

## ODDYCHANIE I SUCHA MASA KIEŁKUJĄCEGO ZIARNA OWSA I JĘCZMIENIA O RÓŻNYM WIEKU

*Krzysztof Kulka*

Katedra Fizjologii Roślin WSR, Olsztyn. Kierownik — prof. dr S. Grzesiuk

Jednym z istotnych wskaźników natężenia procesów życiowych jest oddychanie. Kiełkowanie ziarna jako proces wzrostowy związany jest z nakładem energii i dlatego zależy od intensywności procesów oddychania tkanek. Stwierdzono, że istnieje wyraźna korelacja pomiędzy ilością pobranego tlenu przez ziarno w początkowym okresie pęcznienia, a jego żywotnością i szybkością wzrostu kiełków [11].

Zaburzenia w procesie kiełkowania nasion starych, o obniżonej żywotności mogą być m.in. wynikiem niekorzystnych zmian w funkcji i strukturze łańcucha oddechowego oraz sprzężonej z nim fosforylacji oksydacyjnej. Wykazano na przykład [4, 5], że aktywność dehydrogenaz i oksydazy cytochromowej jest w znacznym stopniu skorelowana z żywotnością nasion. Mitochondria wyizolowane ze starych nasion soi cechuje mniejsza aktywność fosforylacji oksydacyjnej niż mitochondria z nasion młodych [2]. Procesowi starzenia się nasion towarzyszy obniżenie stosunku P:O z 3,03 do 1,11, co jest następstwem rozkojarzenia fosforylacji oksydacyjnej. Przytoczone dane literatury świadczą, że zjawisko utraty żywotności przez starzejące się nasiona związane jest m.in. z zaburzeniami natury energetycznej.

Badania te miały na celu dostarczenie dalszych informacji dotyczących procesów oddychania, zachodzących podczas pęcznienia i kiełkowania w ziarnie dwu gatunków zbóż w różnym wieku i o różnej żywotności.

### METODYKA BADAŃ

Do badań użyto ziarna owsa (Antoniński Późny) i jęczmienia jarego (Browarny PZHR). Ziarno to pochodziło z różnych lat zbioru, ze Stacji Hodowli Roślin w Antoninach (owies) i w Strzelcach (jęczmień). Od sprzętu do rozpoczęcia badań ziarno przechowywano luzem w laboratorium biologicznym, w temperaturze ok. 20°C, przy względnej wilgot-

ności powietrza 45-60<sup>0</sup>%. W tych warunkach wilgotność badanego materiału zmalała z 15-14<sup>0</sup>% do ok. 10,5<sup>0</sup>%; w tym czasie zachodziło też obniżanie się zdolności kiełkowania.

Na początku 1968 r. ziarno ze wszystkich lat zbioru przeniesiono do butli ze szlifem, oznaczając jednocześnie jego wilgotność, energię i zdolność kiełkowania. Podczas przechowywania ziarna w hermetycznym zamknięciu jego wilgotność oraz żywotność nie uległy zmianom.

Pomiary intensywności oddychania wykonano w pierwszych miesiącach 1969 r. W tym celu ziarno dwu gatunków zbóż poddano pęcznieniu i kiełkowaniu, umieszczając je w krystalizatorach, na wilgotnej bibule filtracyjnej. Część krystalizatorów z badanym materiałem trzymano w szafie chłodniczej przy 2°C w ciągu 14 godz., zaś pozostałe — w termostacie, przy stałej temperaturze 24°C w czasie 48 i 96 godz. Intensywność oddychania poprzez pobieranie tlenu oznaczono manometryczną metodą Warburga. Bezpośrednio przed pomiarami ziarno dokładnie płukano wodą bieżącą i destylowaną. W tym samym czasie oddzielano od bielma zarodki. W naczynku manometrycznym umieszczano 50 ziaren lub analogiczną liczbę bielm i zarodków. Do studzienki nalewano 20<sup>0</sup>% KOH. Następnie temperaturę zawartości naczynek doprowadzano do 24°C w ciągu 15 minut. Każdy pomiar oddychania powtarzano czterokrotnie. Dane zawarte w tabelach są średnimi arytmetycznymi z czterech powtórzeń. Różnice między pomiarami nie przekraczały 10<sup>0</sup>%, dlatego też nie stosowano obliczeń statystycznych.

#### WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Kształtowanie się ciężaru suchej masy 100 zarodków i bielm przedstawiają tabele 1 i 2. Wynika z nich, że w ziarnie o normalnej żywotności ma miejsce wyraźny wzrost absolutnego ciężaru 100 zarodków pomiędzy drugim i czwartym dniem kiełkowania. Procesowi temu towarzyszą znaczne straty bielma. Jest to w zasadzie zgodne z istniejącym na ten temat piśmiennictwem [3, 5, 6].

