

OCENA CZASU NAWILŻANIA OKRYW OWOCOWO-NASIENNYCH  
ZIARNA PSZENICY METODĄ POMIARÓW ULTRASŁABEJ  
LUMINESCENCJI

*Stanisław Tryka*

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, Akademia Rolnicza w Lublinie  
ul. Szczepieszka 102, 22-400 Zamość  
e-mail: Stanislaw.Tryka@ar.lublin.pl

**Streszczenie.** W pracy porównano wyniki pomiarów szybkości  $V$  procesu pobierania wody i natężenia  $I$  zjawiska ultrasłabej luminescencji (USL) otrzymane podczas pęcznienia ziarna pszenicy jarej odmiany Henika. Badania przeprowadzono na ziarnie całkowicie zanurzoną w wodzie destylowanej i pęczniejącą przez 8 godzin w temperaturach 293 K, 308 K i 328 K. Szybkość  $V$  wyznaczano mierząc przyrosty masy szeregu kolejnych próbek ziarna po upływie zadanego czasu przebywania ich w wodzie. Natężenie  $I$  mierzono w zakresie spektralnym zawartym pomiędzy 300 nm i 760 nm stosując aparaturę optoelektroniczną o wysokiej czułości pracującą w układzie zliczania pojedynczych fotonów. Otrzymane wyniki badań przedstawiono w postaci zależności  $V$  od  $t$ ,  $I$  od  $t$  i  $I$  od  $V$ . Ilustrując zmianę natężenia  $I$  przy zmianie szybkości  $V$  zauważono charakterystyczne załamanie w układzie wyników pomiarów, które przypisano wynikom rejestrowanym w chwili wnikaną wody do bielma ziarniaków. Na podstawie położenia załamania w zależności natężenia  $I$  od szybkości  $V$  oszacowywano czas nawilżania okryw owocowo-nasiennej ziarna pszenicy w różnych temperaturach.

**Słowa kluczowe:** ziarno pszenicy, okrywy owocowo-nasienne, szybkość pobierania wody, ultrasłaba luminescencja

WSTĘP

Możliwość ciągłego monitorowania szybkości procesów zachodzących w układach biologicznych poprzez detekcję emitowanego z nich ultrasłabego promieniowania elektromagnetycznego zwanego najczęściej ultrasłabą luminescencją (USL) jest przyczyną coraz częstszego wykorzystania tego zjawiska jako nieniszczącej i obiektywnej metody badań stosowanej w rolnictwie [1,2,4,9-12] i medycynie [6,8,19]. Rejestracja USL jest szczególnie przydatna podczas badań proce-

sów charakteryzujących się dużą szybkością zmian w czasie. Procesem takim jest niewątpliwie proces pobierania wody w początkowym okresie nawilżania odwodnionych tkanek wielu materiałów roślinnych, w tym również ziarna pszenicy [3,14,18].

Kapilarno-porowata budowa anatomiczna, skład chemiczny i koloidalna struktura polisacharydów, białek i wielu innych związków chemicznych wchodzących w skład budowy dojrzałych ziarniaków pszenicy sprawia, że charakteryzują się one bardzo wysoką wartością ujemnego potencjału wodnego podczas przechowywania ich w warunkach naturalnych. Dlatego też szybko pobierają wodę gdy znajdują się w środowisku o wysokiej wilgotności dążąc do osiągnięcia stanu równowagi termodynamicznej z otoczeniem [3]. Od szybkości procesu pobierania wody zależy wyraźnie natężenie emisji USL ziarna pszenicy [14-17], jednakże jest o wiele wyższe podczas nawilżania próbek sporządzonych z okryw owocowo-nasiennych [14,16]. Wydaje się więc, że szczegółowe badanie przebiegu charakterystyk czasowych procesu nawilżania ziarna pszenicy i emisji USL może być przydatne do oceny czasu nawilżania okryw owocowo-nasiennych ziarniaków. Ocena taka jest ważna w praktyce w procesie kondycjonowania ziarna przed mieleniem. Wiadomo, bowiem że odpowiednie nawilżenie ziarna i zróżnicowanie rozkładu wilgotności wewnątrz nawilżanych ziarniaków pszenicy prowadzi do uzyskania produktów przemiału o wyższej jakości technologicznej oraz znacznego zmniejszenia energochłonności procesu mielenia [3,7].

