

WPŁYW NAPROMIENIOWANIA MIKROFALOWEGO NA DYNAMIKĘ WZROSTU KIEŁKÓW BULWY ZIEMNIAKA

Tomasz Jakubowski

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy zaprezentowano wyniki badań dotyczące wpływu dawki napromieniowania mikrofalami na dynamikę wzrostu kielków sadzeniaków bardzo wczesnej odmiany ziemniaka Felka Bona. Materiał badawczy w przedziale czasowym 2-60 s poddano działaniu mikrofal o częstotliwości 2,45 GHz i mocy źródła promieniowania 1000 W. Całkowite dawki napromieniowania zawierały się w przedziale 2 000-60 000 J co odpowiadało 72,8-3 973,5 J·g⁻¹ jednostkowych dawek promieniowania mikrofalowego. Weryfikacja założonego zadania badawczego – czy możliwa jest stymulacja procesu wzrostu kielków poprzez napromieniowanie mikrofalami na sadzeniaka – pozwoliła na stwierdzenie, że określone dawki jednostkowego napromieniowania mikrofalami pozytywnie wpływają na dynamikę wzrostu kielków bulwy ziemniaka.

Słowa kluczowe: pole mikrofalowe, sadzeniak, kielkowanie

Wstęp

Zgodnie z metodyką [2005] sadzeniaki bardzo wczesnych odmian powinno się podkielkować nie krócej niż 4 tygodnie. Optymalne podkielkowanie może dawać zwyczajną plonę w stosunku do kombinacji bez podkielkowania nawet do około 200% (w przypadku zbioru po 60 dniach). Podkielkowanie sadzeniaków powoduje m. in.: przyspieszenie wschodów, lepszy rozwój systemu korzeniowego, zwiększenie plonów i odporności na zakażenie chorobami wirusowymi oraz mniejsze porażenie ryzoktoniozą, zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych i lepszą przechowywalność.

Zdaniem Sowy-Niedziałkowskiej [2005] na długość okresu uśpienia i tempo wzrostu kielków duży wpływ ma czynnik odmianowy i warunki przechowywania. Autorka ta zwraca uwagę na fakt, że bez względu na odmianę intensywność kielkowania ograniczana lub hamowana jest działaniem niskich temperatur przechowywania. Gdy okres wegetacji odznacza się niską wilgotnością i wysokimi temperaturami niekiedy już w czasie zbiorów można zaobserwować na bulwach kielki kilkumilimetrowej długości – w takim przypadku, okres spoczynku był bardzo krótki i został zakończony w polu przed zbiorem. Przeważnie bezpośrednio po zbiorze bulwy ziemniaka nie kielkują, gdyż znajdują się w stanie fizjologicznego uśpienia. Zbyt intensywne i wczesne rozpoczęcie procesu kielkowania prowadzi do zwiększenia ubytków naturalnych bulwy ziemniaka gdyż woda silniej wydalana jest przez kielki niżli przez perydermę - w przypadku bulw przeznaczonych na materiał sadzeniakowy można jeszcze zauważyć osłabienie i łamliwość kielków.

Dotychczasowe wyniki badań wskazują na pozytywne działanie niektórych metod fizycznych na materiał siewny. Podleśny i in. [2002] stwierdzili pozytywny wpływ stałego pola magnetycznego na wzrost, rozwój i dynamikę gromadzenia masy łubinu białego. Zdaniem Szumiały i in. [2006] stymulacja nasion falami elektromagnetycznymi powoduje wzrost plonu ziarna jęczmienia. Doświadczenia Pieńkowskiej i in. [2005] wskazują na pozytywny wpływ słabego pola elektromagnetycznego na kiełkowanie i wzrost rzeżuchy. Badania Marksa i in. [2005; 2006] oraz Jakubowskiego [2006] dotyczące wpływu promieniowania mikrofalowego na przebieg ontogeny roślin ziemniaka wykazują stymulujące działanie pól elektrycznego, magnetycznego i mikrofalowego na niektóre procesy życiowe tej rośliny. Wyniki przedstawione przez Wójcika i in. [2004] wskazują na pozytywny wpływ przedsewnej stymulacji mikrofalowej nasion na plony i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego. Prawdopodobnym jest, że krótkotrwałe – nie powodujące szoku termicznego – poddanie sadzeniaków ziemniaka działaniu pola mikrofalowego może wpływać stymulująco na dynamikę kiełkowania bulwy.

