

WPLYW PROMIENIOWANIA MIKROFALOWEGO NA PLONOWANIE I JAKOŚĆ TECHNOLOGICZNĄ KORZENI BURAKA CUKROWEGO

Stanisława Wójcik¹, Michał Dziamba¹, Stanisław Pietruszewski²

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: sewojcik@agros.ar.lublin.pl

²Katedra Fizyki, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Streszczenie. Dążenie do zwiększenia plonowania oraz poprawy jakości surowców roślinnych skłania do poszukiwania nowych metod ulepszania materiału siewnego. Obecnie coraz częściej stosuje się przedsewną stymulację nasion czynnikami fizycznymi. Metody te znajdują uzasadnienie z punktu widzenia kompleksowych działań proekologicznych. W pracy przedstawiono rezultaty badań nad wpływem promieniowania mikrofalowego na plonowanie i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, przedsewna stymulacja nasion, promieniowanie mikrofalowe, jakość technologiczna korzeni

WSTĘP

Zwiększenie efektywności produkcji buraka cukrowego można uzyskać m.in. przez zmniejszenie kosztów związanych z uprawą (nawożenie, nakłady pracy ręcznej związane z produkcją) [1,2], zwiększenie plonowania poprzez optymalne nawożenie, zmniejszenie zachwaszczenia, optymalną obsadę oraz stosowanie materiału siewnego wysokiej jakości [4].

Materiał siewny jest podstawowym środkiem w produkcji roślinnej. Wysoka jakość tego materiału jest jednym z najważniejszych warunków uzyskania wysokiego plonu. Dlatego też bardzo ważne jest odpowiednie jego przygotowanie, w tym przedsewne uszlachetnianie.

Celem uszlachetniania nasion jest poprawa wigoru oraz ograniczenie zmienności ich cech fizycznych i chemicznych. Czasami oznacza to zastosowanie dość skomplikowanych technologii, które nie tylko zwiększają wigor nasion, ale korzystnie wpływają na wzrost i rozwój roślin nawet w pokoleniu następnym.

Obecnie coraz częściej stosuje się przedśiewną stymulację nasion metodami fizycznymi. W odróżnieniu od metod chemicznych, polegającymi zazwyczaj na traktowaniu nasion odpowiednimi substancjami, często silnie toksycznymi, które przenikając do wnętrza nasienia ingerują w jego strukturę i mogą modyfikować skład chemiczny, metody fizyczne (promieniowanie jonizujące, promieniowanie mikro- i długofalowe, pole magnetyczne, elektryczne i elektromagnetyczne, światło lasera) nie powodują zmian w składzie chemicznym nasion, wpływając modyfikująco jedynie na procesy fizjologiczne. Nie powodują również zmian środowiskowych i ze względów ekologicznych wydają się korzystniejsze od metod chemicznych [3,6-8].

CEL I METODYKA BADAŃ

W celu określenia wpływu promieniowania mikrofalowego na plonowanie i jakość korzeni buraka cukrowego przeprowadzono badania polowe w Gospodarstwie Doświadczalnym AR Lublin w Felinie.

Gleba, na której założono doświadczenie należy do kompleksu pszennego dobrego, o wysokim stopniu kultury. Jest to lekka glina pylasta, charakteryzująca się dużą ilością frakcji pylastych, dzięki czemu dobrze magazynuje wodę, aczkolwiek wolniej się ogrzewa i wykazuje skłonność do zaskorupiania się. Posiada odczyn obojętny, wysoką zawartość fosforu, średnią potasu, zaś zawartość próchnicy przekracza 2,5%.

Doświadczenie polowe założono w układzie split-plot, w trzech powtórzeniach. Obejmowało ono dwie odmiany: Colibri i Maria oraz cztery warianty przedśiewnej biostymulacji nasion. Przed siewem nasiona poddano działaniu mikrofal (przy użyciu generatora G4-141) o częstotliwości 53,57; 48,38; 42,13 i 38,46 GHz. Ponadto uwzględniono kombinację kontrolną (0) – bez stymulacji.

Uprawę buraków prowadzono zgodnie z zasadami agrotechniki. Przedplonem była pszenica ozima. Nawożenie organiczne (40 t·ha⁻¹ obornika) oraz fosforowo-potasowe (120 kg P₂O₅ i 200 kg K₂O·ha⁻¹) zastosowano jesienią. Nawożenie azotem wynosiło 160 kg N·ha⁻¹. Zastosowano je w dwóch dawkach: 80 kg N·ha⁻¹ przed siewem i 80 kg po przerywce. Nasiona wysiewano w II dekadzie kwietnia.

