

Г. В. ПОРУЦКИЙ

ВЛИЯНИЕ ПУРИНОВЫХ ОСНОВАНИЙ НА УСВОЕНИЕ АЗОТА РАСТЕНИЯМИ ГОРОХА

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 6 XI 1948)

Пуриновые основания (адениловая кислота, аденин) играют большую роль в обмене веществ многих растений (^{12, 19}), в особенности бобовых (^{3, 14}), и многих видов бактерий (¹⁶), в том числе и клубеньковых (²⁰).

Влияние адениловой кислоты, которая является коэнзимом некоторых ферментов (¹⁷), определяется составом среды и усиливается ют присутствия физиологически-активных веществ (⁴). Последние, как и коэнзимы, имеют значение для многих процессов и функций клубеньковых бактерий (²⁰), в том числе и для фиксации азота, которая, по С. Н. Виноградскому (²), также относится к энзиматическим процессам. Отсюда можно предположить, что адениловая кислота может влиять на взаимоотношения бобовых растений и клубеньковых бактерий, связанных с ассимиляцией атмосферного азота.

Для исследования этого вопроса было проведено намачивание семян гороха одинакового размера и веса (сорт Виктория Мандорфская) в 0,001 % смешанных растворах адениловой и индол-3-уксусной кислоты (АГ) и адениловой кислоты (А) в отдельности. Намачивание проводилось в течение суток в двойном количестве испытуемого раствора. После намачивания семена высаживались в жестяные сосуды, вмещающие 3 кг стерильного песка; рН песка равнялось 7.5. К песку были добавлены соли по Прянишникову за исключением азота, но с добавлением 1 см³ 0,01 % раствора борной кислоты на 1 кг песка.

Для заражения семян была взята 2-суточная культура бактерий (¹⁰). Слизь одной пробирки разбавлялась в 100 см³ воды и этой эмульсии вносилось по 2 см³ на сосуд в лунки с семенами.

Влажность песка на протяжении опыта поддерживалась на уровне 60% от полной влагоемкости. Всходы во всех вариантах появились одновременно, но у варианта АГ они выделялись интенсивно зеленой окраской. Разница была настолько резкая, что бросалась в глаза с первого взгляда.

Определение хлорофилла спектроколориметром В. Н. Любименко из навески 10 г свежих листьев показало значительное увеличение его в растениях указанного варианта (табл. 1).

Обращает внимание резкое падение количества хлорофилла у растений варианта А к концу первого месяца вегетации, в то время как при первом определении (15-й день вегетации) процент хлорофилла у этого варианта был наиболее высоким.

Эти изменения в динамике хлорофилла оказались связанными с усвоением атмосферного азота растениями различных вариантов опыта, который определялся методом Кьельдаля (табл. 2).

Таблица 1

Количество хлорофилла в мг на 1 г свежего веса листа

Варианты	Число дней вегетации			
	15	30	45	60
К	$1,73 \pm 0,43$	$3,17 \pm 0,28$	$4,23 \pm 0,27$	$4,19 \pm 0,41$
А	$2,97 \pm 0,22$	$2,72 \pm 0,61$	$3,47 \pm 0,54$	$3,23 \pm 0,29$
АГ	$2,47 \pm 0,34$	$3,89 \pm 0,35$	$5,21 \pm 0,68$	$4,88 \pm 0,72$

Таблица 2

Содержание азота в процентах на сухое вещество

Варианты	Число дней вегетации			
	15		30	
	Клубеньки	Зел. ное растение	Клубеньки	Зеленое растение
К	$4,8 \pm 0,32$	$3,3 \pm 0,61$	$5,3 \pm 0,56$	$4,4 \pm 0,83$
А	$5,9 \pm 0,47$	$4,1 \pm 0,39$	$5,3 \pm 0,41$	$5,2 \pm 0,22$
АГ	$5,1 \pm 0,59$	$3,8 \pm 0,71$	$6,6 \pm 0,49$	$5,9 \pm 0,34$

Варианты	Число дней вегетации			
	45		60	
	Клубеньки	Зеленое растение	Клубеньки	Зеленое растение
К	$6,1 \pm 0,48$	$4,2 \pm 0,91$	$3,8 \pm 0,23$	$2,3 \pm 0,69$
А	$3,2 \pm 0,27$	$3,7 \pm 0,44$	$2,4 \pm 0,47$	$2,0 \pm 0,33$
АГ	$6,7 \pm 0,76$	$4,9 \pm 0,89$	$4,2 \pm 0,34$	$3,1 \pm 0,42$

