Kwasy nukleinowe w rozwijającym się ziarnie żyta

Cz. II. Dynamika RNA, DNA oraz niektórych frakcji związków fosforu
w formującym się ziarniaku

The nucleic acids in the developing grain of rye

*Part II. Dynamics of RNA, DNA and of some fractions of phosphorus compounds
in the forming grain*

K. KULKA

Badania kwasów nukleinowych (KN) w nasionach koncentrują się głównie nad wyjaśnieniem funkcji tych związków w procesach dojrzewania i kiełkowania (por. Kulka, Grzesiuk 1965).

Przemianom kwasów nukleinowych w dojrzewających nasionach dotychczas poświęcono niewiele uwagi. Istniejące na ten temat publikacje traktują przede wszystkim:

- a) o dynamice RNA i DNA w procesie formowania się nasion,
- b) o roli RNA w biosyntezie białka.

W szczególności wykazano, że w miarę rozwoju ziarna (pszenicy i owsa) wzrasta w nim poziom RNA i DNA (w przeliczeniu wyników na jedno ziarno) osiągając maksimum w dojrzałości woskowej (Siemienienko 1957; Jennings, Morton 1963). Li Din Cho i Biełozierskij (1958) stwierdzili ponadto, że synteza RNA i DNA trwa w zarodkach do końca rozwoju ziarna, natomiast w bielmie kończy się już w dojrzałości woskowej.

Należy dodać, że znaczny wpływ na biosyntezę i przemiany KN w nasionach i całych roślinach wywierają czynniki ekologiczne, wśród których najważniejsze są: światło, temperatura powietrza, tlen oraz żyzność gleby (Li Din Cho, Biełozierskij 1958; Konariew 1959; Siemienienko 1964).

Według Konariewa (1964) proces rozwoju ziarna cechuje się interesującą prawidłowością w syntezie związków organicznych. W pierwszej kolejności nagromadzają się w ziarnie w największej ilości związki fosforowe, a wśród nich KN, natomiast w miarę dalszego jego rozwoju takie substancje, jak cukry, skrobia, hemiceluloza, białka zapasowe i inne związki. Stwierdzenie to jest pośrednim dowodem na istotną rolę KN i innych związków fosforowych w procesie formowania się ziarniaków.

W niniejszej pracy prześledzono systematycznie dynamikę RNA i DNA oraz inne frakcje związków fosforu w formującym się ziarniaku. Badania uzupełniono

określeniem aktywności rybonukleazy (RNA-azy). Celem zaś tych badań była próba wyjaśnienia roli RNA i DNA w kształtowaniu się biochemicznych właściwości dojrzewającego ziarna żyta ozimego i jarego.

METODYKA

Obiektem badań było żyto jare (miejscowy ekotyp mazurski) i ozime (Ludowe). Analizy chemiczne przeprowadzono na całym ziarnie oraz na zarodkach. W pracy niniejszej posłużono się tym samym materiałem, który użyto do badań w pierwszej części pracy (Kulka 1965). Próby ziarna przeznaczone do analiz kwasów nukleinowych pobierano w odstępach trzydniowych, poczynawszy od trzeciego dnia po zapyleniu do pełnej dojrzałości.

Pomimo dużych postępów osiągniętych w dziedzinie badań KN, nie opracowano dotychczas dobrej metody pozwalającej na dokładne oznaczenie RNA i DNA w dowolnym materiale roślinnym. Dotychczas najbardziej rozpowszechnionymi metodami badania dynamiki omawianych związków są bardzo liczne modyfikacje metody Schmidta i Thannhausera oraz Ogura i Rosen. Na przykład Matoszko i Wieczier (1962) adaptowali metodę Schmidta i Thannhausera do oznaczeń RNA i DNA (na podstawie fosforu) w nasionach łubinu. Autorzy ci sądzą, że oznaczanie tych związków na podstawie zawartości fosforu, daje znacznie lepsze wyniki, niż stosowanie do tego celu metod spektrofotometrycznych.

