

## Badania nad zawartością kwasu askorbinowego u pszenic jarych i ozimych w okresie kiełkowania i wschodów

Investigations on ascorbic acid content in spring and winter wheat in time of germination and early growth

M. MICHNIEWICZ i K. ROWICKA

### WSTĘP

O właściwościach biochemicznych zbóż jarych i ozimych wiemy dotychczas bardzo niewiele. Nieliczne badania, jakie wykonano na ten temat, odnoszą się głównie do określania aktywności procesów enzymatycznych zachodzących w procesie kiełkowania. Niewątpliwie właśnie w tym okresie przebiega u zbóż stadium jaryzacji, a procesy enzymatyczne stanowiące podstawę zjawisk życiowych są tu bardzo aktywne.

Aktywność enzymów w procesie kiełkowania pszenic jarych i ozimych badali Oparin i Zienczenko (1949). Autorzy ci stwierdzili, że 5-dniowe kielki pszenicy ozimej charakteryzowała większa zdolność do syntezy, natomiast u pszenicy jarej silniej przebiegały procesy hydrolityczne. Do podobnych rezultatów doszli również Sisakjan, Karapietjan i Kobjakowa (1949) oraz Sisakjan (1952), którzy wykazali, że w przeciwieństwie do form jarych, w kielkach pszenic ozimych synteza enzymatyczna przeważała nad hydrolizą i charakteryzowała je większa ilość cukrów rozpuszczalnych. W przypadku przekształcenia formy jarej w dziedzicznie ozimą, stosunek syntezy do hydrolizy układał się podobnie jak u form ozimych.

Według Rubina (1952), który doświadczenia prowadził na 15—20-dniowych siewkach, kierunek działania enzymów u form jarych i ozimych uzależniony był od temperatury. W temperaturze niskiej (3—4°C) u form ozimych następowało obniżenie procesów syntezy sacharozy i skrobi, a wzmożenie procesów hydrolitycznych, w przeciwieństwie do pszenicy jarej, u której w temperaturze niskiej synteza tych węglowodanów przebiegała znacznie intensywniej. Wzmożenie procesów hydrolitycznych, a osłabienie syntezy, następowało u form jarych w tempera-

turach wyższych (30°C). Badacz ten przytacza także dane Sokołowej, która stwierdziła, że w temperaturach obniżonych pszenica ozima oddychała znacznie intensywniej niż jara, natomiast w temperaturze wyższej natężenie tego procesu było znacznie wyższe u formy jarej. Autorka ta w pracy z roku 1956 wskazuje dalej, że pszenica ozima posiada w niższych temperaturach także wyższą aktywność peroksydazy oraz zawiera więcej chlorofilu i karotenoidów, natomiast w temperaturze wyższej wartości te są większe u pszenicy jarej.

Porównanie aktywności enzymów zbóż jarych i ozimych znajdujemy również w pracy Gawriłowej (1954), która stwierdziła, że nasiona w stanie spoczynku charakteryzuje wyższa aktywność tych związków u form ozimych. Podczas kiełkowania obserwowała autorka zjawisko odwrotne; większą aktywnością odznaczały się enzymy form jarych.

Wyższą intensywność przemian biochemicznych w początkach kiełkowania u pszenic jarych stwierdza także Blaim (1955). Autor ten wykazał, że w porównaniu do form ozimych, w trakcie kiełkowania pszenicy jarej, przebiegają szybciej procesy rozpadu fityny, przy jednocześnie szybszym zwiększaniu się fosforu mineralnego, a począwszy od trzeciego dnia kiełkowania także silniejszy spadek potencjału redox. U form jarych obserwował również silniejsze wydzielanie  $P_2O_5$  przez pęczniejące nasiona oraz niższy wskaźnik termiczny i energię aktywacji amylazy w pierwszych trzech dniach po namoczeniu nasion.

Różnice pomiędzy formami jarymi i ozimymi znaleziono także i pod względem innych właściwości rośliny. Tak więc Szestakow (1937) stwierdził, że formy jare charakteryzuje większa przepuszczalność plazmy niż formy ozime. Szułyndin (1953, cyt. Kujaginiczew 1958) wykazał znów, że formy ozime charakteryzuje wyższa zawartość cukru a zjawisko to wiąże z mrozoodpornością tych form. W późniejszej pracy (Szułyndin 1957) wskazuje dalej, że miarą stopnia ozimości i jarości jest stosunek azotu do węglowodanów. Według tego autora u pszenic ozimych następuje w okresie jesiennym szybszy spadek poziomu azotu i bardziej intensywne nagromadzanie węglowodanów niż u pszenic jarych, które silniej rosną i intensywniej zużywają węglowodany w procesie oddychania.

Jastrembowicz (1958) uważa natomiast, że produkcja cukrów i gromadzenie się ich w roślinie zależy przede wszystkim od fazy rozwoju. U pszenicy ozimej więcej cukru tworzy się i gromadzi w okresie do zakwitania, u jarej zaś w okresie kwitnienia.

