

И. Н. ГОЛУБИНСКИЙ, В. И. ЖАРИНОВ

ВЛИЯНИЕ БОРА НА ПРОРАСТАНИЕ ПЫЛЬЦЫ И ДЛИНУ ПЫЛЬЦЕВЫХ ТРУБОК У ЛЮЦЕРНЫ И ЭСПАРЦЕТА

О влиянии особенностей агротехники и в частности количества и качества вносимых удобрений на прорастание пыльцевых зерен растений известны давно. Еще в 1899 г. Лидфорс [19] отмечал значительную разницу в поведении пыльцевых зерен на искусственных средах в зависимости от того, в каких условиях агротехники произрастали подопытные растения. К подобным выводам в дальнейшем приходят и целый ряд других авторов [12, 17, 18, 24, 26 и др.]. Особенно богатый материал собрали Циглер и Браншайт [26] и Л. М. Ро [12]. По данным Циглер и Браншайт, пыльца от здоровых, хорошо питающихся деревьев намного лучше прорастает на искусственных средах и проявляет значительно меньшую «капризность» к изменениям концентрации раствора по сравнению с пыльцой, взятой от ослабленных, плохо питавшихся деревьев.

В последние десятилетия все чаще публикуются исследования, свидетельствующие о значительном влиянии микроудобрений, и в первую очередь бора на процессы опыления и оплодотворения у растений.

Уже в 1912 г. Верда [25] в зоне рылец шафрана обнаружил значительное содержание борной кислоты, достигавшее 3,4%. В дальнейшем Шмуцер [22, 23] отмечает присутствие большого количества растворенных боратов в жидкости на рыльцах тропической *Nymphaea*. Одновременно он устанавливает невозможность прорастания пыльцы этого вида в отсутствие бора. Этим автором исследовалась пыльца 40 видов разных растений и у 10 видов оказалась чувствительной к борной кислоте. Положительное влияние бора на прорастаемость пыльцы подтверждено целым рядом других исследователей: Ю. П. Васильевым [6] — для пыльцы плодовых культур, И. В. Васильевым [5] — для пыльцы томатов, С. С. Пятницким [11] — для пыльцы дуба, Е. В. Бобко и В. В. Церлинг [3], В. В. Церлинг [14], Я. С. Модилевским [10], И. Н. Голубинским [8], Мюнцнер [20] — для пыльцы целого ряда растений.

На решающее значение бора в процессах оплодотворения указывают многие исследователи: Гамкрелидзе [7] — для льна, А. В. Соколов, Е. В. Дьякова и К. А. Дмитриев [13] — для бобовых растений, Е. В. Бобко и Т. В. Матвеева [1] — для яблони, Я. С. Модилевский [10] — для гречихи и т. д.

Механизм действия бора на прорастание пыльцевых зерен М. Я. Школьник объясняет способностью бора «...образовывать с сахаром комплексные соединения сильно кислого характера. Возможно, что та-

кая среда является наиболее благоприятной для прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок» [15]. В более поздней работе М. Я. Школьник с сотрудниками приходят к выводу, что одной из причин особого значения бора в процессах формирования репродуктивных органов, оплодотворения и плодообразования является его способность улучшать передвижение сахаров из листьев к органам плодоношения [16]. Под влиянием бора содержание сахаров в цветках увеличивается в 2,5—6 раз. По данным Е. А. Бритикова [4], бор стимулирует обмен пектиновых веществ, которые необходимы для роста пыльцевых трубок. Е. В. Бобко и А. В. Панова установили, что «...в присутствии бора понижается окисляемость некоторых органических соединений» [2]. По данным Мюнцнер [20], борная кислота принимает участие в построении оболочки пыльцевой трубки.

Если факты положительного влияния бора при проращивании пыльцы на искусственных средах в настоящее время не вызывают сомнений, то о влиянии борных удобрений на прорастаемость пыльцевых зерен сведения в литературе весьма ограничены.

Занимаясь изучением эффективности действия микроудобрений на люцерну посевную и эспарцет песчаный, нами решено было попутно проверить и прорастаемость пыльцы подопытных растений. Результаты такой проверки мы и приводим в настоящем сообщении.

Варианты опытов следующие:

а) внесение бора вместе с семенами, путем обработки их борной кислотой перед посевом (вариант—бор с семенами);

б) внесение бора (совместно с суперфосфатом) в конце первого года жизни на поверхность почвы под боронование (вариант — корневая подкормка);

в) внесение бора в виде внекорневой подкормки 0,02% раствором борной кислоты, проводимое первый раз в фазе начала бутонизации с повторением в начале цветения (вариант—внекорневая подкормка);

г) тоже, что и в предыдущем варианте, но с добавлением молибдена (в форме молибдат аммония-натрия).

