

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. ОВЕЧКИН

ПЕРИОДИЧНОСТЬ В ФОСФАТНОМ ПИТАНИИ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦ*(Представлено академиком А. Н. Бахом 21 XI 1939)*

Работой Герике⁽⁴⁾ с пшеницей установлено, что для растений вполне достаточно 4—6-недельного пребывания на питательном растворе, содержащем фосфат, чтобы они вполне нормально развивались и дали урожай выше, чем растения, имеющие его в растворе все время. Несмотря на появившееся вначале возражение Домонтовича⁽⁸⁾, дальнейшие работы^(5, 9, 17, 18) вполне подтвердили установленный Герике факт не только для зерновых, но и для других растений^(1, 7, 10, 12).

С другой стороны, работой Брэнчли⁽³⁾ с ячменем было показано, что уже двухнедельное фосфатное голодание с начала вегетации влечет за собой резкое снижение урожая зерна, а дальнейшее увеличение голодания (до 4 недель) приводит к предельным стерильным растениям. Эта работа давала основание высказать утверждение об особом значении фосфата в первые дни развития растений⁽¹⁵⁾.

Приведенные факты и значительное число работ, подтверждающих их, оставались вне связи с учением о стадийном развитии растений.

Для заполнения этого пробела отделом агрофизиологии Украинского института соц. земледелия начата была работа в 1936 г. в этом направлении. Объектом исследования была выбрана яровая пшеница Мелянопус 069, выращивание которой проводилось методом водных культур на растворе Гельригеля в сосудах емкостью 3 л, в каждом из которых находилось по 5 растений. При исключении фосфата из раствора вносилось эквивалентное количество хлористого калия, чтобы не уменьшать калий. Смена растворов происходила примерно через каждые 10 дней.

Опыт проводился по схеме, основная идея которой была близка к схеме Брэнчли⁽³⁾: отдельные варианты растений выращивались на растворе с фосфатом, продолжительность пребывания на котором постепенно увеличивалась или сокращалась с начала вегетации; в последнем случае растения получали фосфат после первоначального голодания. Такой прием нам казался наиболее приемлемым при решении поставленной задачи.

Имелось также в виду выращивать растения на растворе с фосфатом лишь непродолжительный срок (около 30 дней), так чтобы они использовали его в различное время вегетации, а в остальное время были лишены его. В 1936 г. удалось осуществить в этом направлении лишь два варианта, 14-й и 15-й (см. табл. 1). Этот прием в литературе в дальнейшем получил

наименование метода «скользящей шкалы» (1, 2). Предлагаемый нами способ выращивания растений отличается, однако, от метода скользящей шкалы полным отсутствием в питательном растворе изучаемого минерального вещества во все периоды вегетации растений, кроме избранного. Некоторые результаты опыта приведены в табл. 1. Так, например, растения 1-го варианта имели фосфат лишь первые 21 день вегетации, растения же 9-го варианта не имели его в первые 21 день вегетации и лишь после этого срока они стали его получать. Растения 7-го варианта, имевшие фосфат в растворе все время, служили контролем.

Задержка с началом фосфатного питания пшеницы, как следует из табл. 1, влекла за собой запаздывание в наступлении фазы выхода в трубку и удлиняла продолжительность вегетации растений (кроме вариантов 11—13); последнее наблюдалось также и в случае увеличения срока фосфатного питания, что отмечено другими исследователями (19).

По общему урожаю растений, продолжительность фосфатного питания которых постепенно возрастала (варианты 1—7), не наблюдается уже различий в его величине по сравнению с контрольными, начиная с растений, имевших фосфат первые 31 день вегетации (вариант 2), а по урожаю зерна они даже превосходят

контрольные. Это наблюдение вполне совпадает с утверждением Герике (4) и с другими литературными данными (9, 18, 17) и противоречит лишь данным Демиденко и Попова (6).

Растения, испытывавшие недостаток в фосфате с начала вегетации (варианты 7—13), снижали урожай, который резко упал у растений при отсутствии фосфата в питательном растворе в первые 31 день (вариант 10). Такая реакция растений пшеницы вполне подтверждает данные Брэнчли (3) для ячменя и указывает на общность причин.

Внимание привлекает урожай растений, имевших фосфат с 21-го по 43-й день вегетации (вариант 14) и в первые 10 дней, а затем с 31-го по 54-й день (вариант 15).

В то время как первые растения, снизив общий урожай, по урожаю зерна не отличались от растений контрольных, последние (вариант 15) дали мизерный урожай и общий и зерна, хотя они имели фосфат более длительный срок, чем первые растения, получая его лишь в иные периоды вегетации. Здесь особенно наглядно проявляется влияние на урожай фосфата, используемого растением в различные периоды своей вегетации. Сопоставление урожайных данных растений различных вариантов приводит к заключению, что как наличие фосфата в растворе в первые 10 дней вегетации (ср. варианты 10 и 15), так и отсутствие его после 33-го дня

Таблица 1

Схема и результаты опыта с яровой пшеницей Мелянопус 069 в водной культуре при периодическом фосфатном питании в 1936 г.