Ljaszczenko (1957) porównywał zawartości aminokwasów u pszenic ozimych i jarych i stwierdził, że różnice pod tym względem u obu form występują tylko w okresie krzewienia i strzelania w źdźbło.

Wielu autorów nie wykazało natomiast różnic pomiędzy formami jarymi a ozimymi ani pod względem właściwości biochemicznych, ani też pod względem składu chemicznego tych form. I tak badania Prokopenki (1927) nad aktywnością katalazy i peroksydazy w procesie kiełkowania pszenic jarych i ozimych nie dały wyraźnych wyników. Również Hatcher i Gregory (1941) oraz Hatcher (1945) nie znaleźli w nasionach żyta jarego i ozimego różnic w zawartości auksyny.

Wymienić tu jednak należy przede wszystkim fakty przedstawione w monografii Kujaginiczewa (1958) poświęconej biochemii pszenicy. Autor ten przytacza szereg danych, uzyskanych zwłaszcza przez Liszkiewicza (1931) i Darkaubajewa (1956), które wskazują, że różnice we właściwościach fizyko-chemicznych, w składzie chemicznym, a także pod względem aktywności enzymów zależne są w dużym stopniu od warunków klimatycznych i glebowych, a nie od jarości czy ozimości danej odmiany.

Jak już zaznaczono, badania porównawcze nad procesami biochemicznymi u zbóż jarych i ozimych prowadzone były przede wszystkim w trakcie kiełkowania. Z badań Michniewicza (1960) wynika, że dużym zmianom w tym okresie ulega zawartość kwasu askorbinowego, spełniającego dużą rolę w przemianie materii organizmu roślinnego. Witamin ten w suchych nasionach pszenicy nie występuje zupełnie, a w miarę kiełkowania ilość jego zwiększa się bardzo intensywnie.

Celem pracy niniejszej było właśnie prześledzenie zmian w zawartości kwasu askorbinowego, jakie zachodzą w okresie kiełkowania i wschodów u pszenic jarych i ozimych.

W pracy tej zwrócono także uwagę na zagadnienia metodyczne, dotyczące porównywania zmian biochemicznych zachodzących w trakcie kiełkowania zbóż jarych i ozimych. Stwierdzono bowiem, że wnioski, jakie znajdujemy w literaturze odnośnie różnic w przemianach biochemicznych kiełkujących roślin jarych i ozimych budzą szereg wątpliwości. Przede wszystkim uwagę zwraca bardzo mała ilość porównywanych ze sobą odmian. I tak Oparin i Zienczenko (1949) porównywali zasadniczo tylko jedną formę ozimą i jedną jarą, Prokopenko (1927), Sisakjan i współautorzy (1949) i Sisakjan (1952) po dwie odmiany, Blaim (1955) oceniał różnice na podstawie porównania trzech odmian jarych i trzech ozimych.

Niektórzy badacze, jak wymienieni już Oparin i Zienczenko (1949) czy Rubin (1952), przeprowadzali analizę jednorazowo, tylko na roślinach będących w jednym określonym wieku.

Dalej, żaden z cytowanych tu badaczy nie określa dokładnego stanu fizjologicznego roślin wziętych do analizy ograniczając się wyłącznie do

podania ich wieku. Często autorzy nie podają nawet warunków w jakich przeprowadzano kiełkowanie. W żadnym z przedstawionych tu doświadczeń nie określano także istotności różnic metodami statystycznymi.

## METODYKA

Materiał badawczy stanowiło pięć odmian pszenicy ozimej: „Dańkowska Graniatka”, „Komorowska”, „Kujawianka Węclawicka”, „Leszczyńska Wczesna”, „Wysokolitewka Sztynnosłoma” oraz pięć odmian pszenicy jarej: „Gorzowska Wczesna”, „Nadgoplanka”, „Ostka Chłopicka”, „Ostka Polanowicka”, „Rokicka”. Nasiona superelity otrzymano z Centralnej Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Słupi Wielkiej ze zbiorów 1958 r. Do doświadczeń użyto nasion wyselekcjonowanych pod względem wielkości biorąc każdorazowo nasiona najbardziej typowe dla danej odmiany.

W części doświadczeń nasiona kiełkowano na bibule w wanienkach porcelanowych lub w kiełkowniku, w ciemności, w stałej temperaturze 20, 21 lub 22°C, natomiast w innych doświadczeniach rośliny rosły w wilgotnych trocinach na świetle naturalnym, przy czym temperatura wahała się od 5°C w nocy do 15°C w dzień.

Kwas askorbinowy oznaczano metodą chemiczną Tillmanna w modyfikacji Prokosewa (Biełozjerski i Proskuriakow 1954). Średnie dla każdej próbki określano na podstawie 5-, 8-krotnego miareczkowania.

Analizy przeprowadzano w różnych okresach kiełkowania i wschodów albo biorąc za kryterium wiek rośliny, albo fazę wzrostu określoną na podstawie obserwacji morfologicznych. Doświadczenia powtarzano czterokrotnie, a średnie uzyskane tą drogą poddano analizie statystycznej obliczając najmniejszą różnicę udowodnioną przy  $P = 0,05$ .