Растения для сбора пыльцы отбирались нормально развитые, типичные для каждого варианта опыта. Соцветия во всех случаях использовались верхушечные, по возможности одинаковой величины, одной фазы цветения (нижние цветки полностью раскрыты, верхние—в бутонах). Цветущие побеги срезались ранним утром и немедленно погружались срезанными концами в воду и переносились в лабораторию для проращивания. Для проращивания использовалась пыльца средних цветков соцветия, накануне их раскрытия. У люцерны для всего опыта пыльца бралась из одного цветка. У эспарцета же приходилось использовать пыльцу 2—3 цветков, предварительно тщательно перемешав ее на поверхности стекла.

Посев пыльцы осуществлялся в день заготовки цветков, в чашках Петри, по разработанной нами ранее методике, в двух средах:

а) в 15% растворе сахарозы в дистиллированной воде и

б) в 15% растворе сахарозы с добавлением еще 0,003% борной кислоты*. На другой день опыт повторялся для проверки и сравнения. Проверка проросшей пыльцы, подсчеты, измерение и зарисовка (с помощью аппарата Аббе) пыльцевых трубок проводились через 24 часа после посева. Наиболее интересные варианты опыта сфотографированы. Результаты проращивания оказались весьма демонстративными (таблица).

В таблице прежде всего обращает на себя внимание плохое прорастание пыльцы эспарцета. В растворах сахарозы в дистиллированной воде она вообще не прорастала ни в одном из вариантов опыта. В 15% растворе сахарозы с добавлением 0,003% борной кислоты пыльца эспарцета проросла во всех вариантах, но как процент проросших зерен, так и длина пыльцевых трубок оставляли желать лучшего. Пыльца люцерны, как и в других наших опытах, прорастала хорошо, вопреки многочисленным указаниям в литературе о плохой ее прорастаемости на искусственных средах.

Главное же, что можно вывести из данных таблицы, это математически доказуемая разница в характере прорастания пыльцы разных вариантов опыта, четко повторяющаяся при неоднократных пересевах пыльцы. Эта разница во всех случаях была в пользу вариантов с борной кислотой.

Наиболее чувствительной к внесению бора оказалась пыльца люцерны посевной. Эспарцет песчаный реагировал на бор слабее. Самым эффективным в опытах с люцерной оказался вариант «бор при внекорневой подкормке», особенно в растворах без борной кислоты, который более чем в три раза превысил контроль как по проценту прорастания, так и по длине трубок. В пределах ошибки разница в прорастании пыльцы контроля и варианта с бором, вносимым при корневой подкормке (осенью первого года жизни) или одновременно с посевом семян (обработка семян бором). Таким образом, наблюдается определенная закономерность: чем раньше вносится бор, тем ниже его эффективность. Это еще раз подтверждает ответственную роль бора в прохождении процессов опыления и оплодотворения.

При подкормке добавление молибдена к бору не приводит к дальнейшему усилению эффекта воздействия, наоборот, он несколько снижает его. Хотя вариант бора с молибденом и дал математически достоверную прибавку против контроля, но она получилась за счет бора, которому молибден несколько «мешает».

Наблюдаемая на люцерне закономерность сохраняется по существу неизменной и на делянках эспарцета песчаного, хотя и проявляется несколько слабее. Обращает на себя внимание и тот факт, что внесение бора как микроудобрения не снимает положительного воздействия борной кислоты на прорастание пыльцевых зерен на искусственных средах.

* Одновременно были испробованы и растворы сахарозы с уплотнением агар-агаром, оказавшиеся неэффективными и оставленные нами.