Badania przedstawione w niniejszej pracy rozpoczęto od pomiarów szybkości pobierania wody w ciągu 8 godzin nawilżania ziarna pszenicy jarej odmiany Henika w temperaturach 293, 308 i 328 K. Następnie zmierzono natężenie,  $I$ , USL emitowanej podczas nawilżania okryw owocowo-nasiennych wraz z warstwą aleuronową oraz bielma i zarodków ziarna. W odróżnieniu do badań wykonanych na podobnych próbkach w celu ustalenia źródła emisji USL w pierwszych 15 min ich nawilżania, które opisano we wcześniejszych pracach [14,16], badania przedstawione w tej pracy kontynuowano przez 8 godzin od chwili zanurzenia próbek w wodzie destylowanej. Zarejestrowano wyraźne różnice pomiędzy natężeniem  $I$  USL okryw owocowo-nasiennych wraz z warstwą aleuronową, bielma oraz zarodków ziarniaków w pierwszych kilkudziesięciu minutach ich nawilżania. Wyniki takie sugerują, że po nawilżeniu okryw owocowo-nasiennych i podczas dalszego wnikania wody do wnętrza ziarniaków natężenie  $I$  powinno maleć. Podobnie też, z uwagi na zróżnicowaną budowę anatomiczną i skład chemiczny poszczególnych części anatomicznych ziarniaków należy oczekiwać zmiany szybkości,  $V$ , pobierania wody po nawilżeniu okryw owocowo-nasiennych. Celowe jest więc porównanie zmian natężenia  $I$  i szybkości  $V$  w celu ustalenia możliwości oceny czasu nawilżania okryw owocowo-nasiennych ziarniaków pszenicy.

W dalszej części pracy przedstawiono wyniki pomiarów natężenia  $I$  otrzymane podczas nawilżania próbek składających się z ziarniaków całych. Natężenie  $I$

mierzone przez taki sam okres czasu i w takich samych temperaturach jak szybkość  $V$ . Analizując następnie zależności natężenia  $I$  od szybkości  $V$  starano się oszacować czas nawilżania okryw owocowo-nasiennych ziarniaków.

## MATERIAŁ I METODA

### **Materiał**

Badania przeprowadzono na ziarnie pszenicy jarej odmiany Henika zebranych w 1998 roku. Przed badaniami ziarno przebywało w laboratorium przez okres 1 roku. W badaniach wykorzystano frakcję ziarniaków o grubościach z zakresu od 2,5 mm do 3,15 mm wyselekcjonowaną przy pomocy zestawu sit o oczkach kwadratowych. Wyselekcjonowaną frakcję ziarniaków analizowano wizualnie w celu ustalenia ilości ziarniaków o strukturze szklistej. W ten sposób ustalono, że ponad 94% ziarniaków w partii liczącej 1000 ziaren stanowiły ziarniaki o strukturze szklistej.

Średnia zdolność kiełkowania i wilgotność ziarna wynosiła odpowiednio  $93,2 \pm 0,4\%$  i  $9,1 \pm 0,1\%$ . Zdolność kiełkowania określano po upływie 8-dniowego okresu kiełkowania trzech przypadkowo wybranych partii 100 ziarniaków ułożonych na szalkach Petriego wyłożonych dwoma warstwami nawilżanej bibuły filtracyjnej Whetmana 2. Wilgotność ziarna oceniano metodą suszarkową w trzech powtórzeniach ważąc 10. gramowe partie ziarniaków suszonych w temperaturze 403 K przez okres 1 godziny.

Do badań przygotowano dwie grupy próbek o masach zbliżonych do 5,46 g i składających się z około 130 ziarniaków, które otrzymano poprzez ważenie przypadkowo wybranej partii ziarna z dokładnością do masy jednego ziarniaka. Pierwszą z nich wykorzystano podczas wyznaczania szybkości pobierania wody, natomiast drugą w badaniach USL ziarna. Dodatkowo jedną z takich próbek podzielono na części anatomiczne wyodrębniając z niej okrywy owocowo-nasienne z warstwa aleuronową, bielmo i zarodki ziarniaków.

