

УДК 581.144.2

## ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ КОРНЕЙ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

**М. Н. КОНДРАТЬЕВ, М. Ф. КОСТЮКОВИЧ, Н. Н. ТРЕТЬЯКОВ**  
(Кафедра физиологии растений)

При увеличении концентрации питательного раствора (с 20 до 100 ммоль) усиливается интенсивность поглощения ионов  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{K}^+$  корнями кукурузы в первые часы эксперимента. В последующем ответная реакция растений изменяется в противоположную сторону. К концу экспериментального периода поглотительная активность корней сильно тормозится. Трехдневная адаптация растений к условиям питания приводит к снижению суммарного поглощения ионов  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{K}^+$  и усилению поглощения кальция. При этом происходит стабилизация процесса поглощения ионов во времени и возрастает влияние светового фактора и рН на поглотительную функцию корней. Поглощение калия и кальция находится в противофазе, т. е. усиление поглощения одного из катионов приводит к снижению поглощения другого.

При изменении концентрации солей в корнеобитаемой среде, как правило, меняется поглотительная функция корневой системы интактных растений [5, 10]. Изучение этого явления представляет интерес как с точки зрения выяснения изменения поглотительной функции корней при корневых подкормках растений, так и для познания явления биологической саморегуляции процессов.

Исследования поглощения  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^+$ ,  $\text{K}^+$  других ионов убедительно показали, что при возрастании концентрации ионов в среде интенсивность их поглощения растениями усиливается [4, 5, 14]. Если варьирование концентрации не выходит за определенные пределы, эта взаимосвязь носит прямолинейный характер, причем эти пределы в известной мере определяются биологическим объектом и его возрастом [4, 5, 7, 23]. При дальнейшем повышении концентрации ионов в среде положительная

связь поглощения с этим фактором ослабляется, а на определенном этапе кривая, отражающая этот процесс, выходит на плато [17, 19, 23]. Следовательно, изменение концентрации раствора приводит к быстрой реакции поглотительной системы растений, направленной на регулирование поглощения ионов в новых условиях питания. Проявление саморегулирующей функции корневой системы интактного растения выражается и в том, что со временем влияние высоких концентраций ионов в среде на поглотительную деятельность корней ослабляется [4, 9].

Вместе с тем некоторые исследователи считают, что при чрезмерно высоких концентрациях наружного раствора может произойти повреждение избирательной проницаемости мембран, что создает условия для пассивного поступления ионов за счет массового тока [13].

Существенное влияние на поглощение элементов питания оказывает интенсивность освещения, с увеличением которой усиливается поглощение ионов  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$  [12, 22]. Усиление поглощения  $\text{NO}_3^-$  часто приводит к стимуляции активности нитратредуктазы. Последняя по принципу обратной связи увеличивает поглощение  $\text{NO}_3^-$  растением [15, 21]. Вместе с тем высокие концентрации нитрата в тканях могут ингибировать активность нитратредуктазы [20, 24], что, в свою очередь, вероятно, повлечет за собой торможение поглощения  $\text{NO}_3^-$ , а следовательно, и других элементов питания. Иными словами, в данном случае будет иметь место светозависимая регуляция поглотительной деятельности корней растений.

Целью наших исследований явилось изучение реакции поглотительной системы корней кукурузы на концентрацию азотнокислых солей в питательном растворе в зависимости от его pH, освещения и предварительного выдерживания растений на опытных растворах.

### Методика

Кукуруза (*Zea mays*) гибрид Буковинский 3-ТВ выращивалась в контролируемых условиях Лаборатории физиологии растений Тимирязевской академии. В эксперименте использовали 30-дневные растения, предварительно выращенные на питательной смеси Арнона — Хогланда при интенсивности света 15 и 25 клк (в дальнейшем будем называть соответственно низкой и высокой интенсивностью света). Выращивание проводили в водной культуре с использованием ламп ДКсТС-10 000 при 16-часовом фотопериоде. Температура воздуха 20° поддерживалась круглосуточно. Пониженную освещенность создавали с помощью марлевого экрана. При проведении эксперимента использовали питательную смесь Арнона — Хогланда, в которой варьировали концентрацию нитрата (20, 50, 100 ммоль) и pH (5,6 и 7,2). Соответствующие концентрации создавали с помощью солей  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , которые вносили в раствор в том же соотношении, что и в питательной смеси.