Влияние бора и молибдена на процент прорастания и длину пыльцевых трубок люцерны и эспарцета

Таблица

Варианты опыта	Процент прорастания				Длина пыльцевых трубок в микронах				
	15% раствор сахарозы		15% раствор сахар. + 0,003% борной кислоты		15% раствор сахарозы		15% раствор сахарозы + 0,003% борной кислоты		
	процент прорастания	+ - к контролю	процент прорастания	+ - к контролю	длина трубок	+ - к контролю	длина трубок	+ - к контролю	
Л ю ц е р н а									
Контроль (без бора)	5,7		51,2		117		429		
Бор при внекорневой подкормке	19,3	+ 13,6	62,6	+ 11,4	404	+ 287	998	+ 569	
Бор + молибден при внекорневой подкормке	12,6	+ 6,9	73,6	+ 22,4	349	+ 232	620	+ 191	
Бор при корневой подкормке	6,7	+ 1,0	47,5	+ 3,7	121	+ 4	497	+ 68	
Точность опыта в %		2,2		6,6		7,2		6,2	
Наименьшая существенная разность при 0,95		8,4		14,4		50		112	
Э с п а р ц е т									
Контроль (без бора)	0,0		18,6		0,0		72		
Бор при внекорневой подкормке	0,0		25,2	+ 6,6	0,0		94	+ 22	
Бор + молибден при внекорневой подкормке	0,0		23,4	+ 4,8	0,0		84	+ 12	
Бор с семенами	0,0		19,2	+ 0,6	0,0		72	+ 0	
Точность опыта в %				7				6,2	
Наименьшая существенная разность при 0,95				5				14	

Это видно при сравнении результатов проращивания в чистой сахарозе и с добавлением борной кислоты.

Факт увеличения процента прорастания пыльцы и особенно удлинение пыльцевых трубок, в результате обработки растений борной кислотой, может иметь большое практическое значение. По данным исследований В. В. Копержинского [9], у люцерны оплодотворяются в основном семяпочки, расположенные в верхней части завязи, т. е. ближе к рыльцу пестика. Он объясняет это тем, что пыльцевые зерна люцерны образуют недостаточно длинные пыльцевые трубки, которые неспособны проникнуть дальше шестой семяпочки, т. е. середины завязи. Обработка цветущей люцерны борными препаратами (если данные, полученные на искусственных средах хотя бы частично подтверждаются и в условиях прорастания *in vivo*) может обеспечить проникновение пыльцевых трубок к любой семяпочке, в том числе и к семяпочкам, расположенным в базальной части завязи, увеличивая тем самым семенную продуктивность обработанных растений.

Полтавский сельскохозяйственный институт
Кафедры ботаники и растениеводства

Поступило 30.VI 1966 г.

Ի. Ն. ԳՈԼՈՍՅԱՆՍԿԻ, Վ. Ի. ԺԱՐԻՆՈՎ

ԲՈՐԻ ԱԶՐԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՌՎՈՒՅՏԻ ՈՒ ԿՈՐՆԳԱՆԻ ԾԱՂԿԱՓՈՇՈՒ ԾԼՄԱՆ ԵՎ ՓՈՇԵԽՈՂՈՎԱԿՆԵՐԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրվել են ցանովի առվույտի (*Medicago sativa* L.) և ավազալին կորնգանի [*Onobrychis armenaria* (Kib.) Ser.] փոշեհատիկների ծլման առանձնահատկությունները, ըստ որում այդ բույսերի տակ բոր ու մոլիբդեն է մտցվել նրանց կյանքի տարրեր էտապներում՝ ա) սերմերը ցանելիս, բ) կյանքի առաջին տարվա վերջում (ծածկութային կուլտուրան հավաքելուց հետո) սուպերֆոսֆատի հետ համատեղ, գ) կոկոնակալման սկզբում, նույնը կրկնելով ծաղկման սկզբում (արտաարմատային լրացուցիչ սնուցում բորաթթվի 0,02%-անոց լուծույթով) և դ) նույնը, ինչ և նախնիաց դեպքում, բայց մոլիբդենի ավելացումով (նատրիումի ամոնիումի մոլիբդատների ձևով):

Ծաղկափոշին ծլեցվել է Պետրիի թասերում (բոլոր վարիանտները մեկ թասում) երկու միջավայրում՝ ա) սախարոզայի 15%-անոց լուծույթ և բ) սախարոզայի 15%-անոց լուծույթ՝ 0,003% բորաթթվի հետ: Փոշեխողովակների երկարության ստուգումը, հաշվումները և շափումները իրագործվել են ցանելուց 24 ժամ հետո:

Ուսումնասիրության արդյունքները հանգում են հետևյալին.