Do sporządzenia próbek okryw owocowo-nasiennych z warstwą aleuronową, bielma i zarodków wykorzystano ziarniaki nawilżane przez okres 1 godziny w wodzie destylowanej w celu łatwiejszego oddzielenia poszczególnych części anatomicznych. Po oddzieleniu tych części anatomicznych umieszczano je w oddzielnych torebkach wykonanych z bibuły filtracyjnej Whetmana 2 i umieszczano w dużym szklanym szczelnie zamkniętym naczyniu gdzie przebywały razem przez okres 1 tygodnia przed rozpoczęciem badań. W ten sposób starano się osiągnąć podobną wilgotność początkową wszystkich próbek gdyż duża pracochłonność w wykonaniu wielu takich próbek nie pozwalała na dokładną ocenę ich wilgotności początkowej.

## Metoda

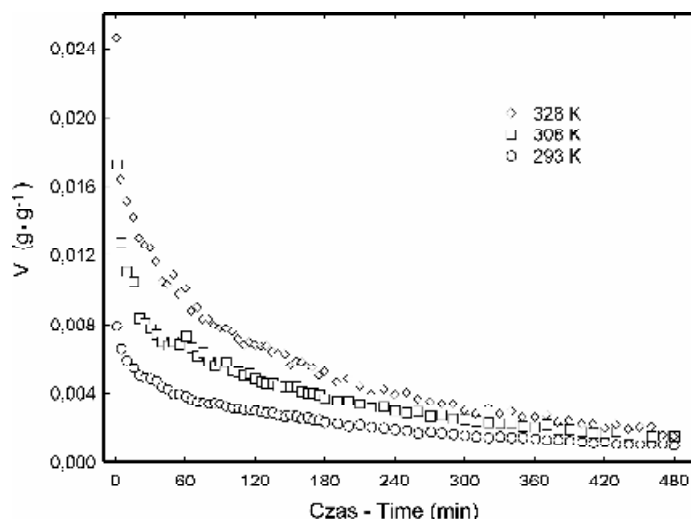
Szybkość  $V$  wyznaczano metodą wagową określając przyrosty masy szeregu kolejnych próbek ziarna po upływie zadanych lecz coraz dłuższych okresów nawilżania ich całkowicie zanurzonych w wodzie destylowanej. Po nawilżeniu ziarno wraz z wodą wlewano do plastikowego naczynia z wbudowaną w dno siatką. Resztki wody znajdującej się na zewnątrz ziarniaków usuwano poprzez energiczne potrząsanie naczyniem. Następnie ziarno przesywano do suchego pojemniczka o znanej masie i ważono. Taką samą procedurę stosowano kolejno dla każdej z badanych próbek. Czynności związane z wylewaniem ziarna i usuwaniem wody starano się wykonać szybko i w takim samym czasie. Pomiaru prowadzono przez 8 godzin w temperaturach 293, 308 i 328 K. Podczas badań próbki ziarna przebywały w cieplarni termostatowanej z dokładnością do  $\pm 1$  K.

USL mierzono aparaturą wyposażoną w fotopowielacz czuły na promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu od 300 nm do 760 nm z maksimum czułości przypadającym przy 420 nm. Szczegółowy schemat aparatury pomiarowej ukazujący jej budowę i zasadę pracy wraz z ilustracją sposobu przygotowania próbek użytych podczas badań USL ziarna pszenicy został przedstawiony w pracy [16]. USL rejestrowano przez okres 8 godzin przyjmując za natężenie  $I$  liczbę impulsów rejestrowanych w 1 min przedziałach czasu pomniejszoną o liczbę impulsów tła aparatury pomiarowej. Tło aparatury mierzono wraz z naczyniem stosowanym do umieszczenia badanych próbek w komorze pomiarowej pod fotopowielaczem. Zmieniało się ono wraz z temperaturą panującą w komorze pomiarowej aparatury i przy temperaturach 293, 308 i 328 K wynosiło odpowiednio  $336 \text{ imp}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $709 \text{ imp}\cdot\text{min}^{-1}$  i  $6498 \text{ imp}\cdot\text{min}^{-1}$ . Pomiaru natężenia  $I$  rozpoczynano po zanurzeniu kolejnych próbek w wodzie destylowanej a następnie prowadzono w warunkach dostosowanych do warunków występujących podczas badań procesu pobierania wody.