W czasie wegetacji prowadzono obserwacje wzrostu i rozwoju roślin. Zbiór przeprowadzono w II dekadzie października. Określano plon korzeni i liści. Następnie z każdego poletka pobierano próby korzeni w celu oznaczenia składu chemicznego. Oznaczono zawartość suchej masy, cukru, popiołu rozpuszczalnego i azotu α -aminowego oraz K i Na. Na podstawie uzyskanych wyników wyliczono współczynnik ulistnienia, który wyraża stosunek plonu liści do plonu korzeni oraz współczynnik plonowania odzwierciedlający stosunek plonu korzeni do ogólnego plonu liści i korzeni. Współczynnik alkaliczności obliczono na podstawie wzoru

(K+Na):N- α -am., gdzie K, Na i N α -am. wyrażono w miligramorównoważnikach na 100 g miazgi. Wskaźnik MW, który podaje ilość melasy przypadającej na 100 kg krystalicznego cukru wyliczono stosując wzór:

$$MW = (800 \times KA) : Pol. - 1,2 - 4 \times KA,$$

w którym KA oznacza zawartość popiołu rozpuszczalnego (konduktometrycznego), a Pol. – % cukru w korzeniach. Teoretyczną zawartość cukru białego (TWCB) wyliczono ze wzoru Reinefelda [9]:

$$W = Pol. - [0,343(K+Na) + 0,094(N \alpha\text{-am.}) + 0,29],$$

zaś teoretyczny plon cukru białego (TPCB) na podstawie TWCB i plonu korzeni. Wyniki badań opracowano statystycznie określając istotność różnic testem Tukey'a.

WYNIKI BADAŃ

Czynniki doświadczalne w istotny sposób modyfikowały plony korzeni, których średni wynosił $54,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wyższe plony wydała odmiana Colibri, Średnio, niezależnie od stymulacji nasion, wynosiły one $58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w przypadku odmiany Colibri i $51,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ odmiany Maria (tab. 1).

Przedsiewna stymulacja nasion powodowała wzrost plonu korzeni we wszystkich kombinacjach doświadczenia. Najwyższe średnie plony ($56,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) uzyskano w kombinacjach, w których częstotliwość mikrofal wynosiła 48,38 i 38,46 GHz. Badane odmiany niejednakowo reagowały na przedsiewne traktowanie nasion promieniowaniem mikrofalowym. Większą zwyżkę plonu zanotowano u odmiany Maria; wahała się ona od 8,2 do $10,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Natomiast u odmiany Colibri wpływ stymulacji był nieco mniejszy, a w kombinacji, w których nasiona poddano działaniu mikrofal o częstotliwości 42,13 GHz uzyskano niższe plony korzeni ($55,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), aniżeli na obiekcie kontrolnym ($56,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). W pozostałych kombinacjach zwyżka plonu wahała się w granicach $1,6$ (53,57 GHz) – $4,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (48,38 GHz) (tab. 1).

Plony liści istotnie zależały od czynników zastosowanych w doświadczeniu. Odmiana Maria plonowała o $5,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ wyżej aniżeli Colibri. Przedsiewna stymulacja nasion w większości kombinacji doświadczalnych nieznacznie zwiększała plon liści. Istotny spadek plonu liści zanotowano po zastosowaniu stymulacji nasion odmiany Maria mikrofalami o częstotliwości 38,46 GHz.

Biologiczny plon cukru wskutek stymulacji wzrastał. W porównaniu z kombinacją kontrolną większy wzrost obserwowano dla odmiany Maria; wynosił on $1,45\text{-}2,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W przypadku odmiany Colibri wzrost ten wahał się od 0,38 do $1,42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 1).

