

WPŁYW PROMIENIOWANIA ULTRAFIOLETOWEGO NA WZROST, ROZWÓJ I PLONOWANIE ROŚLIN ZIEMNIAKA (BADANIA WSTĘPNE)

Tomasz Jakubowski, Tomasz Pytlowski
Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Celem pracy było zbadanie wpływu promieniowania ultrafioletowego (UVC) na wzrost, rozwój i plonowanie roślin ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.). Obiektem badań były 132 rośliny ziemniaka średnio późnej odmiany Jelly, których wegetacja przebiegała pod osłoną tunelu foliowego. W doświadczeniu wykorzystano autorskie stanowisko do naświetlania materiału roślinnego ultrafioletem. Sadzeniaki przed umieszczeniem w glebie naświetlono promieniami ultrafioletowymi przez czas 1, 10, 60 min przy stałej odległości promiennika UVC od dna komory 0,7 m. W trakcie okresu wegetacji oceniano tempo wschodów, kwitnienia i zamierania łętów, określano długość i liczbę łodyg, a po zbiorze określono strukturę plonu każdej rośliny. Stwierdzono istotny wpływ ultrafioletu na rozwój części nadziemnej roślin ziemniaka. Obliczenia statystyczne wykonano przy założonym poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Słowa kluczowe: ziemniak, promieniowanie ultrafioletowe, wegetacja, plon

Wstęp

Promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni roślin podlega procesom refleksji, absorpcji i transmisji, prowadzącym do zmian jego składu spektralnego. Ultrafiolet jako promieniowanie krótkofalowe o dużej energii działające na rośliny może indukować stres fizjologiczny, prowadzący do obniżenia produktywności fotosyntetycznej (Negash i in., 1986; Takemiya i in., 2005; Pilarski i in., 2012). Organizmy roślinne posiadają jednak swoiste mechanizmy obronne pełniące funkcję ekranującą przed szkodliwym działaniem ultrafioletu. Flawonoidy (flawonole, antocyjany – barwniki zlokalizowane w komórkach epidermalnych liścia) redukują transmisję UV poprzez epidermę przy jednoczesnej przepuszczalności promieniowania PAR (Tevini, 1993; Tevini i in., 1991; Whippon i in., 2003), ochraniając przed uszkodzeniami DNA i aparat fotosyntetyczny. Podkreślić należy, że synteza flawonoidów stymulowana jest właśnie poprzez promieniowanie UV. Podobną funkcję spełniają, mające właściwości antyutleniające, karotenoidy (powodują wygaszenie

aktywnych form tlenu). Poza barwnikami ekranującymi funkcję ochronną spełniają również inne części epidermy (np. włoski, które rozpraszają mogą nawet do 70% docierającego do rośliny ultrafioletu) (Cockeel i in., 1999; Lechowski i in., 2003).

Ultrafiolet to fale o długości od 10 do 400 nm, które w zasadzie w całości można zaliczyć do niejonizującej formy promieniowania. Światło UVC to promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali od 100 do 280 nm. W spektroskopii promieniowanie o tej długości zalicza się do ultrafioletu dalekiego (długość fali od 122 do 200 nm) i pośredniego (długość fali od 200 do 300 nm). Promieniowanie UVC (o długości fali 253,7 nm) ma właściwości sterylizujące i dezynfekujące (szczególnie w odniesieniu do bakterii, wirusów i grzybów), a jego działanie może prowadzić do uszkodzeń łańcuchów DNA (Kowalski, 2009).