## WYNIKI BADAŃ

### Szybkość pobierania wody przez ziarno pszenicy

Zależność szybkości  $V$  pobierania wody od czasu nawilżania ziarna pszenicy została przedstawiona na rysunku 1. Układ otrzymanych wyników wyraźnie ilustruje, że szybkość  $V$  jest największa w pierwszych minutach po umieszczeniu ziarna w wodzie a następnie powoli maleje wraz z upływem czasu nawilżania. Jednocześnie widać, że w początkowym okresie nawilżania ziarna szybkość  $V$  jest znacznie większa przy wyższych temperaturach, jednakże po upływie około 8 godzin niewiele różni się od szybkości  $V$  mierzonej w niższych temperaturach.



**Rys. 1.** Zmiana szybkości pobierania wody w czasie nawilżania ziarna pszenicy w trzech różnych temperaturach

**Fig. 1.** Change in the water absorption rate during soaking of wheat grain at three different temperatures

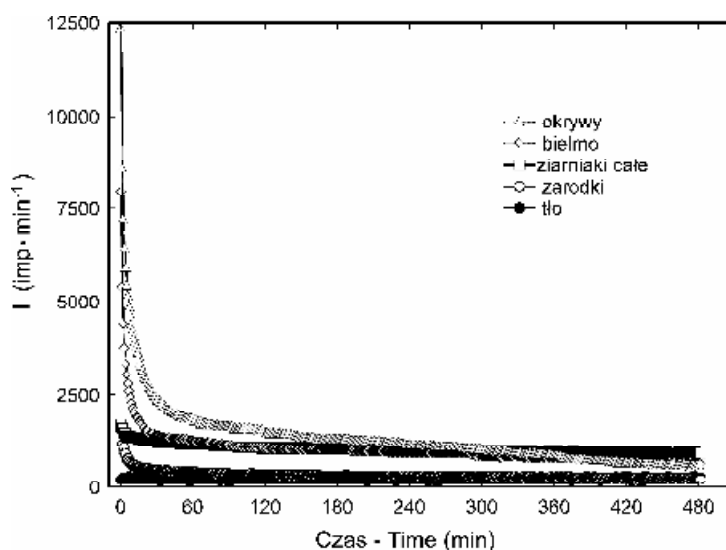
Z przedstawionych na rysunku 1 zależności widać, że szybkość  $V$  jest monotonicznie malejącą funkcją czasu nawilżania i nie ujawnia ona właściwości pozwalających na ocenę czasu nawilżania okryw owocowo-nasiennej na podstawie rejestracji jej zmian w okresie nawilżania ziarna.

#### USL wybranych części anatomicznych ziarniaków

Zmianę natężenia  $I$  podczas nawilżania próbek okryw owocowo-nasiennej wraz z warstwą aleuronową oraz próbek bielma, zarodków i ziarniaków całych zarejestrowaną w temperaturze 328 K przedstawiono na rysunku 2. We wszystkich przypadkach natężenie  $I$  gwałtownie wzrastało po zanurzeniu badanych próbek w wodzie destylowanej. Natężenie  $I$  osiągało wartość maksymalną w ciągu 1 min a następnie powoli malało. Po upływie 8 godzin nawilżania natężenie  $I$  USL okryw owocowo-nasiennej wraz z warstwą aleuronową oraz bielma osiągało poziom zbliżony do natężenia  $I$  USL ziarniaków całych. Próbki zarodków natomiast, po upływie 8 godzin nawilżania, emitowały USL o natężeniu zbliżonym do tła aparatury pomiarowej, które oscylowało wokół wartości średniej  $323 \text{ imp}\cdot\text{min}^{-1}$  z błędem standardowym  $25 \text{ imp}\cdot\text{min}^{-1}$ . Z porównania wyników wyraźnie widać, że najwyższym natężeniem  $I$  charakteryzują się próbki sporządzone z okryw owocowo-nasiennej wraz z warstwą aleuronową ziarniaków. Znacznie niższe wartości natężenia  $I$  rejestrowano dla próbek bielma, natomiast

najniższe dla próbek zarodków. Z wyników naniesionych na rysunku 2 nie trudno zauważyć, że próbki bielma po upływie około 30 min nawilżania charakteryzowały się natężeniem emisji USL zbliżonym do natężenia emisji USL ziarniaków całych.

Wyższe wartości natężenia  $I$  mierzone podczas nawilżania próbek okryw owocowo-nasiennych sugerują, że przy nawilżaniu ziarniaków całych natężenie  $I$  powinno maleć gdy zostaną nawilżone okrywy owocowo-nasienne i woda będzie wnikać do bielma.

