

## WPLYW PROMIENIOWANIA UV NA KIELKOWANIE I WZROST SIEWEK RZODKIEWKI (*RAPHANUS SATIVUS* VAR. *SATIVUS*)

### THE EFFECT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE GERMINATION AND GROWTH OF RADISH SEEDLING (*RAPHANUS SATIVUS* VAR. *SATIVUS*)

**Aleksandra Maria Piotrowska**

#### ABSTRACT

Ontogeny of plants begins with the start of the phase of seed germination and ends with the natural process of death of the organism, which in the case of annual plants is preceded by release of seeds. Germination follows embryogenesis and precedes the phase of plant growth. This phenological phase launches a number of physical and metabolic processes occurring in the germ. Germination starts when spare materials gathered in the germ break down into carbohydrates, lipids and proteins. The process of germination takes place in three stages. The embryo passes through the imbibition phase, catabolic phase and anabolic phase. An important exogenous factor which influences germination is light irradiating conditions (Lack, Evans 2003). Positive photoblastic plants require light, photoblastic negative do not. There are also those which are inert to light. The aim of this study was to classify the radish (*Raphanus sativus* var. *sativus*) to one of the three groups of plants.

The studies were carried out on two samples. The first one was exposed to sunlight. The exposure time was consistent with the daily cycle. The same conditions and a UV lamp were applied in the case of the second sample, also in the daily cycle. The number of seeds which germinated, the time when shoots appeared and the intensity of seedling growth were recorded for 30 days. The received results let classify the radish to the group of positive.

**Słowa kluczowe:** ontogeneza, kielkowanie, promieniowanie UV, rośliny fotoblastyczne

**Key words:** ontogeny, germination, UV radiation, photoblastic plants

Aleksandra Maria Piotrowska, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: aleksandra.maria.piotrowska@gmail.com

#### Wprowadzenie

Jednym z istotnych czynników wpływających i inicjujących proces fotosyntezy u roślin jest światło. Jest ono źródłem energii, która przekształcana w energię wiązań chemicznych, uczestniczy w procesach tworzenia strukturalnych i metabolicznych związków chemicznych w komórkach roślin. Wpływa również na mechanizm i ruchy aparatów szparkowych. Ich aktywność dobową pobudza lub spowalnia przebieg szeregu reakcji biochemicznych towarzyszących fotosyntezie. Jest również istotnym czynnikiem morfogenetycz-

nym, ponieważ inicjuje zmiany rozwojowe u roślin i następstwo faz fenologicznych. Wszystkie etapy cyklu życiowego i rozwoju roślin – od kielkowania do starzenia – regulowane są przez światło (Kopcewicz, Lewak 2007, 2009). Za reakcje roślin na zmieniające się natężenie światła, czas ekspozycji i barwę światła odpowiedzialny jest fitochrom występujący w komórkach roślinnych. Jest on receptorem światła czerwonego, niebieskiego i ultrafioletu. Występuje u wszystkich roślin. Maksimum absorpcji światła przez fitochrom przypada na długości fal, które odpowiadają światłu czerwonemu (660 nm) i dalekiej czerwieni (730 nm).

Fitochrom reguluje również kiełkowaniem nasion, wzrostem elongacyjnym siewek, wielkością i kształtem liści oraz syntezą cząsteczek barwnika roślinnego chlorofilu (Kozłowska, 2007; Linda1992).

Ontogeneza rośliny rozpoczyna się od fazy rozpoczęcia kiełkowania (germinacji) nasienia, a kończy na naturalnym procesie obumierania organizmu, w przypadku roślin jednorocznych poprzedzonym wydaniem nasion. Kiełkowanie następuje po zakończeniu embriogenezy i poprzedza fazę wzrostu rośliny. W tym etapie nasiono pobiera wodę, pęcznieje, w wyniku czego pęka łupina nasienna. Następuje uruchomienie szeregu procesów fizycznych i metabolicznych zachodzących w zarodku. Przebieg kiełkowania odbywa się trzyetapowo. Zarodek przechodzi przez fazę imbibicji, fazę kataboliczną i fazę anaboliczną. Warunkiem rozpoczęcia kiełkowania jest rozkład materiałów zapasowych nagromadzonych w zarodku (węglowodanów, lipidów i białek). Kończy je pojawienie się w kiełkującej siewce korzonka zarodkowego. Istotnym czynnikiem egzogennym wpływającym na rozwój kiełkujących siewek są warunki naświetlenia (Zurzycki, Michniewicz 1985). Kiełkujące siewki wynoszą liścienie ponad powierzchnię gleby i wówczas pod wpływem światła zielenieją, pełniąc funkcję pierwszych liści asymilacyjnych (kiełkowanie epigeiczne), lub pozostają pod ziemią (kiełkowanie hypogeiczne), a asymilacja zachodzi wówczas w pierwszych wykształconych na pędzie liściach (Szweykowska A. 1997).