Cel pracy i metoda badawcza

Celem pracy było określenie wpływu dawki napromieniowania mikrofalami na dynamikę wzrostu kielków bulw ziemniaka. Wyniki doświadczenia miały dać odpowiedź na pytanie czy możliwa jest stymulacja procesu wzrostu kielków poprzez napromieniowanie mikrofalami bulwy sadzeniaka.

Jako materiału badawczego użyto bulw ziemniaka bardzo wczesnej odmiany Felka Bona. Badania prowadzono dwuetapowo; w miesiącu grudniu 2006 roku (I etap) a następnie doświadczenie powtórzono na przełomie lutego i marca 2007 roku (II etap). Losowo wybrano 200 bulw, które podzielono na 10 równych co do liczebności prób. Masy bulw całej populacji statystycznej zawierały się w przedziale 26,1-134,3 g przy wartościach średnich w poszczególnych próbach w granicach 41,6-54,7 g (I etap) i 40,8-59,2 g (II etap). Dziewięć prób w każdym etapie poddano stymulacji promieniami mikrofalowymi o różnych czasach (2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45 i 60 s) ekspozycji a jedna próba w każdym etapie stanowiła partię kontrolną. Pojedynczą bulwę napromieniowano mikrofalami o częstotliwości 2,45 GHz i mocy źródła promieniowania 1000 W. Całkowite dawki napromieniowania zawierały się w przedziale 2 000-60 000 J co odpowiadało 74,9-3 973,5 J·g⁻¹ w etapie I i 72,8-3 988 J·g⁻¹ w etapie II jednostkowych dawek promieniowania mikrofalowego. Jednostkową dawkę promieniowania określono jako iloraz całkowitej dawki napromieniowania mikrofalami i masy bulwy poddanej działaniu pola mikrofalowego. Bulwy poddane stymulacji i próby kontrolne podkiełkowywano w drewnianych skrzynkach w temperaturze 15-18 °C przez okres 28 dni w pomieszczeniu laboratorium z dostępem naturalnego światła. Po 7, 14, 21 i 28 dniach przeprowadzano pomiar ilości i masy kielków wykorzystując do tego celu 5 bulw z każdej próby. W badaniach wykorzystano wagę laboratoryjną o dokładności pomiaru 0,02 g. Określono przyrost biomasy kielka po wymienionych okresach czasowych. Wyodrębniono te przedziały wartości jednostkowego promieniowania, które charakteryzowały się wyłącznie jedną z wymienionych cech:

- sadzeniaki próby poddanej działaniu promieniowania mikrofalowego odznaczały się wyższym przyrostem biomasy kielków w odniesieniu do próby kontrolnej,

- sadzeniaki próby poddanej działaniu promieniowania mikrofalowego odznaczały się niższym przyrostem biomasy kielków w odniesieniu do próby kontrolnej,
- sadzeniaki próby poddanej działaniu promieniowania mikrofalowego nie różniły się przyrostem biomasy kielków w odniesieniu do próby kontrolnej.

Powyższe przyporządkowanie miało na celu wskazanie tych przedziałów wartości jednostkowego promieniowania mikrofalowego, które mają stymulujący wpływ na dynamikę wzrostu kielków sadzeniaków ziemniaka. Analiza wariancji przeprowadzona dla I i II etapu doświadczenia nie wykazała istotnych różnic (dla $p=0,05$) pomiędzy danymi co zadecydowało o całościowej (z obydwóch etapów) analizie uzyskanych wyników.

Wyniki badań i ich omówienie

Uzyskane wyniki wskazują na istotne zależności korelacyjne (tab. 2) pomiędzy wielkością jednostkowej dawki napromieniowania mikrofalami (w badanym zakresie) a dynamiką kiełkowania sadzeniaków odmiany Felka Bona. W doświadczeniu, po czterech tygodniach podkiełkowania stymulowanych bulw dawkami napromieniowania mikrofalami w zakresie $72,8-200 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ zaobserwowano zwiększenie przyrostu biomasy kielków (rys. 1) w porównaniu z próbą kontrolną (wzrost o 5,4%). Napromieniowywanie sadzeniaków dawkami przewyższającymi $200 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ (do $3\,988 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$) w końcowym efekcie powodowało spadek masy kielków w porównaniu z próbą kontrolną. W zależnościach pomiędzy liczbą kielków a wartością jednostkowej dawki napromieniowania mikrofalowego (rys. 2) stwierdzono większą liczbę kielków przy działaniu dawek w zakresie $72,8-360 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ w porównaniu z próbą kontrolną (wzrost o 2,2%). Wyższe dawki promieniowania ($360-1\,550 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$) nie odznaczały się zróżnicowaniem liczności kielków, natomiast działanie na sadzeniaki dawkami przewyższającymi $1\,550 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ (do $3\,988 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$) powodowało zmniejszenie liczby kielków w porównaniu z próbą kontrolną.