Варианты	Результаты опыта					
	Начало фазы выхода в трубку (день вегетации)	Продолжительность вегетации	Урожай 5 растений в г		В колосе	
			общий	зерна	колосков	зерен
1	33	80	21,3	3,50	13,7	10,2
2	33	80	33,7	12,40	13,5	20,1
3	33	80	33,7	8,30	13,6	10,6
4	33	81	30,0	4,05	13,2	5,7
5	33	81	32,2	2,36	13,2	2,8
6	33	82	37,1	3,71	12,9	3,8
7	33	82	33,5	5,81	12,7	8,0
8	34	85	32,8	5,10	12,4	7,8
9	41	93	25,4	2,70	11,1	4,2
10	41	93	5,4	0,20	8,0	0,8
11	41	76	1,3	0,00	6,6	0,0
12	41	76	0,9	0,00	6,8	0,0
13	41	72	1,0	0,00	6,1	0,0
14	41	85	17,4	6,00	11,0	15,7
15	41	93	5,3	0,03	8,8	0,1

(ср. варианты 2 и 7) не оказывают существенного влияния на величину урожая пшеницы.

Из показателей структуры урожая растений лишь число колосков в колосе обнаруживает зависимость от условий фосфатного питания: так, оно для растений, продолжительность фосфатного питания которых возрастала (варианты 1—7), падает от 13,7 до 12,7 (средние данные для всех колосьев 5 растений) и от 12,7 до 6,1 для растений, испытывавших увеличивающееся фосфатное голодание (варианты 7—13). Уменьшение числа колосков в колосе в первом случае зависело от увеличения числа стеблей высших порядков, у которых оно вообще более низко, чем у первых стеблей. Во втором случае уменьшение числа колосков в колосе, когда колососные стебли высших порядков не развивались, отражает недостаток фосфата при формировании колоса основного стебля (¹⁴, ¹⁶).

Наличие или отсутствие фосфата после формирования колоса (к началу фазы выхода растений в трубку, когда определилось число колосков в колосе) не имеет никакого влияния на этот показатель структуры урожая. Всякое увеличение продолжительности первоначального фосфатного голодания от момента, когда дифференциация колоса лишь началась, отрицательно сказывается на числе образующихся колосков в колосе (ср. варианты 7—11). Дифференциация колоса у этой пшеницы в условиях опыта начиналась на 10—12-й день вегетации и оканчивалась к 33—34-му дню. Оставалось неясным, оказывает ли фосфат влияние на число закладывающихся колосков в колосе в первые 10—12 дней вегетации, так как имевшийся в опыте лишь один вариант (⁸) не мог решить этот вопрос.

Число зерен в колосе не следует уже той правильности, которая была отмечена для числа колосков в колосе. Значительные колебания числа зерен в колосе (варианты 1—7) объясняются сильной череззерницей, наблюдавшейся у отдельных растений и проявившейся в результате неблагоприятных метеорологических условий года—высокая температура воздуха и низкая относительная влажность во время цветения (⁵).

Полученные в этом опыте результаты дают возможность заключить, что для яровой пшеницы фосфат необходим с 10-го по 33-й день вегетации. В этот период проходит световая стадия развития, окончание которой нами относится к началу фазы выхода в трубку (¹¹). Отсюда было высказано предположение, что фосфатное питание имеет особое влияние на урожай растений в световую стадию развития и этот период является «критическим».

Для проверки установленных правильностей опыт был продолжен в 1937 г. с той же пшеницей, выращивавшейся в тех же условиях. Продолжительность фосфатного питания была выбрана около 35 дней, которые приходились лишь в различные этапы вегетации (и развития), т. е. здесь осуществлялась часть схемы 1936 г. Кроме того в опыте было 2 (первых) варианта растений, выращенных из яровизированного посевного материала. Схема и некоторые данные опыта приведены в табл. 2, построенной так же, как и табл. 1.

Как и в предшествующем опыте, продолжительность вегетации растения зависит от условий питания, причем это увеличение может идти за счет стеблей высших порядков, более поздно развивающихся.

Растения, имевшие фосфат лишь в световую стадию развития (варианты 1 и 4), хотя по общему урожаю несколько уступают растениям контрольным (вариант 12), но по урожаю зерна они близки к ним или их даже превосходят. Наличие фосфата в питательном растворе лишь около конца световой стадии (варианты 2 и 5) ведет к резкому снижению урожая и общего и зерна, достигающему своего предела у растений, получивших фосфат после окончания световой стадии (вариант 6). Растения, имевшие

Таблица 2

Схема и результаты опыта с пшеницей Мелянопус 069 при периодическом фосфатном питании в 1937 г.

Варианты	Растения	Результаты опыта						
		Продолжи- тельность вегетации	Урожай 5 растений в г		Колосоносных стеблей у 5 растений	В колосе		Вес 1 000 зе- рен в г
			об- щий	зер- на		коло- сков	зе- рен	
1	Ярови- зиро- ваные	89	40,4	10,4	19,0	16,0	17,5	31,37
2		105	8,3	1,0	12,0	9,2	3,2	26,42
3		89	45,5	9,6	18,3	16,1	15,4	33,90
4		98	41,4	12,8	20,3	15,3	23,0	28,30
5		105	7,6	1,4	11,0	9,6	5,9	21,13
6		98	2,1	0,06	5,7	7,2	0,5	20,00
7		98	21,2	4,5	18,7	11,6	10,2	28,67
8		105	10,7	1,2	15,0	10,0	3,0	31,55
9		106	15,0	3,5	14,3	11,1	8,5	29,80
10		98	34,4	8,4	17,0	15,7	12,2	40,40
11		98	31,2	6,9	17,7	16,7	14,5	29,63
12		98	49,9	11,3	22,3	16,4	12,2	39,38

фосфат в первые 12 дней вегетации, давали лучший урожай по сравнению с растениями, его не имевшими в это время (ср. варианты 7 и 9 с 5 или вариант 8 с 6). Дробление периода фосфатного питания с перенесением части его после световой стадии ведет к снижению урожая растений (ср. варианты 7 с 9, 4 с 10, 11 с 3). Увеличение продолжительности фосфатного голодания в световую стадию сказывается на урожае растений отрицательно (ср. вариант 3 с 4, 5, 6 и с 11, 7, 9, 8).

Число колосоносных стеблей наибольшее у контрольных растений (вариант 12) и несколько уменьшено у растений, имевших фосфат в первые 35 дней вегетации (варианты 1, 3), когда протекает световая стадия развития. Отнесение начала фосфатного питания к концу световой стадии (варианты 2, 5) значительно снижает колосоносность, и наличие его лишь после окончания световой (вариант 6) ведет к одноколосным растениям.

Во всех случаях, где растения имели фосфат с самого начала вегетации, число колосков в колосе было наибольшим (ср. вариант 3 с 4 или вариант 10 с 11), а запаздывание с началом фосфатного питания (ср. вариант 1 с 2 или вариант 3 с 4, 5 и 6) или распределение его на 2 срока с отнесением части после световой стадии (ср. вариант 7 с 8) ведет к снижению числа их.

Развитие зерна следует в общем этой же правильности за одним лишь исключением—вариант 4, который выделяется не только большой выполненностью колоса, но и низким весом 1 000 зерен. Последний показатель не находится в простой зависимости ни от продолжительности фосфатного питания, ни от выполненности колоса зерном, и лишь отнесение фосфатного питания к концу световой стадии или краткосрочность периодов питания им, безусловно, снижают вес 1 000 зерен.

На основе полученных двухлетних данных можно заключить, что периодом наибольшей отзывчивости и потребности яровой пшеницы в фосфате является период протекания световой стадии. Будучи обеспечена в это время фосфатом, пшеница хотя несколько и снижает число

колосков в колосе, но дает бóльшую выполненность колоса по сравнению с растениями, все время имеющими фосфат.

Опыты, проведенные в Украинском институте социалистического земледелия по подобным же схемам с азотом и калием с пшеницей и с овсом, разрешают заключить, что и для остальных элементов минерального питания имеет место приведенная выше правильность, которая остается верной, вероятно, для всех зерновых. Это положение остается верным не только в условиях водной культуры, но и при выращивании растений вегетационным методом в почве (13).

Украинский институт социалистического земледелия
Харьков

Поступило
26 XI 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Авдониц, Хим. соц. земл., № 6 (1936). ² Н. Авдониц, Подкормка растений (1938). ³ W. Brenschley, Ann. of Bot., 43 (1929). ⁴ W. Gericke, Bot. Gaz., 80 (1925). ⁵ W. Gericke, Soil. Sci., 29 (1930). ⁶ Демиденко и Попов, Хим. соц. земл., № 2 (1937). ⁷ Г. Добрунов, ДАН, XIX, № 3 (1938). ⁸ М. Домонтович, Тр. НИУ, вып. 52 (1928). ⁹ И. Евсеев, Известия АН, серия VII, № 4 (1935). ¹⁰ Е. Ермолаева, Экспер. ботаника, III (1938). ¹¹ В. Еременко, Доклад на сессии ВАСХНИЛ в феврале 1939 г. ¹² А. Носкова, Хим. соц. земл., № 5 (1936). ¹³ Th. Remy, Die Ernähr. d. Pfl., № 14, 301—317 (1931). ¹⁴ Д. Сабинин, Тр. Моск. дома ученых, т. 1 (1937). ¹⁵ Д. Сабинин, Хим. соц. земл., № 4 (1934). ¹⁶ Н. Станков, Хим. соц. земл., № 5 (1938) и Селекция и семеноводство, № 41 (1938). ¹⁷ М. Стрельникова, Хим. соц. землед., № 5 (1937). ¹⁸ О. Туева, Изв. Биолог. ин-та при Перм. гос. ун-те, V, № 6 (1927). ¹⁹ З. Эйдельман, Изв. ин-та им. Лесгафта, 17—18 (1934).