Celem przeprowadzonych badań miały być wskazanie czynnika przyspieszającego proces kiełkowania i wzrostu siewek rzodkiewki. Późniejsze wykorzystanie go w uprawach powinno przyczynić się do zwiększenia konsumpcji tego bogatego w walory odżywcze warzywa.

## Metodyka badań

Przeprowadzenie eksperymentu poprzedziło założenie uprawy wazonowej rzodkiewki (*Raphanus sativus* var. *sativus*). Wysiano po 50 nasion w dwóch wazonach. Pierwszy odgrywał rolę próby badawczej, drugi – próby kontrolnej. Ta ostatnia poddana została działaniu światła naturalnego zgodnego z natężeniem światła w cyklu dobowym. Próbę badawczą doświetlano dodatkowo lampą emitującą promieniowanie UV. Doświetlanie odbywało się również w cyklu dobowym. Obydwie kultury wazonowe zraszano tą samą ilością wody. Obserwacje kiełkujących siewek rzodkiewki notowano i zestawiano tabelarycznie według wzoru:

| Dzień uprawy | Data pomiaru | Liczba kiełkujących siewek w próbie I doświetlanej UV | Liczba kiełkujących siewek w próbie II ze światłem naturalnym |
|--------------|--------------|---|---|
| 1.           |              |   |   |
| 2.           |              |   |   |
| 3.           |              |   |   |

Przy każdym liczeniu kiełkujących siewek mierzono wysokość losowo wybranych okazów, wyliczano średnią wysokość, a następnie zestawiano tabelarycznie.

| Numer pomiaru | Średnia wysokość siewek w cm w uprawie doświetlonej prom. UV | Średnia wysokość siewek w cm w uprawie ze światłem naturalnym |
|---------------|--|---|
| 1             |  |   |
| 2             |  |   |
| 3             |  |   |

Obserwacje prowadzone przez 30 dni dokumentowano fotograficznie. W 36. dniu uprawy dokonano pomiaru przyrostu biomasy próbki kontrolnej i próbki badawczej na wadze laboratoryjnej z dokładnością do części tysięcznych. Rośliny ważono w całości, tj. razem część nadziemną i podziemną (fot. 1).



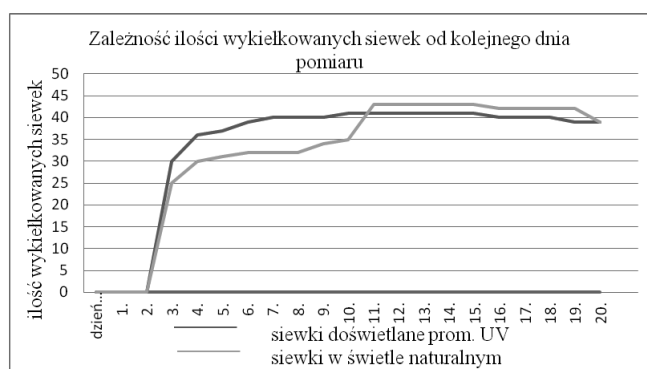
Fot. 1. Waga analityczna wraz z materiałem badawczym (fot. A.M. Piotrowska)

## Charakterystyka obiektu badań

Rzodkiewka (*Raphanus sativus* var. *sativus*) należy do rodziny kapustowatych, rzędu kapustowców (*Brassicaceae*). Stanowi odmianę rzodkwi zwyczajnej (Mazerant 1990, Podbielkowski 1989, Rutkowski 2006). Jest rośliną zielną występującą w uprawach. Posiada duże tendencje do dziczenia, jest zatem ergazjofitem. Ontogeneza zamyka się w cyklu rocznym lub dwuletnim. Kwiaty najczęściej zbudowane są z 4 działek kielicha i 4 płatków korony ze słupkami i pręcikami dojrzewającymi w tym samym czasie. Wytwarza rozgałęziony pęd, na którym znajduje się kwiatostan z białoróżowymi lub białymi kwiatami. Wydawane owoce mają postać łuszczyny lub łuszczynki. Jest rośliną miododajną kwitnącą od maja do czerwca (Stevens 2001). Posiada szereg własności leczniczych, ponieważ zawiera olejki gorczycowe, glikozydy, kwasy organiczne, indole (przeciwutleniacze). Są to substancje żółciotwórcze, bakteriobójcze, odkażające przewód pokarmowy, drogi oddechowe i moczowe. 100 g rzodkiewki zawiera: 1 g białka, 2,8 g węglowodanów, 1 g błonnika, 0,04 mg witaminy B<sub>1</sub>, 0,02 mg witaminy B<sub>2</sub>, 0,2 mg witaminy PP, 0,1 mg witaminy B<sub>6</sub>, 25 mg witaminy C, 24 mikrogramy kwasu foliowego, 240 mg potasu, 59 mg sodu, 44 mg wapnia, 27 mg fosforu, 11 mg magnezu, 1,9 mg żelaza, 0,1 mg cynku (Wielgosz T. 2008).

