

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Б. БАГАЕВ

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ НА СОСТАВ  
СЕМЯН СОИ**

(Представлено академиком А. И. Опариным 8 VI 1953)

Выяснение влияния условий питания на обмен веществ и химический состав урожая имеет практическое значение в связи с разработкой и обоснованием наиболее эффективных приемов использования удобрений (1). Действенным фактором в изменении химического состава урожая являются условия фосфорного питания, причем большое значение имеют дозы и сроки внесения фосфатных удобрений. В опытах с соей наблюдалось значительное повышение содержания жира и белка в семенах при внесении фосфатных удобрений в два срока, а внесение тех же доз удобрений в один срок, до посева, повышало содержание жира и белка в меньшей степени (2, 3). В. И. Товарницкий и др. (4), изучавшие обмен веществ в семенах сои при созревании, не обнаружили явной связи между синтезом фосфорных соединений и накоплением белка и жира. Было лишь установлено, что по времени первым заканчивается процесс накопления жира, затем белка и фосфатидов.

Предметом настоящего сообщения являются результаты опытов по изучению влияния условий фосфорного питания на накопление в семенах сои жира, белка и фосфорных соединений. Опыты проводились в условиях водных культур на смеси Гельригеля с некоторыми изменениями. Для сохранения постоянного соотношения между одновалентными и двухвалентными катионами в смеси при понижении концентрации или исключения фосфора калий был дан только в виде  $KCl$ , а фосфор в сочетании двух солей:  $Ca(H_2PO_4)_2$  и  $Na_2HPO_4$ . Азот был внесен в виде  $Ca(NO_3)_2$  и  $NaNO_3$ . В течение вегетационного периода смена растворов производилась 4 раза. Схема опыта и данные по содержанию белка и жира представлены в табл. 1.

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что условия фосфорного питания оказывают сильное влияние на содержание жира и белка в семенах сои. Вообще замечается обратная корреляция между содержанием белка и жира: более высокому проценту белка соответствует более низкий процент жира. Сопоставление этих данных дает право сделать заключение, что получению семян сои с высоким процентом жира способствует повышенное фосфорное питание с начала до конца вегетации (вариант 1). Пониженное фосфорное питание в течение вегетации (вариант 4), а также снижение уровня фосфорного питания во второй половине вегетационного периода (вариант 3) дали семена сои с более высоким содержанием белка и меньшим содержанием жира. Временное снижение фосфорного питания в период цветения, когда до цветения и после цветения (до созревания) растения сои имели повышенный уровень фосфорного питания, приводит к получению семян с высоким относительным и абсолютным содержанием и белка и жира (вариант 2).

Таблица 1

Влияние доз фосфора и периодов питания на содержание белка и жира в семенах сои

№№ вариантов	Периоды фосфорного питания в днях и по фазам роста			Содержание белка		Содержание жира	
	1—30 (проростки — начало цветения)	31—45 (начало цветения — начало образ. бобов)	46—106 (образов. бобов — полное созревание)	в % на сух. в-во	в г на 3 растения	в % на сух. в-во	в г на 3 растения
1	1 Р	1 Р	1 Р	27,81	3,71	29,25	3,90
2	1 Р	0 Р	1 Р	27,88	5,90	27,70	5,86
3	1 Р	0 Р	0 Р	35,25	3,94	20,53	2,29
4	0,2 Р	0,2 Р	0,2 Р	30,00	4,37	25,04	3,65
5	0,2 Р	0 Р	0,2 Р	39,81	3,92	24,06	2,43
6	0,2 Р	0 Р	0 Р	39,69	1,02	23,44	0,60

Примечание: 1 Р, 0,2 Р, 0 Р обозначают, соответственно, полную дозу фосфора по норме смеси Гельригеля, 0,2 дозы фосфора и отсутствие фосфора.

В ранее проведенном нами опыте с меченым фосфором (5) было показано, что при повышенном фосфорном питании в корнях сои к началу цветения происходит значительное накопление фосфора. Поступающий в период цветения в корни сои фосфор задерживается в этих условиях в корневой системе и переход его в надземные органы замедлен. При этом на формирование репродуктивных органов (в начале их развития) использовался, главным образом, тот фосфор, который поступил в растение раньше. В других опытах (6) нами было показано, что после временного исключения фосфора из питательной среды в период цветения в формировании репродуктивных органов также значительное участие принимает фосфор, поступающий в растение во второй период вегетации. Для установления связи между динамикой поступления фосфора в репродуктивные органы сои и условиями фосфорного питания нами были проанализированы на содержание фосфора зеленые семена (фаза образования бобов) и созревшие семена в конце вегетации по вариантам схемы опыта. Результаты анализов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние условий фосфорного питания на накопление общей фосфорной кислоты в семенах сои

№№ вариантов	Периоды фосфорного питания в днях и по фазам роста			Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
	1—30 (проростки — начало цветения)	31—45 (начало цветения — образ. бобов)	46—106 (образов. бобов — полное созревание)	зеленые семена (60-дневн. раст.)		созревшие семена (106-дневн. раст.)	
				в % на сух. в-во	в мг на 3 растения	в % на сух. в-во	в мг на 3 растения
1	1 Р	1 Р	1 Р	1,87	29,4	2,03	270,5
2	1 Р	0 Р	1 Р	1,92	46,3	2,08	439,8
3	1 Р	0 Р	0 Р	1,28	12,6	0,70	77,9
4	0,2 Р	0,2 Р	0,2 Р	1,52	27,9	1,34	195,2
5	0,2 Р	0 Р	0,2 Р	1,45	16,9	1,30	127,6
6	0,2 Р	0 Р	0 Р	0,94	3,8	0,63	16,1

Результаты анализов показывают, что исключение фосфора из питательной среды в период цветения (с 30-го дня вегетации) и последующая дача его (на 45-й день вегетации) привели к увеличению относительного и абсолютного содержания фосфорной кислоты в незрелых семенах уже в

течение первого 15-дневного промежутка после временного исключения фосфора из питательной среды. Если же эти растения сои находились до конца вегетации на повышенном уровне фосфорного питания во второй период вегетации (вариант 2), то в семенах по мере их созревания происходило дальнейшее интенсивное накопление фосфорной кислоты, которое достигало наиболее высокого уровня (по абсолютному количеству) в зрелых семенах.

Для выяснения характера обмена фосфорных соединений в созревающих семенах нами были проведены анализы семян по вариантам схемы опыта на содержание неорганического фосфора, фосфора фосфатидов, белкового фосфора и сахарофосфатов совместно с фосфором фитина по методике А. В. Соколова (7). Результаты анализов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние условий фосфорного питания на накопление в семенах сои форм фосфорных соединений (содержание  $P_2O_5$  в мг на 3 растения)

№ вариант	Незрелые семена (60 дневные растения)				Зрелые семена (106-дневные растения)			
	белковая форма	сахарофосфатов и фитина	фосфатидов	минеральная форма	белковая форма	сахарофосфатов и фитина	фосфатидов	минеральная форма
1	18,6	3,7	0,6	6,5	196,4	60,0	7,2	6,9
2	25,6	8,8	0,9	11,0	253,6	161,0	13,0	12,2
3	6,4	2,2	0,3	3,7	38,6	32,9	2,8	3,6
4	18,3	4,0	0,6	5,0	152,9	26,6	7,9	7,8
5	11,9	2,0	0,2	2,8	76,7	42,5	4,2	4,2
6	1,7	0,5	0,2	1,4	8,1	5,8	1,2	1,0

Из данных табл. 3 видно, что к моменту начала образования бобов и затем до конца их созревания преобладающая доля фосфора семян приходилась на фракцию белкового фосфора и сахарофосфатов с фитином. При этом абсолютное количество неорганического фосфора в семенах сои оставалось более или менее стабильным в течение длительного периода образования бобов.

В зрелых семенах сои, выращенных на повышенном непрерывном фосфорном питании (вариант 1), содержалось и более высокое абсолютное количество белковой фракции фосфора и фосфора сахарофосфатов с фитином, чем в семенах растений, имевших пониженный уровень фосфорного питания (вариант 4). Краткосрочное исключение фосфора из питательного раствора в период цветения у растений, имевших до цветения и после цветения повышенный уровень фосфорного питания (вариант 2), способствовало более интенсивному накоплению фосфора белковой фракции и фосфора сахарофосфатов с фитином как в незрелых, так и в созревших семенах.

В табл. 4 приведены данные, характеризующие зависимость между накоплением жира и белка и содержанием фосфорных соединений в семенах сои.

Как видно из табл. 4, в условиях непрерывного снабжения растений фосфором (варианты 1 и 4) преобладающая часть фосфорсодержащих соединений (в процентах от общего фосфора) в семенах сои приходилась на долю белкового фосфора. В этих же семенах отмечается высокое относительное содержание жира. Временное исключение фосфора из питательной смеси в период цветения приводило к уменьшению относительного содержания белковой фракции фосфора, которое снижалось еще более в вариантах с полным исключением фосфора из питательной смеси после 30 дней вегетации. Относительное же содержание фосфора фитина и

Таблица 4

Влияние условий фосфорного питания на относительное содержание белка, жира, белкового фосфора и фосфора сахарофосфатов и фитина в созревших семенах сои

№№ вариантов	Вес в г на сосуд		В % на сухое вещество		В % от общего фосфора	
	общая сухая масса	семена	белок	жир	белковая фракция фосфора	фосфор саха- рофосфатов и фитина
Повышенное фосфорное питание						
1	50,95	13,33	27,81	29,25	72,60	22,20
2	73,49	21,17	27,88	27,70	57,64	36,61
3	48,40	11,17	35,25	20,53	49,56	42,23
Пониженное фосфорное питание						
4	43,15	14,56	30,00	25,04	78,32	13,63
5	28,18	9,85	39,81	24,66	60,03	33,39
6	21,50	5,13	39,69	23,44	50,32	36,02

сахарофосфатов, наоборот, было минимальным в вариантах 1 и 4 (непрерывное фосфорное питание) и повышалось при исключении фосфора в период цветения или от цветения до конца вегетации.

Близкими по соотношению фосфорсодержащих соединений и накоплению жира и белка в семенах оказались растения, которые имели непрерывное фосфорное питание при разных его уровнях (варианты 1 и 4). Следовательно, соотношение между рассматриваемыми формами фосфорных соединений в семенах сои и относительное содержание в них белка и жира определялось в данном случае не столько интенсивностью фосфорного питания вообще, сколько распределением его по периодам роста растения. Вместе с увеличением относительного содержания фосфора фитина и сахарофосфатов замечается повышение белковости семян сои и уменьшение содержания жира в них.

Таким образом, при непрерывном поступлении фосфора из внешней среды в созревающих семенах растений сои можно констатировать повышенную синтетическую способность в отношении нуклеопротеидов, а исключение фосфора из питательной среды в начале цветения приводит к относительно большому накоплению фитина и сахарофосфатов.

Считаю своим долгом выразить благодарность В. М. Клечковскому за ценные советы при выполнении данной работы.

Московская сельскохозяйственная академия  
им. К. А. Тимирязева

Поступило  
24 III 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Д. Н. Прянишников, Юбил. сборн., посвящ. 30-летию Великой Октябрьской соц. революции, 2, изд. АН СССР, 1947, стр. 307. <sup>2</sup> И. В. Мосолов, Хим. соц. землед., № 9 (1936). <sup>3</sup> С. Fellers, Soil Science, 3, No. 2 (1918). <sup>4</sup> В. И. Говарницкий, Т. Л. Ривкинд и др., Сборн. раб. по агрохим. и биохимии сои, 4, 1935, стр. 62. <sup>5</sup> В. М. Клечковский, Д. Д. Иваненко и др., ДАН, 58, № 1 (1947). <sup>6</sup> В. Б. Багаев, Диссертация, Моск. с-х. акад. им. К. А. Тимирязева, 1948. <sup>7</sup> А. В. Соколов, Хим. соц. землед., № 10 (1940).