1. Առվույտի և կորնգանի բույսերի մշակումը մեծ չափով ավելացնում է ծաղկափոշու ծլման տոկոսը և փոշեխողովակների երկարությունը:
2. Առավել արդյունավետ է բորաթթվով մշակումը, որպես արտաարմատային լրացուցիչ սնուցում, որը կատարվել է կոկոնակալման սկզբում, նույնը

լրկնելով ծաղկման սկզբում: Ավելի վաղ ժամկետներում կատարված մշա-
լումը զգալի շափով իջեցնում է այդ եղանակի արդյունավետությունը:

3. Մշակման ժամանակ բորաթթվին մոլիբդենային պրեպարատներ ավե-
լացնելը չի բարձրացնում ծաղկափոշու ծրունակությունը:

4. Բորով մշակված բաժնակներից վերցված ծաղկափոշին արհեստական
միջավայրերում ավելի լավ է ծլում, երբ սննդատու լուծույթին ավելանում է
բորաթթու, թեև այն զգալի շափով թույլ է քան ստուգիչում:

5. Առվույտի ու կորնզանի բույսերը բորային պրեպարատներով մշակելը
բավական հեռանկարային եղանակ է, որը ապահովում է (ինչպես այդ ցույց
են տալիս մեր հիմնական փորձերը) սերմնային արգասավորության զգալի
բարձրացում, որովհետև փոշխոզովակների երկարացումը, որը պայմանա-
վորված է բորի ազդեցությամբ, հնարավոր է դարձնում նրանց թափանցումը
դեպի սերմնարանի ստորին մասում դասավորված սերմնասկզբնակները, որ-
պիսին չի նկատվում ստուգիչի (առանց մշակման) պայմաններում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бобко Е. В. и Матвеева Т. В. Журн. прикл. химии, т. 9, вып. 3, стр. 532, 1936.
2. Бобко Е. В. и Панова А. В. Ботан. журн. СССР, т. 26, 1, стр. 10—16, 1941.
3. Бобко Е. В. и Церлинг В. В. Ботан. журн. СССР, т. 23, 1, стр. 3, 1938.
4. Бритиков Е. А. Физиология опыления и оплодотворения у растений, М., 1957.
5. Васильев И. В. ДАН СССР, т. 30, 6, стр. 530—532, 1941.
6. Васильев Ю. П. За мичуринское плодоводство, 4, 1937.
7. Гамкрелидзе. Химизац. соц. землед. 10, 1934.
8. Голубинский И. М. Укр. ботан. журнал, т. 20, 4, стр. 3—6, 1963.
9. Копержинский В. В. В книге Люцерна. Сельхозгиз, М., стр. 194, 211, 1950.
10. Модилевский Я. С. Ботан. журнал АН УРСР, т. 10, 8, стр. 7—15, 1953.
11. Пятницкий С. С. ДАН СССР, т. 61, 6, стр. 659—661, 1947.
12. Ро Л. М. Тр. Млеевской сад.-огор. опытн. станции, 1929.
13. Соколов А. В., Дьякова Е. В. и Дмитриев К. А. Химизац. соц. землед. 5, стр. 57, 1937.
14. Церлинг В. В. ДАН СССР, т. 32, 6, стр. 439—442, 1941.
15. Школьник М. Я. Роль и значение бора и других микроэлементов в жизни растений. Изд. Акад. наук СССР, М., 1939.
16. Школьник М. Я., Макарова Н. А., Стеклова М. М. и Евстафьева Л. Н. Физиол. растений, т. 3, 3, стр. 191—198, 1956.
17. Crane M. B. Journ. Pomol. and Hort. Sci., v. 6, 2, pp. 167, 1927.
18. Kawecka E. Bull. Intern. Acad. Polon. des Sci. et des Lettr. de Sci. Math. et Nat. Ser. B. pp. 847—876, 1925.
19. Lidforss B. Jahrb. Wiss. Bot. Bd. 33, pp. 232, 1899.
20. Münzner R. Biol. Zbl. Bd. 79, I, s. 59—84, 1960.
21. Sand'sten E. R. Res. bull. № 4. The Univers. of Wisconsin agr. Exp. Station, pp. 149—172, 1009.
22. Schmucker T. Naturwissenschaft, Bd. 20, s. 839, 1932.
23. Schmucker T. Planta, Bd. 23, s. 264—283, 1935.
24. Tufts W. P. and Philip G. L. Californ. Agr. Exp. St. Bull., 385, 1925.
25. Verda. Schwz. Wochenschr. f. Chemie u. Pharmacie, Bd. 51, s. 631, 1912.
26. Ziegler A. und Branschmidt P. Pollen-Physiologische Untersuchungen an Kern und Stein Obstsorten in Bayern und ihre Bedeutung für den Obstbau. Berlin. Verl. Paul Parey. 1927.