Określano też procent skiełkowanych nasion i wielkość roślin w trakcie kiełkowania, a uzyskane stąd wartości porównywano z zawartością kwasu askorbinowego obliczając współczynnik korelacji według Spearmana.

Blizsze dane metodyczne podano przy opisie wyników poszczególnych doświadczeń.

## WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

### Doświadczenie 1

W doświadczeniu tym zbadano zawartość kwasu askorbinowego w kiełkujących nasionach pszenicy w różnym okresie kiełkowania w ciemności, w temperaturze 21°C oraz określono procent skiełkowanych nasion i wielkość kiełków, jaką osiągnęły w tym czasie.

Nasiona w ilości po 20 g wysiewano na bibule w wanienkach porcelanowych, z których do każdej z analiz pobierano całość materiału, bez względu na stopień kiełkowania. Ilość kwasu askorbinowego obliczano w mg % w stosunku do masy materiału wyjściowego.

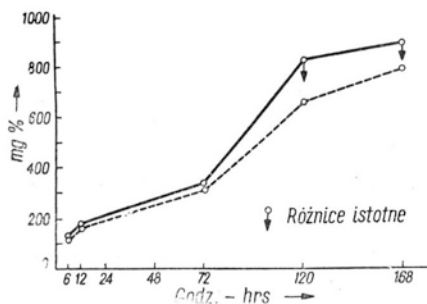
Wyniki tego doświadczenia zebrane w tabeli 1 i zobrazowane graficznie na wykresie ryc. 1 przedstawiają tylko wartości średnie uzyskane dla form ozimych i jarych.

TABELA 1 - TABLE 1

Zawartość kwasu askorbinowego w mg% u 5 odmian pszenic ozimych i 5 odmian jarych w zależności od czasu kiełkowania

Ascorbic acid content in mg% in 5 winter and 5 spring varieties of wheat depending on the time of germination

Odmiany Varieties	Czas kiełkowania w godzinach Time of germination in hours						
	6	12	24	48	72	120	168
Ozime Winter var.	1,28	1,75	2,10	2,73	3,37	8,28	8,95
Jare Spring var.	1,18	1,61	2,03	2,58	3,17	6,57	7,85
Najmniejsza różnica udowodniona przy P = 0,05 The least significant difference at P = 0,05	0,21	0,20	0,19	0,28	0,37	1,50	0,89



Ryc. 1. Zawartość kwasu askorbinowego u 5 odmian pszenic ozimych i 5 jarych w zależności od czasu kiełkowania ——— odmiany jare; ——— odmiany ozime

Ascorbic acid content in mg % in 5 winter and spring varieties of wheat depending on the time of germination ——— Spring var.; ——— winter var.

Jak wynika z tych danych, zawartość kwasu askorbinowego wzrasta wyraźnie w miarę kiełkowania. Widać również, że odmiany ozime charakteryzuje wyższa zawartość witaminu C w porównaniu do odmian jarych, a różnice te pogłębiają się w miarę kiełkowania. Analiza statystyczna, przeprowadzona dla każdego okresu oddzielnie, wykazała jednak istotność różnic jedynie w 5 i 7 dniu kiełkowania.

TABELA 2 - TABLE 2

Zawartość kwasu askorbinowego, procent skielkowanych nasion i średnia długość części nadziemnej u pszenicy ozimej "Wysokolitewki Sztynnosłomej" i jarej "Ostki Chłopickiej", w trakcie kiełkowania

Ascorbic acid content, percentage of germinating seeds and average length of shoot in "Wysokolitewka Sztynnosłoma" winter wheat and "Ostka Chłopicka" spring wheat during germination

Odmiana Variety	Rodzaj pomiaru Kind of measurement	Dni kiełkowania Days of germination				
		1	2	3	5	7
"Wysokolitewka Sztynnosłoma"	Kwas askorbinowy w mg % Ascorbic acid in mg %	2,19	2,68	3,17	9,10	9,34
	% skielkowanych nasion % germinating seeds	20,0	56,5	94,4	98,5	98,5
	Długość w mm Length in mm	-	3,0	6,0	40,0	64,2
"Ostka Chłopicka"	Kwas askorbinowy w mg % Ascorbic acid in mg %	1,95	2,44	2,93	4,60	7,42
	% skielkowanych nasion % germinating seeds	6,5	26,0	54,0	62,5	63,0
	Długość w mm Length in mm	-	3,0	4,0	40,0	66,4

Porównanie odmian pod względem zawartości kwasu askorbinowego, ilości skielkowanych nasion oraz wielkości, jaką osiągnęły kielki w poszczególnych fazach kiełkowania, wykazuje, że ilość witaminu C uzależniona jest przede wszystkim od siły i energii kiełkowania nasion (tab. 2). Najlepiej świadczy o tym współczynnik korelacji obliczony dla wszystkich 10 odmian, który przy porównaniu ilości kwasu askorbinowego z ilością skielkowanych nasion wynosi +0,92, a wartość jego przy porównaniu ilości tego związku z wielkością rośliny osiąga tylko +0,32.