W miarę starzenia się ziarna hydroliza związków zapasowych bielma była hamowana, a przyrost suchej masy 100 zarodków podczas kiełkowania mniej intensywny (tab. 1, 2). W najstarszym ziarnie owsa, o prawie całkowitym zaniku żywotności nie obserwowano podczas pęcznienia i kiełkowania zwiększania się suchej masy zarodków, zaś rozpad materiałów zapasowych bielma był znikomy. Brak większych zmian w ciężarze suchej masy bielma świadczył o małej aktywności enzymów hydrolitycznych, głównie amylaz [1]. Zahamowanie procesów hydrolitycznych w bielmie zatrzymuje syntezę elementów konstytucyjnych w zarodkach. Potwierdza to Marcus i in. [7], wskazując, że podczas pęcznienia ziarna pszenicy zarodki starych ziarniaków mają znacznie mniejszą zdolność do syntezy białek niż zarodki młode.

Tabela 1

Sucha masa zarodków i bielma starzejącego się ziarna owsa (o różnej żywotności) podczas pęcznienia i kiełkowania (w mg/100 ziaren)  
 Dry mass of germs and endosperm of ageing oat grain of different vitality, during swelling and germination (in mg pro 100 grains)

Rok zbioru	Czas pęcznienia i kiełkowania ziarna										Przyrost		
	14 godz.*			48 godz.			96 godz.			suchej masy	suchej masy	zarodków po 96 godz. kiełkowania (w %)	zarodków po 96 godz. kiełkowania (w %)
	całe ziarno	bielmo	zarodki	całe ziarno	bielmo	zarodki	całe ziarno	bielmo	zarodki	bielma po 96 godz. kiełkowania (w %)	zarodków po 96 godz. kiełkowania (w %)		
1967	3124	2974	150	3038	2886	152	2829	2349	480	21,1	220		
1964	3012	2889	123	2947	2835	112	2651	2344	307	18,9	149		
1963	2909	2784	125	2753	2646	107	2647	2385	262	14,4	109		
1962	2970	2835	135	2897	2780	117	2790	2655	135	6,4	0		

\* Temperatura pęcznienia 2°C

Tabela 2

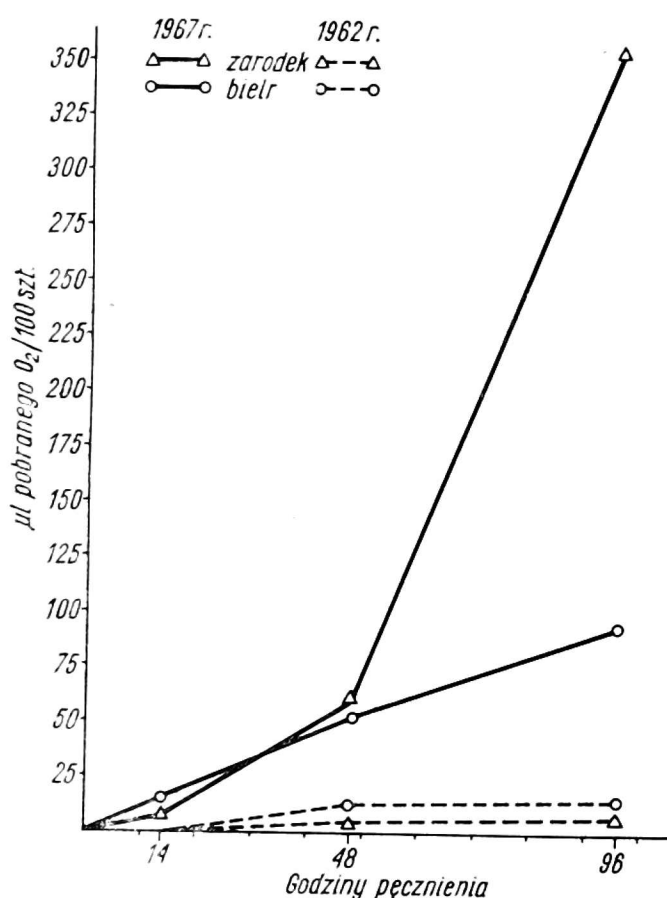
Sucha masa zarodków i bielma starzejącego się ziarna jęczmienia jarego (o różnej żywotności) podczas pęcznienia i kiełkowania (w mg/100 ziaren)  
 Dry mass of germs and endosperm of ageing spring barley grain of different vitality, during swelling and germination (in mg pro 100 grains)