Одни растения помещали на опытные растворы за 3 сут до начала определения интенсивности поглощения ими ионов нитрата, калия и кальция, другие — непосредственно перед определением. Начало экспозиции — 6 ч утра (время включения света), продолжительность — 24 ч. Смену опытных растворов проводили через каждые 8 ч, что давало возможность проследить кинетику изучаемого процесса и выявить возможные изменения его суточного ритма.

Поглощение ионов определяли по уменьшению их содержания в растворах. Биологическая повторность 4-кратная.

Реакцию растений, выращиваемых при разной интенсивности света, на изучаемые условия корневого питания определяли в одну и ту же фазу развития (9 листьев), которая наступала на несколько дней позже при пониженной облученности. Нитратный азот в растворах определяли колориметрическим методом [18], калий — на пламенном фотометре, кальций — на атомно-абсорбционном анализаторе.

### Результаты

Поскольку растения, выращиваемые при высокой интенсивности света, несколько опережали в развитии те, которые росли при пониженной освещенности, а исследования поглощения элементов минерального питания мы проводили в одну и ту же фазу развития растений (развертывание 9-го листа), то посчитали необходимым привести сравнительную характеристику опытных растений. Сопоставление биометрических показателей, характеризующих рост опытных растений при разных све-

товых условиях, показало лишь незначительные различия по вариантам. Высота растений при интенсивности света 25 клк составляла  $63,2 \pm 1,9$  см, 15 клк —  $60,7 \pm 1,4$  см; сырая масса корней соответственно  $15,1 \pm 0,5$  и  $14,5 \pm 0,4$  г в расчете на 2 растения, сырая масса надземных органов —  $137,0 \pm 3,1$  и  $132,9 \pm 2,6$  г на 2 растения.

При анализе поглотительной деятельности корневых систем в условиях высокой концентрации питательного раствора принимали во внимание, что при длительных экспозициях (от нескольких часов до нескольких суток) возможно проявление эндогенных ритмов поглощения ионов [3].

При минимальной концентрации нитрата в растворе (20 ммоль), которая наиболее близка к его концентрации до эксперимента, интенсивность поглощения растениями ионов нитрата и калия возрастала до второй половины светового периода, а затем ослабевала в ночные часы (табл. 1). Освещение и pH раствора оказывали влияние на интенсивность поглощения ионов, однако кинетика этого процесса не менялась.

Таблица 1

Поглощение  $\text{NO}_3^-$  в зависимости от факторов среды и условий предварительного выращивания (ммоль  $\cdot 10^{-2}$  на 2 растения)

Концентрация нитратов, ммоль	Без адаптации				Адаптация 3 дня			
	с 6 до 14 ч	с 14 до 22 ч	с 22 до 6 ч	за сутки	с 6 до 14 ч	с 14 до 22 ч	с 22 до 6 ч	за сутки
Интенсивность света 25 клк								
20	$281,6 \pm 0,82$	$317,6 \pm 1,1$	$194,3 \pm 1,3$	$793,5$	$236,0 \pm 1,2$	$275,9 \pm 1,8$	$168,0 \pm 1,3$	$679,9$
	$267,8 \pm 2,6$	$298,8 \pm 0,8$	$165,1 \pm 1,5$	$731,7$	$210,6 \pm 1,6$	$257,3 \pm 1,2$	$154,0 \pm 1,1$	$621,9$
50	$418,7 \pm 1,8$	$303,2 \pm 1,6$	$202,3 \pm 2,4$	$924,2$	$337,8 \pm 1,4$	$271,8 \pm 2,8$	$176,4 \pm 1,8$	$786,0$
	$420,1 \pm 3,0$	$301,1 \pm 2,6$	$193,1 \pm 1,6$	$914,3$	$270,6 \pm 1,3$	$295,3 \pm 2,2$	$182,2 \pm 0,9$	$748,1$
100	$1095,2 \pm 5,3$	$287,1 \pm 3,9$	$51,6 \pm 2,3$	$1433,3$	$408,8 \pm 3,5$	$324,3 \pm 2,9$	$227,0 \pm 2,1$	$960,1$
	$1097,9 \pm 4,3$	$289,5 \pm 3,3$	$40,7 \pm 2,0$	$1428,1$	$407,8 \pm 4,1$	$326,6 \pm 3,5$	$211,6 \pm 2,6$	$946,0$
Интенсивность света 15 клк								
20	$247,7 \pm 1,6$	$270,8 \pm 1,5$	$191,4 \pm 0,5$	$709,9$	$235,0 \pm 0,9$	$252,2 \pm 1,2$	$174,2 \pm 1,0$	$661,4$
	$215,4 \pm 1,4$	$243,8 \pm 1,3$	$163,8 \pm 1,6$	$623,0$	$185,8 \pm 0,6$	$206,1 \pm 1,0$	$134,2 \pm 1,3$	$526,1$
50	$355,5 \pm 1,9$	$265,3 \pm 2,7$	$170,5 \pm 1,4$	$791,3$	$246,6 \pm 1,9$	$290,2 \pm 1,6$	$185,9 \pm 1,4$	$721,7$
	$358,7 \pm 2,7$	$256,0 \pm 1,4$	$148,7 \pm 1,6$	$763,4$	$219,8 \pm 1,9$	$268,1 \pm 1,5$	$163,8 \pm 1,5$	$652,2$
100	$1085,7 \pm 3,6$	$253,9 \pm 3,0$	$35,8 \pm 2,2$	$1375,4$	$377,8 \pm 4,0$	$322,5 \pm 1,7$	$227,0 \pm 2,1$	$927,3$
	$1080,2 \pm 2,9$	$240,8 \pm 3,6$	$29,3 \pm 2,2$	$1350,3$	$376,0 \pm 4,4$	$295,3 \pm 2,7$	$191,3 \pm 3,0$	$862,6$