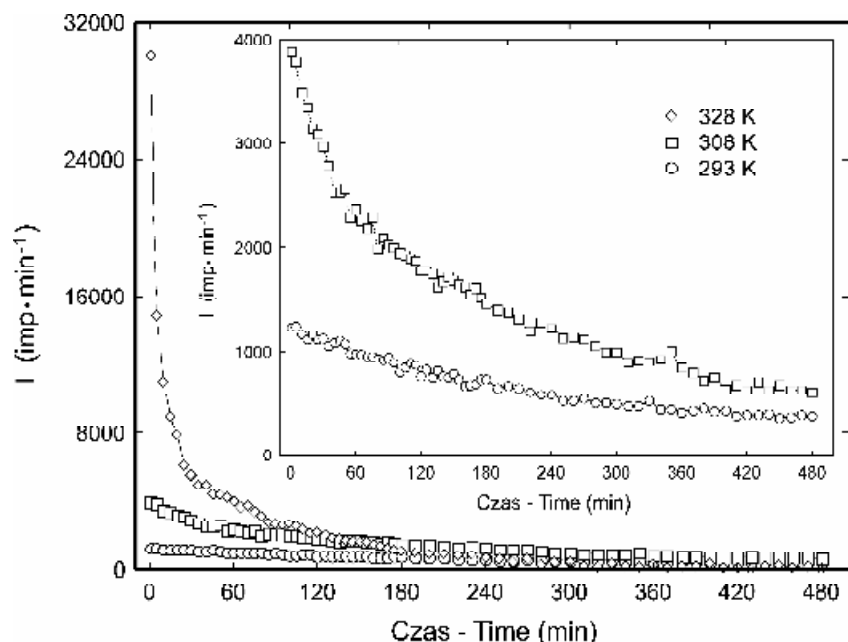


**Rys. 2.** USL nawilżanych zarodków (o), ziarniaków całych (□), bielma (◇) i okryw owocowo-nasiennych wraz z warstwą aleuronową (Δ) podczas nawilżania

**Fig. 2.** Ultraweak luminescence from soaked germs (o), intact kernels (□), endosperms (◇), and seed-coats with aleuronic layers (Δ)

### USL ziarna w różnych temperaturach

Układ zależności natężenia  $I$  USL emitowanej podczas nawilżania ziarna pszenicy w temperaturach 293 K, 308 K i 328 K przedstawiono na rysunku 3. We wszystkich trzech przypadkach natężenie  $I$  monotonicznie maleje w czasie nawilżania ziarna i jest wyższe w wyższych temperaturach podobnie jak szybkość  $V$  na rysunku 1. Z porównania wyników na rysunkach 1 i 3 widać, że kinetyki zmian szybkości  $V$  i natężenia  $I$  są jednak różne. Z uwagi na duże różnice w natężeniach emisji USL przy nawilżaniu okryw owocowo-nasiennych i bielma można oczekiwać, że natężenie  $I$  zależy od szybkości  $V$  w sposób umożliwiający ocenę czasu nawilżania okryw owocowo-nasiennych ziarniaków. W tym celu warto sporządzić i przeanalizować wykresy zależności natężenia  $I$  od szybkości  $V$ .



**Rys. 3.** USL nawilżanego ziarna pszenicy w trzech różnych temperaturach

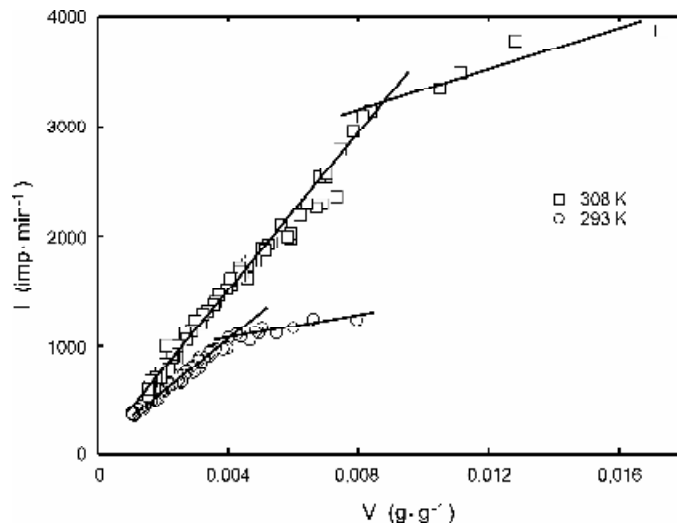
**Fig. 3.** Ultraweak luminescence from soaked wheat grain at three various temperatures