Rok zbioru	Czas pęcznienia i kiełkowania ziarna										Przyrost su-		
	14 godz.*			48 godz.			96 godz.			suchej masy	suchej masy	zarodków po 96 godz. kiełkowania w %	zarodków po 96 godz. kiełkowania w %
	całe ziarno	bielmo	zarodki	całe ziarno	bielmo	zarodki	całe ziarno	bielmo	zarodki	bielma po 96 godz. kiełkowania w %	zarodków po 96 godz. kiełkowania w %		
1967	4215	4080	135	4117	3920	197	3902	3322	580	18,6	329		
1963	3951	3820	130	3840	3715	125	3812	3637	175	4,8	34,6		

\* Temperatura pęcznienia 2°C

Intensywność pobierania tlenu — oddychania — wyraźnie była skorelowana z wiekiem i żywotnością ziarna (tab. 3 i 4). Najstarsze ziarno owsa (zbiór 1962) wykazywało minimalne natężenie oddychania. W miarę zwiększania się jego żywotności (ziarno coraz młodsze) i czasu trwania procesu kiełkowania intensywność oddychania wzrastała, osiągając wartość maksymalną dla materiału ziarna najmłodszego. Dane te są w dużym stopniu zbieżne z rezultatami prac innych autorów [8, 11, 12].

Oddzielna analiza bielmi i zarodków podczas pęcznienia i kiełkowania ziarna wykazała, że proces starzenia w większym stopniu obniża intensywność oddychania tkanek merystematycznych niż zapasowych (tab. 5 i 6). Pobieranie tlenu przez zarodki owsa, które praktycznie utraciły zdolność kiełkowania, było znikome (rys. 1). Oddychanie bielma owsa wy-



Rys. 1. Oddychanie bielma i zarodków ziarna owsa o różnym wieku i żywotności podczas pęcznienia i kiełkowania (w ml pobranego O<sub>2</sub> w ciągu 1 godz.)  
Fig. 1. Respiration of endosperm and germ of oat seeds of different age and vitality during swelling and germination (in ml of O<sub>2</sub> intake per hour.)

rażnie zależało od zdolności kiełkowania całego ziarna. Wspomniana zależność w mniejszym stopniu dotyczyła ziarna jęczmienia. Prawdopodobnie zahamowanie pobierania tlenu przez ziarno stare było rezultatem niekorzystnych zmian w strukturze i funkcji mitochondriów [2, 9, 10]. Mitochondria rosnących tkanek merystematycznych mają dobrze wykształconą strukturę wewnętrzną z wyraźnie zaznaczonymi grzebieniami. Natomiast w miarę starzenia się komórek roślinnych wewnątrz mitochondriów ulega dezorganizacji, czemu towarzyszy utrata zdolności do oddychania [9]. Wydaje się również, że podczas pęcznienia i kiełkowania starego ziarna jest zatrzymana biogeneza mitochondriów.

Drugą możliwą przyczyną obniżenia natężenia oddychania ziarna tracącego w miarę starzenia się żywotność, mogła być częściowa inakty-

Tabela 3

Oddychanie ziarna owsa o różnym wieku i żywotności podczas pęcznienia i kiełkowania (w  $\mu$ l pobranego O<sub>2</sub> w ciągu 1 godz.)  
Respiration of winter barley seeds of different age and vitality during swelling and germination (in  $\mu$ l of O<sub>2</sub> intake pro hour)

Rok zbioru	Czas pęcznienia i kiełkowania ziarna											
	% ziarna kiełkującego po dniach		14 godz.*		48 godz.		96 godz.		100 g suchej masy		100 g suchej masy	
	5	10	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy
1967	90	93	12,8	409	70	2302	275	9720				
1964	62	76	8,4	278	52	1762	128	4830				
1963	49	55	5,4	185	39	1418	90	3390				
1962	5	8	0	0	17	585	20	716				

\* Temperatura pęcznienia 2°C

Tabela 4

Oddychanie ziarna jęczmienia jarego o różnym wieku i żywotności podczas pęcznienia i kiełkowania (w  $\mu$ l pobranego O<sub>2</sub> w ciągu 1 godz.)  
Respiration of spring barley seeds of different age and vitality during swelling and germination (in  $\mu$ l of O<sub>2</sub> intake pro hour)

Rok zbioru	Czas pęcznienia i kiełkowania ziarna											
	% ziarna kiełkującego po dniach		14 godz.*		48 godz.		96 godz.		100 g suchej masy		100 g suchej masy	
	4	7	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy	100 ziaren	100 g suchej masy
1967	96	99	15	335	88	2135	650	16660				
1963	38	47	3	76	33	859	102	2680				
1963**	—	—	3	76	25	651	32	840				

\* Temperatura pęcznienia 2°C.