Promieniowanie UVC stosowane jest między innymi: w przemyśle spożywczym (Corrales, 2012), dezynfekcji gleby (Rutkowski, 1995; Słowiński, 2011) oraz w ochronie roślin (patent US 2009/0272029 A1). Z agrotechnicznego punktu widzenia ciekawy jest, wspomniany wyżej, opis patentowy (US 2009/0272029 A1), informujący o destrukcyjnym wpływie UVC na niektóre patogeny roślin uprawnych (w szczególności: *Botrytis cinerea* i *Phytophthora citricola*). Twórcy wynalazku, Arne Aiking i Frank Verheijen (z *Clean Light* w Wageningen – Holandia), twierdzą, że stosowanie metody ochrony roślin wykorzystującej promieniowanie UVC nie musi być ograniczane do niewielkich obiektów produkcyjnych (jak szklarnie, inspekty czy tunele foliowe), lecz może być z powodzeniem wdrażane w warunkach pola uprawnego. Aplikacyjnie na włoskich plantacjach winorośli stosowano zestaw pod nazwą *The CleanLight Ferrari*© składający się z dwóch pionowych modułów promienników UVC zainstalowanych na ciągniku *Ferrari 310*, wyposażonym w generator o mocy 1000 W (zdaniem autorów patentu zastosować można dowolny ciągnik poruszający się z prędkością 3 km·h⁻¹). W doświadczeniu realizowanym przez Páez i in. (2011) wykorzystano promieniowanie UVC jako metodę zwalczania naturalnych mikrobiot ziarna. Wyniki tego doświadczenia wskazują, że naświetlanie promieniami UVC może być użyteczne do stosowania jako zabieg zarodnikobójczy w odniesieniu do ziaren kukurydzy (*Zea mays* L.) hybryd *San Juan* i *H-159* (uzyskano, w odniesieniu do kontroli, ponad 52% redukcję ilości ziaren zakażonych *Fusarium spp.*, a w odniesieniu do *Fusarium moniliforme* stwierdzono redukcję o blisko 54% dla hybrydy *San Juan* i 62% dla *H-159*).

Korobczak i in. (2005) prowadzili doświadczenia z roślinami *Solanum soganandinum* oraz *Solanum tuberosum* L (odmiana *Desiree*), stosując UVC w dawce 800 J·m² jako abiotyczny czynnik stresowy (długość fali 254 nm, promiennik o mocy 15 W). Badania te miały na celu pomiar poziomu flawonoidów (antocyjanów) w roślinach poddanych działaniu czynnika stresowego w odniesieniu do ich możliwości obronnych. Efekt naświetlania UVC obejmował badanie promotora genu transferazy glukozy (GT – jest on regulowany czynnikami środowiskowymi) oraz genu reduktazy dihydroflawonu (DFR – jest kluczowym enzymem na szlaku biosyntezy antocyjanów).

W dostępnej literaturze nie natrafiono na informacje jednoznacznie opisujące wpływ naświetlania sadzeniaków UVC na późniejszy przebieg ontogenezy rośliny ziemniaka. Celem pracy było zbadanie wpływu promieniowania ultrafioletowego na wzrost, rozwój i plonowanie roślin ziemniaka (*Solanum tuberosum* L).

W pracy przyjęto założenie, że naświetlanie ultrafioletem istotnie modyfikuje wskazane w zakresie pracy cechy rośliny.

Sformułowano parę hipotez:

- hipoteza zerowa (H_0): wartość oczekiwana w każdej grupie (g) jest taka sama,

$$H_0: g_1 = g_2 = \dots = g_k$$

- hipoteza alternatywna H_1 : nie wszystkie wartości oczekiwane są jednakowe.

