

Е. З. ОКНИНА

ОПЫТЫ ПО БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН ЗЛАКОВ КЛУБЕНЬКОВЫМИ БАКТЕРИЯМИ

(Представлено академиком А. Н. Бахом 5 III 1940)

В практике сельского хозяйства хорошо известно действие бобовых посевов на содержание азота в почве. После снятия урожая бобовых почва обогащается азотом. Накопление азота происходит вследствие связывания атмосферного азота клубеньковыми бактериями бобовых растений. Хорошо известно, что азотобактер, обильно представленный в почве, также способен при бактеризации семян сельскохозяйственных культур увеличивать урожай. Бактеризация семян азотогеном широко изучается опытными станциями НКЗ. Для выяснения до сих пор неизученного воздействия клубеньковых бактерий на семена злаковых в 1939 г. были поставлены опыты по бактеризации семян овса и ячменя бактериями гороха.

В качестве контроля служили, с одной стороны, небактеризованные растения, а с другой стороны, — бактеризованные азотобактером, выделенным с корней сои. Исследование проведено в условиях оранжереи, с дополнительным освещением с 8 до 17 час. дня. Посевным материалом служили ячмень сорта «Винер» и овес сорта «Победа» урожая 1937 г. Для постановки опытов использовались сосуды Вагнера на 9 кг песку, промытого и прокаленного. Песок не содержал связанного азота. Для опыта использовалась питательная смесь Прянишникова: 0,24 г NH_4NO_3 ; 0,46 г KCl , 0,172 г CaHPO_4 ; 0,344 г $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,26 г MgSO_4 ; 0,025 г FeCl_3 . Кроме этого внесено борной кислоты—0,001 г и молибденовой кислоты 0,005 г.

Обработку семян бактериями проводили в маленьких колбах Эрленмейера. Контроль намачивался 20 см³ воды, а опытные намачивались 19 см³ воды плюс 1 см³ взвеси соответствующих бактерий. Высев проводился наклюнувшимися семенами. Содержание азота и вес семян были следующие: овес в 10 зернах имел 5,47 мг азота; вес 1000 зерен—31 г. Ячмень в 10 зернах имел 6,30 мг азота, вес 1000 зерен был равен 44 г. Опыты проведены при 75% влажности песка в 3 сериях: 1) среда с полной нормой азота, 2) среда с половинной нормой азота, 3) среда без азота.

Посев произведен 7 I 1939 г., прорезивание 16 II 1939 г. 3 III во все сосуды был внесен дополнительно MgSO_4 в растворе, содержащем 0,12 г на сосуд. Это дополнение вызвано было тем, что листья отдельных растений начали желтеть. Урожай был снят во время колошения.

Результаты анализа урожая показали, что бактеризация семян ячменя азотобактером и *B. radiculicola* увеличивает сухую массу с большими показателями в пользу первого. У овса бактеризация также дала увеличение массы по сравнению с контролем, причем большее увеличение наблюдалось при бактеризации *B. radiculicola*. Содержание азота у овса при бактеризации показывает прямую корреляцию накопления азота и прироста сухой массы. Содержание азота в растительной массе у ячменя дает представление о повышенном синтезе при обработке семян *B. radiculicola*. Азотобактер такой прямой зависимости не показал. Можно предположить, что

при бактеризации семян ячменя азотобактером шел повышенный синтез углеводов соединений, и соотношение углерода и азота, видимо, имеет несколько иной характер, чем у овса.

Результаты по накоплению азота в наземной части и в корнях указывают, что *B. radicola* обеспечивает приток азота в растение в большей степени, чем азотобактер. Например, если корни ячменя содержали в контроле 10,78 мг азота, то при бактеризации азотобактером 11,09 мг, а *B. radicola* 13,77 мг. Если же суммировать весь азот, то приток его при бактеризации получается еще больше: при $\frac{1}{2}$ нормы азота общий азот в растениях, бактеризованных азотобактером, соответственно составлял 133,59 мг, *B. radicola* 163,07 мг и контрольных 128,43 мг. Таким образом, несмотря на то, что бактеризация семян *B. radicola* по сравнению с азотобактером дает некоторое снижение сухой массы, она обеспечила значительный синтез белка и тем самым повысила качество урожая. Урожай, полученный в серии без азота, никакого практического значения не имеет. Синтез же азота у бактеризованных растений в отдельных случаях несколько выше контрольных. Однако на среде без азота ни азотобактер, ни *B. radicola* не обеспечили получения нормального урожая.