\*\* Ziarno skiełkowane odrzucono.

Tabela 5

Oddychanie bielma i zarodków ziarna owsa o różnym wieku i żywotności podczas pęcznienia i kiełkowania (w  $\mu\text{l}$  pobranego  $\text{O}_2$  w ciągu 1 godz.)  
Respiration of endosperm and germs of oat grain of different age and vitality during swelling and germination (in  $\mu\text{l}$  of  $\text{O}_2$  — intake pro hour)

Czas pęcznienia i kiełkowania ziarna																			
14 godz.*						48 godz.						96 godz.							
Rok zbioru	zarodki		bielmo		100 g su- sztuk	zarodki		bielmo		100 g su- sztuk	zarodki		bielmo		100 g su- sztuk	zarodki		bielmo	
	100 g su- sztuk	chej masy	100 g su- sztuk	chej masy		100 g su- sztuk	chej masy	100 g su- sztuk	chej masy		100 g su- sztuk	chej masy	100 g su- sztuk	chej masy		100 g su- sztuk	chej masy	100 g su- sztuk	chej masy
1967	6,3	4 200	15,6	525	60	39 470	51	1 764	360	75 000	96	4 085							
1964	5,5	4 400	8,8	304	40	35 700	30	1 132	150	48 850	50	2 136							
1963	3,8	3 000	6,0	215	33	31 400	25	943	115	43 800	40	1 680							
1962	0	0	0	0	2,4	2 051	12	432	6,1	4 518	14	528							

\* Temperatura pęcznienia 2°C

Tabela 6

Oddychanie bielma i zarodków ziarna jęczmienia jarego o różnym wieku i żywotności podczas pęcznienia i kiełkowania (w  $\mu\text{l}$  pobranego  $\text{O}_2$  w ciągu 1 godz.)

Respiration of endosperm and germs of spring barley grains of different age and vitality during swelling and germination (in  $\mu\text{l}$  of  $\text{O}_2$  — intake pro hour)

Czas pęcznienia i kiełkowania ziarna																			
14 godz.*						48 godz.						96 godz.							
Rok zbioru	zarodki		bielmo		100 g su- sztuk	zarodki		bielmo		100 g su- sztuk	zarodki		bielmo		100 g su- sztuk	zarodki		bielmo	
	100 g su- sztuk	chej masy	100 g su- sztuk	chej masy		100 g su- sztuk	chej masy	100 g su- sztuk	chej masy		100 g su- sztuk	chej masy	100 g su- sztuk	chej masy		100 g su- sztuk	chej masy		
1967	12	8 880	12,1	296	172	87 300	62	1 590	630	108 600	47	1 415							
1963	0	0	4,1	107	13	10 400	50	1 344	138	78 850	42	1 154							
1963**	—	—	—	—	3	2 400	36	967	18,6	14 350	34	1 415							

\* Temperatura pęcznienia 2°C

\*\* Ziarno skielkowane odrzucono.

wacja układów enzymatycznych związanych z cyklem Krebsa i łańcuchem oddechowym.

Zakładając że, mitochondria starzejących się nasion tracą swą funkcję biochemiczną, przypuszczać należy, że nie były one zdolne do wytwarzania wiązań makroergicznych, niezbędnych do rozpoczęcia i kontynuacji procesów syntezy, zachodzących w bielmie i w zarodku podczas pęcznienia i kiełkowania.

### STRESZCZENIE I WNIOSKI

Zbadano natężenie oddychania ziarna owsa i jęczmienia o różnym wieku i żywotności podczas pęcznienia i kiełkowania. Pomiarzy intensywności pobierania tlenu przeprowadzono za pomocą manometrycznej metody Warburga. Pęcznienie i kiełkowanie ziarna odbywało się w temperaturze 24°C w ciemności, w okresie 2 i 4 dni. Ponadto ziarno poddano pęcznieniu w ciągu 14 godz. w temperaturze 2°C. W wyniku badań stwierdzono:

1. Intensywność pobierania tlenu przez całe ziarno jest wyraźnie skorelowana z jego wiekiem i żywotnością. Stare ziarno owsa (zbiór 1962), które całkowicie utraciło zdolność kiełkowania, wykazuje minimalne natężenie oddychania, natomiast młode ziarno oddycha intensywnie.

