

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшева З. Н.— В сб.: Тез. докл. 5-го Закавказского совещания по спорным растениям. Ереван, 1972, с. 200.
2. Виттерг S. Echte Mehltauipilze (Erysiphaceae). Ein Bestimmungsbuch für die in Europa vorkommenden Arten.— Jena, 1967.
3. Головин П. Н. Микофлора Средней Азии, т. 1, вып. 1.— Ташкент, 1949.
4. Головин П. Н. Мучнисторосяные грибы, паразитирующие на культурных и полезных растениях.— М.— Л., 1960.
5. Ячевский А. А. Карманный определитель грибов, вып. 2: Мучнисторосяные грибы.— Л., 1927.

Поступила в редакцию
12.01.83.

Кафедра ботаники

УДК 581.134.5+577.164.2:633.15

Л. Ф. СМЕРНОВА, А. Н. ПАЛИЛОВА, Н. А. КОРОЛЕВА

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ, ДЕГИДРОАСКОРБИНОВОЙ И ДИКЕТОГУЛОНОВОЙ КИСЛОТ У РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ С ЦМС, ИХ ФЕРТИЛЬНЫХ АНАЛОГОВ И ЛИНИЙ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ ФЕРТИЛЬНОСТИ

Аскорбиновая кислота (АК) и ее окисленные формы — дегидроаскорбиновая (ДАК) и дикетогулоновая (ДКГК) кислоты играют значительную роль в метаболизме растений. Обратимо окисляясь и восстанавливаясь, АК и ДАК участвуют в транспорте электронов и протонов, влияют на процессы дыхания и фотосинтеза. АК повышает восстановительный уровень клеток, стимулируя работу соответствующих ферментов, создает благоприятные условия для общего метаболизма. С содержанием и превращениями АК тесно связан обмен фенольных соединений, которые стабилизируются аскорбиновой кислотой, предотвращая нарушение метаболизма, вызываемые хинонами.

Наряду с исследованием содержания АК следует определять и количество ее окисленных форм — ДАК и ДКГК, состоящих с АК в обратимом взаимодействии. Содержание ДАК может составлять 10—50 % (и выше) от количества АК, т. е. значительную долю в общей сумме этих биологически активных веществ; лактон ДКГК является дегидроаскорбиновой кислотой.

Необходимо исследовать также условия, определяющие содержание аскорбиновой кислоты, в частности влияние генетических (ядерных и цитоплазматических) факторов. Объектами изучения влияния хромосомальных и экстрахромосомальных факторов, позволяющими, кроме того, разграничить ядерные и внеядерные воздействия, могут служить формы растений, различающиеся цитоплазмой (нормальной или стерильной) и доминантным или рецессивным состояниями ядерного *Rf*-гена. Сочетание стерильной цитоплазмы и рецессивных *rf*-аллелей ядерного гена, ответственного за фертильность, приводит к неблагоприятным ядерно-плазматическим взаимодействиям, которые проявляются в снижении содержания отдельных веществ и уровня метаболизма. Введение в стерильную цитоплазму доминантных *Rf*-аллелей вызывает репарацию нарушений. Изменение степени проявления стерильности или фертильности, обусловленное различными погодными условиями, изменяет и степень их воздействия на изучаемые показатели, что наблюдается в разные годы исследования.

Некоторые авторы [1] отмечают снижение у стерильных форм растений содержания фенольных соединений и аскорбиновой кислоты, причем недостаток АК вызывает рост количества хинонов. Хиноны способны нарушать переаминирование отдельных аминокислот, в результате уменьшается синтез пролина — компонента пыльцевых зерен, определяющего конформацию белков мембран. Недостаток пролина может оказаться критическим: нарушаются процессы микроспорогенеза, что при-

водит к дегенерации пыльцы и к возникновению андростерильности. Следовательно, снижение содержания АК, наряду с другими нарушениями, может привести к первичному биохимическому дефекту, вызывающему явление цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС).