Из данных табл. 2 можно заключить, что количество азота в клубеньках и зеленом растении исследованных вариантов опыта неодинаково в различные периоды вегетации. У варианта А количество азота в клубеньках было больше, чем в зеленом растении, только при первом определении. К концу первого месяца вегетации перевес в содержании азота переходит на сторону растения и идет по нисходящей кривой до конца вегетации, оставаясь на более низких уровнях, чем у остальных вариантов. У варианта АГ, наоборот, наибольший процент азота, отмеченный в клубеньках к концу первого месяца вегетации, продолжал оставаться более высоким, чем в зеленом растении, до самого конца вегетации, значительно превышая остальные варианты.

Характер взаимоотношений растения и бактерий обусловлен многими факторами и в первую очередь стадией развития растений ⁽¹⁾ и химизмом их тканей ^(9, 11, 15). При определенном состоянии этих факторов создается такое равновесие, при котором обе стороны могут благополучно существовать ^(14, 20).

О характере взаимоотношений между бактериями и бобовым растением в различных вариантах опыта можно судить по табл. 3.

Из данных табл. 3 можно заключить, что для варианта А перевес сил с первых дней вегетации был на стороне растения, что не создало благоприятных условий для развития *Rhizobium*. Это не соответствует

Таблица 3

Варианты	Дни вегетации	Количество клубеньков на 1 растение	Средний вес 1 клубенька в мг	Содержание ростовых веществ в клубень- ках *	Вес зеленой массы растения в г	Содержание рост. вх веществ в растении
А	15	82 ± 3,2	42 ± 2,4	18,8 ± 0,7	12,4 ± 1,4	24,2 ± 0,9
	30	64 ± 4,7	30 ± 2,8	18,2 ± 0,4	32,6 ± 1,8	21,4 ± 0,8
	45	49 ± 2,4	25 ± 1,2	16,4 ± 0,6	40,1 ± 2,8	18,2 ± 0,4
	60	31 ± 3,2	20 ± 1,4	14,7 ± 0,8	61,2 ± 3,4	18,1 ± 0,7
АГ	15	112 ± 3,9	48 ± 1,2	22,8 ± 0,9	8,5 ± 1,2	21,2 ± 0,5
	30	149 ± 8,7	54 ± 4,2	23,4 ± 0,6	30,1 ± 2,9	22,4 ± 0,8
	45	138 ± 4,2	51 ± 3,2	22,8 ± 0,4	52,9 ± 3,6	20,4 ± 0,7
	60	122 ± 7,4	46 ± 1,8	21,2 ± 0,5	76,4 ± 3,0	20,6 ± 0,9

* Навеска 1 г.

наблюдениям некоторых исследователей, сделавших противоположные выводы (13).

Содержание ростовых веществ, определенное по поступлению воды на 100 г сырого веса весовым методом (18), было в клубеньках ниже, чем в растении этого варианта, в то время как для АГ отмечены обратные соотношения на всех периодах вегетации. Необратимое увеличение объема клеток при испытании хлороформенных вытяжек из растения связано в первую очередь с активностью ауксеноловой и ауксентриоловой кислот, а из клубеньков — индол-3-уксусной, хотя содержание последней характерно и для типичных растений.

Для варианта АГ накопление зеленой массы происходило более медленно, и содержание активных кислот в растении было ниже, чем в клубеньках. Количество клубеньков, наоборот, было в несколько раз больше и они характеризовались большими размерами и весом, чем у А, особенно в конце вегетации. Это соответствует указаниям ряда исследователей, что появление клубеньков на корнях бобовых растений связано с выделением *Rhizobium* индол-3-уксусной кислоты — одного из продуктов азотистого обмена (22).

Для проверки сделанных наблюдений и выводов нами исследовалось влияние адениловой кислоты в отдельности на растение и микроорганизмы. В последнем случае адениловая и индол-3-уксусная кислоты в тех же концентрациях вносились в бобовый отвар с сахаром. Засев производился петлей. Вносились одна петля бактериальной взвеси чистой культуры *Bact. radicicola* группы гороха. Учет количества развившихся бактерий, посеянных в чашки Петри на бобовый агар-агар, показал следующие результаты (табл. 4).