## Wyniki

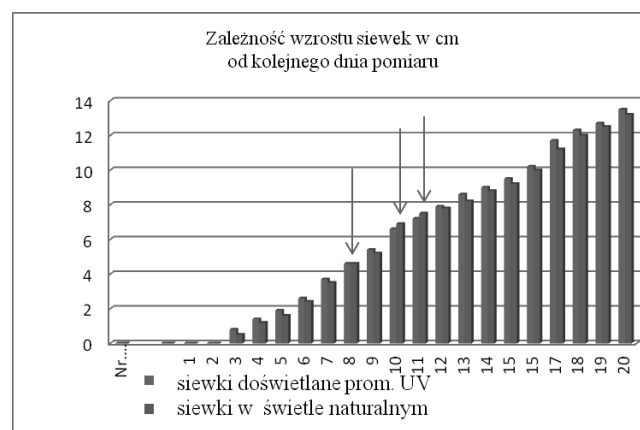
Analizę procentową kiełkujących siewek przyjęto w stosunku do 50 nasion wysianych w każdej uprawie wazonowej, przyjmując tę ilość za 100%. Analiza liczby kiełkujących siewek doświetlanych promieniami UV i kiełkujących w świetle naturalnym wykazała występującą zależność. Liczba kiełkujących siewek doświetlanych UV w trzecim dniu obserwacji była większa o 10%. Największe różnice obserwowano w szóstym



Ryc. 1. Zależność liczby wykiełkowanych siewek od kolejnego dnia pomiaru

i siódmym dniu obserwacji i wynosiły o 16% więcej w przypadku siewek doświetlanych UV. Istotna jest również liczba siewek pojawiających się między 10 a 12 dniem obserwacji – pojawiających się siewek próby kontrolnej było o 4% więcej w stosunku do doświetlanych (ryc. 1).

Analiza przyrostu długości siewek obu prowadzonych upraw wskazuje na intensywniejszy przyrost siewek poddanych działaniu promieni UV (fot. 2–5). Wyjątek stanowi dzień ósmy uprawy, kiedy odnotowano przyrost podobny w obu prowadzonych uprawach, oraz dziesiąty i jedenasty, kiedy przyrost długości siewek w uprawie kontrolnej był większy od uprawy doświetlanej UV (ryc. 2).



Ryc. 2. Zależność wzrostu siewek w cm od kolejnego dnia pomiaru

Po upływie 36 dni obserwacji dokonano pomiaru biomasy siewek obu upraw. Wyniki wskazują, że w przypadku roślin doświetlanych biomasa siewek była większa o 0,222 g (fot. 5).



Fot. 2. Kiełkujące siewki w czwartym dniu uprawy (uprawa kontrolna) (fot. A.M. Piotrowska)



Fot. 3. Kiełkujące siewki w ósmym dniu uprawy (uprawa kontrolna) (fot. A.M. Piotrowska)



Fot. 4. Siewki próby kontrolnej w czternastym dniu uprawy (fot. A.M. Piotrowska)



Fot. 5. Siewki próby kontrolnej w dwudziestym dniu uprawy (fot. A.M. Piotrowska)

## Podsumowanie i wnioski

Rzodkiewka (*Raphanus sativus* var. *sativus*) jest rośliną uprawową o dużych wartościach odżywczych. Uprawy szklarniowe dają możliwość wzbogacania diety człowieka przez cały rok, niezależnie od okresu wegetacyjnego roślin. Ma to szczególne znaczenie dla organizmu w okresie jesienno-zimowym, kiedy wymaga on wzmocnienia witaminowego i zwiększonej dostawy mikroelementów. Zastosowanie w czasie uprawy rzodkiewki doświetlania UV powoduje szybszy wzrost i przyrost biomasy.

Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

1. Przeprowadzone badania wykazały wpływ doświetlania siewek rzodkiewki (*Raphanus sativus* var. *sativus*) promieniowaniem UV na tempo wzrostu i przyrost biomasy.
2. Przyrost biomasy siewek doświetlanej promieniami UV jest 3,5 razy większy w stosunku do próbki kontrolnej, oświetlanej promieniowaniem słonecznym w cyklu dobowym.
3. Stwierdzono różnice w ilości kiełkujących siewek doświetlanych i niedoświetlanych w tym samym czasie. Największe różnice obserwowano w szóstym i siódmym dniu obserwacji – 16% więcej dla siewek doświetlanych UV.
4. Doświetlanie rzodkiewek promieniami UV w uprawach szklarniowych może przyspieszyć kiełkowanie nasion oraz wzrost roślin, przyczyniające się do zwiększenia ilości zbiorów.

## Literatura

- Czerwiński W., 1981: Fizjologia roślin. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Kopcewicz J., Lewak S. (red.), 2007: Fizjologia roślin. PWN, Warszawa.
- Kopcewicz J., Lewak S., 2009: Fizjologia roślin. Wprowadzenie. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Kozłowska M. (red.), 2007: Fizjologia roślin. Od teorii do nauk stosowanych. PWRiL, Poznań.
- Lack A.J., Evans D.E., 2003: Biologia roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Lewak S., 2002: Kiełkowanie nasion. W: Fizjologia roślin, red. Kopcewicz Jan, Lewak Stanisław. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 485-498. ISBN 8301137533.
- Mazerant A., 1990: Mała księga ziół. Warszawa: Inst. Wyd. Zw. Zawodowych, ISBN 83-202-0810-6.
- Podbielkowski Z., 1989: Słownik roślin użytkowych. PWRiL, Warszawa, ISBN 83-09-00256-4.
- Rutkowski L., 2006: Klucz do oznaczania roślin naczyni-

- niowych Polski niżowej. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa. ISBN 83-01-14342-8.
- Sage L.C., 1992: A pigment of the imagination: a history of phytochrome research. Academic Press. ISBN 0-12-614445-1.
- Stevens P.F., 2001: Angiosperm Phylogeny Website (ang.) [dostęp 2010-11-10].
- Szweykowska A., 1997: Fizjologia roślin. Wyd. Naukowe UAM, Poznań.
- Wielgosz T., 2008: Wielka księga ziół polskich. Publicat S.A. Poznań, ISBN 978-83-245-9538-9.
- Zurzycki J., Michniewicz M. (red.), 1985: Fizjologia roślin. PWRiL, PWN, Warszawa.
- <http://www.mobot.org/jwccross/duckweed/phytochrome.htm#tetrapyrrole>.
- <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/616/17562.htm>.

## STRESZCZENIE

Ontogeneza rośliny rozpoczyna się od fazy rozpoczęcia kiełkowania nasienia, a kończy na naturalnym procesie obumierania organizmu, w przypadku roślin jednorocznych poprzedzonym wydaniem nasion (Czerwiński 1981; Lewak 2002). Kiełkowanie następuje po zakończeniu embriogenezy i poprzedza fazę wzrostu rośliny. Ta faza fenologiczna uruchamia szereg procesów fizycznych i metabolicznych zachodzących w zarodku. Warunkiem rozpoczęcia kiełkowania jest rozkład materiałów zapasowych nagromadzonych w zarodku (węglowodanów, lipidów i białek). Przebieg kiełkowania odbywa się trzyetapowo. Zarodek przechodzi przez fazę imbibicji, fazę kataboliczną i fazę anaboliczną. Istotnym czynnikiem egzogennym wpływającym na kiełkowanie są warunki naświetlenia (Lack, Evans 2003). Rośliny fotoblastyczne dodatkowo wymagają dostępu światła do procesów kiełkowania, fotoblastycznie ujemne nie. Są także i takie, które są obojętne na działanie światła. Celem przeprowadzonych badań była próba zaklasyfikowania rzodkiewki (*Raphanus sativus* var. *sativus*) do jednej z trzech wymienionych grup roślin.

Badania prowadzono na dwóch założonych próbkach. Pierwszą doświetlano światłem słonecznym. Czas naświetlenia zgodny był z cyklem dobowym. Dla próbki drugiej zachowano identyczne warunki doświetlenia, ale dodatkowo zastosowano lampę UV doświetlającą prowadzoną uprawę również w cyklu dobowym. Liczbę wykiełkowanych nasion, czas pojawiania się kiełków i intensywność wzrostu siewek notowano przez 30 dni. Otrzymane wyniki pozwoliły na zaklasyfikowanie rzodkiewki do grupy roślin fotoblastycznie dodatnich.