### Zależność USL od szybkości pobierania wody

Wyniki pomiarów szybkości  $V$  i natężenia  $I$  otrzymane po upływie takiego samego czasu nawilżania ziarna przedstawiono na rysunkach 4 i 5. Układy danych na rysunku 4 ukazują pewne charakterystyczne załamania zależności  $I$  od szybkości  $V$  w miejscu odpowiadającym 10-temu wynikowi pomiaru wykonanemu w temperaturze 293 K i 5-temu wynikowi pomiaru wykonanemu w temperaturze 308 K. Z rysunków 1 lub 3 możemy odczytać, że zaobserwowane załamania występują odpowiednio po upływie około 50 min i 25 min nawilżania ziarna.

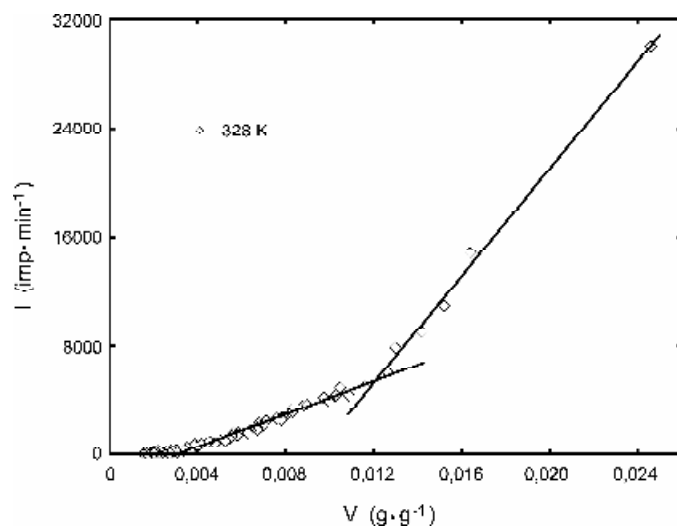
W podobny sposób można także wyznaczyć czas wystąpienia załamania zależności natężenia  $I$  od szybkości  $V$  na rysunku 5. W tym przypadku załamanie występuje również przy 5-tym wyniku pomiaru, co odpowiada okresowi nawilżania ziarna równemu około 25 min.

Przedstawiona na rysunku 5 zależność  $I$  od  $V$  różni się jednakże od zależności podanych na rysunku 4. Różnica ta jest wynikiem tego, że natężenie  $I$  USL jest funkcją bardziej zależną od temperatury niż szybkość  $V$ . Szczegółowe rozważania na temat zależności szybkości  $V$  i natężenia  $I$  od temperatury można znaleźć w pracy [17].