Zakres pracy i metoda badań

Jednoroczne doświadczenie (rok 2012) usytuowano w tunelu foliowym na glebie o odczynie zasadowym (pH w KCl 7,4) i zawartościach składników przyswajalnych: P_2O_5 , K_2O , Mg odpowiednio 30, 50 i 15 mg na 100 g gleby. Podłoże, w którym umieszczono sadzeniaki ziemniaka, wg przyjętej kategoryzacji agronomicznej, określono jako gleba średnia, a zawartości składników przyswajalnych oceniono jako bardzo wysokie. Obiektem badań były 132 rośliny ziemniaka średnio późnej odmiany Jelly (liczebność próby podytowana powierzchnią tunelu). Materiał siewny stanowiły kwalifikowane sadzeniaki pierwszego rozmnożenia (CA). W doświadczeniu wykorzystano autorskie stanowisko (Jakubowski i in., 2012) do naświetlania materiału roślinnego ultrafioletem. Stanowisko ma charakter prostopadłościennej komory o objętości $0,63 \text{ m}^3$ wyposażonej w promiennik UVC *NBV15* o mocy 15 W z precyzyjnym wyłącznikiem czasowym (*AURATON 100*). Wysokość usytuowania promiennika UVC nad warstwą bulw ziemniaka jest regulowana w zakresie od 1,0 m do 0,4 m. Trwałość promiennika *NBV15*, stanowiąca o niezmienności parametrów jego działania, wynosi 8000 h (natężenie promieniowania UVC w odległości 1 m od promiennika wynosi $0,9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$). Promiennik wyposażony jest w odbłyśnik wykonany z wysokogatunkowego aluminium o wysokim współczynniku odbicia (charakterystyka zbliżona do lustra). Bulwy ziemniaka w trakcie naświetlania usytuowane były na płaskim dnie o powierzchni $0,52 \text{ m}^2$ w pojedynczej warstwie. Sadzeniaki (33 sztuki dla każdej kombinacji) przed umieszczeniem w glebie naświetlono promieniami ultrafioletowymi przez czas 1, 10, 60 min przy stałej odległości promiennika UVC od dna komory 0,7 m. W pracy autora (Jakubowski i in., 2012) określono zmienność temperatury, wilgotności względnej oraz natężenia oświetlenia we wnętrzu komory w trakcie działania promiennika UVC. Zmienność tych parametrów jest niewielka, gdyż wynosi odpowiednio 2,2 i 3,5% dla temperatury i wilgotności względnej oraz od 5,5 do 12,1% dla natężenia oświetlenia (w poszczególnych punktach i w zależności od odległości promiennika od dna komory). Naświetlenie sadzaniaków oraz ich umieszczenie w glebie wykonano w I dekadzie kwietnia, a zbiór plonu przeprowadzono w I dekadzie lipca po 82 dniach wegetacji. Każdą kombinację doświadczenia reprezentowały 3 replikacje (każda po 11 sadzaniaków), które rozmieszczono na poletkach doświadczalnych w układzie całkowicie zrandomizowanym. W trakcie okresu wegetacji oceniano tempo wschodów, kwitnienia i zamierania łętów, określano długość i liczbę łodyg, a po zbiorze określono strukturę plonu każdej rośliny. Obserwacje oraz oceny prowadzono w oparciu o wytyczne zawarte w metodyce IHiAR (Roztropowicz, 1999). Wszelkie prace agrotechniczne wykonano w oparciu o metodykę integrowanej produkcji ziemniaka (2005). Obliczenia statystyczne wykonano przy pomocy

pakietu *STATISTICA 10*. Analiza zmiennych poprzedzana była sprawdzeniem warunków koniecznych do zastosowania testów parametrycznych. Normalność rozkładu w badanych próbach określano testem *W* Shapiro-Wilka, a jednorodność wariancji testem Levene'a. Zmienne o charakterze ciągłym badano z wykorzystaniem analizy wariancji (test *F*-Snedecora), a jako procedury post-hoc stosowano test *NIR* Fishera. W przypadku analizy zmiennych o charakterze skokowym (gdy niespełnione były przesłanki do stosowania testów parametrycznych) stosowano testy nieparametryczne (test mediany i Kruskala-Wallisa). Przeprowadzając jednoczynnikową analizę wariancji wyznaczono wielkość efektu eta-kwadrat (η^2) jako miarę wpływu zastosowanego zabiegu naświetlania UVC na siłę związku między predyktorem jakościowym a zmienną zależną. Zaletą η^2 jest fakt, że miara ta nie zależy od wielkości próby. Miara ta szacuje proporcję (iloraz międzygrupowej i całkowitej sumy kwadratów) całkowitej wariancji, którą można przypisać zmiennej niezależnej. Wyliczono również parametr niecentralności (λ) dla rozkładu *F*. Niecentralny rozkład *F* wykorzystano do wyliczenia mocy (M_o) testu (prawdopodobieństwa odrzucenia H_0 , gdy ta jest fałszywa).

Wyniki badań i ich omówienie

Nie stwierdzono, aby naświetlanie UVC sadzeniaków odmiany Jelly statystycznie istotnie modyfikowało masę plonu bulw ziemniaka spod jednej rośliny. Masa plonu bulw pochodząca z roślin ziemniaka, których sadzeniaki naświetlano przez czas 1 min była, w porównaniu z kontrolą, większa o ponad 5%.