W niniejszych badaniach starano się zastosować metodę opracowaną przez Kuramszina i innych (1959). Jest to modyfikacja metody Schmidta i Thannhausera. Jednak po wielu próbach okazała się ona nieprzydatna do badań RNA i DNA w ziarnie żyta. Ujemną jej cechą jest również duża pracochłonność. Najbardziej przydatna okazała się metoda Ogura i Rosen adaptowana przez Holden (1952). Przy jej pomocy związki fosforu rozfrakcjonowano na cztery grupy:

- 1) rozpuszczalne w zimnym 0,2 N HClO_4 . W tej frakcji oznaczano fosfor ogólny i nieorganiczny,
- 2) rozpuszczalne w mieszaninie etanolu i eteru (fosfolipidy),
- 3) rozpuszczalne w N HClO_4 w temperaturze pokojowej (RNA—P),
- 4) rozpuszczalne w N HClO_4 w temperaturze 37°C (DNA—P).

Oznaczenia fosforu przeprowadzono metodą kalorymetryczną Fiske Subbrowa opisaną przez Brzeskiego i Kaniugę (1956). Wyniki analiz przedstawiono w mg% .

Wymieniona metoda (Holden 1952) nie nadawała się jednak do określania kwasów nukleinowych w bielmie i najstarszych próbach ziarna. Z konieczności ograniczono więc badania do 13 prób (na ogólną liczbę 16) pomijając wyniki uzyskane dla trzech ostatnich prób ziarna.

Aktywność rybonukleazy (RNA-azy) dojrzewającego ziarna żyta określano na podstawie metody opracowanej przez Holden i Pirie (1955). Badania aktywności tego enzymu przeprowadzono na 2 g świeżego ziarna bezpośrednio po pobraniu prób. Jako substratu używano drożdżowego kwasu rybonukleinowego, z którym

inkubowano wyciąg z ziarna zawierający RNA-azę. Aktywność tego enzymu oznaczano na podstawie ilości odłączonego od RNA fosforu nie strącającego się azotanem uranylu.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Jak już zaznaczono w metodyce, do chwili obecnej nie opracowano w zasadzie dobrej metody frakcjonowania RNA i DNA z dowolnego materiału roślinnego. W niniejszej pracy wykazano, że rezultaty analiz sumy fosforu RNA i DNA (tabele 1 i 2) w dojrzewającym ziarnie żyta są znacznie niższe aniżeli analogiczne wyniki uzyskane przy pomocy metody spektrofotometrycznej, opartej na określaniu zasad purynowych (Kulka 1965).

Tabela 1 — Table 1

Zawartość RNA i DNA w dojrzewającym ziarnie żyta ozimego w mg/100 g suchej masy
Content of RNA and DNA in the ripening grain of winter rye in mg/100 g of dry mass

Próby Samples	Liczba dni po zapyleniu Number of days after pollination	Ziarno utrwalone w parze Grain killed by steam			Ziarno utrwalone w alkoholu Grain killed by alcohol			W mg/100 ziaren In mg/100 grains		
		RNA	DNA	RNA + +DNA	RNA	DNA	RNA + +DNA	RNA	DNA	RNA + +DNA
1	3	450	330	780	—	—	—	0,81	0,61	1,42
2	6	300	270	570	300	285	585	0,81	0,73	1,54
3	9	260	190	450	300	205	505	1,14	0,75	1,89
4	12	220	160	380	280	160	440	1,14	0,82	1,96
5	15	180	150	330	240	140	380	1,33	1,11	2,44
6	18	160	150	310	220	140	360	1,52	1,42	2,94
7	21	150	140	290	200	130	330	1,79	1,57	3,36
8	24	160	140	300	180	130	310	2,34	2,18	4,52
9	27	160	140	300	180	120	300	2,93	2,56	5,49
10	30	160	150	310	140	135	275	3,23	3,03	6,26
11	33	180	150	330	145	125	270	4,32	3,60	7,92
12	36	190	140	330	190	140	330	5,70	4,20	9,90
13	39	180	140	320	180	120	300	5,40	4,20	9,60

Powyższe rozbieżności dotyczą głównie ziarna z prób wcześniejszych, natomiast w okresie dojrzałości woskowej były one już mniej wyraźne. Na podobne rozbieżności w wynikach wskazuje praca Nietupskiej i innych (1959) dotycząca dojrzewającego ziarna kukurydzy.

Przyczyny wspomnianych niezgodności wyników mogą być różne. W tkankach embrionalnych bielma i zarodka RNA występuje w postaci wolnej lub tworzy labilne wiązania z białkiem. Ten wolny lub luźno związany z białkiem RNA w toku analiz uległ prawdopodobnie częściowemu wymyciu podczas traktowania badanego materiału zimnym kwasem nadechlorowym, celem usunięcia kwasorozpuszczalnych związków fosforu.

Niewątpliwie pewien wpływ na wyniki analiz, szczególnie RNA, wywarł sposób przygotowania prób ziarna do analiz. Na przykład młode ziarno żyta ozimego (tab. 1) utrwalone w alkoholu było bardziej zasobne w RNA od utrwalonego w parze. Być może, powodem tych zmian w zawartości omawianego związku jest termosta-

bilność RNA-azy (Holden, Pirie 1955; Konariew 1959; Maciejewska-Potapczykowa, Górniak 1962). Enzym ten mógł nie ulec całkowitemu zniszczeniu w temperaturze 100°C (utrwalanie parą) powodując częściowe straty RNA. Natomiast zabicie ziarna wrzącym alkoholem pociągało za sobą inaktywację nukleaz.

Pobieżna nawet analiza tabel 1 i 2 wskazuje, że RNA przeważa nad DNA we wszystkich badanych przypadkach. Niezależnie od sposobu utrwalenia materiału, względna zawartość RNA i DNA (w odniesieniu do suchej masy) szybko się zmniejsza u obydwu form żyta w miarę dojrzewania ziarna. W starszym ziarnie poziom tych związków waha się w granicach pewnej stałej wielkości.

Tabela 2 — Table 2

Zawartość RNA i DNA w dojrzewającym ziarnie żyta jarego w mg/100 g suchej masy
Content of RNA and DNA in the ripening grain of vernal rye in mg/100 g of dry mass

Próby Samples	Liczba dni po zapyleniu Number of days after pollination	Ziarno utrwalone w parze Grain killed by steam			Ziarno utrwalone w alkoholu Grain killed by alcohol		
		RNA	DNA	RNA+DNA	RNA	DNA	RNA+DNA
2	6	540	370	910	580	360	940
3	9	450	350	800	470	340	810
4	12	350	240	590	360	240	600
5	15	230	160	390	260	145	405
6	18	200	150	350	240	130	370
7	21	190	140	330	230	130	360
8	24	220	120	340	230	150	380
9	27	220	120	340	200	160	360
10	30	200	130	330	180	160	340
11	33	200	130	330	180	150	330
12	36	200	150	350	180	160	340
13	39	230	150	380	210	180	390

Zawartość DNA osiąga stałą wartość znacznie szybciej niż RNA. Prawdopodobnie ta zaznacza się najwyraźniej dla prób ziarna utrwalonych alkoholem.

Zmiany w natężeniu biosyntezy omawianych związków są prawdopodobnie związane z formowaniem się w bielmie warstwy aleuronowej lub podstawowych organów zarodka. Biorąc jednak pod uwagę małe rozmiary zarodka w początkowym etapie jego rozwoju, wspomniane zmiany w biosyntezie RNA i DNA dotyczą zapewne w większym stopniu bielma, niż zarodków.

Przeliczenie otrzymanych danych na 100 ziaren wskazuje, że zawartość kwasów dezoksy- i rybonukleinowych wzrasta prawie równolegle w kolejnych próbach żyta ozimego, osiągając najwyższy poziom na początku dojrzałości woskowej (tab. 1).

Zbliżone wyniki dla dojrzewającego ziarna pszenicy i nasion grochu otrzymał Siemienienko (1957), Li Din Cho i Biełozierskij (1958) oraz Jennings i Morton (1963).

W niniejszej pracy wykazano, że wzrost biosyntezy kwasów nukleinowych w drugiej połowie dojrzałości ziarna związany jest głównie z przyrostem ilości tych związków w zarodku. Intensywną biosyntezę RNA i DNA obserwowano w zarodku do końca dojrzałości ziarna (tab. 3). Stwierdzenie to zgodne jest z wynikami pracy

Chang Chonga (1963). Autor ten przy pomocy metody autoradiograficznej wykazał, że inkorporacja P^{32} zarówno w RNA, jak i DNA w zarodkach zachodzi do końca dojrzewania ziarna.

Stosunek RNA/DNA w zarodkach żyta ozimego i jarego jest znacznie wyższy w ziarnie starszym, niż młodszym (tab. 3). Wynika z tego wniosek, że pod koniec dojrzewania ziarna szybciej syntetyzuje się RNA niż DNA.

Tabela 3 — Table 3

Zawartość RNA i DNA w zarodkach dojrzewającego ziarna żyta w mg/100 g suchej masy
Content of RNA and DNA in the embryos of the ripening grain of rye in mg/100 g of dry mass

Próby Samples	Liczba dni po zapyleniu Number of days after pollina- tion	Żyto ozime Winter rye				w mg/100 zarodków in mg/100 embryos		Żyto jare Vernal rye			
		RNA	DNA	RNA + +DNA	RNA/ /DNA	RNA	DNA	RNA	DNA	RNA + +DNA	RNA/ /DNA
8	24	2400	1440	3840	1,7	0,72	0,43	2160	1520	3780	1,4
9	27	2320	1200	3520	1,9	1,16	0,60	2080	1440	3520	1,5
10	30	2240	1200	3440	1,9	1,61	0,86	1900	1300	3200	1,5
11	33	2080	1040	3120	2,0	1,97	0,98	1840	1280	3120	1,4
12	36	1920	800	2720	2,4	2,30	0,96	1760	1280	3040	1,4
13	39	1920	720	2640	2,7	2,49	0,93	1480	1040	2520	1,4
14	42	1800	700	2500	2,6	2,75	1,07	1500	960	2460	1,6
15	45	1760	720	2480	2,5	3,00	1,23	1440	880	2320	1,6
16	48	1760	720	2480	2,5	3,48	1,39	1500	800	2300	1,9

Powszechnie przyjmuje się, że biosynteza DNA w komórce odbywa się w określonym momencie jej ontogenezy i przypada na część fazy interkinezy (przed podwojeniem się chromosomów). W związku z tym Li Din Cho i Biełozierskij (1958) są zdania, że ciągły wzrost biosyntezy DNA w zarodku związany jest z podziałami komórkowymi. Pogląd taki wydaje się mało prawdopodobny, gdyż rozwój zarodka kończy się znacznie wcześniej, a mianowicie już na początku dojrzałości woskowej (Grzesiuk 1961). Obserwowany więc wzrost ilości DNA w zarodku po jego sformowaniu sugeruje przypuszczenie, że synteza tego związku zachodzi być może nie tylko w chromosomach, ale także w innych częściach komórki. Wskazuje to również na istnienie heterogenności DNA w komórkach zarodka. Problem ten ostatnio budzi duże zainteresowanie wśród badaczy (Buchowicz 1962; Szmerling 1965).

W dojrzewającym ziarnie żyta zachodzi jednocześnie biosynteza RNA i białka (por. Grzesiuk 1961; Sójka 1961) przy czym brak jest ścisłej korelacji pomiędzy zmianami ilościowymi tych dwóch grup związków. Tempo biosyntezy białka jest o wiele szybsze niż biosyntezy RNA. Podobne wyniki uzyskał Wollgiehn (1961) w badaniach nad formującymi się nasionami grochu i fasoli oraz Srivastava (1963) badający pszenicę. Zjawisko to można tłumaczyć w dwojaki sposób: 1) w ciągu rozwoju ziarna aktywność funkcjonalna RNA ulega zmianom, 2) synteza pewnej części białek nie jest kontrolowana przez RNA.

Poziom kwasu askorbinowego, według danych wielu autorów, zmienia się równoległe ze zmianami kwasów nukleinowych. Prawdopodobnie obecność w tkankach i organach szybko rosnących zredukowanego kwasu askorbinowego jest ważnym czynnikiem w przemianach kwasów nukleinowych. Przypuszcza się, że szczególną funkcją tego związku jest kształtowanie stosunku RNA/DNA głównie poprzez wpływ na syntezę DNA (Zacharcziszina 1960). W miarę rozwoju ziarna zbóż poziom witaminy C (podobnie jak i innych wielu witamin) w zasadzie obniża się (Kalinin 1959; Grzesiuk 1961) analogicznie do kształtowania się dynamiki RNA i DNA w ziarnie żyta (tab. 1, 2, 3).

Dla pełniejszego zrozumienia zmian ilościowych RNA w formujących się ziarniakach badano także aktywność hydrolityczną rybonukleazy (ryc. 1). Okazało

Ryc. 1. Aktywność rybonukleazy w dojrzewającym ziarnie żyta ozimego
Ribonuclease activity in the ripening grain of winter rye

się, że aktywność tego enzymu, podobnie do zmian RNA, szybko zwiększa się do momentu dojrzałości woskowej, po czym raptownie maleje. Podobne kształtowanie się aktywności RNA-azy stwierdził Siemienienko (1957) w ziarnie pszenicy. Wyniki te są w pewnej mierze zaskoczeniem, gdyż należało się raczej spodziewać, że intensywnej biosyntezie RNA towarzyszyć będzie spadek aktywności RNA-azy. Ten pozorny paradoks wiąże się prawdopodobnie z tym, że w materiale roślinnym występują różne rybonukleazy o specyficznych funkcjach w stosunku do poszczególnych frakcji RNA, czego nie daje się wykryć używając do badań jako substratu RNA drożdżowego. Należy zaznaczyć, że badania nad rybonukleazami roślinnymi są dopiero w stadium początkowym (Maciejewska-Potapczykowa, Górniak 1962; Gołaszewski 1964). Według Barkera i Douglasa (1960) w procesie kiełkowania nasion grochu rybonukleaza powoduje hydrolizę RNA w liścieniach i następnie resyntezę tego związku w zarodkach. W piśmiennictwie naukowym istnieją ponadto jeszcze inne podobne dowody pośrednie na udział rybonukleaz w procesach syntezy RNA; obserwowano mianowicie na kilku obiektach roślin-

nych równoległość wzrostu ilości RNA i aktywności rybonukleazy (por. Gołaszewski 1964).

Celem lepszego poznania właściwości fizjologicznych i biochemicznych rozwijającego się ziarna, prześledzono w nim dynamikę pozostałych frakcji związków fosforu (fosfor lipidowy, nieorganiczny i kwasorozpuszczalny ogólny).

Żyto jare w porównaniu z formą ozimą zawiera nieco więcej związków fosforu (tabele 4, 5). Podobne różnice wystąpiły u obydwu wspomnianych form roślin w ogólnej zawartości kwasów nukleinowych (Kulka 1965).

Tabela 4 — Table 4

Zawartość niektórych frakcji związków fosforu w dojrzewającym ziarnie żyta ozimego w mg P/100g suchej masy

Content of some fractions of phosphorus compounds in the ripening grain of winter rye in mg P/100g of dry mass

Nr próby No. of sample	Ziarno Grain			Zarodki Embryos	
	P nieorganiczny inorganic P	P kwasorozpuszczalny acid-soluble P	P lipidowy lipid P	P nieorganiczny inorganic P	P kwasorozpuszczalny acid-soluble P
1	260	330	68	—	—
2	245	330	66	—	—
3	205	315	65	—	—
4	172	240	62	—	—
5	175	240	59	—	—
6	135	220	61	—	—
7	132	220	56	—	—
8	112	245	48	400	800
9	75	210	41	240	800
10	75	230	38	168	800
11	75	245	24	150	800
12	70	240	30	150	800
13	72	270	28	150	800
14	—	—	—	150	800
15	—	—	—	160	800
16	—	—	—	150	800

Wśród trzech przebadanych frakcji związków fosforu największym zmianom ulega P-nieorganiczny i P-lipidowy. Ich zawartość w miarę rozwoju ziarna stopniowo maleje. W wypadku żyta jarego prawidłowość ta dla fosfolipidów nie zaznacza się tak wyraźnie. Największa ilość tych związków cechuje zarodki. Dane powyższe znajdują potwierdzenie w badaniach Krenke (1961) nad dynamiką związków fosforu w dojrzewającym ziarnie żyta, pszenicy i innych roślin.

Prawdopodobnie fosfor dopływa w znacznym stopniu do rozwijającego się ziarna w postaci estrów fosforowych jedno- i dwucukrów (Kalinin 1959). Za tym poglądem przemawia fakt, że nagromadzeniu fosforu nieorganicznego (tab. 4) towarzyszy występowanie w ziarnie dużych ilości cukrów w początkowym okresie jego dojrzewania (Grzesiuk 1961; Rejowski 1962). W miarę rozwoju ziarna poziom cukrów obniża się prawie równoległe do zmian kwasu ortofosforowego.

Fosfor nieorganiczny oraz jego związki organiczne dopływające w znacznych ilościach do rozwijającego się ziarniaka zużywane są początkowo w dużym stopniu do biosyntezy kwasów nukleinowych. W okresie dojrzałości mleczej zaczyna się tworzyć w ziarnie fityna (Li Din Cho i Biełozierskij 1958). Jest to w nasionach podstawowy związek frakcji kwasorozpuszczalnej. Jego synteza przebiega z dużym natężeniem do końca procesu dojrzewania ziarna i związana jest ze znacznym zapotrzebowaniem na fosfor nieorganiczny. W dojrzałych nasionach fosfor zmagazynowany jest głównie w postaci fityny. Stanowi ona podstawowy magazyn fosforu w procesie kiełkowania ziarna i nasion.

Tabela 5 — Table 5

Zawartość niektórych frakcji związków fosforu w dojrzewającym ziarnie żyta jarego w mg P/100 g suchej masy

Content of some fractions of phosphorus compounds in the ripening grain of vernal rye in mg P/100g of dry mass

Nr próby No. of sample	Ziarno Grain			Zarodki Embryos	
	P nieorganiczny inorganic P	P kwasorozpuszczalny acid-soluble P	P lipidowy lipid P	P nieorganiczny inorganic P	P kwasorozpuszczalny acid-soluble P
2	260	285	76	—	—
3	240	300	64	—	—
4	230	320	62	—	—
5	215	300	70	—	—
6	202	305	70	—	—
7	190	290	68	—	—
8	150	305	58	480	800
9	115	320	54	400	880
10	110	280	52	320	800
11	105	280	56	220	800
12	90	280	38	180	700
13	85	320	30	180	700
14	—	—	—	180	700
15	—	—	—	180	700
16	—	—	—	200	760

Fosforu lipidowego w ziarnie żyta jest stosunkowo niewiele (tabele 4, 5). Jego rola fizjologiczna jest niedostatecznie wyjaśniona. Fosfolipidy stanowią ważny składnik strukturotwórczy protoplazmy. W powiązaniu z białkiem tworzą one między innymi błonki selektywne organelli komórkowych, na powierzchni których zachodzą podstawowe przemiany biochemiczne.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

W pracy niniejszej badano dynamikę fosforu RNA, DNA i innych jego frakcji oraz oznaczano aktywność RNA-azy w dojrzewających ziarniakach żyta. Badano całe ziarno i zarodki. Stwierdzono:

1. We wszystkich badanych próbach ziarna (różnej dojrzałości) RNA przeważa nad DNA. Zawartość RNA i DNA (na suchą masę) w pierwszych kolejnych próbach dojrzewającego ziarna żyta szybko zmniejsza się, a następnie waha się w granicach pewnego stałego poziomu.

2. Absolutna ilość RNA i DNA (na 100 ziaren) wzrasta w ziarnie od pierwszych prób do początku dojrzałości woskowej. W zarodkach zarówno synteza RNA jak i DNA, zachodzi do pełnej dojrzałości ziarna. Świadczy to o tym, że DNA występuje nie tylko w chromosomach, ale i w innych częściach komórki.

3. Biosynteza białek szczególnie w starszym ziarnie znacznie wyprzedza przyrost RNA.

4. Aktywność RNA-azy szybko wzrasta w ziarnie do początku dojrzałości woskowej, a następnie raptownie maleje.

5. Poziom fosforu nieorganicznego, a częściowo i lipidowego malał w miarę rozwoju ziarna. Zawartość fosforu ogólnego, rozpuszczalnego w 0,2 N HClO_4 nie ulega większym zmianom.

Katedra Fizjologii Roślin

Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie

Kierownik: Doc. Dr St. Grzesiuk

(Wpłynęło dn. 1.6.1965 r.)

SUMMARY AND CONCLUSIONS

In present work, the dynamics of RNA, DNA phosphorus and other its fractions were investigated, also the RNA-ase activity in ripening rye grains was determined. Whole grains and embryos were examined. Following results were obtained:

1. In all examined grain samples (of different maturity) RNA predominates over DNA. The content of RNA and DNA (per dry mass) in first successive ripening grain samples fast diminishes, and then it oscillates in limits of certain constant level.

2. The absolute amount of RNA and DNA (per 100 grains) increases in the grain of first samples till the beginning of wax maturity. In embryos the synthesis of both RNA and DNA occurs till full grain maturity. It shows, that DNA occurs not only in chromosome, but also in other parts of the cell.

3. Biosynthesis of proteins, especially in older grain considerably overtakes the RNA increase.

4. RN-ase activity fast increases in grain till the beginning of wax maturity, then it decreases rapidly.

5. The inorganic phosphorus, and partly also lipid P levels decreased as the grain were developing. The total phosphorus content, soluted in 0,2 N HClO_4 did not change in greater degree.

High School of Agriculture, Olsztyn

Department of Plant Physiology

Head: Doc. Dr St. Grzesiuk

LITERATURA

- Barker G. R., Douglas T., 1960, Function of ribonuclease in germinating peas, *Nature* 188 (4754):943—944.
- Brzeski W., Kaniuga Z., 1956, Ćwiczenia z biochemii roślin, Warszawa.
- Buchowicz J., 1962, Heterogenność kwasów nukleinowych, *Post. Biochem.* 8 (2):193—216.
- Chang Chong W., 1963, Incorporation of phosphorus-32 into nucleic acids during embryo development of barley, *Nature* 1963 (4886):193—216.
- Gołaszewski T., 1964, Badania nad rybonukleazami roślin, *Post. Biochem.* 10 (3):369—379.
- Grzesiuk St., 1964, Studia nad fizjologią dojrzewającego ziarna zbóż, *Zeszyty Naukowe WSR w Olsztynie* 11 (104):1—127.
- Holden M., 1952, The fractionation and enzymic breakdown of some phosphorus compound in leaf tissue, *Biochem. J.* 51:433.

- Holden M., Pirie N. W., 1955, The partial purification of leaf ribonuclease, *Biochem. J.* 60: 39—46.
- Jennings A. C., Morton R. K., 1963, Changes in nucleic acids and other phosphorus containing compounds of developing wheat grain, *Austral. J. Biol. Sci.* 16 (2):332—341.
- Kalinin F. L., 1959, *Embrionalnoie razvitie rastienij*, Kijew.
- Konarijew W. G., 1959, *Nukleinowyje kisloty i morfogenez rastienij*, Moskwa.
- Konarijew W. G., 1964, *Nukleinowyje kisloty, ich sostojanie i rol w obmienie wieszczestw u rastienij*. Z książki: *Biologia nukleinowego obmienu u rastienij*, Moskwa.
- Kulka K., 1965, Kwasy nukleinowe w rozwijającym się ziarnie żyta. Cz. I. Ogólna zawartość kwasów nukleinowych w formującym się ziarniaku (praca w druku).
- Kulka K., Grzesiuk St., 1965, Kwasy nukleinowe i ich fizjologiczne funkcje w roślinach (praca w druku w *Post. Nauk Rolniczych*).
- Krenke A. H., 1961, Zmniejszenie intensywności dychania i sodierżania fosfornych sojedinenij pri sozriewani siemjan rastienij. *Trudy Gł. Bot. Sada* 7:97—112.
- Kuramszin G. S., Changildin W. Ch., Konarijew W. G., 1959, Nakoplenie i raspriedielenie nukleinowych kislot i drugih fosfornych sojedinenij po organam rastienij kukuruzy w ontogenezie. Z książki: *Biologia nukleinowego obmienu u rastienij*, Ufa.
- Li Din Cho i Biełozierskij A. N., 1958, Fosforne sojedinenija i nukleinowyje kisloty w processie sozriewania siemjan pszenicy, *Wiest. Mosk. Uniwersyteta* (2):15—28.
- Maciejewska-Potapczykowa W., Górnik H., 1962, Izolowanie preparatu rybonukleazy z siewek bobu, *Acta Soc. Bot. Pol.* 31/1:67—75.
- Matosko J. W., Wieczier A. S., 1962, O koliczestwiennom opriedelenii nukleinowych kislot po ich fosforu. Z książki: *Fizjologia i bichimia rastienij*, Mińsk.
- Nietupskaja S. W., Pieruanskij Ju. W., Konarijew W. G., 1959, Spektrofotometriczeskoje opriedielenie nukleinowych kislot po purynowym osnowanijam. Z książki: *Biologia nukleinowego obmienu u rastienij*, Ufa.
- Rejowski A., 1962, *Fizjologia i biochemia dojrzewającego ziarna pszenicy*, Cz. II. Cukrowce dojrzewającego ziarna pszenicy, *Roczniki Nauk Rolniczych*, 85-A(3):447—460.
- Siemienienko G. I., 1957, K prewraszczenij nukleinowych kislot pri prorastanii i sozriewanii siemjan, *Fisioł. Rast.* 4(4):332—338.
- Siemienienko G. I., 1964, K biochimii obmienu nukleinowych kislot u wysszych rastienij, Charkow.
- Sójka E., 1961, *Badania nad fizjologią i biochemią rozwijającego się ziarna żyta (Secale cereale)*. Cz. II. Związki azotowe w dojrzewającym ziarnie, *H.R.A. i N.* 5(6):705—720.
- Szmerling Z. G., 1965, Geterogenność DNA i jejo bilogiczskije znaczenije, *Uspiechi Sowr. Bioł.*, 59(1):33—55.
- Wollgiehn R., 1961, Untersuchungen über den Zusammengang zwischen Nucleinsäure und Eiweißstoffwechsel in reifenden Samen, *Flora* 148(3):479.
- Zacharcziszina W. A., 1960, Zmniejszenie w sodierżanii nukleinowych kislot i witamin C u priwiwok i ich siemiennych pokolienij w ontogenezie *Fizjoł. Rat.* 7(1):67—73.