**Rys. 4.** Zależność USL nawilżanego ziarna pszenicy od szybkości pobierania wody w dwóch różnych temperaturach

**Fig. 4.** Dependence of UWL from soaked wheat grain on the water absorption rate at two different temperatures



**Rys. 5.** Zależność USL nawilżanego ziarna pszenicy od szybkości pobierania wody w temperaturze 323 K

**Fig. 5.** Dependence of UWL from soaked wheat grain on the water absorption rate at the temperature of 323 K



## PODSUMOWANIE

Wyniki otrzymane podczas badań sugerują, że natężenie  $I$  USL emitowanej podczas nawilżania ziarna pszenicy zależy od szybkości  $V$  pobierania wody w sposób przedstawiony na rysunkach 4 i 5. Wyniki pomiarów wskazują, że zależność natężenia  $I$  od szybkości  $V$  można przybliżyć stosując układ dwóch funkcji liniowych. Jedna z nich opisuje zależność otrzymaną w początkowym okresie nawilżania ziarna i jest określona w przedziale o większych wartościach  $V$ , natomiast druga opisuje zależność otrzymaną w pozostałym okresie nawilżania i jest określona w przedziale o mniejszych wartościach  $V$ . Miejsce przecięcia się prostych wyznacza określone wartości  $V$  i  $I$  przy ustalonej temperaturze. Znając te wartości można z rysunków 1 lub 3 odczytać czas, odpowiadający miejscu przecięcia się prostych. W ten sposób otrzymano czas 50 min w przypadku nawilżania ziarna w temperaturze 293 K i czas około 25 min w przypadku nawilżania ziarna w temperaturach 308 K i 328 K. Pierwsza z tych wartości jest zbliżona do czasu, po którym obserwowano nawilżenie jedynie zewnętrznych części ziarniaków stosując metodę autoradiograficzną [13]. Wydaje się więc, że miejsca przecięcia się prostych na rysunkach 4 i 5 wyznaczają szybkość  $V$ , przy której woda zaczyna nawilżać bielmo (lub warstwę aleuronową i bielmo). Tak więc wartości czasów odczytane z rysunków 1 lub 3 na podstawie wyników przedstawionych na rysunkach 4 i 5 są najprawdopodobniej równe czasom nawilżania okryw owocowo-nasiennej pszenicy jarej odmiany Henika. Warto zaznaczyć, że wyznaczone w ten sposób czasy nawilżania są wartościami średnimi, które otrzymano dla próbek składających się z około 130 ziarniaków.

Znajomość czasu nawilżania okryw owocowo-nasiennej pszenicy potrzebna jest w kontrolowanych procesach nawilżania ziarna przed mieleniem. Przedstawiona w tej pracy hipoteza, że czas nawilżania okryw owocowo-nasiennej można oszacować na podstawie analizy zależności natężenia  $I$  od szybkości  $V$  wymaga dalszej weryfikacji eksperymentalnej przy wykorzystaniu ziarna różnych odmian pszenic. Należy jednak oczekiwać, że rejestracja USL może być szybką i obiektywną metodą analizy procesu nawilżania ziarna pszenicy i innych materiałów higroskopijnych.

## WNIOSKI

1. Natężenie  $I$  USL jest najwyższe przy nawilżaniu okryw owocowo-nasiennej ziarniaków pszenicy. Znacznie niższe wartości  $I$  występują natomiast przy nawilżaniu bielma ziarniaków, a najniższe podczas nawilżania samych zarodków.

2. Wyraźny spadek natężenia  $I$  w czasie nawilżania ziarniaków całych sugeruje, że emisja USL wywołana jest przez procesy fizyko-chemiczne zachodzące głównie w okrywkach owocowo-nasiennych i bielmie nawilżanych ziarniaków.

3. Natężenie  $I$  USL zarodków jest bardzo małe i może być pominięte przy analizie przebiegu procesu nawilżania ziarna pszenicy przechowywanego w warunkach naturalnych, w którym nie zachodzą procesy metaboliczne prowadzące do kiełkowania.

4. Zmiana natężenia  $I$  i szybkości  $V$  w czasie nawilżania ziarna pszenicy wskazuje, że natężenie  $I$  zależy od szybkości  $V$ .

5. Z przebiegu zależności natężenia  $I$  od szybkości  $V$  wyznaczono czasy o wartościach 50 min, 25 min i 25 min, odpowiednio w temperaturach 293 K, 308 K i 328 K. Wartości te zbliżone są do czasów nawilżania okryw owocowo-nasiennych otrzymanych w pracy [13].