W okresie wegetacji zaobserwowano kwitnienie u około 37% roślin. Rośliny posiadały przeważnie pojedyncze kwiaty (podwójny okwiat), a liczba roślin kwitnących była podobna we wszystkich kombinacjach. Zaobserwowano również, że wszystkie kwiaty pojawiły się między 64 a 66 dniem wegetacji. Ten okres wegetacji można, w pewnym przybliżeniu, przyjąć za koniec fazy intensywnego wzrostu łodyg, liści oraz stolonów i przejście rośliny w fazę tuberyzacji. Wy tłumaczeniem dla tak niewielkiej liczby roślin kwitnących jest fakt, że kwitnienie gatunku *Solanum tuberosum* L. uzależnione jest zarówno od długości dnia, jak i od dwojakiego (wegetatywnego i generatywnego) sposobu rozmnażania.

Zróżnicowanie tempa wschodów, w odniesieniu do próby kontrolnej, zaobserwowano wśród roślin wyrosłych z sadzeniaków naświetlanych UVC (tab. 1). Zróżnicowanie w liczbie roślin wzeszłych było najbardziej widoczne w przypadku kombinacji naświetlanej przez czas 1 min (po 6 dniach od posadzenia: 12% w przypadku kontroli i 30% sadzeniaków naświetlanych, po 9 dniach od posadzenia: 39% w przypadku kontroli i 81% sadzeniaków naświetlanych). Taki wynik doświadczenia wskazuje, że naświetlanie sadzeniaków ziemniaka przed ich umieszczeniem w glebie może działać jak aktywator kiełkowania. Zaprezentowane powyżej wyniki badań są zbieżne z wynikami uzyskanymi przez Zarzyńską (2008) w doświadczeniu z odmianami ziemniaka Gracja i Irga poddanymi stresowi abiotycznemu (temperatura i światło). Zastosowanie szoku termicznego i świetlnego w okresie przygotowania sadzeniaków może modyfikować wiek fizjologiczny bulwy matecznej. Modyfikacja ta, zdaniem Zarzyńskiej (2008), polega na eliminacji dominującej

roli kielka wierzchołkowego, a zwiększeniu liczby skielkowanych oczek sadzeniaka. Powyższy mechanizm działania mógł mieć również miejsce w przypadku stwierdzenia większej liczby pędów (w odniesieniu do kontroli) w roślinach ziemniaka wyrosłych z sadzeniaków naświetlanych UVC. Średnia liczba pędów pośród roślin naświetlonych UVC (w czasie 1 i 10 min) była istotnie liczniejsza ($\lambda^2=18,2$, $p=0,004$) w porównaniu z roślinami próby kontrolnej (rys. 1, tab. 2). Domniemywać można, że naświetlanie sadzeniaków UVC, równocześnie z ich pobudzeniem, wpływa również i na liczbę oczek aktywnie kielkujących.

Tempo procesu zamierania łętów (tab. 3) w poszczególnych kombinacjach doświadczenia było podobne, choć 9 dni przed zbiorem blisko 88% roślin naświetlanych przez czas 1 min oraz 73% z próby kontrolnej cechowało się symptomami końca okresu wegetacji (posiadało widoczne objawy zamierania łętów). Biorąc pod uwagę wynik doświadczenia, w którym nie stwierdzono istotnych różnic w masie plonu spod jednej rośliny w poszczególnych kombinacjach, przyjąć można, że naświetlanie sadzeniaków wpływa na skrócenie okresu wegetacji ziemniaka, nie wpływając jednocześnie na wielkość plonu bulw.

Wynik jednoczynnikowej analizy wariancji (tab. 4) potwierdził istotny ($p=0,002$) wpływ naświetlania sadzeniaków UVC na długość łodyg roślin ziemniaka. Przeprowadzone testy post-hoc (tab. 5) wykazały istnienie dwóch grup homogenicznych zmiennych. Osobną grupę utworzyły zmienne przynależne do kombinacji doświadczenia, w których sadzeniaki naświetlano UVC. W odniesieniu do próby kontrolnej (=100%) długość łodyg była większa o 4,3% w kombinacji naświetlanej 60 min oraz 5,5% i 6,1% w kombinacjach naświetlanych, odpowiednio, przez czas 10 i 1 min.