2. Oddzielna analiza bielm i zarodków podczas pęcznienia i kiełkowania ziarna wskazuje, że proces starzenia w większym stopniu wpływa na oddychanie tkanek merystematycznych niż tkanek zapasowych. Pobieranie tlenu przez zarodki, które utraciły żywotność było znikome.

3. Prawdopodobnie obniżenie oddychania ziarna starego jest rezultatem niekorzystnych zmian w strukturze mitochondriów.

### LITERATURA

1. Anderson J. D., 1968. Changes in amylase associated with seed deterioration. *Plant Physiol.*, 43, S-54 (Supplement).
2. Abu-Shakra S. S., Ching T. M., 1967. Mitochondrial activity in germinating new and old soybean seeds. *Crop. Sci.* 7/2 115-118
3. Beevers L., Guernsey F. S., 1966. Changes in some nitrogenous components during the germination of pea seeds. *Plant Physiol.* 41/9 1455-1458
4. Czzen G., Ge Cza-min, 1964. *Acta bot. sinica* 12/4 325-332 (wg Ref. *Zurn., Biologia*, 22 G 36, 1965)
5. Grzesiuk St. 1967. *Fizjologia nasion*, Warszawa, PWRiL
6. Hall J. R., Hodges K. T., 1966. Phosphorus metabolism of germinating oat seeds. *Plant Physiol.*, 41(9) 1459-1464
7. Marcus A., Feeley J., Volcani T., 1966. Protein synthesis in imbibed seeds. III. Kinetic of amino acid incorporation ribosome activation and polisome formation. *Plant Physiol.* 41(7) 1167-1172
8. Throneberry G. O., Smith F. G., 1955. Relation of respiratory and enzymatic activity to corn seed viability, *Plant Physiol.* 40(4) 337-343
9. Varner J. E., 1961. Biochemistry of senescence, *Ann. Rev. of Plant Physiol.*, 12 245-264

10. — 1965. Plant biochemistry, red. J. Bonner i J. E. Varner, Academic Press, New York-London
11. Woodstock L. W., Grabe D. F., 1967. Relationships between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L., Plant Physiol. 42 8 1071-1076
12. — 1968. Biochemical tests for seed vigor. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 34 253-263

*К. Кулька*

### ДЫХАНИЕ И СУХОЕ ВЕЩЕСТВО ПРОРАСТАЮЩЕГО ЗЕРНА ОВСА И ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА

#### Краткое содержание

Исследовано интенсивность дыхания зерна овса и ячменя различного возраста и жизнеспособности во время набухания и прорастания. Измерения интенсивности поглощения кислорода проведено с помощью манометрического метода Варбурга. Набухание и прорастание зерна происходило при температуре 24°C, в темноте, в течение 2 и 4 дней. Кроме того, зерно набухало в течение 14 часов при температуре 2°C. Установлено что:

1. Интенсивность поглощения кислорода целым зерном явно коррелирует с его возрастом и жизнеспособностью. Старое зерно овса (урожай 1962 г.), полностью потерявшее способность прорастания, характеризовалось минимальной интенсивностью дыхания, в то время как молодое зерно дышало интенсивно.

2. Отдельный анализ эндосперма и зародышей во время набухания и прорастания зерна показал, что процесс старения в большей степени влияет на дыхание меристематических тканей, нежели запасных тканей. Поглощение кислорода зародышами, потерявшими жизнеспособность, было ничтожным.

3. Снижение интенсивности дыхания старого зерна является, вероятно, результатом неблагоприятных изменений в структуре митохондрий.

*K. Kulka*

### THE RESPIRATION AND DRY MASS OF GERMINATING GRAINS OF OAT AND BARLEY OF DIFFERENT AGE

#### Summary

The respiration intensity of oat and barley seeds of different age and vitality was tested during the process of swelling and germination. The measuring of the intensity of oxygen intake was carried out by the manometric method of Warburg. The swelling and germination of seeds was performed out in darkness by 24°C with a duration of 2 to 4 days. Besides seeds were germinated within 14 hours by 2°C. Statements:

1. The intensity of oxygen intake by the entire seed is clearly correlated with its age and vitality. Old oat seed (harvested in 1962), which did totally lose its germination faculty, shows a minimum of respiration intensity, whereas young seeds are breathing intensively.

2. The separate analysis of endosperms and nuclei during the swelling and germination of seeds shows that the process of getting old does in a higher degree influence the respiration of the merystematic tissue than of the spare tissue. The oxygen intake by the nuclei, which did lost their vitality was quite insignificant.

3. The reduction of respiration of old seeds is probably a consequence of infavorable changes in the structure of mitochondria.