Данные урожая ячменя

Таблица 1

Растения	$\frac{1}{4}$ нормы азота			Норма азота		
	Контроль	Бактеризованные		Контроль	Бактеризованные	
		азотобактер	<i>B. radicola</i>		азотобактер	<i>B. radicola</i>
Вес корней	8,57	8,85	7,28	8,85	17,10	16,67
в %	100	103,2	84,9	100	200	194,9
Вес колосьев	17,21	14,48	15,29	32,40	36,72	39,71
в г	376,2	341,0	357,0	798,0	866,5	942,0
Количество зерен	100	91,0	95,1	100	108,6	118,0
в г	13,32±1,68	13,77±0,37	13,87±1,07	22,5±3,73	24,5±4,5	25,45±2,6
в %	100	103,4	101,7	100	107,5	113,1
Вес соломы	14,03±1,45	11,95±0,76	12,7±1,1	25,75±1,74	28,14±1,4	32,85±2,62
в %	100	85,3	90,7	100	109,3	127,5
Отношение веса зерна к весу соломы	1,05	0,86	0,96	0,87	1,21	1,16
Вес 1 000 зерен	35,0	35,0	35,0	32,2	31,7	33,6
Азот в корнях	11,21	22,6	18,5	33,4	61,2	99,7
в мг	66,6	69,95	69,91	253,46	251,0	355,3
Азот в соломе	241,8	228,7	198,0	758,8	735,3	825,7
в мг	319,61	321,5	286,4	1045,6	1047,5	1280,7
Суммарный азот в мг	100	100,2	89,5	100	100,1	122,5
Суммарный азот в %						

Эти опыты показали, что в условиях почвенной культуры, где встречается и азотобактер, и *B. radicola*, последняя может дать больший эффект, чем азотобактер. Кроме того исследования нашей лаборатории показали, что клубеньковые бактерии могут обеспечить растение азотом в достаточных количествах при отсутствии строго симбиотических условий, а именно за счет лучшего использования связанного азота среды.

Весною 1939 г. опыты были повторены в тех же условиях с увеличением доз азота: для нормы 0,48 г и для $\frac{1}{4}$ нормы 0,12 г. Повышение

нормы азота диктовалось полученными результатами первого опыта. Высев произведен 22 V 1939 г. Всходы отмечены на 3-й день. Бактеризованные растения имели листву, более интенсивно окрашенную, чем контрольные растения. Опыт поставлен в 2 сериях: 1) среда с полной нормой азота, 2) среда с $\frac{1}{4}$ нормы азота. 10 VI было произведено прореживание и оставлено на сосуд по 10 растений, 26 VI произведен учет энергии кущения и отмечен выход в трубку. У бактеризованных растений по сравнению с контрольными энергия кущения более высокая. Мощность развития ячменя значительно больше, чем овса. Урожай снят 5 VIII 1939 г. после 74 дней вегетации. Данные урожая и содержание азота см. в табл. 1 и 2.

Урожайные данные овса

Таблица 2

	$\frac{1}{4}$ нормы азота			Норма азота		
	Контроль	Бактеризованные		Контроль	Бактеризованные	
		азото-бактер	<i>B. radi-cicola</i>		азото-бактер	<i>B. radi-cicola</i>
Вес { в г	9,22	11,82	12,65	8,51	8,67	5,15
корней { в %	100	128,2	137,2	100	101,9	74,45
Вес колосьев	16,33	16,67	17,30	20,76	26,36	26,85
Количе-ство { в г	445	452	517	480	693	739
зерен { в %	100	101,6	116,2	100	144,4	154,0
Вес { в г	13,86 \pm 1,41	13,81 \pm 1,25	14,86 \pm 0,33	17,04 \pm 1,73	22,28 \pm 2,9	26,16 \pm 1,06
зерен { в %	100	99,34	109,7	100	130,7	155,8
Вес { в г	13,04 \pm 2,12	14,33 \pm 0,6	14,28 \pm 0,37	16,24 \pm 5,4	22,18 \pm 6,0	18,2 \pm 5,1
соломы { в %	100	109,9	109,5	100	136,6	112,0
Отношение ве-са зерен к весу соломы	1,06	0,96	1,04	1,04	1,00	1,23
Вес 1 000 зерен	31,1	28,2	28,7	35,5	32,1	30,3
Азот в корнях в мг	11,9	17,7	20,2	51,25	51,1	53,9
Азот в соломе в мг	45,9	53,7	57,8	200,6	245,0	299,5
Азот в семенах в мг	212,8	246,6	257,2	532,5	691,6	608,3
Суммарный азот в мг	270,6	318,4	335,3	784,4	987,1	961,7
Суммарный азот в %	100	117,5	123,9	100	125,9	122,6

Анализируя данные табл. 1, нужно отметить, что и в этом опыте бактеризация семян ячменя оказала положительное действие на прирост наземной массы и на увеличение количества семян у бактеризованных растений в сериях по норме азота. Вес зерна и количество зерен сильно превышают контроль. У ячменя сумма азота выше у бактеризованных растений, выращенных по норме азота, на 22%.

Что же касается овса (табл. 2), то здесь бактеризация сказалась в увеличении веса соломы, веса зерна и количества зерен.

У овса, как и в первом опыте, получена полная прямая корреляция между бактеризацией и синтезом азота в растениях.

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева
Академия Наук СССР

Поступило
8 III 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Исакова, Окнина, Голик, Тр. Ин-та физиол. растений, III (1939).
² Отчет Вологодской с/х. станции за 1939 г.