Wielkość efektu $\eta^2=0,19$ (tab. 6), określająca siłę związku między kombinacjami doświadczenia (różnymi czasami naświetlania sadzeniaków) a długością łodyg rośliny, jest niewielka, wyliczona natomiast moc testu (M_o) bliska jest jedności, co zwiększa prawdopodobieństwo odrzucenia fałszywej hipotezy zerowej (H_0).

Reasumując, stwierdzić można, że przeprowadzone badania eksploracyjne wskazują (przy założonych parametrach doświadczenia) na modyfikujące działanie promieniowania UVC w odniesieniu do części nadziemnej rośliny ziemniaka odmiany Jelly.

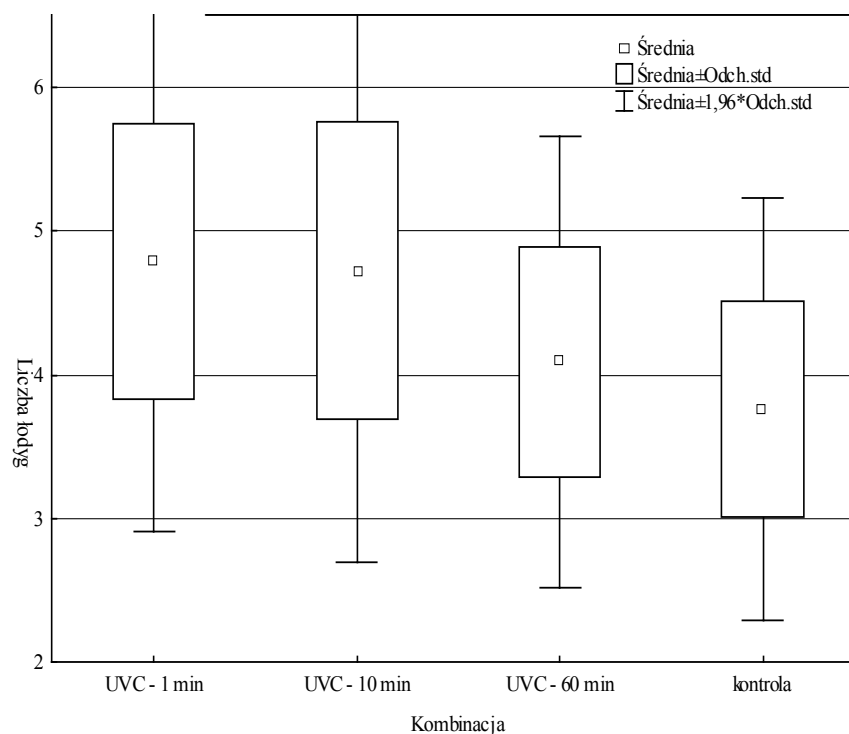
Tabela 1

Wschody roślin w poszczególnych kombinacja doświadczenia (krok pomiarowy – 3 dni

Table 1

Plants germination in particular combinations of experiment (measurement step – 3 days)

Kombinacja	Liczba dni od posadzenia					Suma
	3	6	9	12	15	
	Liczba wyrosłych roślin					
Kontrola	0	4	9	18	2	33
UVC - 1 min	1	9	17	6	0	33
UVC - 10 min	0	7	13	13	0	33
UVC - 60 min	0	7	12	13	1	33
Suma	1	27	51	50	3	132



Rysunek 1. Liczba łodyg roślin ziemniaka w poszczególnych kombinacjach doświadczenia
 Figure 1. Number of potato plants stems in particular combinations of experiment

Tabela 2

Wartości prawdopodobieństw w porównaniach wielokrotnych dla liczby łodyg roślin ziemniaka w poszczególnych kombinacjach doświadczenia (wartość testu Kruskala-Wallis $H=24,5$ $p=0,000$)