Analiza wyników w kolejnych tygodniach trwania doświadczenia (rys. 3) wskazuje, że zauważalne efekty – w porównaniu z próbą kontrolną – napromieniowania mikrofalami (w przyjętych dawkach i czasach ekspozycji) materiału sadzeniakowego można stwierdzić po 21 i 28 dniach podkiełkowania bulw ziemniaka. Zgodnie z zaleceniami metodyki [2005] sadzeniaki bardzo wczesnych odmian powinno się podkiełkować nie krócej niż 4 tygodnie a długość kielków po okresie podkiełkowania nie powinna przekraczać 2 cm (kielki powinny być grube, intensywnie zabarwione i mocno związane z bulwą przy czym kształt i barwa kielków są cechą odmianową). W trakcie badań stwierdzono, że sadzeniaki odmiany Felka Bona poddane działaniu pola mikrofalowego już po 3 tygodniowym okresie podkiełkowania odznaczały się zwiększoną masą i liczbą kielków w porównaniu z sadziami stanowiącymi próbę kontrolną (tab. 1).

Tabela 1. Masa i liczba kielków w próbie kontrolnej (nie napromieniowanej mikrofalami)
Table 1. Mass and number of germs in a control sample (not irradiated with microwaves)

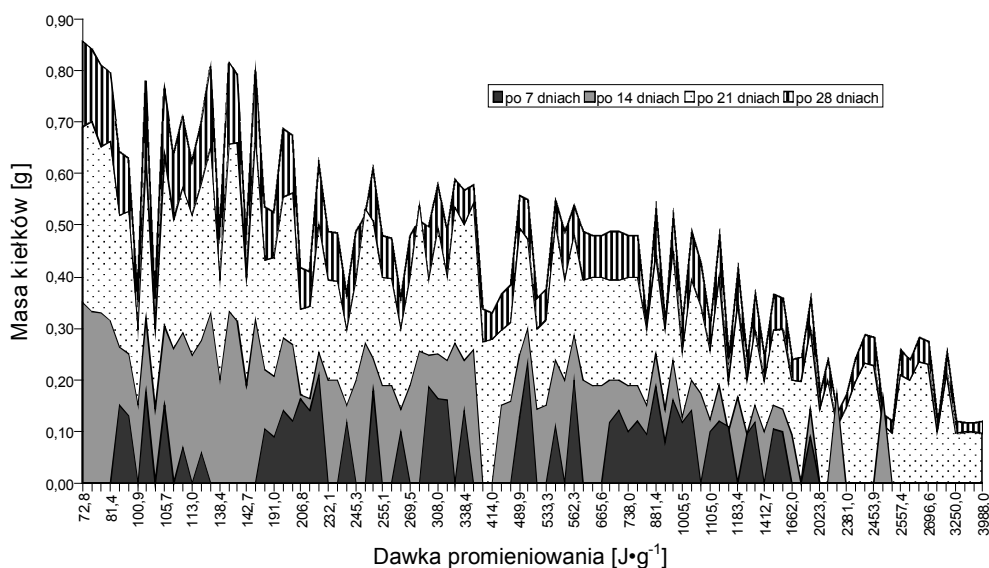
Określany parametr	Okres podkiełkowania bulw [dni]			
	7	14	21	28
Masa kielków [g]	0,21	0,29	0,48	0,66
Liczba kielków [sztuk]	1,1	1,8	2,7	4,1

Źródło: obliczenia własne

Tabela 2. Zależność pomiędzy jednostkową dawką promieniowania mikrofalowego a liczbą i masą kielków po zadanym okresie podkielkowania
 Table 2. Relationship between unit microwave radiation dose and the number and mass of germs after preset pre-germination period