Материал и методика

Содержание АК, ДАК, ДКГК определяли у стерильных и фертильных аналогов кукурузы и у линий-восстановителей фертильности. Сравнивая по изучаемым показателям линии с рецессивными *rf*-аллелями (фертильные линии — закрепители стерильности и их стерильные аналоги), можно проследить влияние нормальной или стерильной цитоплазм. При сопоставлении стерильной линии (с *rf*-аллелями) и восстановителя на стерильной основе (с *Rf*-аллелями), или закрепителя стерильности с восстановителем на нормальной основе, можно проследить влияние доминантных или рецессивных аллелей ядерного *Rf*-гена.

Исследование проведено на материале лаборатории нехромосомной наследственности Института генетики и цитологии АН БССР, выращенном в мелкоделяночном полевом опыте: Вир 29, Вир 29т, Вир 29м, Вир 29 тв, Вир 29 вт, Вир 29 мв.

Для раздельного количественного определения АК, ДАК, ДКГК использовали метод Роу в модификации Соколовского и др. [2].

Результаты и их обсуждение

При сравнении количества аскорбиновой кислоты и ее окисленных форм у фертильных линий и их стерильных аналогов в течение двух лет исследований (табл. 1) отмечены существенные различия. У сте-

Таблица 1

Содержание аскорбиновой, дегидроаскорбиновой, дикетогулоновой кислот в метелках и листьях стерильных и фертильных аналогов кукурузы

Линии	Цитоплазма	Ядерные факторы	В абсолютно сухой массе					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мг %	% к фертильной линии	мг %	% к фертильной линии	мг %	% к фертильной линии
Метелки								
I								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	34,0	100,0	13,7	100,0	31,7	100,0
Вир 29 м	М	<i>rf₃</i>	18,8*	55,3	12,3	89,8	28,7	90,5
II								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	74,9	100,0	39,2	100,0	37,6	100,0
Вир 29 т	Т	<i>rf₁rf₂</i>	58,6*	78,3	26,0*	66,3	31,3	83,4
Листья								
I								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	46,1	100,0	39,4	100,0	41,8	100,0
Вир 29 м	М	<i>rf₃</i>	40,8*	88,5	25,6*	64,9	25,8*	61,7
II								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	134,8	100,0	55,7	100,0	48,9	100,0
Вир 29 т	Т	<i>rf₁rf₂</i>	76,3*	56,6*	27,5*	49,4	23,2*	47,4

Примечания: К табл. 1, 3, 4: 1) I, II — первый и второй годы исследований; 2) для выражения результатов в мкг/г цифровые значения увеличить в 10 раз. * — различия достоверны (для табл. 1—5).

рильных линий Вир 29 т и Вир 29 м наблюдали более низкое содержание АК, ДАК и ДКГК (47—94 % их количества у фертильного аналога). Уменьшение количества исследуемых кислот обнаружено как в метелках стерильных линий, так и в листьях, что свидетельствует об изменениях не только в генеративных, но и в вегетативных органах. В метелках наиболее значительно уменьшалось содержание аскорбиновой кислоты, причем в большинстве случаев изменения, вызванные Т-типом цитоплазмы во втором году исследований, были более значительными, чем изменения, обусловленные М-типом цитоплазмы в первом году исследований.

Представляется также необходимым сделать расчет содержания АК и ее окисленных форм в 1 цветке метелок фертильных и стерильных линий (табл. 2). Вследствие того, что у стерильных форм наблюдается снижение как массы 1 цветка, так и концентрации исследуемых кислот, содержание АК, ДАК, ДКГК в 1 цветке уменьшилось в 1,5—2,5 раза. При одинаковом геноме и *rf*-аллелях у исследованных аналогов причиной снижения количества АК и ее окисленных форм является неблагоприятное сочетание стерильной цитоплазмы Т- и М-типов с рецессивными *rf*-аллелями.