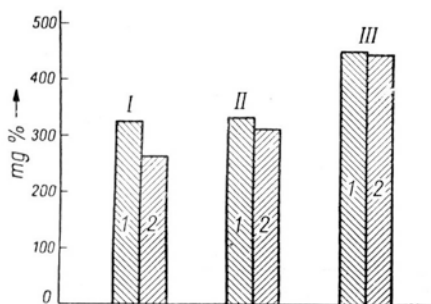
## Doświadczenie 2

Obserwacje powyższe wskazywałyby więc, że przy porównywaniu poszczególnych odmian pod względem zawartości witaminu C uwzględnić należy przede wszystkim stopień skielkowania nasion oraz fazę wzrostu rośliny.

Celem bliższego udokumentowania tego wniosku wykonano specjalne doświadczenie, w którym oznaczono kwas askorbinowy u pszenic: ozimej „Wysokolitewki Sztywnosłomej” i jarej „Ostki Chłopickiej” — różniących się znacznie pod względem energii i siły kielkowania nasion, nie różniących się natomiast wielkością, jaką osiągały ich pochewki liściowe.

Doświadczenie przeprowadzono w ciemności w temperaturze 20°C na roślinach kielkujących przez okres trzech dni. Kwas askorbinowy oznaczano: 1. w całym materiale w przeliczeniu na 20 g masy wyjściowej; 2. tylko w nasionach skielkowanych w przeliczeniu na świeżą masę próbki; 3. w roślinach, których wielkość pochewek liściowych osiągnęła połowę wielkości ostatecznej — także w stosunku do świeżej masy próbki.

Wyniki tego doświadczenia, zebrane w tabeli 3 i wyrażone graficznie na wykresie ryc. 2, potwierdzają powyższe założenia w sposób bardzo



Ryc. 2. Zawartość kwasu askorbinowego u pszenicy ozimej „Wysokolitewki Sztywnosłomej” (I) i jarej „Ostki Chłopickiej” (2) w trzecim dniu kielkowania, w zależności od rodzaju pobranej próbki

I — cała próbka; II — tylko nasiona skielkowane; III — tylko nasiona, których koleoptyle osiągnęły połowę wielkości ostatecznej

Ascorbic acid content in mg% in “Wysokolitewka Sztywnosłoma” winter wheat and “Ostka Chłopicka” spring wheat in 3rd day of germination depending on the kind of the sample

I — total sample; II — germinating secals; III — seeds with coleoptiles have reached half their ultimate size

przekonywający. Różnice istotne w ilości kwasu askorbinowego pomiędzy odmianą ozimą a jarej stwierdzono bowiem tylko w przypadku, gdy jako materiału do analizy użyto całej próbki bez względu na stopień skielkowania nasion. Rośliny wyselekcjonowane, wzięte w tej samej fazie wzrostu, nie wykazały natomiast żadnych istotnych różnic pod względem zawartości witaminu C.

TABELA 3 — TABLE 3

Zawartość kwasu askorbinowego w mg % u pszenicy ozimej "Wysokolitewki Szywosłomej" i jarej "Ostka Chłopickiej" w 3 dniu kiełkowania w zależności od rodzaju pobranej próbki

Ascorbic acid content in mg % in "Wysokolitewka Szywosłoma" winter wheat and "Ostka Chłopicka" spring wheat in the 3rd day of germination depending on the kind of sample

Rodzaj próbki Kind of sample	Odmiana Variety		Najmniejsza różnica udowodniona Last significant difference at	
	"Wysokolitewka Szywosłoma"	"Ostka Chłopicka"		
			P <sub>0,10</sub>	P <sub>0,05</sub>
Cały materiał (w przeliczeniu na 20 g masy wyjściowej) Whole material (per 20 g initial weight)	3,26	2,91	0,252	0,299
Nasiona skielkowane (w przeliczeniu na świeżą masę próbki) Germinating seeds (per fresh weight of the sample)	3,67	3,42	0,233	0,276
Nasiona, których koleoptyle osiągnęły 1/2 wielkości (w przeliczeniu na świeżą masę próbki) Seeds with coleoptiles 1/2 ultimate size (per fresh weight of the sample)	4,52	4,16	0,155	0,184

### Doświadczenie 3 i 4.

Uwzględniając wyniki uzyskane w dwóch pierwszych doświadczeniach, oznaczanie ilości kwasu askorbinowego w doświadczeniach dalszych starano się prowadzić na roślinach będących w tej samej fazie wzrostu



TABELA 4 - TABLE 4

Zawartość kwasu askorbinowego w mg % u pszenic jarych i ozimych w różnych fazach wzrostu roślin rosnących w ciemności

Ascorbic acid content in mg % in various growth stages of spring and winter wheat plants growing in the dark