Примечание. Здесь и в последующих таблицах в числителе pH питательного раствора равнялось 5,6, в знаменателе — 7,2.

В первые сутки после повышения концентрации азотнокислых солей до 50 и тем более до 100 ммоль (по  $\text{NO}_3^-$ ) увеличивалось суммарное (за 24 ч) поглощение всех изучаемых ионов. Вместе с тем существенно менялась и кинетика процесса (табл. 1—3). У растений этих вариантов максимум поглощения ионов нитрата и калия отмечался в первые часы экспозиции, затем интенсивность этого процесса снижалась, особенно в темновой период, когда поглощение указанных ионов было даже ниже, чем при минимальной концентрации азотнокислых солей в растворе (табл. 1, 2).

Следует остановиться еще на одном любопытном факте. Кинетика поглощения ионов нитрата и калия была сходной, а катионов кальция и калия находилась в противофазе. А именно: усиление поглощения одного из катионов сопровождалось угнетением поглощения другого (табл. 2, 3). Следовательно, в эксперименте нашло подтверждение положение о том, что калий и кальций являются наиболее конкурентными катионами при их поглощении [6, 11]. Суммарное поглощение кальция увеличивалось с увеличением концентрации раствора, при повышении pH и снижении интенсивности света. Общий же уровень поглощения

Поглощение  $K^+$  в зависимости от факторов среды  
и условий предварительного выращивания (ммоль·10<sup>-2</sup> на 2 растения)

Концентрация нитратов, ммоль	Без адаптации				Адаптация 3 дня			
	с 6 до 14 ч	с 14 до 22 ч	с 22 до 6 ч	за сутки	с 6 до 14 ч	с 14 до 22 ч	с 22 до 6 ч	за сутки
Интенсивность света 25 клк								
20	219,1±1,3	253,3±1,26	201,5±2,2	673,9	214,0±1,0	221,7±1,5	191,3±1,3	627,4
	202,1±1,0	241,3±1,3	181,9±1,8	625,3	180,2±1,4	201,1±2,0	153,0±1,2	534,3
50	303,5±1,5	313,7±2,4	214,1±1,7	831,3	280,4±2,8	299,4±1,6	184,2±1,7	764,0
	290,6±1,2	300,8±2,0	227,1±2,1	818,5	254,0±1,7	276,2±2,0	179,2±1,3	709,4
100	667,0±3,6	255,3±2,1	188,4±3,6	1110,7	386,0±3,11	315,6±2,1	204,0±2,39	905,6
	659,0±2,65	242,1±3,68	177,4±2,4	1078,5	344,9±3,6	306,1±1,9	196,7±3,55	847,7
Интенсивность света 15 клк								
20	194,3±1,6	207,9±1,2	175,2±0,8	577,4	167,0±1,1	190,0±0,8	151,6±1,3	508,6
	164,3±1,1	195,7±1,1	142,6±1,4	502,6	145,1±1,2	178,5±1,8	139,4±1,4	463,0
50	259,6±2,9	265,1±1,6	192,7±1,6	714,4	232,8±1,9	267,2±1,5	107,0±1,1	607,0
	252,4±2,3	260,0±1,3	171,6±2,1	688,0	218,7±1,5	241,3±2,0	81,6±2,6	541,6
100	593,6±4,7	256,2±1,8	133,6±2,7	983,4	323,9±2,9	316,5±3,6	190,5±1,9	830,9
	584,5±4,2	239,4±2,8	128,5±4,1	952,9	306,6±3,08	298,4±2,27	142,7±3,1	747,7