Таблица 2

Масса цветка и содержание АК, ДАК, ДКГК в 1 цветке метелки фертильной линии Вир 29 и ее стерильных аналогов Вир 29 т и Вир 29 м

Линии	Цитоплазма	Ядерные факторы	Масса 1 цветка				Содержание кислот в 1 цветке					
			свежая масса		абсолютно сухая масса		АК		ДАК		ДКГК	
			мг	% к фертильной линии	мг	% к фертильной линии	мкг	% к фертильной линии	мкг	% к фертильной линии	мкг	% к фертильной линии
I												
Вир 29	Н	<i>rf</i> <i>rf</i>	17,46	100,0	4,80	100,0	1,48	100,0	0,60	100,0	1,37	100,0
Вир 29 м	М	<i>rf</i> ₃	12,50	71,6	3,35	69,8	0,62	41,9	0,41	68,3	0,91	66,4
II												
Вир 29	Н	<i>rf</i> <i>rf</i>	19,50	100,0	5,36	100,0	4,34	100,0	2,27	100,0	2,18	100,0
Вир 29 т	Т	<i>rf</i> ₁ <i>rf</i> ₂	17,32	88,8	4,76	88,8	2,07	47,7	0,92	40,5	1,11	50,9

Примечание к табл. 2 и 5: 1) I, II — разные годы исследования; 2) для выражения веса 1000 цветков цифровые значения те же, данные выражаются в граммах; 3) при расчете на 1000 цветков содержания АК, ДАК, ДКГК цифровые значения те же, данные выражаются в мг.

Более низкое содержание АК в пыльниках стерильных линий может в недостаточной мере стабилизировать фенольные соединения и восстанавливать хиноны, и, следовательно, служить причиной нарушения микроспорогенеза и возникновения ЦМС.

Известно, что ядерный *Rf*-ген отвечает за фертильность пыльцы. Однако, сопоставляя формы растений с доминантными или рецессивными аллелями *Rf*-гена, идентичные по геному и цитоплазме, можно обнаружить различия по морфологическим и физиолого-биохимическим показателям. Причиной различий, без сомнения, является доминантное или рецессивное состояние *Rf*-гена, взаимодействие *Rf*- или *rf*-аллелей с цитоплазмой.

В нашем исследовании показано, что у восстановителей на стерильной основе (Вир 29тв, Вир 29мв) в сравнении с соответствующими стерильными линиями содержание АК, ДАК в метелках возросло в 1,5—3,8 раза (табл. 3). В листьях восстановителей (табл. 4) количество исследуемых кислот увеличилось в несколько меньшей степени: в 1,1—

Влияние рецессивных и доминантных аллелей Rf -гена на содержание АК, ДАК, ДКГК в метелках кукурузы

Линии	Цито-плаз-ма	Ядерные факторы	В абсолютно сухой массе					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии
Восстановители на стерильной основе								
I								
Вир 29 м	М	rf_3	18,82	100,0	12,27	100,0	28,67	100,0
Вир 29 мв	М	Rf_3	71,86*	381,8	40,29*	328,4	44,00*	153,5
II								
Вир 29 т	Т	rf_1rf_2	58,63	100,0	25,98	100,0	31,37	100,0
Вир 29 тв	Т	Rf_1Rf_2	93,24*	159,1	48,65*	187,3	29,45	93,9
Восстановитель на нормальной основе								
II								
Вир 29	Н	$rfrf$	74,95	100,0	39,15	100,0	37,60	100,0
Вир 29 вт	Н	Rf_1Rf_2	72,26	96,4	36,98	94,5	25,00*	66,5

1,8 раза. Увеличение содержания АК и ДАК у линий-восстановителей может быть объяснено репарирующим влиянием Rf -аллелей, благоприятным ядерно-плазматическим взаимодействием.

Роль Rf -аллелей в нормальной цитоплазме (у Вир 29 вт) в отношении накопления АК, ДАК, ДКГК с достоверностью не отмечена ни в метелках, ни в листьях (см. табл. 3, 4, 5). Содержание исследуемых кислот у Вир 29 вт приближается к уровню Вир 29. Этот факт может быть объяснен тем, что сравнение производится с фертильным закрепителем стерильности Вир 29, содержащим нормальную цитоплазму, не имеющим таких серьезных нарушений метаболизма, как у стерильных форм с дефектной, стерильной цитоплазмой.