Tabela 1. Plony korzeni i liści (w t z ha), współczynnik ulistnienia i plonowania oraz biologiczny plon cukru (t·ha⁻¹)**Table 1.** Yields of roots and leaves (t ha⁻¹), leaves coefficient, harvest index and biological yield of sugar (t ha⁻¹)

Odmiana Variety	Często- tliwość Frequency GHz	Plon korzeni Yield of roots (t·ha ⁻¹)	Plon liści Yield of leaves (t·ha ⁻¹)	Współ- czynnik ulistnienia Leaves coefficient	Współ- czynnik plonowania Harvest index	Biologiczny plon cukru (w t z ha) Biological yield of sugar (t·ha ⁻¹)
Colibri	53,57	57,8	40,5	0,70	0,59	10,64
	48,38	60,3	41,7	0,69	0,59	10,73
	42,13	55,8	39,9	0,72	0,58	10,38
	38,46	59,8	36,4	0,61	0,62	11,42
	0	56,2	36,2	0,64	0,61	10,00
Średnia – Mean		58,4 ¹	39,6 ¹	0,68 ¹	0,60 ¹	10,79 ¹
		58,0 ²	38,9 ²	0,67 ²	0,60 ²	10,63 ²
Maria	53,57	52,5	47,7	0,91	0,52	9,76
	48,38	53,2	47,6	0,89	0,53	9,84
	42,13	55,2	47,0	0,85	0,54	10,05
	38,46	53,8	31,1	0,58	0,63	9,20
	0	44,3	48,3	1,09	0,48	7,75
Średnia – Mean		53,7 ¹	43,4 ¹	0,81 ¹	0,56 ¹	9,71 ¹
		51,8 ²	44,3 ²	0,86 ²	0,54 ²	9,32 ²
Średnia Mean	53,57	55,2	44,1	0,80	0,56	10,20
	48,38	56,8	44,6	0,79	0,56	10,28
	42,13	55,5	43,4	0,78	0,56	10,22
	38,46	56,8	33,8	0,60	0,62	10,31
	0	50,2	42,2	0,86	0,54	8,88
Średnia – Mean		56,1 ¹	41,5 ¹	0,74 ¹	0,58 ¹	10,25 ¹
		54,9 ³	41,6 ³	0,77 ³	0,57 ³	9,98 ³
NIR _{0,05} : między odmianami between varieties		3,2	3,6	0,11		
między wariantami stymulacji between variants of stimulation		2,8	3,0			

¹ Średnia dla wariantów ze stymulacją – Mean for stimulation variants.² Średnia dla odmiany – Mean for variety.³ Średnia dla 2 odmian – Mean for 2 varieties.

Niektóre elementy składu chemicznego korzeni ilustruje tabela 2. Jakkolwiek analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu przedsewnej stymulacji nasion na zawartość badanych składników chemicznych korzeni, to jednak widoczny jest korzystny wpływ tego zabiegu zarówno na zawartość suchej masy i cukru (wzrost zawartości), jak i na zawartość melasotworów. Ich zawartość w korzeniach w większości kombinacji ulegała zmniejszeniu. Podobne tendencje obserwowano w przypadku współczynnika alkaliczności, wskaźnika MW, teoretycznego wydatku cukru białego oraz wydatku cukru „w worku” (tab. 3).

Tabela 2. Niektóre elementy składu chemicznego korzeni buraka cukrowego
Table 2. Some elements of chemical composition of sugar beet roots

Odmiana Variety	Często- tliwość Frequency GHz	Sucha masa Dry mass (%)	Cukier Sugar (%)	Popiół Ash (%)	N α -amin. (%)	K (mval)	Na (mval)
Colibri	53,57	20,2	18,4	0,377	0,0444	5,90	0,74
	48,38	19,8	17,8	0,362	0,0360	6,92	0,56
	42,13	19,4	18,6	0,385	0,0407	4,36	0,70
	38,46	19,5	19,1	0,360	0,0371	4,10	0,78
	0	17,6	17,8	0,414	0,0428	5,13	0,78
Średnia – Mean		19,7 ¹ 19,3 ²	18,5 ¹ 18,3 ²	0,371 ¹ 0,380 ²	0,0396 ¹ 0,0402 ²	5,32 ¹ 5,28 ²	0,70 ¹ 0,71 ²
Maria	53,57	19,5	18,6	0,510	0,0425	4,87	0,78
	48,38	19,6	18,5	0,432	0,0395	5,64	0,78
	42,13	19,7	18,2	0,440	0,0436	5,13	0,74
	38,46	18,7	17,1	0,421	0,0480	4,10	0,70
	0	18,9	17,5	0,476	0,0511	5,64	0,87
Średnia – Mean		19,4 ¹ 19,3 ²	18,1 ¹ 18,0 ²	0,451 ¹ 0,456 ²	0,0434 ¹ 0,0449 ²	4,94 ¹ 5,08 ²	0,75 ¹ 0,77 ²
Średnia Mean	53,57	19,8	18,5	0,444	0,0434	5,38	0,76
	48,38	19,7	18,2	0,397	0,0378	6,28	0,67
	42,13	19,6	18,4	0,412	0,0422	4,74	0,72
	38,46	19,1	18,1	0,390	0,0426	4,10	0,74
	0	18,2	17,6	0,445	0,0470	5,38	0,82
Średnia – Mean		19,6 ¹ 19,3 ³	18,3 ¹ 18,2 ³	0,411 ¹ 0,418 ³	0,0415 ¹ 0,0426 ³	5,13 ¹ 5,18 ³	0,72 ¹ 0,74 ³