кальция был значительно ниже, чем калия, что, по-видимому, обусловливалось разной метаболической потребностью растений в этих элементах.

При концентрации азотнокислых солей 20 ммоль (по  $NO_3^-$ ) поглощение изучаемых ионов в значительной степени зависело от pH раствора и интенсивности света. Так, суммарное суточное поглощение нитратов при низкой интенсивности света и pH 5,6 составило 89,5, при pH 7,2—85,2 % к их поглощению при высокой интенсивности света. Увеличение pH питательного раствора привело к снижению поглощения  $NO_3^-$  при обоих уровнях интенсивности света. Однако, если при высокой интенсивности света суммарное поглощение при pH 5,6 было на 8 % выше, чем при pH 7,2, то при низкой — на 14 % выше (табл. 1).

Таблица 3

Поглощение  $Ca^{2+}$  в зависимости от факторов среды  
и условий предварительного выращивания (ммоль·10<sup>-2</sup> на 2 растения)

Концентрация нитратов, ммоль	Без адаптации				Адаптация 3 дня			
	с 6 до 14 ч	с 14 до 22 ч	с 22 до 6 ч	за сутки	с 6 до 14 ч	с 14 до 22 ч	с 22 до 6 ч	за сутки
Интенсивность света 25 клк								
20	18,0±0,4	16,6±0,3	21,0±0,4	55,6	24,8±0,3	24,2±0,4	26,5±0,4	75,5
	20,7±0,3	19,4±0,5	23,2±0,5	63,3	26,3±0,3	23,9±0,3	31,6±0,4	81,8
50	29,6±0,7	25,6±0,5	33,2±0,4	88,4	33,0±0,5	30,8±0,6	41,7±0,5	105,5
	30,9±0,9	29,1±0,7	34,7±0,3	94,7	37,1±0,6	34,8±0,3	44,8±0,7	116,7
100	17,8±0,4	48,2±0,9	50,3±0,8	116,2	43,2±0,5	48,8±1,0	52,5±0,7	144,5
	19,4±0,3	51,4±0,8	55,5±1,0	126,3	50,4±0,8	55,8±1,2	60,8±0,6	167,0
Интенсивность света 15 клк								
20	20,1±0,3	15,9±0,3	22,3±0,3	58,3	21,4±0,4	19,4±0,5	23,6±0,5	64,4
	21,6±0,4	19,8±0,3	24,8±0,4	66,2	23,1±0,3	19,8±0,6	22,8±0,4	70,7
50	31,2±0,7	27,4±0,6	36,1±0,4	94,7	32,3±0,7	28,8±0,7	38,7±0,5	99,8
	33,1±0,6	27,9±6,7	37,5±0,6	98,5	38,8±0,4	31,8±0,5	47,7±0,7	118,3
100	25,4±0,7	56,0±0,8	61,2±0,9	142,6	45,2±1,1	48,7±0,7	56,8±0,9	150,7
	32,0±1,7	58,2±1,5	63,6±0,7	153,8	52,8±0,9	51,4±0,7	57,1±0,6	161,3

При концентрации азотнокислых солей в растворе 50 и особенно 100 ммоль (по  $\text{NO}_3^-$ ) влияние рН и освещения на поглощение ионов  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{K}^+$  снижалось, в то время как кинетика поглощения кальция в значительной мере определялась действием этих факторов.

Следовательно, увеличение влияния одного из изучаемых факторов (световых условий, рН, концентрации питательного раствора) на поглощение ионов  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{K}^+$  имело место лишь в случае снижения действия другого фактора.

Учитывая то обстоятельство, что концентрация нитратов, используемая в эксперименте, значительно выше тех, на которых растения выращивались до эксперимента, мы пришли к выводу о необходимости исследования адаптивной реакции поглотительной системы корней кукурузы. С этой целью растения за 3 дня до проведения опыта были помещены на экспериментальные растворы с ежедневной заменой питательного раствора на новый с соответствующим значением рН.

