki klimatyczne oraz potrzeby wodne roślin ziemniaka zadecydowały o programach nawadniania roślin realizowanych w obydwu sezonach wegetacyjnych. Ilustrują to dane zawarte w tab. 2. W 2007 roku zaistniała konieczność przeprowadzenia tylko 2-krotnego nawadniania plantacji ziemniaka przy pomocy linii kroplujących w dawce łącznej 20 mm, a w 2008 roku zaszła konieczność aż 10-krotnego nawadniania roślin o łącznej dawce 100 mm w całym sezonie wegetacyjnym. Realizowany program nawadniania oparty był na bilansie potrzeb wodnych roślin w poszczególnych dekadach kolejnych miesięcy zestawionymi z ilością opadów naturalnych, jakie wystąpiły w analogicznym czasie. O terminie prowadzenia nawadniania decydowało także uwilgotnienie gleby mierzone przy pomocy tensjometrów glebowych.

Efektom zmienności warunków pogodowych oraz stosowanego nawadniania roślin ziemniaka były uzyskane plony z poszczególnych kombinacji. W tab. 3 zestawiono dane dotyczące plonu ogólnego bulw, plonu handlowego oraz udziału plonu handlowego w plonie ogólnym. W obydwu latach badań był to średni plon z 6 lub 8 odmian reprezentujących wszystkie grupy wczesności. Był to jednak całkowicie inny zestaw odmian, ale o zbliżonym potencjale plonowania. Kluczem doboru odmian była ich przydatność do produkcji ekologicznej. Generalnie w 2007 roku poziom plonowania ziemniaków pomimo lepiej rozłożonych opadów, był dużo niższy niż w 2008 roku. Efektywność nawadniania wyrażona przyrostem plonu na mm zużytej wody była wyższa przy większej częstotliwości nawadniania w 2008 roku.

Tab. 1. Charakterystyka warunków klimatycznych w okresie wegetacji w latach 2007-2008. Jadwisin – pole eksperymentalne
Table 1. Characteristics of climatic conditions during vegetation period in 2007-2008. Jadwisin – experimental field

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Lata / Years		Różnice 2007-2008 <i>Differences 2007-2008</i>	
	2007	2008		
Suma opadów V-IX (mm) <i>Rainfall sum in months (mm)</i>	420,1	304,9	- 115,2	
w tym / in them:	V maj	78,4	62,9	- 15,5
	VI czerwiec	109,6	43,5	- 66,1
	VII lipiec	54,1	68,8	+ 14,7
	VIII sierpień	74,3	80,9	+ 6,6
	IX wrzesień	103,7	48,8	- 54,9
Średnia temperatura w miesiącach (°C) <i>Average temperature in months (°C)</i>				
	V	13,1	13,6	+ 0,5
	VI	15,7	17,1	+ 1,4
	VII	17,6	18,1	+ 0,5
	VIII	17,8	17,6	- 0,2
	IX	10,8	11,6	+ 0,8
Współczynnik Sielianinowa <i>Sielianinov Coefficient</i>				
	V	1,93	1,64	- 0,29

VI	2,32	0,84	- 1,48
VII	0,99	1,22	+ 0,23
VIII	1,34	1,48	+ 0,14
IX	3,20	1,40	- 1,80

Tab. 2. Potrzeby wodne, deficyt opadów oraz uzupełniające nawadnianie plantacji ziemniaka w systemie ekologicznym. Jadwisin 2007-2008

Table 2. Water demands, rainfall deficit and supplement irrigation of potato in ecological system. Jadwisin 2007-2008

Okres wegetacji (m-c) Vegetation period (m-th)	Potrzeby wodne roślin Plant water demands (mm)		Lata / Years					
			2007		2008			
			deficyt opadów rainfall deficit (mm)		nawadnianie irrigation (mm)	deficyt opadów rainfall deficit (mm)		nawadnianie irrigation (mm)
odmiany wczesne early cultivar	odmiany późne late cultivar	odmiany wczesne early cultivar	odmiany późne late cultivar	odmiany wczesne early cultivar		odmiany późne late cultivar		
V	65	62	0	0	-	2	0	-
VI	94	74	0	0	10	50	30	60
VII	88	74	34	20	10	21	5	24
VIII	18	79	0	4	-	0	0	16
IX	0	50	0	0	-	0	1	-
Ogółem / Total	265	339	34	24	20	73	36	100

Tab. 3. Zmiany plonowania ziemniaków i udziału plonu handlowego w plonie ogólnym pod wpływem nawadniania

Table 3. Variation of potato yield and share of potato market yield due to the irrigation factor