¹ Średnia dla wariantów ze stymulacją – Mean for stimulation variants.

² Średnia dla odmiany – Mean for variety.

³ Średnia dla 2 odmian – Mean for 2 varieties.

Tabela 3. Współczynnik alkaliczności, teoretyczny wydatek cukru białego – TWCB (%), teoretyczny plon cukru białego – TPCB (t·ha⁻¹), technologiczny plon cukru (t·ha⁻¹) oraz wskaźnik MW – index MW

Table 3. Alkalinity coefficient, theoretical content of white sugar – TWCB (%), theoretical yield of sugar – TPCB (t ha⁻¹), technological yield of sugar (t ha⁻¹) and MW

Odmiana Variety	Często- tliwość Frequency GHz	Współ- czynnik alkaliczności Alkalinity coefficient	TWCB Theoretical content of white sugar (%)	TPCB Theoretic al yield of sugar (t·ha ⁻¹)	Technologiczny plon cukru Technological yield of sugar (t·ha ⁻¹)	Wskaźnik MW Index MW
Colibri	53,57	1,50	15,83	9,15	15,80	19,22
	48,38	2,07	15,33	9,24	15,26	19,11
	42,13	1,24	16,57	9,25	15,96	19,42
	38,46	1,32	17,14	10,25	16,57	17,50
	0	1,38	15,48	8,70	15,04	22,16
Średnia – Mean		1,53 ¹	16,22 ¹	9,47 ¹	15,90 ¹	18,81 ¹
		1,50 ²	16,07 ²	9,32 ²	15,73 ²	19,48 ²
Maria	53,57	1,32	16,37	8,59	15,43	26,56
	48,38	1,62	16,01	8,52	15,66	22,19
	42,13	1,35	15,90	8,78	15,33	23,10
	38,46	1,00	15,16	8,16	14,31	23,69
	0	1,27	14,98	6,64	14,47	26,45
Średnia – Mean		1,32 ¹	15,86 ¹	8,51 ¹	15,18 ¹	22,88 ¹
		1,31 ²	15,68 ²	8,14 ²	15,04 ²	23,60 ²
Średnia Mean	53,57	1,41	16,10	8,87	15,62	20,89
	48,38	1,84	15,67	8,88	15,46	20,65
	42,13	1,30	16,24	9,02	15,64	21,26
	38,46	1,16	16,15	9,20	15,44	20,60
	0	1,32	15,23	7,67	14,76	24,30
Średnia – Mean		1,42 ¹	16,04 ¹	8,99 ¹	15,54 ¹	20,85 ¹
		1,40 ³	15,88 ³	8,73 ³	15,38 ³	21,54 ³

¹ Średnia dla wariantów ze stymulacją – Mean for stimulation variants.

² Średnia dla odmiany – Mean for variety.

³ Średnia dla 2 odmian – Mean for 2 varieties.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań polowych dotyczących wpływu przed-siewnej stymulacji promieniowaniem mikrofalowym na plonowanie i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego odmiany Colibri i Maria można sformułować następujące wnioski:

1. Czynniki doświadczalne w istotny sposób modyfikowały plon korzeni buraka cukrowego.

2. Przedsewna stymulacja nasion promieniowaniem mikrofalowym, średnio, niezależnie od odmiany i częstotliwości istotnie zwiększała plon korzeni. Najwyższe plony korzeni ($56,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) uzyskano w kombinacjach, w których zastosowano częstotliwość 48,38 i 38,46 GHz.

