Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 2

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

П. А. ГЕНКЕЛЬ и И. В. ЦВЕТКОВА

ПОВЫШЕНИЕ ЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 14 II 1955)

Опыты Н. Г. Холодного ([1], [2]) показали, что под влиянием одновалентных и двувалентных катионов, в частности гипотонических растворов хлористого калия и хлористого кальция, изменяются свойства протоплазмы клеток: гипотонические растворы одновалентных катионов понижают вязкость протоплазмы, а двувалентные катионы ее увеличивают.

В работе П. А. Генкеля и К. П. Марголиной ([4]) была показана зависимость между вязкостью протоплазмы и способностью растений переносить высокую температуру. П. А. Генкель и И. В. Цветкова ([5]) показали, что, повышая и понижая вязкость протоплазмы клеток, можно изменить степень жаростойкости растительных тканей. Хлористый кальций, повышая вязкость плазмы, повышает жароустойчивость, а хлористый калий, снижая вязкость протоплазмы, уменьшает и жароустойчивость тканей.

Исходя из изложенного, мы в данной работе использовали влияние хлористого кальция на повышение жароустойчивости растений путем воздействия на семена. Для этой цели мы обрабатывали 1/40 *M* раствором хлористого кальция сухие семена и погружали их в гипотонический раствор: просо на 18 час., пшеницу на 24 часа, без последующего промывания водой. После этого они немного подсушивались и высевались в поле.

Работа проводилась нами на засоленных почвах в орошаемых условиях Валуевской опытно-мелиоративной станции им. П. А. Костычева. По климатическим условиям данный район относится к степям южного типа, а по агроклиматическому районированию лежит в зоне сухого земледелия. Основной фон полей составляют почвы переходные от светлокаштановых до темнокаштановых солонцеватых, преобладает сульфатно-хлоридное засоление. В летние месяцы температура почвы и воздуха достигает весьма больших величин, и жароустойчивость растений имеет в этих условиях существенное значение.

Опыты закладывались на протяжении 3 лет с просом сорт Кремовый и пшеницей Лютесценс 605. У растений полевого опыта изучалась сравнительная степень солеустойчивости, характер обмена и некоторые коллоидно-химические свойства протоплазмы. Оценка степени солеустойчивости производилась микроскопическим методом ([3]), поскольку работа проводилась на засоленных почвах и поэтому было интересно выяснить влияние хлористого кальция на повышение солеустойчивости растений. Сущность метода заключается в следующем: срезы верхнего эпидермиса листа, предварительно окрашенные в растворе нейтрального красного (1 : 10000), погружались в раствор хлористого натрия, в котором выдерживались несколько часов, после чего просматривались под микроскопом. Наличие значительного числа живых клеток в поле зрения говорило о высокой солеустойчивости растения. Особое внимание мы уделяли вязкости протоплазмы, которую изучали плазмолитическим методом по времени плазмолиза ([4]). Жароустойчивость клеток определялась путем установления порога коагуляции белков ([5]).

Солевая обработка раствором хлористого кальция действует преимущественно на повышение жароустойчивости растений. У растений, прошедших эту предпосевную обработку, возрастает вязкость протоплазмы и жароустойчивость клеток, а солеустойчивость, по сравнению с контрольными растениями, повышается очень незначительно. Кроме того, обработка хлористым кальцием стимулирует рост и развитие корневой системы.

Данные физиологических исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние $CaCl_2$ на вязкость протоплазмы и жароустойчивость клеток растений (в фазу трубки)

	Просо		Пшеница	
	контроль	$CaCl_2$	контроль	$CaCl_2$
Жароустойчивость клеток (в °С) . . .	57	59	53	55
Вязкость протоплазмы (в минутах) . .	60	80	30	50
Число живых клеток (в %) при выдерж. в 1 *М* растворе NaCl*	28 (15 ч.)	45 (15 ч.)	20 (20 ч.)	35 (20 ч.)

* В скобках указана продолжительность выдерживания в солевом растворе.

Как видно из табл. 1, у растений, обработанных раствором хлористого кальция, очень незначительно повышалась солеустойчивость, в то время как вязкость протоплазмы и жароустойчивость у них была повышена. Это особенно четко выразилось у культуры проса — растения, как известно, более жароустойчивого, чем пшеница.

Хлористый кальций оказал благоприятное влияние на рост и развитие растений, а также на повышение урожая (см. табл. 2).