Table 2

Probability values in multiply comparisons for the number of stems of potato plants in particular combinations of experiment (value of Kruskal- Wallis test $H=24.5$ $p=0.000$)

Zmienna grupująca i wartość rangi				
Zmienna grupująca	UVC - 1 min R:82,697	UVC - 10 min R:80,333	UVC - 60 min R:57,803	Kontrola R:45,167
UVC - 1 min	–	1,000	0,049	0,000
UVC - 10 min	1,00	–	0,100	0,001
UVC - 60 min	0,049	0,100	–	1,000
kontrola	0,000	0,001	1,000	–

Tabela 3

Zamieranie łętów roślin w poszczególnych kombinacja doświadczenia (krok pomiarowy – 3 dni)

Table 3

Withering of plant haulms in particular combinations of experiment (measurement step – 3 days)

Kombinacja	Liczba dni do zbioru					Suma
	15	12	9	6	3	
	Liczba roślin w których stwierdzono zamieranie łętów					
Kontrola	0	12	12	8	1	33
UVC - 1 min	0	14	15	4	0	33
UVC - 10 min	0	12	7	13	1	33
UVC - 60 min	0	12	8	13	0	33
Suma	0	50	42	38	2	132

Tabela 4

Wynik jednowymiarowego testu istotności dotyczącego długości łodyg roślin ziemniaka w poszczególnych kombinacjach doświadczenia

Table 4

Results of one-dimensional significance test concerning the length of potato plants stem in particular combinations of experiment

Zmienna grupująca	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat	Wartość	
				testu <i>F</i>	prawdopodobieństwa testowego <i>p</i>
Wyraz wolny	271429,7	1	271429,7	46410,5	0
Kombinacja	87,2	3	29,1	4,9	0,002
Błąd	748,6	128	5,8		

Tabela 5

Grupy homogenicznych zmiennych; długości łodyg roślin ziemniaka w poszczególnych kombinacjach doświadczenia

Table 5

Group of homogeneous variables; length of potato plants stems in particular combinations of experiment

Kombinacja	Długość łodyg	Grupy homogeniczne	
		1	2
Kontrola	43,9 cm		****
UVC - 60 min	45,8 cm	****	
UVC - 10 min	46,3 cm	****	
UVC - 1 min	46,6 cm	****	

Tabela 6

Wielkość efektów i moc testu; wpływ naświetlania UVC na długość łodyg roślin ziemniaka

Table 6

Group of homogeneous variables; length of potato plants stems in particular combinations of experiment

Zmienna grupująca	Eta-kwadrat cząstkowe η^2	Niecentralność λ	Moc obserwowana M_o
Wyraz wolny	0,998	60171,986	1
Kombinacja	0,191	30,143	0,997

Wnioski

1. Rośliny wyrosłe z sadzeniaków ziemniaka naświetlanych ultrafioletem przez czas 1 min odznaczały się, w porównaniu z próbą kontrolną, szybszym tempem wschodów.
2. Stwierdzono istotny wpływ ultrafioletu na rozwój części nadziemnej roślin ziemniaka cechujący się, w odniesieniu do próby kontrolnej, liczniejszymi i dłuższymi łodygami.
3. Nie stwierdzono istotnych różnic w plonie masy bulw roślin ziemniaka wyrosłych z sadzeniaków naświetlonych ultrafioletem i pochodzących z próby kontrolnej.