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Boveris A., Varsavsky A.I., Da Silva S.G., Sanchez R.A.:** Chemiluminescence of soybean seeds: spectral analysis, temperature dependence and effect of inhibitors. *Photochem. Photobiol.*, 38, 99-104, 1983.
2. **Górski Z., Sławińska D.:** Imaging of the water-induced chemiluminescence in various grains and cereals. In *Properties of water in foods*. (Ed. P.P. Lewicki), Warsaw Agricultural University Press, Warsaw, 1998, 209-220.
3. **Grzesiuk S., Kulka K.:** *Biology of cereal kernels* (in Polish). PWN, Warsaw, 1988.
4. **Hiding E.:** On the spontaneous ultraweak emission of plants. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.*, 18, 239-244, 1993.
5. **Jackson G.M., Varriano-Marston E.:** Simple autoradiographic technique for studying diffusion of water into seeds. *Plant Physiol.*, 65, 1229-1230, 1980.
6. **Kobayashi M., Takeda M., Sato T., Yamazaki Y., Kaneko K., Ito K.I., Kato H., Inaba H.:** In vivo imaging spontaneous ultraweak photon emission from a rat's brain corrected with cerebral energy metabolism and oxidative stress. *Neuroscience Res.*, 34, 103-113, 1999.
7. **Larson R.A.:** Milling. In *Cereal Technology*. (Ed. S.A. Matz). The Avi Publishing Company. Westport, Connecticut, 1-42, 1970.
8. **Seliger H.H., Biggley W.H., Hamman J.P.:** Long-lived chemiluminescence in cigarette smoke. *Science*, 185, 253-256, 1974.
9. **Sławińska D., Sławiński J.:** Chemiluminescence of cereal products. I. Kinetics, activation energy and effect of solvents. *J. Biolumin. Chemilumin.*, 12, 249-259, 1997.
10. **Sławińska D., Sławiński J.:** Chemiluminescence of cereal products. II. Chemiluminescence spectra. *J. Biolumin. Chemilumin.*, 13, 13-19, 1998.
11. **Sławińska D., Sławiński J.:** Chemiluminescence of cereal products. III. Two-dimensional photocount imaging of chemiluminescence. *J. Biolumin. Chemilumin.* 13, 21-24, 1998.
12. **Sławiński J.:** Use of ultraweak photon emission in agriculture. *Acta Agrophysica*, 63, 63-86, 2002.
13. **Stenvert N.L., Kingswood K.:** An autoradiographic demonstration of the penetration of water into wheat during damping. *Cereal Chem.*, 53, 141-149, 1976.

14. **Tryka S.:** Ultraweak luminescence from mechanically damaged wheat seeds during imbibition. In.: Biological Luminescence (Eds B. Jeóewska-Trzebiatowska, B. Kochel, J. Sławiński, W. Strék). World Scientific, Singapore, 630-646, 1990.
15. **Tryka S.:** Relationships between water absorption rate and ultraweak luminescence from wheat grain at the initial stage of swelling. *Int. Agrophysics*, 8, 359-365, 1994.
16. **Tryka S.:** Ultraweak luminescence during imbibition of wheat kernels (in Polish). *Wyd. Nauk. FRNA*, 2, 173-178, 1999.
17. **Tryka S.:** The effect of temperature on the relationship between ultraweak luminescence and the water absorption rate by imbibing grain (In Polish). *Acta Agrophysica*, 46, 197-214, 2001.
18. **Tryka S., Koper R.:** Application of the capillary method for determining the water absorption rate by wheat grains at the initial stage of swelling (In Polish). *Rocz. Nauk Roln.* 109A, 43-51, 1988.
19. **Van Wijk R., Van Aken J.M.:** Photon emission in tumor biology. *Experientia* 48, 1092-1102, 1992.

#### ESTIMATING THE TIME OF WATER PENETRATION THROUGH SEED COATS OF WHEAT GRAINS BY THE METHOD OF ULTRAWEAK LUMINESCENCE MEASUREMENTS

*Stanislaw Tryka*

Department of Agricultural Sciences in Zamoóć, University of Agriculture in Lublin  
ul. Szczepzeska 102, 22-400 Zamoóć  
e-mail: Stanislaw.Tryka@ar.lublin.pl

**Abstract.** The rate,  $V$ , of the water absorption process and the intensity,  $I$ , of ultraweak luminescence (UWL) emitted by imbibing grain of Polish spring wheat of Henika variety were measured and compared. The study was realized for the grain swelling completely submerged in distilled water during eight-hour time periods at temperatures of 288 K, 303 K and 338 K. The rate  $V$  was estimated measuring the mass gains in the series of grain samples after the planned time.  $I$  was registered in the spectral region between 360 nm and 760 nm using a high sensitivity photo-electronic apparatus working in the single-photon-counting mode. The obtained data were presented as the dependencies of  $V$  on  $t$ ,  $I$  on  $t$ , and  $I$  on  $V$ , where  $t$  is the swelling time. The dependence of the intensity  $I$  on the rate  $V$  was characteristically changed after given time period of grain soaking. This time was postulated to be the time necessary for water penetration through the seed coats or through the seeds coats and aleuronic layer. Then, determining such characteristic changes in the obtained dependencies between  $I$  and  $V$ , the times of water penetration through the seed coats were estimated at three temperatures.

**Key words:** wheat grains, seed coats, water absorption rate, ultraweak luminescence