Odmiany Varieties		Faza wzrostu <sup>*</sup> Growth stages			
		I	II	III	IV
Ozime Winter var.	"Dańkowska Graniatka"	1,35	4,00	8,65	10,83
	"Komorowska"	1,50	3,85	8,67	11,23
	"Kujawianka Więclawicka"	1,10	3,30	8,20	10,40
	"Leszczyńska Wczesna"	0,99	2,51	7,55	9,54
	"Wysokolitewka Sztynosioma"	1,20	3,60	8,50	10,30
Jare Spring var.	"Gorzowska Wczesna"	1,25	3,56	8,47	11,25
	"Nadgoplanka"	1,10	3,67	8,15	10,30
	"Ostka Chłopicka"	0,99	3,09	7,19	9,25
	"Ostka Polanowicka"	0,96	2,84	7,94	9,18
	"Rokicka"	0,96	2,78	7,65	10,27
Najmniejsza różnica udowodniona przy P = 0,05 The last significant difference at P = 0,05		0,38	1,33	1,42	1,89
Wartości średnie Mean values	Ozime Winter var.	1,23	3,45	8,31	10,46
	Jare Spring var.	1,05	3,18	7,88	10,05
Najmniejsza różnica udowodniona przy P = 0,05 The last significant difference at P = 0,05		0,24	0,74	0,69	1,09

\* I — nasiona, których kiełki przebiły zaledwie łupinę;

II — roślinki, których koleoptyle osiągnęły połowę wielkości ostatecznej;

III — pszenice, których pochewki liściowe zostały zaledwie przebite;

IV — rośliny, które wykształciły w pełni pierwszy liść.

I — seeds whose germs have just pierced the seed coat.

II — young plants whose coleoptiles have reached half their ultimate size;

III — wheat plants whose coleoptiles have just been pierced;

IV — plants with fully developed first leaf.

TABELA 5 - TABLE 5

Zawartość kwasu askorbinowego w mg % u pszenic jarych i ozimych  
w różnych fazach wzrostu roślin rosnących na świetle

Ascorbic acid content in mg % various growth stages of spring  
and winter wheat plants growing in the daylight

Odmiany Varieties		Faza wzrostu* Growth stages		
		II	III	IV
Ozime Winter var.	"Dańkowska Graniatka"	9,50	17,00	44,12
	"Komorowska"	11,44	18,30	48,52
	"Kujawianka Więclawicka"	10,60	17,20	46,65
	"Leszczyńska Wczesna"	8,49	16,34	48,51
	"Wysokolitewka Sztymosiowa"	10,20	18,06	48,10
Jare Spring var.	"Gorawska Wczesna"	10,29	16,90	48,25
	"Nadgoplanka"	9,43	15,90	45,10
	"Ostka Chłopicka"	9,12	15,70	45,37
	"Ostka Polanowicka"	8,30	16,65	46,70
	"Rokicka"	10,61	17,40	49,10
Najmniejsza różnica udowodniona przy $P = 0,05$ The last significant difference at $P = 0,05$		2,05	1,68	4,26
Wartości średnie Mean values	Ozime Winter var.	10,04	17,38	46,78
	Jare Spring var.	9,55	16,51	46,90
Najmniejsza różnica udowodniona przy $P = 0,05$ The last significant difference at $P = 0,05$		1,49	1,09	2,51

\* II — roślinki, których koleoptyle osiągnęły połowę wielkości ostatecznej;

III — pszenice, których pochwki liściowe zostały zaledwie przebite.

IV — rośliny, które wykształciły w pełni pierwszy liść;

II — young plants whose coleoptiles have reached half their ultimate size;

III — wheat plants whose coleoptiles have just been pierced;

IV — plants with fully developed first leaf.

określanej na podstawie wskaźników morfologicznych. Analizie poddawano: 1. nasiona, których kielki przebiły zaledwie łupinkę (co odpowiada w przybliżeniu 24-godzinnemu kiełkowaniu w temperaturze 20°C); 2. roślinki, których koleoptyle osiągnęły połowę wielkości ostatecznej (co przypada mniej więcej w 3 dniu kiełkowania w temperaturze 20°C); 3. pszenice, których pochwki liściowe zostały zaledwie przebite (5 dzień kiełkowania w temperaturze 20°C); 4. rośliny, które wykształciły w pełni pierwszy liść (7 dzień kiełkowania w ciemności w temperaturze 20°C).

Ilości kwasu askorbinowego przeliczono w mg % w stosunku do świeżej masy próbki oraz w mg na roślinę. Wartości przeliczone na roślinę okazały się jednak uzależnione wyłącznie od wielkości masy rośliny, dlatego ograniczono się do podania ilości kwasu askorbinowego tylko w mg %.

### Doświadczenie 3

Nasiona kiełkowano w ciemności w temperaturze 22°C. Wyniki doświadczeń zebrane są w tabeli 4. Dane te wskazują, że średnie uzyskane dla odmian ozimych są wyższe niż średnie dla odmian jarych, lecz różnice te nie są istotne. Wśród form jarych, jak i wśród form ozimych spotykamy bowiem odmiany charakteryzujące się zarówno wyższymi, jak i niższymi wartościami kwasu askorbinowego.