Несмотря на то что концентрация нитратов (20 ммоль) в опытном растворе была близка к концентрации, при которой растения выращивались до эксперимента (16 ммоль), трехдневная адаптация растений приводила к снижению поглощения ионов нитрата и калия (табл. 1, 2), хотя кинетика процесса поглощения этих элементов сохранялась прежней.

После трехдневной адаптации растений к высоким концентрациям нитратного азота (50 и 100 ммоль) и повышению рН питательного раствора интенсивность поглощения указанных ионов снижалась еще более значительно, чем при концентрации 20 ммоль. Кроме того, ход этого процесса после адаптационного периода был равномернее.

Следовательно, поглотительная система кукурузы в процессе адаптации стремится к саморегуляции, направленной на более благоприятное распределение поглощения ионов во времени. Кроме того, одним из проявлений саморегуляции в питании интактных растений является и тот факт, что со временем происходит ослабление влияния повышенной концентрации питательного раствора на поглотительную деятельность корней кукурузы (табл. 1, 2 и 3). Подобные явления отмечали и другие исследователи [4, 3]. Вместе с тем снижение влияния концентрации раствора на поглощение ионов сопровождалось усилением влияния других факторов. В частности, в постадаптационный период усилилось влияние рН раствора на поглощение ионов  $\text{NO}_3^-$ . Причем при низкой интенсивности света суммарное поглощение  $\text{NO}_3^-$  при рН 5,6 в сравнении с рН 7,2 увеличивалось сильнее, чем в условиях высокой интенсивности света.

Поглощение калия, как и нитрата, происходило более интенсивно из растворов с низкими значениями рН. Это можно объяснить тем, что с увеличением интенсивности поглощения ионов нитрата в этих условиях возрастает потребность растений в калии, ибо полная метаболизация  $\text{NO}_3^-$  невозможна без достаточного обеспечения растений калием [25]

Поглощение кальция, как и в случае с неадаптированными к условиям питания растениями, находилось в противофазе с поглощением калия (табл. 2, 3). Вместе с тем необходимо отметить и тот факт, что суммарное суточное поглощение кальция после адаптационного периода на фоне снижения поглощения  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{K}^+$  существенно увеличивалось. Следовательно, можно предположить, что одним из элементов адаптации

Т а б л и ц а 4  
Отношение  
суммарного суточного поглощения калия  
к сумме поглощенного кальция

Концентрация растворов, ммоль	Неадаптированные растения		Адаптированные растения	
	25 клк	15 клк	25 клк	15 клк
20	12,1	9,9	8,3	7,9
	9,9	7,6	6,5	6,5
50	9,4	7,5	7,5	6,1
	8,6	6,9	6,1	4,6
100	9,9	6,9	6,6	5,9
	8,4	6,1	5,4	4,6

поглощительной системы растений кукурузы к повышенной концентрации раствора является усиление поглощения кальция.

Представляется небезынтересным проследить за характером изменения отношения  $K : Ca$ , поглощенных корнями растений, поскольку эти катионы играют регулярную роль в ряде физиологических процессов [3, 8]. Наши опыты показали, что с увеличением концентрации растворов, а также при увеличении их рН как у адаптированных, так и у не адаптированных к условиям питания растений это отношение снижалось. После предварительной адаптации растений к соответствующим концентрациям растворов отношение  $K : Ca$  изменялось в пользу последнего (табл. 4). Снижение уровня освещенности растений приводило к аналогичному сдвигу указанного отношения.

Таким образом, при увеличении рН раствора, снижении уровня освещенности растений, а также предварительном выдерживании растений кукурузы на экспериментальных растворах меняется отношение поглощенных ионов  $K : Ca$ . Следовательно, по изменению этого отношения можно судить о реакции растений на изменение внешних условий.

### Обсуждение

Полученные результаты позволяют сделать вывод о наличии закономерного изменения поглощительной деятельности корневой системы кукурузы в ответ на воздействие высокой концентрации растворов и в случае предварительного выдерживания их на соответствующих растворах с целью адаптации. Причем эти изменения носят как количественный (с точки зрения поглощения ионов), так и временной характер.