Таблица 4

Количество бактерий в миллионах на 1 см³ среды

Варианты	Посев 7 V, высев на чашки 10 V	Посев 15 V, высев на чашки 18 V	Посев 15 V, высев на чашки 5 VII
К	122	76	39
А	92	54	2
АГ	268	183	67

Адениловая кислота вызвала угнетение роста микробов и резко сократила продолжительность их жизни. Так, в течение 1,5 месяца ко-

личество микробов у этого варианта сократилось в 20 раз в сравнении с контролем.

Это может служить объяснением, почему обработка семян гороха адениловой кислотой вызвала резкое падение фиксированного азота к концу первого месяца вегетации. От комплексного воздействия адениловой и индол-3-уксусной кислоты продолжительность жизни бактерий, наоборот, возросла.

Приготовление живых и фиксированных ценкер-формолом с окраской железным гематоксилином препаратов клубеньковых бактерий показало наличие в варианте А клеток, которые сильно отличались от нормальных по своим размерам и форме, ветвистых и плохо окрашиваемых, с признаками наступающей дегенерации (⁶, ⁸). Можно предположить, что это связано с нарушением в работе ферментативного аппарата микроорганизмов и изменением в деятельности бактериофага (⁷, ²²).

Заметных изменений в количестве фиксированного азота после двухмесячного роста бактерий в бобовой среде нам установить не удалось. Опыты с растениями без инокуляций, выращенными в стерильном песке с добавлением питательной смеси Прянишникова, включая и азот, показали следующие изменения в накоплении азота (табл. 5) в зеленом растении.

Таблица 5

Содержание азота в процентах на сухое вещество

Варианты	Число дней вегетации			
	15	30	45	60
К	2,8 ± 0,23	2,3 ± 0,41	3,0 ± 0,25	3,4 ± 0,23
А	3,2 ± 0,42	2,9 ± 0,61	3,9 ± 0,27	3,2 ± 0,42
АГ	3,6 ± 0,42	2,7 ± 0,47	3,4 ± 0,24	2,9 ± 0,41

Сравнивая эти данные с табл. 2, можно заключить, что адениловая кислота оказывает влияние на накопление азота растениями гороха, причем в этом случае никаких преимуществ от совместного действия индол-3-уксусной и адениловой кислот отмечено не было.

Институт физиологии растений
и агрохимии
Академии наук УССР

Поступило
25 X 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. А. Али-Заде, Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 4, 46 (1945). ² С. Н. Виноградский, Cbl. f. Bact., 97, 399 (1938). ³ C. Wehmer, Die Pflanzenstoffe, 1939. ⁴ Р. М. West and P. W. Wilson, J. Bact., 37, 161 (1939). ⁵ П. А. Власюк и М. М. Шкварук, Науч. тр. Ин-та физиол. раст. и агрохим. АН УССР, № 1—2 (1948). ⁶ Н. Ф. Гамалея, Русск. врач, 4, 91 (1896). ⁷ Н. Ф. Гамалея, Биологические процессы разрушения бактерий, 1934. ⁸ Н. Ф. Гамалея, Агробиология, № 3 (1946). ⁹ Т. Т. Демиденко и Е. Тимофеева, ДАН, 14, № 4 (1937). ¹⁰ Л. М. Добросинский, Микробиология, № 8 (1939). ¹¹ А. А. Исакова, Изв. АН СССР, ОМОН, № 10, 1943 (1933). ¹² А. Р. Кизель, Химия протоплазмы, 1940. ¹³ М. П. Корсакова и А. Конокотина, Тр. Всес. ин-та с.-х. микробиол., 2 (1936). ¹⁴ С. П. Костычев, Физиология растений, 1, 1937. ¹⁵ Е. Н. Мишустин, Химиз. соц. землед., № 7 (1936). ¹⁶ E. F. Möller, Z. Phys. Chem., 260, 246 (1939). ¹⁷ J. K. Parnas and P. Ostern, Nature, 134, 627 (1934). ¹⁸ Г. В. Пороцкий, ДАН, 60, № 9 (1948). ¹⁹ Ю. В. Ракитин и К. Е. Овчаров, ДАН, 61, № 5 (1948). ²⁰ М. В. Федоров, Биологическая фиксация азота атмосферы, М., 1948. ²¹ Н. Г. Холодный, ДАН, 41, № 9 (1943). ²² Н. Г. Холодный и К. И. Бельтюкова, Микробиология, № 8 (1939).