Istotne różnice w zawartości witaminu C można stwierdzić jedynie pomiędzy odmianami, niezależnie od tego czy są to formy jare, czy też ozime.

Podobnie jak w doświadczeniu 1 ilość kwasu askorbinowego zwiększa się w miarę kiełkowania.

### Doświadczenie 4

Doświadczenie to przeprowadzono w okresie od 31 marca do 12 kwietnia 1960 roku, na świetle dziennym, w temperaturze wahającej się od 5°C w nocy do 15°C w dzień. Rośliny rosły w wilgotnych trocinach. Szczegółowe wyniki doświadczenia zestawione są w tabeli 5.

W porównaniu do danych otrzymanych w doświadczeniu poprzednim, ilość kwasu askorbinowego na świetle jest znacznie wyższa. Jednakże różnice między formami jarymi a ozimymi nie są tu również istotne. Obserwować można tylko pewne różnice odmianowe, niezależnie od jarości czy ozimości danej odmiany, oraz wzrost ilości witaminu C w miarę kiełkowania.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Jak wynika z przeglądu literatury zreferowanej we wstępie, dotychczasowe badania nad intensywnością przemian biochemicznych, jakie różnią formy ozime od jarych, nie wyjaśniły tego problemu w sposób dostateczny. Taki stan rzeczy tłumaczyć można małą ilością prac prowadzonych na ten temat oraz, jak to widać wyraźnie w świetle wyników naszych doświadczeń, brakami metodycznymi tych prac. Doświadczenia nasze wskazują bowiem, że badania dotyczące cech charakteryzujących formy ozime i jare, przeprowadzone na zbyt małej ilości porównywanych odmian, prowadzić mogą do wręcz fałszywych wniosków. Niewątpliwie bowiem i w naszych doświadczeniach dobrać można po dwie, a nawet trzy odmiany jare i ozime, które różniłyby się zasadniczo pod względem ilości witaminu C. Widzieć to można np. z danych zebranych w tabeli 4, gdybyśmy porównywali ze sobą odmiany ozime „Dańkowską Graniatkę”, „Kujawiankę Więclawicką” i „Wysokolitewkę Sztywnosłomą” z odmianami jarymi „Ostką Chłopicką”, „Ostką Polanowicką” i „Rokicką”. Porównanie większej ilości odmian wykazuje jednak, że zarówno wśród form jarych, jak i ozimych spotykamy odmiany, które charakteryzuje zarówno wyższa, jak i niższa ilość kwasu askorbinowego.

Wyniki naszych doświadczeń wskazują również, że przy porównywaniu odmian, zwłaszcza w okresie kiełkowania, konieczna jest skrupulatna selekcja analizowanego materiału. Widać to z danych uzyskanych w doświadczeniu 1, w którym wykazano dużą korelację pomiędzy ilością kwasu askorbinowego w analizowanym materiale a energią i siłą kiełkowania nasion. Jeszcze bardziej przekonującym dowodem na to są wyniki doświadczenia 2 (tab. 3 i ryc. 2), które wskazują, że rezultaty doświadczenia zależą przede wszystkim od stopnia wyselekcjonowania roślin pod względem fazy wzrostu. Tempo wzrostu poszczególnych roślin, zwłaszcza w okresie kiełkowania i wschodów, jest bowiem bardzo nierównomierne, mimo nawet wyselekcjonowania nasion wziętych do wysiewu i identycznych warunków wzrostu. Wszystko to wskazuje zatem, że uwzględnianie tylko kryterium wieku przy porównywaniu poszczególnych odmian, które stosowano w dotychczasowych badaniach, jest niewystarczające.

Niewątpliwie intensywność procesów biochemicznych uzależniona jest również od stadium rozwoju, tj. od stopnia przygotowania rośliny do przejścia od fazy wegetatywnej do generatywnej. Stwierdzenie stadium rozwojowego rośliny wymaga jednak specjalnych metod, np. określania zmian morfologicznych stożków wzrostu (Grzesiuk 1955).

Mimo iż w pracy niniejszej obserwacji takich nie prowadzono, istnieją jednak fakty, które wskazują, że istotnie ilość kwasu askorbinowego za-

leży od stadium rozwoju rośliny. Świadczą o tym doświadczenia Michniewicza (1961) nad wpływem jaryzacji nasion pszenicy ozimej na zawartość witaminu C. Okazało się mianowicie, że rośliny wyrosłe z nasion zjaryzowanych, będące więc na wyższym etapie rozwoju, charakteryzowała wyższa zawartość kwasu askorbinowego w stosunku do roślin wyrosłych z nasion nie zjaryzowanych.