При оптимальной концентрации азотнокислых солей в растворе (20 ммоль по  $NO_3$ ) проявление саморегуляции поглощительной системы корней выражалось в наличии ритмичности поглощения ионов нитрата и калия с максимумом во второй половине светового периода. При повышении концентрации азотнокислых солей до 50 и 100 ммоль (по  $NO_3$ ) в первые часы эксперимента отмечается усиление поглощения ионов  $NO_3$  и  $K$ , степень которого зависит от концентрации азотнокислых солей в растворе. Далее знак ответной реакции поглощительной системы интактных растений меняется на противоположный и имеет место торможение поглощительной активности корней, т. е. характер корреляционной связи между поглощением и концентрацией ионов в питательном растворе становится иным. При этом чем больше стимуляция поглощения ионов в начальный период, тем сильнее оно подавляется к концу эксперимента. Данная закономерность является отражением общебиологического закона начальной величины, предполагающей зависимость ответной реакции системы от начальной величины функции [26]. Указанную закономерность поглощения ионов можно также рассмотреть с точки зрения повреждающего воздействия высоких концентраций солей в питательном растворе на мембранную проницаемость клеток корней. В этом случае кинетику поглощения ионов можно объяснить следующим образом: в начальный период эксперимента имеет место повреждение избирательной проницаемости мембран и идет пассивное поступление ионов в клетку [13]. В последующем, по мере заполнения запасного и метаболического пулов, поступление ионов замедляется. Однако эта посылка вряд ли приемлема, поскольку поглощение ионов  $K^+$  и  $Ca^{2+}$  находится в противофазе, т. е. этот процесс регулируется, чего не было бы при поврежденных мембранах. Да и последующая кинетика постадаптационного поглощения ионов говорит не в пользу предположения о пассивном поступлении ионов.

После трехсуточной адаптации опытных растений к условиям питания общая интенсивность поглощения ионов  $NO_3^-$  и  $K^+$  существенно снижается. Кроме того, происходит стабилизация этого процесса во времени. Иными словами, адаптация осуществляется по принципу саморегулирующихся систем и физиологическая функция, относящаяся к таким системам, после отклонения от нормы под влиянием внешнего воздействия

возвращается к прежнему или новому стационарному состоянию. В этом случае возрастает и роль световых условий.