Wyszczególnienie Specification	Jednostka a miary Unit	2007		2008		Średnio z lat Mean for years	
		nawadn. irrigation	bez nawadn. without irrigation	nawadn. irrigation	bez nawadn. without irrigation	nawadn. irrigation	bez nawadn. without irrigation
Plon ogólny Total yield	t/ha	23,9	22,6	40,2	32,0	32,1	27,3
- zakres zmienności plonowania u odmian - range of yield variation at cultivars	t/ha	19,5-29,8	19,6-25,5	33,0-49,7	26,1-41,6	26,3-39,3	22,9-33,6
Udział plonu handlowego w plonie ogólnym Share of market yield in total yield	%	67,5	68,8	73,5	75,2	70,5	72,0
- zakres zmienności u odmian - range of variation of cultivars	%	60,8-73,1	60,9-73,5	62,6-81,5	53,7-88,5	61,7-77,3	57,3-81,0
Plon handlowy Market yield	t/ha	16,1	15,6	29,7	24,2	22,9	19,9
- zakres zmienności u odmian - range of yield variation at cultivars	t/ha	13,1-21,0	13,4-18,4	20,7-38,9	14,0-30,0	16,9-30,0	13,7-24,2
Wzrost plonu ogólnego po nawadnianiu Increase of total yield after irrigation	t/ha kg/mm wody	1,3 65		8,2 82		4,8 74	
NIR _{0,05} dla plonu ogólnego LSD _{0,05} for total yield	nawad.	n.u.		3,1		2,3	
NIR _{0,05} dla plonu handlowego LSD _{0,05} for market yield	nawad.	n.u.		2,2		1,7	

Prawdopodobnie przy częstszym prowadzeniu nawadniania, polepszymy rozkład zaopatrzenia roślin w wodę w porównaniu do rozkładu naturalnego opadów. Na uwagę zasługuje również fakt bardzo dużej zmienności plonowania badanych odmian w poszczególnych latach. Dowodzi to o słuszności doboru odmian do uprawy ekologicznej i do prowadzenia nawadniania. Poszczególne genotypy różnią się bowiem wymaganiami wodnymi i reakcją na nawadnianie [5]. Pod wpływem nawadniania nie udało się zwiększyć udziału plonu handlowego w plonie ogólnym, ale bezwzględna wysokość plonu handlowego z jednostki powierzchni zawsze

wzrastała wraz ze stosowaniem nawadniania. W konsekwencji miało to wpływ na opłacalność stosowania nawadniania.

Wzrost wartości plonu (tab. 4) pod wpływem nawadniania w 2008 roku o blisko 4 tys. zł. zrekompensowało wysokość kosztów prowadzonego zabiegu. Mankamentem stosowania nawadniania przy pomocy linii kroplujących jest jednak fakt, że niezależnie od potrzeby prowadzenia nawadniania (wystąpienia deficytu opadów) w okresie wegetacji system musi być wcześniej rozłożony na polu i przygotowany do użycia. Inaczej jest w przypadku korzystania z nawadniania deszczującego, kiedy dopiero wystąpienie deficytu opadów wymusza uruchomienie systemu. Jednak w uprawie ziemniaka, niezależnie od

stosowanego systemu uprawy, proponowane jest używanie systemu nawadniania przy pomocy linii kroplujących z uwagi na zabezpieczenie przez zraszaniem roślin powodującym wzrost zagrożenia wystąpienia zarazy ziemniaka na plantacji oraz ograniczenie procesu wyfłukiwania składników pokarmowych z Tab. 4. Opłacalność stosowania nawadniania kroplującego w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym

Table 4. Profitability of drip irrigation used in potato cultivation in ecological farming system

Specyfikacja <i>Specification</i>	2007		2008		Średnio z lat <i>Average for years</i>	
	nawadnianie <i>irrigation</i>	bez nawadn. <i>without irrigation</i>	nawadnianie <i>irrigation</i>	bez nawadn. <i>without irrigation</i>	nawadnianie <i>irrigation</i>	bez nawadn. <i>without irrigation</i>
Wartość plonu <i>Yield value (zł/ha)</i>	11208	10740	19915	16083	15562	13412
Koszty bezpośrednie <i>Direct costs (zł/ha)</i>	12500	10715	12615	10715	12558	10715
Zysk kalkulacyjny <i>Calculated profit (zł/ha)</i>	-1292	+25	+7300	+5368	3004	2697

Tab. 5. Szacunkowe koszty uprawy ziemniaka w systemie ekologicznym bez i z wykorzystaniem nawadniania

Table 5. Cost of potato cultivation in ecological forming system with and without irrigation

Rodzaj kosztów <i>Kind of cost</i>	Wartość kosztów* / <i>Value of costs – zł/ha</i>		
	bez nawadniania <i>without irrigation</i>	z nawadnianiem <i>with irrigation</i>	różnica/difference
1. Materiały / <i>Materials</i>	5596,0	6763,0	1167,0
2. Użycie maszyn i narzędzi / <i>Use of machines</i>	1599,3	1799,3	200,0
3. Energia / <i>Energy</i>	2327,0	2540,0	213,0
4. Robocizna / <i>Labour</i>	1192,2	1512,2	320,0
Ogółem / <i>Total</i>	10714,5	12614,5	1900,0