Таблица 2

Величина и структура урожая проса и пшеницы при обработке $CaCl_2$

	Просо		Пшеница	
	контроль	$CaCl_2$	контроль	$CaCl_2$
Высота стебля в см	57,2	58,9	41,7	44,4
Продуктивность кущения	1,1	1,2	1,2	1,4
Длина метелки (колоса) в см	15,7	17,7	6,8	7,2
Число метелочек в метелке (колосков в колосе)	13,6	16,7	12,3	13,2
Число зерен в метелке (в колосе) . .	360	403	20,5	24,3
Абсолютный вес зерен в г	6,3	6,8	22,2	27,2
Урожай зерна: в ц/га	13,1	17,2	9,9	13,0
в % к контролю . . .	100	131,3	100	131,3

Как видно из табл. 2, у растений, прошедших предпосевное солевое воздействие хлористым кальцием, повышался урожай зерна по сравнению с контролем. Повышение урожая зерна шло за счет увеличения продуктивности кущения, длины метелки (колоса), числа метелочек в метелке (колосков в колосе), числа зерен в метелке (в колосе) и абсолютного веса зерна.

По урожайности просо и пшеница резко различаются. Пшеница в условиях орошения на засоленных почвах растет и развивается плохо и гораздо слабее реагирует на солевые обработки, чем просо. Весь урожай

пшеницы нельзя было учесть из-за массового выпадения растений к концу вегетации. Пришлось воспользоваться метровками, которые характеризуют только сохранившиеся участки, но не позволяют учесть урожай со всей площади. Просо в этих условиях развивается хорошо, что положительно сказывается на величине и структуре урожая. Причины здесь, очевидно, следующие: во-первых, большая жароустойчивость проса способствует перенесению высоких температур почвы и воздуха Заволжья и, во-вторых, у проса корневая система более мощная, но поверхностная.

Таблица 3

Влияние $CaCl_2$ на вязкость протоплазмы, жароустойчивость и солеустойчивость проса

	Обработка 1953 г.		I поколение		II поколение	
	контроль	$CaCl_2$	контроль	$CaCl_2$	контроль	$CaCl_2$
Жароустойчивость клеток (в °С)	56	58	57	58	57	58
Вязкость протоплазмы (в минутах)	50	70	60	70	60	75
Число живых клеток (в %) при выдерж. в 1 *М* растворе NaCl 17 час. . . .	10,0	20,0	20,0	24,6	26,5	28,0

Корневая система проса расположена близко к поверхности, где в условиях орошения содержится меньше солей в результате поливов, которые в известной мере отмывают верхний слой от избытка солей. У пшеницы корни уходят в нижние, более засоленные горизонты почвы, в результате чего она так сильно страдает от избытка солей.

Таблица 4

Величина урожая и структура проса

Величина и структура урожая	Обработка 1953 г.		I поколение		II поколение	
	контроль	$CaCl_2$	контроль	$CaCl_2$	контроль	$CaCl_2$
Высота стебля в см . . .	57,2	58,9	57,6	58,5	58,2	59,7
Продуктивность кущения .	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Длина метелки в см . . .	15,7	17,7	16,4	17,3	17,7	18,0
Число метелочек в метелке	13,6	16,7	16,1	16,7	16,6	16,7
Число зерен в метелке	360	403	410	431	442	466
Абсолютный вес зерна . .	6,3	6,8	6,3	6,5	6,6	6,7
Урожай зерна: в ц/га . .	13,1	17,2	15,5	18,1	18,1	20,6
в % . . .	100	131,3	116,8	141,2	138,2	157,2

Из всего изложенного вытекает, что примененный нами прием предпосевной обработки семян раствором хлористого кальция действительно повысил жароустойчивость растений и урожай растения в засушливых условиях.

Далее нами изучалось наследование следующими поколениями жароустойчивости, приобретенной в результате естественной адаптации и направленного ее повышения путем воздействия раствором хлористого кальция. Опыты проводились с просом с 1951 до 1953 г. За это время было получено два поколения проса. При этом наиболее жароустойчивыми оказались растения первого и второго поколений по сравнению с контролем,

высеянным впервые на этой почве. Следует отметить, что у растений, прошедших солевую обработку, жароустойчивость была выше, чем у естественно адаптированных (см. табл. 3).

Как вытекает из данных табл. 3, такая же закономерность сохраняется и в отношении других физиологических показателей.

Из табл. 4 видно, что у растений, прошедших естественную адаптацию и направленное повышение жароустойчивости, повышается урожай по сравнению с растениями, впервые высеянными на эту почву. Растения с направленно-повышенной жароустойчивостью сохраняют приобретенные признаки и передают их по наследству. Семена, прошедшие обработку в 1951 г., повышали урожай зерна по сравнению с растениями, семена которых прошли обработку в 1953 г. и еще более — по сравнению с контролем. Этот факт, т. е. передача потомству приобретенных признаков, имеет важное практическое значение для создания более жароустойчивых форм культурных растений.

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР

Поступило
7 II 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Н. Г. Холодный, Biochem. Zs., 1—2 (1924). [2] Н. Г. Холодный, Е. Зенкевич, Protoplasma, 20, H. 1 (1933). [3] П. А. Генкель, Сборн. памяти акад. Д. Н. Прянишникова, Изд. АН СССР, 1950. [4] П. А. Генкель, К. П. Марголина, ДАН, **76**, № 4 (1951). [5] П. А. Генкель, И. Б. Цветкова, ДАН, **74**, № 5 (1950).