3. Promieniowanie mikrofalowe o częstotliwości 48,38 GHz było najkorzystniejsze dla odmiany Colibri, natomiast w przypadku odmiany Maria najwyższe plony korzeni uzyskano stosując częstotliwość 42,13 GHz.

4. Pod wpływem przedsewnej stymulacji nasion zawartość cukru wzrastała. Wyjątek stanowi odmiana Maria, której nasiona poddano działaniu promieniowania mikrofalowego o częstotliwości 38,46 GHz. W kombinacji tej zawartość cukru, w porównaniu z obiektem kontrolnym, była niższa o 0,4%.

5. Zawartość melasotworów pod wpływem stymulacji nasion niemal we wszystkich kombinacjach malała.

Przedstawione wyniki wskazują na pozytywny wpływ przedsewnej stymulacji nasion na plony i jakość technologiczną korzeni dwu odmian buraka cukrowego. Na ich podstawie nie można jednak sformułować konkretnych zaleceń dla praktyki rolniczej, ponieważ dotyczą jedynie dwu odmian. Badania wpływu innych czynników fizycznych (laser, generator fal elektromagnetycznych, pole magnetyczne) wykazały znaczną zależność efektu stymulacji od czynników odmianowych, w związku z czym można oczekiwać podobnego efektu w odniesieniu do przedsewnej stymulacji nasion mikrofalami. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do kontynuowania badań.

PIŚMIENNICTWO

1. **Ceglarek F., Płaza A.:** Plonowanie buraka cukrowego w zależności od badanych sposobów pielęgnacji. Zeszyty Naukowe WSRP Siedlce, 39, 4-55, 1995.
2. **Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A.:** Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem, słomą i międzyplonami wsiewek. Fragmenta Agronomia, 4, 18-26, 1997.
3. **Filipiuk H.:** Wpływ przedsewnej biostymulacji nasion światłem na plonowanie i jakość technologiczną korzeni kilku odmian buraka cukrowego. Praca doktorska, Akademia Rolnicza Lublin, 1999.
4. **Górecki R. J., Grzesiuk S.:** Światowe tendencje i kierunki uszlachetniania materiałów nasiennych. Mat. Konf. Nauk. „Uszlachetnianie materiałów nasiennych“, Olsztyn-Kortowo, 9-2, 1994.
5. **Olchownik G., Dziamba Sz.:** Wpływ promieniowania mikrofalowego na elementy struktury plonu gryki. Mat. Konf. Nauk. „Uszlachetnianie materiałów nasiennych“, Olsztyn-Kortowo, 283-287, 1994.
6. **Olchownik G., Gawda H.:** Wpływ promieniowania milimetrowego na energię i zdolność kiełkowania nasion Inu. Mat. Konf. Nauk. „Uszlachetnianie materiałów nasiennych“, Olsztyn-Kortowo, 289-292, 1994.

7. **Olchownik G., Dziamba Sz.:** The influence of microwave radiation on the buckwheat yields. 6th International Conference on Agrophysics, Sept. 15-18 Lublin, Book of abstracts, v. 2, 289-290, 1997.
8. **Olchownik G., Gawda H.:** Uszlachetnianie materiału nasiennego za pomocą promieniowania mikrofalowego. I Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Agrolaser 2001”, Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko rolnicze, Lublin 26-28.09, 155-156, 2001.
9. **Reinefeld E., Emmerich A., Baumgarten G., Winner C., Beiss U.:** Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. Zucker, nr 1, 2-15, 1974.
10. **Trzebiński J., Łabędzka E., Malec J., Jaszczolt E.:** Badania nad optymalizacją nawożenia azotowego pod buraki cukrowe. Gazeta Cukrownicza, nr 7, 162-164, 1983.

EFFECT OF MICROWAVE RADIATION ON YIELDING AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGAR BEET ROOTS

Stanisława Wójcik¹, Michał Dziamba¹, Stanisław Pietruszewski²

¹Department of Plant Cultivation, University of Agriculture, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: sewojcik@agros.ar.lublin.pl

²Department of Physics, University of Agriculture, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Abstract. Efforts to increase yields and quality of raw materials cultivated plants induces search for new methods of improvement seed quality. Nowadays more and more often has been used preceding the sowing stimulation of seeds with physical factors. The method is legitimate because of its proecological character. In the paper there are presented results of experiment with effect of microwave radiation on yielding and technological quality of sugar beet roots.

Keywords: sugar beet, presowing stimulation of seeds, microwave radiation, technological quality of roots