Natężenie procesów biochemicznych, przebiegających w pierwszych fazach wzrostu i rozwoju zbóż jarych i ozimych, zależy niewątpliwie od warunków środowiska zewnętrznego, na co wskazuje Rubin (1952) i Sokołowa (1956). W środowisku naturalnym obie grupy tych roślin rosną bowiem w tym okresie życia w innych warunkach, różniących się przede wszystkim temperaturą, i są do nich odpowiednio przystosowane. Dlatego też w badaniach nad intensywnością procesów biochemicznych u form jarych i ozimych również i ten moment powinien być uwzględniony. Analiza przeprowadzona na materiale rosnącym w ciemności, w stosunkowo wysokiej temperaturze (20—22°C), nie odzwierciedla więc stanu charakteryzującego rośliny rosnące w warunkach naturalnych. Świadczy o tym chociażby fakt istnienia zasadniczych różnic w zawartości kwasu askorbinowego u pszenic rosnących w różnych warunkach świetlnych i temperatury (por. tab. 4 i 5).

Wyniki naszych doświadczeń potwierdzają więc w pełni zastrzeżenia wysunięte we wstępie odnośnie metod stosowanych w dotychczasowych badaniach nad intensywnością procesów biochemicznych zbóż jarych i ozimych. Wskazują one zwłaszcza na konieczność uwzględnienia przy tego rodzaju doświadczeniach nie tylko wieku analizowanego materiału, ale też stanu fizjologicznego oraz fazy wzrostu i rozwoju rośliny.

Dane, jakie uzyskaliśmy odnośnie zmian w zawartości kwasu askorbinowego w pierwszych fazach wzrostu pszenicy, wskazują, że w miarę kiełkowania, ilość tego witaminu wzrasta bardzo intensywnie. Nie stwierdzono jednak istotnych różnic w zawartości kwasu askorbinowego między pszenicami ozimymi i jarymi, będącymi w tej samej fazie wzrostu. Wyższą zawartość witaminu C u pszenic ozimych w 5 i 7 dniu kiełkowania uzyskano tylko w doświadczeniu 1, w którym analizowano całą wysianą próbkę bez względu na stopień skielkowania. Różnice w zawartości tego witaminu okazały się więc uzależnione przede wszystkim od stanu fizjologicznego i fazy wzrostu rośliny.

Obserwowane tu niejednokrotnie istotne różnice odmianowe w obrębie doświadczenia pomiędzy odmianami o najniższych i najwyższych wartościach witaminu C, tłumaczyć zapewne należy zmiennością materiału roślinnego oraz trudnościami wyselekcjonowania roślin będących w tym samym stanie fizjologicznym. Wskazuje na to przede wszystkim fakt, że odmiany, które w jednym doświadczeniu charakteryzują wyższe

wartości kwasu askorbinowego, w doświadczeniu innym nie zawsze wykazują tę samą prawidłowość. Tak np. pszenica „Dańkowska Graniatka”, którą w doświadczeniu prowadzonym w ciemności charakteryzowała znaczna ilość kwasu askorbinowego, w doświadczeniu na świetle nie wykazała się taką cechą. Podobnie znaczne wahania w ilości witaminu C spotykamy u pszenicy odmiany „Rokicka”.

Niemniej jednak można zauważyć, że niektóre odmiany charakteryzuje w stosunku do innych wyższa, względnie niższa, zawartość kwasu askorbinowego powtarzająca się w obu doświadczeniach. Tak więc w obrębie form ozimych odmiana „Komorowska” odznacza się na ogół większymi ilościami witaminu C, a „Leszczyńska Wczesna” wartościami mniejszymi. W obrębie form jarych wyższą zawartość kwasu askorbinowego obserwujemy natomiast u odmiany „Gorzowskiej Wczesnej”.

Reasumując należy stwierdzić, że różnice w zawartości kwasu askorbinowego w okresie kiełkowania i wschodów okazały się niezależne od ozimości czy jarości danej odmiany pszenicy. Różnice te uzależnione były przede wszystkim od stanu fizjologicznego oraz fazy wzrostu rośliny.

#### STRESZCZENIE I WNIOSKI

Zbadano zawartość kwasu askorbinowego u 5 odmian pszenic ozimych i u 5 odmian jarych w okresie kiełkowania i wschodów. Rośliny rosły w ciemności w temperaturze 20—22°C lub na świetle naturalnym w temperaturze wahającej się od 5°C w nocy do 15°C w dzień. Doświadczenia powtarzano czterokrotnie, a wyniki poddano analizie statystycznej.

Wysunięto szereg zastrzeżeń w stosunku do metod stosowanych w dotychczasowych badaniach nad intensywnością procesów biochemicznych zbóż jarych i ozimych (2, 12—16), które uzasadniono eksperymentalnie. Wykazano w szczególności:

1. niewłaściwość wyciągania wniosków na podstawie zbyt małej ilości porównywanych odmian,
2. konieczność uwzględniania warunków naturalnych, w jakich przebiega wzrost form ozimych i jarych,
3. znaczenie stopnia wyselekcjonowania materiału pod względem stanu fizjologicznego oraz fazy wzrostu i rozwoju.

Stwierdzono, że ilość kwasu askorbinowego rośnie w miarę kiełkowania rośliny i nie zależy od jarości czy ozimości danej odmiany. Różnice pod względem zawartości witaminu C uzależnione są przede wszystkim od stanu fizjologicznego oraz fazy wzrostu i rozwoju rośliny.