Таблица 4

Влияние рецессивных и доминантных аллелей Rf -гена на содержание АК, ДАК, ДКГК в листьях кукурузы

Линии	Цито-плаз-ма	Ядерные факторы	В абсолютно сухой массе					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии
Восстановители на стерильной основе								
I								
Вир 29 м	М	rf_3	40,78	100,0	25,57	100,0	25,84	100,0
Вир 29 мв	М	Rf_3	44,48	109,0	27,86	109,00	42,50*	164,5
II								
Вир 29 т	Т	rf_1rf_2	76,33	100,0	27,51	100,0	23,18	100,0
Вир 29 тв	Т	Rf_1Rf_2	103,80*	136,0	43,88*	187,6	42,31*	182,5
Восстановитель на нормальной основе								
II								
Вир 29	Н	$rfrf$	134,8	100,0	55,70	100,0	48,90	100,0
Вир 29 вт	Н	Rf_1Rf_2	123,9	91,9	50,90	91,3	40,14*	82,1

Произведены расчеты содержания АК, ДАК, ДКГК в 1 цветке метелки восстановителей фертильности и соответствующих стерильных линий (табл. 5). Количество аскорбиновой кислоты и ее окисленных форм в 1-ом цветке метелки линий-восстановителей в сравнении со стерильными формами возрастает значительно: в 1,8—4 раза; особенно АК и ДАК. Такое значительное различие в содержании АК и ДАК в метелках восстановителей и стерильных форм может подтвердить роль исследуемых кислот в формировании стерильности или восстановлении фертильности.

Таблица 5

Содержание АК, ДАК, ДКГК в 1-ом цветке метелок восстановителей фертильности и исходных линий

Линии	Цитоплазма	Ядерные факторы	Содержание кислот в 1-ом цветке					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мкг	% к исходной линии	мкг	% к исходной линии	мкг	% к исходной линии

Восстановители на стерильной основе

I

Вир 29 м	М	r_f^3	0,62	100,0	0,41	100,0	0,91	100,0
Вир 29 мв	М	Rf^3	2,20*	354,9	1,67*	407,3	1,82*	200,0

II

Вир 29 т	Т	$r_{f_1}r_{f_2}$	2,07	100,0	0,92	100,0	1,11	100,0
Вир 29 тв	Т	Rf_1Rf_2	3,64*	175,8	1,90*	206,5	1,15	103,6

Восстановитель на нормальной основе

II

Вир 29	Н	$r_f r_f$	4,34	100,0	2,27	100,0	2,18	100,0
Вир 29 вт	Н	Rf_1Rf_2	3,92	90,3	2,01	88,5	1,36*	62,4

Таким образом, показана роль Rf -гена и в накоплении аскорбиновой кислоты и ее окисленных форм. По-видимому, Rf -ген входит в группу генов, контролирующих накопление АК, ДАК, ДКГК или создающих наиболее благоприятные условия для их накопления.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что накопление АК, ДАК и ДКГК является как нехромосомно наследуемым явлением, зависящим от типа цитоплазмы, так и определяется ядерным Rf -геном, его доминантными или рецессивными аллелями.

Различия, отмеченные в генеративной сфере и в вегетативных органах, подчеркивают, что изменения происходят не только в генеративной сфере, а затрагивают метаболизм растения в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашкар С. И., Земель Ф. М., Школенко В. В., Чалык Т. Е.— В кн.: Фенольные соединения и их свойства. Алма-Ата, 1973, с. 85.
2. Соколовский В. В., Лебедева Л. В., Лиэлуп Т. Б.— Лабораторное дело, 1974, № 3.

Поступила в редакцию
08.09.83.

Кафедра физиологии растений,
Лаборатория нехромосомной наследственности
Института генетики и цитологии АН БССР