Rodzaj zależności	Współczynnik korelacji	Istotność	Równanie regresji	Współczynniki determinacji
Dawka – liczba kielków po 7 dniach	-0,23	nieistotny (0,05)	$y = -0,0002x + 0,6939$	0,05
Dawka – liczba kielków po 14 dniach	-0,53	istotny (0,05)	$y = -0,023x + 1,9078$	0,13
Dawka – liczba kielków po 21 dniach	-0,72	istotny (0,01)	$y = -0,0607x + 4,2454$	0,5
Dawka – liczba kielków po 28 dniach	-0,74	istotny (0,01)	$y = -0,0627x + 4,478$	0,57
Dawka – masa kielków po 7 dniach	-0,30	istotny (0,05)	$y = -2E-05x + 0,0691$	0,09
Dawka – masa kielków po 14 dniach	-0,81	istotny (0,01)	$y = -8E-05x + 0,2456$	0,66
Dawka – masa kielków po 21 dniach	-0,80	istotny (0,01)	$y = -0,0001x + 0,4993$	0,64
Dawka – masa kielków po 28 dniach	-0,80	istotny (0,01)	$y = -0,0001x + 0,597$	0,63

Źródło: obliczenia własne

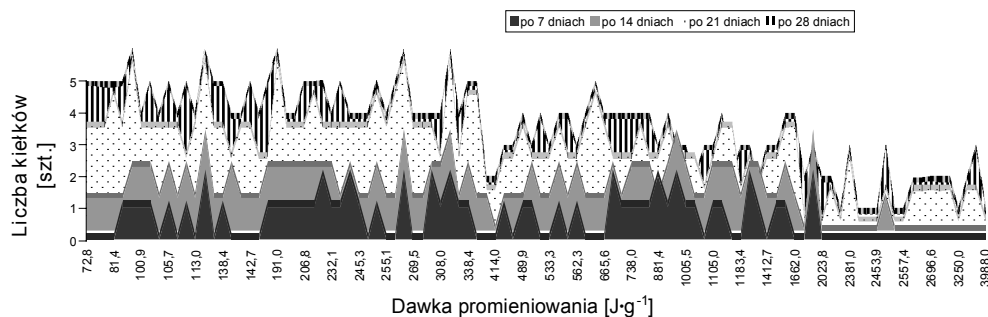


Źródło: obliczenia własne

Rys. 1. Zależność pomiędzy jednostkową dawką promieniowania mikrofalowego a masą kielków z bulwy ziemniaka

Fig. 1. Relationship between unit microwave radiation dose and the mass of germs from potato tuber

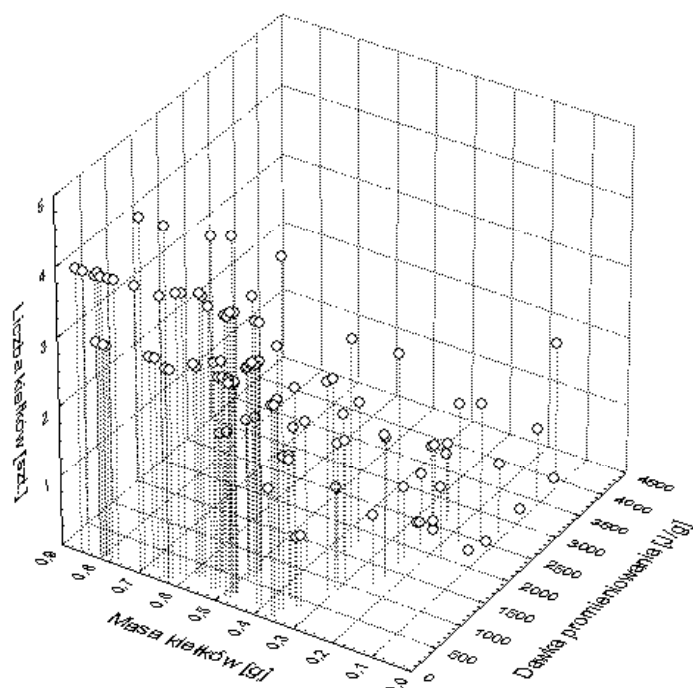
Wpływ napromieniowania mikrofalowego...