*Zakład Fizjologii Roślin  
Uniwersytetu im. Kopernika  
w Toruniu*

(Wpłynęło: 23.VI.1960)

## SUMMARY

The ascorbic acid content has been tested in five winter wheat and five spring-wheat varieties in time of germination and early growth. The plants were kept in darkness at 20—22°C or in natural light at a temperature oscillating from 5°C at night to 15°C in the daytime. The experiments were repeated four times and the results were subjected to statistical analysis.

A number of objections have been raised in regard to former researches on the intensity of biochemical processes in spring and winter-corn (2, 12—16). These objections have been founded on the results obtained in this work. The following conclusions have been reached in particular:

1. it is necessary to test more varieties before drawing general conclusions,

2. the natural conditions, in which both the spring and winter varieties grow, must be taken into account,

3. it is important that the material should be carefully selected in respect of physiological condition and stage of growth and development.

It has been found that the amount of ascorbic acid increases as the germination goes on and is independent of the variety being a spring one or a winter one. The differences in vitamin C content depend chiefly on the physiological condition and on the stage of growth and development of the plant.

*Department of Plant Physiology  
Copernicus University, Toruń*

## LITERATURA

1. Biełozjerski A., Proskuriakow N., 1954, Ćwiczenia z biochemii roślin, PWRiL, Warszawa.
2. Blaim K., 1955, Studia nad biochemią kielkującego ziarna pszenic ozimych i jarych, Rocz. Nauk Roln. 72—A(1); 9—37.
3. Gawrilowa N. N., 1954, Fiermienty jarowizimujących i prorastajuszczych semjan, Tr. Saratowsk. zootechn. wet. in-ta 5; 154—164. (Ref. Żurn. 8: 106, 1956).
4. Grzesiuk S., 1955, Razwitiye zaczatocznoj metelki prosa, Zap. Leningr. Sielskochoziaz. Instit. 9: 52—57.
5. Hatcher E. S. J., Gregory F. G., 1941, Auxin production during the development of the grain in cereals, Nature, Vol. 148 (3760): 626.
6. Hatcher E. S. J., 1945, Studies in the vernalisation of cereals auxin production during development and ripening of the anther and carpel of spring and winter rye, Annals of Botany 9 (35).
7. Jastrembowicz N. J., 1958, O niektórych zmianach uglewodnego obmienu u jarowej i ozimój pszenicy, Biul. po fiziol. rast. 3: 72—78 (Ref. Żurn. 22: 136, 1959).

8. Kujaginiczew M. I., 1958, Biochemija pszenicy. Biochemija kulturnych rastienij, Gos. Izdat. Sielsk. lit. 1 (5): 164.
9. Ljaszczenko I. I., 1957, Dinamika aminokislotnego sostawa listiew jarywych i ozimych pszenic, połączonych iz dwuruczek, Ucz. Zap. Rostowsk. Uniwer. 58: 21—26 (Ref. Żurn. 7: 136, 1959).
10. Michniewicz M., 1960, Wpływ auksyny i gibereliny na zawartość kwasu askorbinowego w okresie kielkowania i wschodów pszenicy, Zeszyty Naukowe UMK 6: 103.
11. Michniewicz M., 1961, Wpływ jaryzacji na zawartość kwasu askorbinoowego u pszenic ozimych, Acta Agrob. 10, 2.
12. Oparin A. I., Zienczenko W. A., 1949, Naprawlennost' dejstwija fiermientow i wlijanie na nie jarowizacji, Probl. Bioch. w Miczurinowskiej biologii 1: 81—91.
13. Prokopienko N. E., 1927, K woprosu ob izuczenii koliczestwa fiermientow w prorastajuszcej ozimoi i jarowej pszenice, Nauczno Agronomiczeskij Żurnal 5—6: 347—354.
14. Rubin B., 1952, Rola procesów enzymatycznych w stosunkach między rośliną a środowiskiem zewnętrznym, Probl. Bioch. 78—107.
15. Sisakjan N. M., Karapietjan W. K., Kobjakowa, 1949, Naprawlennost' fiermientatiwnogo prewraszczenija uglewodow nasledstwiennio jarowych form pszenic izmiennych w nasledstwiennio ozimyje formy, Probl. Biochemii o Miczurinowskiej biologii 1: 102—112.
16. Sisakjan N. M., 1952, Przemiana materii przy kierunkowym zmienianiu natury roślin, Probl. Bioch. 108—124.
17. Sokołowa S. M., K charakteristike osobiennostiej ozimych i jarowych pszenic, Dokł. WASChNiL.
18. Szestakow W. E., Siergiejew L. I., 1937, Izmienienija pronicajemosti protoplazmy i dinamiki morozostojkosti u ozimych zlakow w swiazi z prochozdienijem swietowej stadii, Dokł. Ak. Nauk. SSSR 4: 1.
19. Szułyndin A. T., 1957, Zawisimost' zimostojkosti sortow pszenicy ot nakoplenija azotu i sacharow rastieniami w osienni pieriod, Dokł. Akad. Sielskochoziajstwiennych Nauk, 3, 25.