Пожалуй, следует еще раз обратиться к регуляции катионного баланса между калием и кальцием, предполагающей активное функционирование поглотительной системы корней кукурузы в условиях высокой концентрации солей в питательном растворе. Как у адаптированных, так и у неадаптированных растений усиление поглощения одного из катионов сопровождалось снижением поглощения другого. Следовательно, в обоих случаях можно отметить, с одной стороны, наличие конкурентных взаимоотношений между  $K^+$  и  $Ca^{2+}$  при их поглощении [6], с другой — констатировать наличие регуляторной функции поглотительной системы интактного растения в обеспечении внутриклеточного ионного баланса. В противном случае образовался бы скачок электрохимического потенциала между клеткой и средой, что весьма нежелательно [2]. Усиление же поглощения кальция в постадаптационный период имеет биологическую основу, поскольку кальций является элементом, поддерживающим структурную организацию клеток и обеспечивающим избирательную проницаемость мембран [1, 16]. А это немаловажно для осуществления регуляторной функции поглотительной системы корней в условиях высоких концентраций солей в питательном растворе, доказательством чему являются снижение интенсивности поглощения ионов  $NO_3^-$  и  $K^+$  и регуляция этого процесса во времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Власюк П. А., Хоменко А. Д., Приходько Н. В. О механизме влияния кальция на проницаемость корневых тканей. — В сб.: Механизмы поглощения веществ растит., клеткой. — Иркутск, 1971, с. 43—47. — 2. Воробьев Л. Н. Регуляция мембранного транспорта в растениях. Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1980, т. 4, с. 5—77. — 3. Гунари И., Крастина Е. Е., Петров-Спирidonov А. Е. Ритмичность поглощающей и выделительной деятельности корней. — Изв. ТСХА, 1957, вып. 4, с. 182—206. — 4. Игнатъевская М. А. Взаимодействие ионов аммония, калия, кальция и нитратов при их поглощении проростками ячменя и вики. — Автореф. канд. дис. М., 1970. — 5. Кондратьев М. Н., Карсункина Н. П., Третьяков Н. Н. Реакция молодых растений кукурузы на концентрацию аммония в питательной среде. — В сб.: Морфо-физиологические основы устойчивости растений. М.: ТСХА, 1985, с. 62—69. — 6. Крастина Е. Е., Лосева А. С. О некоторых закономерностях накопления катионов растениями. — Изв. ТСХА, 1974, вып. 2, с. 8—15. — 7. Крастина Е. Е., Менесес С., Кондратьев М. Н. Поглощение томатами ионов нитрата и аммония при разной концентрации азотнокислого аммония в питательном растворе. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 6, с. 9—16. — 8. Крастина Е. Е., Пал И. Влияние температуры и интенсивности освещения на поглощение кукурузой минеральных элементов. — Докл. ТСХА, 1962, вып. 79, с. 107—113. — 9. Крастина Е. Е., Редди Б. П., Кондратьев М. Н. Суточные изменения поглощения нитрата и активности нитратредуктазы в корнях подсолнечника. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 6, с. 98—102. — 10. Осмоловская Н. Г., Батов А. Ю., Разумова Н. А. и др. Зависимость скорости поглощения растениями калия и нитрата от их концентрации в питательной среде. — РЖ «Физиология растений», 1981, № 11, реф. №212. — 11. Петров-Спирidonov А. Е. Изменение катионного состава органов растений при варьировании концентрации  $K$ ,  $Ca$ ,  $Mg$  и  $Na$  в среде. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 1, с. 12—18. — 12. Ради А. Влияние факторов внешней среды на поглощение и распределение элементов минерального питания в растениях. — Автореф. канд. дис. М., 1964. — 13. Соляев П. К. Поглощение веществ растительной клеткой. М.: Наука, 1969. — 14. Breteler H., Nissen P. — *Plant. Physiol.*, 1982, vol. 70, N 3, p. 754—759. — 15. Beevers L., Sohrader L. E., Flesher D. e. a. — *Plant Physiol.*, 1965, vol. 40, N 4, p. 691—698. — 16. Bengtsson B. — *Physiol. Plantarum*, 1982, vol. 56, N 2, p. 415—420. — 17. Bledsoe C. S., Pains D. W. — *Can. J. For. Res.*, 1981, vol. II, N 4, p. 812—816. — 18. Cataldo D. A., Ho r o o n M., Schrader L. E. e. a. — *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.*, 1975, vol. 6, N 1, p. 71—80. — 19. Dejaegere B., Michotte M., Neirinckx L. e. a. — *Bull. Soc. roy. Bot. Belg*, 1976, vol. 109, N 2, p. 239—248. — 20. Gandinova A. — *Biol. Plant.*, 1983, vol. 25, N 6, p. 449—455. — 21. Halm ark W. B., Huf faker R. C. — *Physiol. Plant.*, 1978, vol. 3, N 3, p. 147—152. — 22. Jensen P., Petterson J. — *Physiol. Plant.*, 1984, vol. 60, N 1, p. 65—69. — 23. Joseph R. A., TangVan Hai, Lambert J. — *Physiol. Plant.*, 1975, vol. 34, N 4, p. 321—325. — 24. Melzer A., G a - bauer G., Rehder H. — *Oecologia*, 1984, vol. 63, N 3, p. 380—385. — 25. Walter G. — *Fartsch. Landwirt.*, 1985, Bd 63, N 7, S. 6—7. — 26. Wilder J. — *Ann. N.-Y. Acad. Sci.*, 1962, vol. 98, Art. 4, p. 1211—1220.

Статья поступила 21 октября 1986 г.

## SUMMARY

Absorptive function of adapted and non-adapted plants at different concentration of nitrogen acid salts (20, 50, 100 mmol as to  $\text{NO}_3^-$  in Arnon-Hogland nutrient solution was studied. The experiment was conducted under light intensity 15 and 25 klx and two pH values 5.6 and 7.2. With the increase in nitrate concentration in the solution up to 50 and 100 mmol the kinetics of ion absorption changes. In the first hours of the experiment the stimulating effect of nitrates on  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{K}^+$  ions absorption is observed. Later on the response of corn root absorptive system became different, and the process was slowed down. When plants got adapted to nutritional conditions, the intensity of absorption of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{K}^+$  ions was reduced, this process was stabilized as to time, and the role of lighting increased. The absorption of  $\text{K}^+$  ions and  $\text{Ca}^{2+}$  ions was in antiphase, that is when absorption of one of them became more intensive, that of another was reduced. In the post-adaptation period absorption of  $\text{Ca}^{2+}$  increased.