* poziom cen z 2008 roku / *price level from 2008*

Wzrost plonowania ziemniaka w 2008 roku nie jest prawdopodobnie jedynie zasługą stosowania nawadniania tego gatunku, ale można przypuszczać, że istotną rolę odegrać może wzrost ilości wytworzonej biomasy pochodzących ze stosowanych międzyplonów przyoranych wiosną 2008 roku przed uprawą ziemniaka, które były nawadniane z dobrym skutkiem w 2007 roku. Prowadzenie nawadniania międzyplonu gorczyca białej jesienią 2007 roku w wysokości tylko jednej dawki wody w ilości 10 mm, zaowocowała wzrostem ilości przyoranej biomasy o 0.6 ton suchej masy w stosunku do kombinacji nie nawadnianej z której mogły korzystać rośliny ziemniaka uprawiane w 2008 roku.

Uzyskane dotychczas wyniki badań pochodzących z prowadzonego w Jadwisinie doświadczenia dowodzą, że nawadnianie deszczujące stosowane w innych uprawach zmianowania ekologicznego również zwiększają plony tych gatunków (facelia, łubin, owies) oraz zwiększają plony biomasy międzyplonów (groch pastewny, gorczyca biała i seradela). Przyorana biomasa międzyplonów oraz stosowany obornik stanowią jedyne źródła składników pokarmowych dla uprawianych gatunków. Poprawa uwilgotnienia gleby w całym sezonie wegetacji przyspiesza także procesy mineralizacji substancji organicznej w glebie, a przez to zwiększa dostępność dla roślin składników pokarmowych. Należy więc na nawadnianie stosowane w systemie ekologicznym patrzeć kompleksowo. Nawadnianie decyduje o bilansie składników pokarmowych wnoszonych do gleby i o kumulacji ich w plonach wynoszonych w roślinach zbioru głównego. Dlatego też nawadnianie

w systemie ekologicznym powinno obejmować wszystkie człony zmianowania, a szczególnie uprawę międzyplonów.

4. Wnioski

gleby dzięki stosowaniu mniejszych jednorazowych dawek wody, ale aplikowanych częściej [5, 6].

Szacowany koszt nawadniania przy użyciu systemu linii kroplujących wynosi około 1900 zł na hektar (tab. 5) i jest ok. 2-krotnie wyższy od stosowania systemu deszczującego.

1. Stosowanie nawadniania w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym jest zasadne z uwagi na występujący często deficyt opadów naturalnych lub ich nierównomierny rozkład w okresie kumulacji plonu bulw. Dowodzą tego uzyskane wyższe plony ogólne oraz zwiększony udział plonu handlowego w plonie ogólnym.
2. Uzasadnione jest stosowanie nawadniania ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym przy pomocy linii kroplujących z uwagi na przeciwdziałanie wyfłukiwania składników pokarmowych z gleby i zmniejszenia zagrożenia występowania zarazy ziemniaka na plantacji. Mankamentem stosowania tego systemu są jednak wysokie koszty nawadniania stanowiące ok. 15% całkowitych kosztów bezpośrednich uprawy ziemniaka.
3. Uwzględniając zmienność oraz częstotliwość występowania deficytu opadów w Polsce, stosowanie nawadniania w uprawie ziemniaka jest jednak ekonomicznie uzasadnione. Korzystny poziom opadów z 2007 roku jest rzadkim zjawiskiem w warunkach klimatycznych Polski a mimo to uzyskany plon nie był wysoki.
4. Stosowanie nawadniania w systemie ekologicznym obok zwiększania plonów roślin zbioru głównego w tym również ziemniaka, powinno także służyć dla zwiększenia produkcji biomasy z uprawianych międzyplonów, które są głównym źródłem składników pokarmowych dla gatunków produkcji towarowej.

5. Literatura

- [1] Głuska A.: Nawadnianie jako czynnik kształtujący jakość plonu ziemniaków. ZPPNR, 2000, 213: 179-184.

- [2] Haverkort A. J., MacKerron D.K.L.: Management nitrogen and water in potato production. Wageningen Pers., 2000, 353.
- [3] Muzalewski W.: Koszty eksploatacji maszyn. Warszawa: IBMER, 2006, 21: ss. 46.
- [4] Nowacki W.: Nawadnianie czynnikiem zwiększającym, stabilizującym i poprawiającym jakość plonów ziemniaka. Wieś Jutra, 2008, 105: 11-12.
- [5] Nowacki W.: Nawadnianie plantacji ziemniaków. Mat. XV Krajowych Dni Ziemniaka. Kościerzyn, 13-14 września 2008, s. 29-40.
- [6] Nowacki W.: Porównanie efektywności stosowania systemu ekologicznego i integrowanego w uprawie ziemniaka. Postępy w Ochronie Roślin. 2008, Vol. 48, nr 4, s. 1526-1534.
- [7] Pytlarz-Kozicka M., Golinowska M.: Efektywność produkcyjna ziemniaków w różnych systemach uprawy. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, 2008, t.5, s. 73-81.