Literatura

- Aiking, A.; Verheijen, F. *Methods for treating live plants or live plant parts or mushrooms with UV-C light*. Clean Light Wageningen, US 2009/0272029 A1, 5 November 2009, Numer zgłoszenia: 12/083,994
- Cockeel, C.S.; Churio, M.S.; Previtali, C.M. (1999). Ultraviolet radiation screening compounds, *Biol. Rev.*, 74, 311-345.
- Corrales, M.; Souza, P.; Stahl, M.; Fernández, A. (2012). Effects of the decontamination of a fresh tiger nuts' milk beverage (horchata) with short wave ultraviolet treatments (UV-C) on quality attributes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 13, 163-168.
- Jakubowski, T.; Wrona, P. (2012). Skuteczność oddziaływania promieniowania UVC na rozwój rizoktoniozy bulw ziemniaka. Część I – stanowisko do badań. *Acta Scientiarum Polonorum - Technica Agraria*, 11(1-2), 33-41.
- Korobczak, A.; Aksamit, A.; Łukaszewicz, M.; Lorenc, K.; Rorat, T.; Szopa, J. (2005). The potato glucosyltransferase gene promoter is environmentally regulated. *Plant Science*, 168(2), 339-348.
- Kowalski, W. (2009). *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook*. Springer-Verlag, ISBN 978-3-642-01998-2, 38-90.
- Lechowski, Z.; Białczyk, J. (2003). Barwniki ekranujące słoneczne promieniowanie ultrafioletowe u roślin i grzybów, *Wiad. Bot.*, 47, 41-54.
- Metodyka integrowanej produkcji ziemniaków*. (2005). Pozyskano z: <http://piorin.gov.pl/akt/ipziemniak.pdf>
- Negash L.; Björn L.O. (1986). Stomatal closure by ultraviolet radiation, *Physiol. Plant.*, 66, 360-364.
- Páez, C.; Reyes, M.; Aguilar, C.; Pacheco, F.; Martínez, E.; Orea, A.; Bonilla J. (2011). Control of natural mycobiota in maize grains by ultraviolet (UVC) irradiation. *Acta Agrophysica*, 18(2), 375-388.

- Pilarski, J.; Tokarz, K.; Kocurek, M. (2012). Adaptacja roślin do składu spektralnego i intensywności promieniowania. *Prace Instytutu Elektrotechniki*, 256, 224-236.
- Rutkowski, K. (1995). Energochłonność termicznej dezynfekcji podłoża szklarniowego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 415, 321-328.
- Roztropowicz, S. (1999). *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. Wydawnictwo Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Oddział Jadwisin, 5-50.
- Słowiński, K. (2011). Promieniowanie ultrafioletowe w ograniczaniu zgorzeli siewek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). *Inżynieria Rolnicza*, 6(131), 207-213.
- Takemiya, A.; Inoue, S.; Doi, M.; Kinoshita, T.; Shimazaki, K. (2005). Phototropins promote plant growth in response to blue light in low light environments, *Plant Cell*, 17, 1120-1127.
- Tevini, M.; Brown, J.; Fieser, G. (1991). The protective function of the epidermal layer of rye seedlings against ultraviolet-B radiation, *Photochem. Photobiol.*, 58, 395-400.
- Tevini, M. (1993). *UV-B radiation and ozone depletion. Effects on humans, animals, plant, microorganisms and materials*, Boca Raton, Florida, Lewis Publishers, 95-123.
- Whippo, C.W.; Hangarter, R.P. (2003). Second positive phototropism results from coordinated coaction of phototropins and cryptochromes, *Plant Physiol.*, 132, 1499-1507.
- Zarzyńska, K. (2008). Wpływ sposobu przygotowania sadzeniaków na liczbę łodyg w roślinie, plon bulw i jego strukturę, *Biuletyn IHiAR*, 248, 53-60.

IMPACT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND CROPPING OF POTATOES (INITIAL RESEARCH)

Abstract. The aim of the paper was investigation of ultraviolet radiation (UVC) impact on the growth, development and cropping of potato plants (*Solanum tuberosum* L.). 132 potato plants of medium late cultivar Jelly, vegetation of which was carried out under the plastic tunnel constituted the research object. The author's stand for irradiation of plant material with ultraviolet was used. Seed potatoes, before placing them in the soil, were radiated with ultraviolet rays for 1,10,60 minutes at the constant distance of UVC radiators from the bottom of a chamber - 0.7 m. During vegetation period the rate of germination, flowering and withering of haulms, length and number of stems was determined and after harvesting the yield structure of each plant was determined. Essential impact of ultraviolet on the development of aboveground part of potato plants was reported. Statistical calculations were carried out at the assumed level of significance $\alpha=0.05$.

Key words: potato, ultraviolet radiation, vegetation, yield

Adres do korespondencji:

Tomasz Jakubowski; e-mail: Tomasz.Jakubowski@ur.krakow.pl
Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków