

В. А. Авакян, А. Р. Мовсесян

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗЕРНА МЕЖСОРТОВЫХ ГИБРИДОВ ПШЕНИЦЫ ПРИ РЕНТГЕНОБЛУЧЕНИИ

Несмотря на многочисленные исследования нарушений функциональной деятельности органелл клетки под влиянием облучения ионизирующей радиацией, природа этих процессов все еще остается маловыясненной. А ведь именно от них зависит радиочувствительность организма. Однако не вызывает сомнения, что лучевое нарушение процессов метаболизма носит комплексный характер. В связи с этим приобретает большое значение всестороннее исследование нарушения обмена веществ на разных этапах лучевого поражения. Следует отметить, что нарушения белкового обмена под влиянием облучения полнее исследованы на животном организме /1/, чем растительном /2/.

Установлено, что у растений, выросших из облученных γ - радиацией семян, оказывается нарушенным белковый обмен в органеллах клетки: хлоропластах, митохондриях и цитоплазме. Теми же авторами показано, что радиочувствительность белкового обмена в хлоропластах и митохондриях выше, чем в цитоплазме. /3/.

Для понимания механизма действия ионизирующей радиации на белковый обмен большое значение имеет изучение качественного и количественного соотношения свободных аминокислот в растениях. Задача настоящей работы состояла в изучении действия рентгеновских лучей на содержание свободных аминокислот и растворимых углеводов в зерне пшеницы, выращенной из облученных гибридных семян.

Семена первого поколения гибридных комбинаций Украинка х Арташати 42 и Эритролеукон 12 х Безостая 1, а также семена родительских форм облучались рентгеновскими лучами в дозе 10 кр. Облучение проводилось на рентгеновском аппарате РУМ-11, с напряжением на трубке 185 кв, силой тока 15 мА, мощностью дозы 515 р/мин.

Для биохимического исследования были взяты гибридные семена второго поколения $F_2 M_2$ / обеих гибридных комбинаций и третьего поколения $F_3 M_3$ / комбинации Украинка х Арташати 42. Семени третьего поколения взяты из следующих восьми групп растений: 1) красный опушенный колос, красное зерно; 2) красный опушенный колос, белое зерно; 3) красный голый колос, красное зерно; 4) белый опушенный колос, красное зерно; 5) красный голый колос, белое зерно; 6) белый опушенный колос, белое зерно; 7) белый голый ко-

лос, красное зерно и 8) белый голый колос, белое зерно. Указанные группы растений различаются по числу доминантных и рецессивных признаков.

Для определения растворимых углеводов и свободных аминокислот семена фиксировались горячим 70% этиловым спиртом. Вытяжка их получалась путем трехкратного гомогенизирования образцов семян 75% этиловым спиртом с последующей экстракцией в течение 24 час. в 75% этиловом спирте при температуре 4-6°C. Разделение свободных аминокислот и растворимых углеводов проводилось методом нисходящей хроматографии на бумаге с применением смеси бутанол-уксусная кислота-вода (4 : 1 : 2). Количественное определение аминокислот после хроматографического разделения производили с помощью методики, описанной Т. С. Пасхиной /4/. Определение в элюатах кетосахаров осуществлялось резорциновым методом, альдосахаров - анилино-фталатным методом /5/.

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что гибридные формы второго поколения по содержанию отдельных форм растворимых углеводов и по общей сумме их значительно отличаются от исходных сортов, суммарное количество углеводов у гибридной комбинации Украинка х Арташати 42 больше, чем у гибридной комбинации Эритролеукон 12 х Безостая 1. По общей сумме углеводов гибрид Эритролеукон 12 х Безостая 1 уступает исходным сортам, а гибрид Украинка х Арташати 42 занимает промежуточное положение. Самая большая сумма растворимых углеводов отмечена у сорта Арташати 42. При рентгеноблучении некоторое повышенное количество углеводов наблюдается у гибридной комбинации Эритролеукон 12 х Безостая 1 и у сорта Украинка. По показателям отдельных форм растворимых углеводов также наблюдаются различия, особенно большие по содержанию сахарозы и олигосахаридов. Рентгеноблучение гибридов приводит к повышению содержания сахарозы на 0,19 - 0,51%.

Данные по содержанию отдельных форм растворимых углеводов и по их общей сумме в зерне отдельных форм гибридных растений третьего поколения приведены в табл. 2.

По содержанию растворимых углеводов гибридные формы: 2) красный опушенный колос, белое зерно; 3) красный, голый колос, красное зерно; 4) белый опушенный колос, красное зерно; 5) белый опушенный колос, белое зерно и 7) белый голый колос, красное зерно превосходят материнский сорт на 0,40-0,93% и отцовский сорт на 0,09-0,67%, гибридные формы: 1) красный опушенный колос, красное зерно; 5) красный голый колос, белое зерно превосходят только материнский сорт на 0,28-0,31%. Гибридная форма 8) белый голый колос, белое зерно уступает родительским формам на 0,38-0,89%.

Различия наблюдаются также в содержании отдельных форм растворимых углеводов. Они особенно велики в отношении сахарозы. Все гибридные формы, за исключением 8) белый голый колос, белое зерно, по сравнению с исходными сортами, содержат сахара больше на 0,39-0,56 и 0,19-0,46%.

В вариантах рентгеноблучения у гибридных растений: 2) красный опушенный колос, красное и белое зерно; 3) красный голый колос, красное зерно и 4) белый опушенный колос, красное зерно наблюда-

Таблица 1

Содержание растворимых углеводов в зерне гибридов пшеницы
/ $F_2 M_2$ / при рентгеноблучении / в % на абс. сухое вещество /

Исходные сорта и гибриды	Доза облучения, кр	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Олигосахариды	Сумма растворимых сахаров
Эритролеукон	К	0,46	0,33	1,40	1,80	3,99
12	10	0,46	0,31	1,46	1,70	3,93
Эритролеукон	К	0,56	0,37	1,01	1,75	3,64
12 х Безостая 1	10	0,53	0,37	1,52	1,65	4,07
Безостая 1	К	0,57	0,33	1,31	1,65	3,87
	10	0,45	0,31	1,26	1,70	3,72
Украинка	К	0,45	0,34	1,41	1,86	4,06
	10	0,43	0,35	1,60	1,79	4,17
Украинка х	К	0,50	0,37	1,41	1,97	4,25
Арташати 42	10	0,50	0,39	1,61	1,75	4,20
Арташати 42	К	0,60	0,34	1,61	1,82	4,37
	10	0,55	0,34	1,47	1,81	4,17

ется уменьшение суммы растворимых углеводов на 0,12–1,04%. Некоторое уменьшение суммы растворимых углеводов отмечено и у исходного сорта Арташати 42. У гибридных растений $F_2 M_2$ 6) белый опушенный колос, белое зерно и 7–8) белый голый колос, красное и белое зерно рентгеноблучение приводит к увеличению содержания растворимых углеводов на 0,25–0,54%. Это увеличение обусловлено, в основном, большим содержанием сахарозы.

Содержание свободных аминокислот в зерне гибридов второго поколения приведено в табл. 3. Эти данные показывают, что гибридные растения по содержанию свободных аминокислот значительно отличаются от исходных сортов. Гибриды Эритролеукон 12 х Безостая 1 и Украинка х Арташати 42 содержат свободных аминокислот на 0,14–1,04 и 0,74–2,45 мг меньше, чем исходные сорта. При рентгеноблучении у гибридов происходит увеличение содержания свободных аминокислот на 0,51–0,54 мг. Это увеличение происходит за счет глютаминовой кислоты + треонин и лейцин.

Различия в содержании свободных аминокислот были установлены и между отдельными формами гибридных растений третьего поколения /табл. 4/. Все формы гибридных растений по общей сумме свободных аминокислот превосходят материнский сорт Украинка на 0,51–1,63 мг на 1 г сухого вещества, или на 7,2–22,9%. Содержание свободных аминокислот в зерне гибридных растений 4) белый опушенный колос, красное зерно больше, чем у обеих исходных сортов, на 0,25–1,63 мг.

Рентгеноблучение приводит к увеличению содержания свободных

Содержание растворимых углеводов в зерне гибридов пшеницы /F₃M₃/ Таблица 2
при рентгеноблучении (в % на абсолютно сухое вещество)

Углеводы	Украин- ка		Арташа- ти 42		1) К. к., опущ., к. з.		2) К. к., опущ., б. з.		3) К. к., голый к. з.		4) Б. к., опущ., к. з.		5) К. к., голый, б. з.		6) Б. к., опущ., б. з.		7) Б. к., голый, к. з.		8) Б. к., голый, б. з.	
	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10
Глюкоза	0,45	0,43	0,60	0,55	0,55	0,35	0,60	0,45	0,45	0,35	0,50	0,35	0,35	0,32	0,35	0,32	0,40	0,37	0,41	0,32
Фруктоза	0,34	0,35	0,34	0,34	0,37	0,28	0,40	0,30	0,37	0,32	0,37	0,43	0,34	0,33	0,32	0,35	0,35	0,33	0,32	0,28
Сахароза	1,41	1,60	1,61	1,47	1,80	2,00	2,07	1,95	2,05	1,93	1,85	1,90	1,80	1,97	1,94	2,14	1,91	2,20	1,42	1,85
Олигоса- хариды	1,86	1,79	1,82	1,81	1,65	1,55	2,17	1,65	2,17	1,65	1,90	1,85	1,85	1,75	1,85	1,90	1,98	2,05	1,33	1,57
Сумма ра- створимых углеводов	4,6	4,17	4,37	4,17	4,37	4,18	5,34	4,30	5,04	4,25	4,62	4,50	4,34	4,37	4,46	4,71	4,64	4,95	3,48	4,02

Таблица 3

Содержание свободных аминокислот в зерне гибридов пшеницы (в мг на 1 г абсолютно сухого вещества)

Аминокислоты	Эритролеу- кон 12*		Эритролеукон 12 х Безостая 1		Безостая 1		Украинка		Украинка х Арташати 42		Арташати 42	
	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10
Аспарагин	0,66	0,79	0,92	0,79	1,06	0,92	0,66	0,66	0,55	0,79	0,93	1,32
Глутамин+аспара- гиновая кислота	0,30	0,40	0,31	0,40	0,29	0,30	0,29	0,33	0,29	0,43	0,58	0,73
Серин+глицин	0,15	0,17	0,15	0,27	0,22	0,15	0,22	0,18	0,17	0,19	0,22	0,19
Лизин+гистидин	0,63	0,44	0,29	0,34	0,73	0,41	0,12	0,14	0,27	0,14	0,87	0,73
Аргинин	0,50	0,52	0,52	0,50	0,51	0,55	0,69	0,52	0,52	0,47	0,69	0,69
Глутаминовая к-та + трионин	2,60	2,30	2,30	2,60	2,80	2,50	3,00	3,40	2,60	2,90	3,00	3,00
$\alpha\beta$ - аланин	0,62	0,62	0,64	0,71	0,62	0,68	0,89	0,89	0,71	0,80	0,89	0,89
Тирозин+триптофон	0,72	0,72	0,72	0,78	0,70	0,74	0,34	0,20	0,21	0,20	0,48	0,12
Валин	0,17	0,17	0,21	0,23	0,13	0,20	0,12	0,09	0,12	0,09	0,18	0,09
Фенилаланин	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Лейцин	0,26	0,39	0,26	0,39	0,52	0,39	0,34	0,38	0,29	0,35	0,48	0,46
γ -аминомасля- ная кислота	0,48	0,58	0,63	0,45	0,41	0,52	0,45	0,54	0,58	0,56	0,51	0,59
Сумма свободных аминокислот	7,09	7,10	6,95	7,46	7,99	7,36	7,12	7,33	6,38	6,92	8,83	8,81

Таблица 4
Содержание свободных аминокислот в зерне мутантов пшеницы /F₃M₃/ при рентгенооблучении
(в мг на 1 г абсолютно сухого вещества)

Аминокислоты	Украинка		Арташати 42		1) К. к., опуш., к. з.		2) К. к., опуш., б. з.		3) К. к., голый, б. з.		4) Б. к., опуш., к. з.		5) К. к., голый, б. з.		6) Б. к., опуш., б. з.		7) Б. к., голый, к. з.		8) Б. к., голый, б. з.	
	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10	К	10
Аспарагин	0,66	0,66	0,43	1,32	1,26	1,05	1,28	1,05	1,28	1,32	1,28	1,32	1,00	1,05	1,12	1,32	1,12	1,05	1,10	1,15
Глютамин+аспарагин, к-та	0,29	0,33	0,58	0,73	0,48	1,10	0,73	1,10	0,30	0,80	0,58	0,80	0,51	0,58	1,00	1,10	0,49	1,08	0,56	1,00
Серин+глицин	0,22	0,18	0,22	0,19	0,18	0,13	0,18	0,13	0,18	0,13	0,20	0,15	0,21	0,19	0,21	0,10	0,20	0,13	0,18	0,10
Лизин+гистидин	0,12	0,14	0,87	0,73	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	0,80	0,70	0,89	0,80	0,84	0,75	0,73	0,70	0,80	0,85	0,81
Аргинин	0,69	0,52	0,69	0,69	0,70	0,50	0,70	0,50	0,70	0,40	0,90	0,40	0,82	0,88	0,82	0,50	0,84	0,89	0,56	0,80
Глютаминовая к-та+треонин	3,00	3,40	3,00	3,00	2,70	2,30	2,75	2,30	3,00	2,30	3,00	2,30	2,80	2,30	2,80	1,90	2,70	1,80	2,71	2,30
α-β аланин	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	1,10	1,00	1,10	1,100	1,10	0,90	1,12	1,11	1,17	0,73	0,80	0,90	0,83	0,80	1,10
Тирозин+триптофон	0,34	0,20	0,15	0,12	0,14	0,18	0,14	0,18	0,14	0,18	0,13	0,18	0,16	0,20	0,40	0,50	0,13	0,70	0,21	0,44
Валин	0,12	0,09	0,18	0,09	0,18	0,06	0,30	0,06	0,30	0,09	0,30	0,08	0,20	0,08	0,11	0,15	0,30	0,08	0,18	0,08
Фенилаланин	+	+	+	+	0,10	+	0,13	+	0,10	+	0,08	+	+	+	+	+	0,08	+	+	+
Лейцин	0,34	0,38	0,48	0,46	0,28	0,26	0,28	0,26	0,32	0,39	0,24	0,52	0,25	0,39	0,21	0,39	0,31	0,39	0,33	0,39
γ-аминомасляная кислота	0,45	0,54	0,51	0,59	0,26	0,56	0,24	0,56	0,21	0,28	0,46	0,38	0,40	0,56	0,35	0,42	0,36	0,47	0,35	0,34
Сумма свободных аминокислот	7,12	7,73	8,50	8,81	7,98	8,04	8,53	8,04	8,43	7,79	8,75	8,12	8,26	8,02	8,10	7,91	7,83	8,10	7,83	8,51

аминокислот у гибридных растений 7-8) белый голый колос, красное и белое зерно 0,17 - 0,88 мг и исходных форм: Украинка и Арташати 42 на 0,61 и 0,31 мг соответственно. Уменьшение суммы свободных аминокислот при рентгенооблучении отмечено у гибридных растений: 1, 2, 3, 5) красный опушенный и голый колос с красным и белым зерном на 0,24 - 0,64 мг и 4-6) белый опушенный колос с красным и белым зерном на 0,19 и 0,63 мг. Существенная разница между отдельными формами гибридных растений и исходными сортами наблюдается и в отношении содержания отдельных аминокислот. Эти различия особенно велики по глютаминовой кислоте + треонин, валину и лейцину.

Как известно, синтез каждого белка детерминирован соответствующими локусами ДНК - структурными генами или цистронами. В геноме гены функционально близких белков объединены в опероны, снабженные генами регуляторами и операторами. Эти элементарные генетические системы включены в системы более высокого уровня сложности и в конечном счете входят в единый генетический аппарат, интегрирующий все метаболические пути и ферментообразовательные процессы клетки. По этой причине любые изменения, если даже они касаются одного гена, способны вызывать существенные сдвиги в структуре всего генома. Из всех генов, контролирующих синтез белков, наиболее изменчивы гены запасных белков - филогенетически самых молодых белков растений. Гены этих белков эволюционно более подвижны и наиболее чувствительны к мутагенным факторам.

V. A. Avakian, A. R. Movsisian

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF INTERSPECIFIC HYBRID SEEDS OF WHEAT AFTER X-RAY IRRADIATION

S u m m a r y

It was discovered that the second and third hybrid forms of wheat differ significantly from the initial varieties by their soluble carbohydrates and free amino acid content. As a result of X-ray irradiation the content of carbohydrates and free amino acids increases somewhat in the second hybrid generation plants. In the third generation they increase significantly.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Романцев Е. Ф., Блохина В. Д., Кошеченко Н. Н. Филипова И. В. Ранние радиационно-биохимические реакции. М., Атомиздат, 1966.
2. Ильина Г. В., Кузнецова Н. Н., Рыдкий С. Г. О влиянии физиологически-активных соединений ионизирующей радиации на

обмен веществ в растениях пшеницы. Физиология растений, 12, 3, 424, 1965.

3. Гродзинский Д. М., Коломиец К. Д., Вакаренко Г. Е. Действие γ - радиации на растворимые белки листьев гороха. Радиобиология, УП, 6, 916, 1967.
4. Пасхина Т. С. Современные методы биохимии. М., 1964.
5. Заводская И. Г., Горбачева Г. И., Машушина Н. С. Количественное определение углеводов резорциновым, анилин-фталатным методом с помощью бумажной хроматографии. В сб.: Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М., 1962.