Źródło: obliczenia własne

Rys. 2. Zależność pomiędzy jednostkową dawką promieniowania mikrofalowego a liczbą kielków z bulwy ziemniaka

Fig. 2. Relationship between unit microwave radiation dose and the number of germs from potato tuber



Źródło: obliczenia własne

Rys. 3. Dynamika zmian masy [g] i liczby kielków [sztuk] z bulwy ziemniaka po 21 dniach podkielkowania w zależności od wielkości jednostkowej dawki napromieniowania mikrofalami [J·g⁻¹]

Fig. 3. Dynamics of changes in mass [g] and number of germs [pieces] from potato tuber after 21 days of pre-germination in relation to the size of unit microwave irradiation dose

Weryfikując postawione zadanie badawcze zakładające, iż możliwa jest stymulacja procesu wzrostu kielków poprzez napromieniowanie mikrofalami sadzeniaka – stwierdzić można, że w określonych dawkach jednostkowego napromieniowania mikrofalami zauważono pozytywny wpływ działania pola na dynamikę wzrostu kielków bulwy ziemniaka.

Wnioski

1. W przyjętych dawkach i czasach ekspozycji bulw ziemniaka stwierdzono istotny wpływ napromieniowania mikrofalami na dynamikę wzrostu kielków sadzeniaków.
2. Napromieniowanie mikrofalami w zakresie 72,8-200 J·g⁻¹ powodowało zwiększenie masy i liczby kielków sadzeniaków w porównaniu z próbą kontrolną przy jednoczesnym skróceniu okresu podkielkowania.

Bibliografia

- Jakubowski T.** 2007. Wpływ mikrofalowej stymulacji sadzeniaków ziemniaka na wzrost i rozwój roślin potomnych. Inżynieria Rolnicza. Nr 6(94). Kraków. s. 49-56.
- Marks N., Lipiec J., Jakubowski T.** 2005. Ocena przydatności metod fizycznych do zwalczania przechowalniczych chorób bulw ziemniaka. Inżynieria Rolnicza. Nr 7(67). s. 169-175. Kraków.
- Marks N., Jakubowski T.** 2006. Wpływ promieniowania mikrofalowego na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka. Inżynieria Rolnicza. Nr 6(81). Kraków. s. 57-64.
- Pieńkowska H., Grabowski S.** 2005. Wpływ słabych pól i promieniowania elektromagnetycznego na kielkowanie i wzrost rzeżuchy. Acta Agrophysica. Nr 6(1). Lublin. s. 205-212.
- Podleśny J., Pietruszewski S.** 2006. Wpływ traktowania nasion polem magnetycznym na wzrost, rozwój i dynamikę gromadzenia masy łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Inżynieria Rolnicza. Nr 6 (81). Kraków. s. 207-212
- Sowa-Niedziałkowska G.** 2005. Wpływ temperatury przechowywania i uwarunkowań genetycznych na długość uspienia i intensywność kielkowania bulw ziemniaka. Ziemniak Polski nr 4. Bonin. s. 29-34.
- Szumiało G., Rachoń L.** 2006. Oddziaływanie fal elektromagnetycznych na plonowanie oraz jakość nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego i owsa. Acta Agrophysica, 8(2). Lublin. s. 501-508.
- Wójcik S., Dziamba M., Pietruszewski S.** 2004. Wpływ promieniowania mikrofalowego na plonowanie i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego. Acta Agrophysica vol. 3/3, s. 623-630. Lublin.
- Metodyka Integrowanej Produkcji Ziemniaków. 2005. Wyd. PIORIN. Warszawa. s. 28-29.

THE IMPACT OF MICROWAVE IRRADIATION ON GROWTH DYNAMICS OF POTATO TUBER GERMS

Abstract. The paper presents results of the research regarding the impact of microwave irradiation exposure dose on growth dynamics of seed-potato germs of a very early potato variety - *Felka Bona*. Material under investigation was exposed to microwave radiation at frequency of 2.45 GHz and radiation source power reaching 1000 W within time interval 2-60 s. Total irradiation doses ranged from 2000 to 60000 J, which corresponded to 72.8-3973.5 J·g⁻¹ of unit microwave radiation doses. Verification of the assumed research problem - if it is possible to stimulate the germ growth process by seed-potato irradiation with microwaves - allowed to state that certain doses of unit microwave irradiation have positive effect on growth dynamics of potato tuber germs.

Key words: microwave field, seed-potato, germination

Adres korespondencyjny:

Tomasz Jakubowski; e-mail: tjakubowski@ar.krakow.pl
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków