

Г. М. Давидовский

Некоторые биологические особенности культуры эспарцета

1. О влиянии удобрения на урожайность эспарцета и его травосмесей

(Сообщение первое)

Из многолетних бобовых трав эспарцет заслуживает большого внимания для сухих степных районов нашей страны благодаря своим особо ценным кормовым и агротехническим свойствам. Эспарцет относительно устойчив к засухе и сравнительно легко переносит затенение и иссушение почвы покровными растениями, не требователен к высокому плодородию почвы. Он способен развиваться на песчаных и каменистых почвах, но дает хорошие урожаи сена и на суглинистых и даже глинистых черноземных и каштановых почвах. Сильная карбонатность почвы и подпочвы не оказывает угнетающего действия на урожайность и развитие эспарцета. Почвы низкого плодородия после посева эспарцета могут быть легко использованы под другие, требовательные к наличию почвенного плодородия культуры, в частности под яровую и озимую пшеницу.

В условиях Ленинканского плато из многолетних трав уже издавна эспарцет занимает господствующее положение. Вот почему, начиная разрабатывать систему удобрений в травопольных севооборотах применительно к местным условиям (1947 г.), мы начали изучать действие удобрений на урожайность сена эспарцета и его травосмесей.

Условия проведения и результаты опытов

Почвы. Особенности Ленинканского плато характеризуются сухими горно-степными условиями. Высота над ур. м. 1550 м. Среднегодовое количество осадков не так уж, казалось бы, незначительно, чтобы условия Ленинканского плато называть сухими и даже засушливыми, однако, если учесть тяжелый механический состав почв и их высокую физиологическую сухость, то станет понятным, почему для получения даже обычных урожаев, особенно яровых хлебов, здесь приходится прибегать к искусственному орошению даже в благоприятные годы.

В условиях сухой горной степи Ленинканского плато сформировались своеобразные почвы, которые Х. П. Миримзян [1] относит к черно-

земным почвам разной степени карбонатности и гумусности со слабыми признаками солонцеватости. Г. С. Давтян [2] почвы Ленинканского плато относит к горным среднесуглинистым слабо карбонатным «каштановым черноземам», специально оговариваясь, что название «каштановый чернозем» не укладывается в классификационные схемы Почвенного института АН СССР и тем не менее, по нашему мнению, определение Г. С. Давтяна является наиболее приемлемым.

Если взять такой важнейший показатель для характеристики почвы как содержание гумуса, по которому в основном производится классификация почв, то его содержание в почвах (поверхностный горизонт) Ленинканской государственной селекционной станции по данным Х. П. Миримаяна [3] составляет 4,26% (1933 г., разрез 139), по данным Г. С. Давтяна [2]—3,94% (1936 г.) и по нашим определениям—3,56—3,62% (1950 г.). Как видно из приведенных данных, по содержанию гумуса и по общему облику строения почвенного профиля, описываемые почвы относятся к горным каштановым черноземам. Обращает на себя внимание и тот факт, что содержание органического вещества почвы (гумуса) за 17 лет непрерывной культуры несколько снизилось. Мощность явно выраженных гумусовых горизонтов 40—60 см. Переход гумусовых горизонтов в подпочву резко выражен.

Механический состав каштановых черноземов Ленинканского плато тяжелосуглинистый и даже глинистый. По нашим определениям и по многочисленным данным, приведенным в работе Х. П. Миримаяна, содержание частиц физической глины обычно значительно превышает 50%. Почвы легко слеживаются и сильно уплотняются после обработки и в засушливых условиях лета и осени дают глубокие и широкие трещины.

Максимальная гигроскопичность 8—9%, мертвый запас влаги 16%. Засоление отсутствует, РН водной вытяжки—7,2. Передвижение и отложение карбонатов, в результате протекания почвообразовательных процессов, отмечается уже на глубине 40—50 см, но максимальное скопление карбонатов, составляющее 30 и даже выше процентов, наблюдается несколько глубже (60—100 см). От воздействия слабой соляной кислоты поверхностный горизонт вскипает слабо или даже совсем не вскипает.

Сумма поглощенных оснований в гумусовых поверхностных горизонтах высокая и по Х. П. Миримаяну [1] превышает 50 миллиэквивалентов. На долю натрия в поглощенных основаниях падает 5—7 миллиэквивалентов, что составляет 10—14% от общей емкости поглощения. Поглощенный натрий обуславливает заметные признаки солонцеватости почв Ленинканского плато.

Высокая карбонатность способствует быстрому закреплению и образованию труднорастворимых соединений из усвояемых форм фосфора, внесенных в форме удобрений или возникающих непосредственно в почве за счет жизнедеятельности микроорганизмов.

Почвы Ленинканского плато сформировались на карбонатных продуктах выветривания мощных делювиальных отложений. Основными почвообразующими породами явились туфы вулканического происхож-

дення, залегающие под карбонатными продуктами выветривания на глубине 6—8 метров.

На основании детальных микроскопических и химических исследований мелкозема и скелета основных типов почв Арменни (бурые почвы Араратской долины, горный выщелоченный чернозем Лорийской степи) Г. С. Давтян [2] приходит к выводу, что каштановый чернозем Ленинкаканского плато по своему петрографическому составу скелета и мелкозема резко отличается от других исследованных им типов почв.

Не выветрившиеся фракции скелета и мелкозема каштанового чернозема преимущественно состоят из окремненных порфириновых туфов и органогенных известняков. Валовое содержание фосфорной кислоты в скелете каштанового чернозема примерно в четыре раза меньше, чем в бурых почвах и черноземах Лорийской степи. Содержание P_2O_5 в скелете последних почв составляет 0,3%, тогда как в каштановом черноземе оно составляет 0,065%. Мелкозем каштанового чернозема по содержанию P_2O_5 богаче, чем скелет, в других типах почв наблюдается обратное соотношение, хотя мелкозем бурых почв и черноземов Лорийской степи по содержанию фосфорной кислоты значительно богаче мелкозема каштанового чернозема. Таким образом, по данным Г. С. Давтяна [2], каштановый чернозем Ленинкаканского плато по своим валовым запасам содержания фосфорной кислоты является наиболее бедной почвой из всех почв Арменни.

Для нас весьма важно знать в форме каких минералов и химических соединений находится фосфор в Ленинкаканском каштановом черноземе. По исследованиям Г. С. Давтяна [2], в скелете почв фосфор представлен почти напело в форме перничного апатита и частично в форме начальных стадий его метаморфоза. В состав мелкозема входит сложный комплекс минеральных и органических соединений, содержащих фосфор. В минеральных частях мелкозема почвы также встречаются кристаллы апатита.

Краткая методика опытов. Опыты по изучению эффективности действия минеральных удобрений на урожайность сена эспарцета и его травянистости были заложены в 1947 году в производственном клину сенокоса. На участке, вышедшем в 1946 году из-под яровой пшеницы, была произведена глубокая зяблевая пахота. Рано весной (1947) участок был разбит на делянки и по вариантам опыта вносились удобрения: азотных — аммонийная селитра, фосфорных — пылевидный суперфосфат (16%), калийных — калийная соль. С целью глубокой заделки удобрений участок был перепахан и проборонован. На участке, предназначенном для посева трав, под покров сперва высевался яровой ячмень из расчета 180 кг на га, а затем многолетние травы. Посев покровной культуры и многолетних

* В сене почвы мощностью 0—75 см валовое содержание P_2O_5 для бурых почв и черноземов Лорийской степи исчисляется в 23—24 г/кг из сена, в то время как для каштанового чернозема запасы фосфорной кислоты исчисляются в 10500 кг на га. Г. С. Давтян [2].

трав производился конной сеялкой. Норма высева эспарцета 80 кг на га и в травосмесях 50 кг на га эспарцета плюс 50% по числу всхожих зерен злаковых компонентов (пырей американский, житняк и костер безостый).

На участках беспокровного посева весной и в начале лета наблюдалось массовое появление сорняков, для уничтожения которых пришлось проводить неоднократные прополки.

Во все последующие годы развития и использования трав выращивание производилось на богарном фоне.

Площадь делянки 200 кв. м, повторность опыта четырехкратная; длина учетной делянки 50 м, ширина 4 м.

Учет урожайности проводился путем прямого взвешивания воздушно-сухой массы сена с площади всей делянки, а также путем взятия пробных снопов с трех точек делянки по квадратным метровкам. В пробных снопах определялся ботанический состав травосмесей и процентное соотношение урожайности по видам трав.

Густота стояния и динамика изменения видовых соотношений в травосмесях определялась путем подсчета (весной и перед уборкой) числа растений каждого вида трав и травосмесей в пяти точках делянки по вариантам и повторениям опыта.

Урожайность по вариантам опытов. Из-за ограниченных возможностей использования поливной воды опыты проводились на богаре. В условиях сильно засушливой погоды летом и осенью в Ленинском на богаре возможно получение только одного укоса многолетних трав; отращивание на второй укос бывает крайне слабым и не дает ощутительной массы сена, пригодной для учета.

По вариантам опытов изучалась не только отзывчивость эспарцета и его травосмесей на внесение минеральных удобрений, но и динамика изменения состава травосмесей по годам. Желая изучить этот вопрос более обстоятельно, за более длительный промежуток времени, мы не подвергли распаху опытный участок после двухлетнего использования, как это требовалось по плану севооборотных чередований, а продолжали учеты и наблюдения на четвертый и пятый годы жизни многолетних трав.

Вследствие сильной засушливости того года, когда проводились опыты, урожайность сена эспарцета в 1949 году была низкой.

Из данных таблицы 1 следует, что эспарцет, в условиях опыта, не проявил ни положительной, ни отрицательной отзывчивости на внесение минеральных удобрений—азотных, фосфорных и калийных. Имеющиеся отклонения урожайности от контроля по годам и вариантам опыта незначительны и по существу лежат в пределах ошибки опыта.

Для того, чтобы оценить влияние покровного растения (ярового ячменя) на отзывчивость эспарцета на внесение минеральных удобрений нами был заложен специальный опыт по несколько упрощенной схеме.

Удобрения вызвали сильное развитие и высокую урожайность покровного ярового ячменя. Хорошую эффективность проявили фосфорные удобрения, но несравненно более высокая прибавка урожая получалась от азотных удобрений при совместном их внесении с фосфорными. Даже

Таблица 1

Беспокровный посев эспарцета. Урожайность сена в центнерах на га по годам использования

Варианты опыта	Годы			Урожайность сена в ц/га за три года	Прибавка от удобрений в ц/га	В % от сена дара
	1948	1949	1950			
Контроль б/ удобрений	48,41	20,70	40,48	109,59	—	100,00
P ₂ O ₅ 100	44,06	21,92	41,98	109,96	+0,34	100,31
N 50	44,20	23,42	42,90	110,52	+0,93	100,81
P ₂ O ₅ 100 N 50	52,45	21,19	41,01	114,65	+5,06	104,61
P ₂ O ₅ 100 N 100	52,50	21,21	41,22	114,93	+5,34	104,87
P ₂ O ₅ 100 N 100 K ₂ O 50	45,90	19,68	38,8	104,39	-5,10	95,25

Таблица 2

Покровный посев эспарцета. Урожайность сена в центнерах на га по годам использования

Варианты опыта	Годы			Урожайность сена в центнерах на га за три года	Прибавка от удобрений в центнерах на га	В процентах от стандарта	Урожайность покровного ячменя в центнах на га	Прибавка от удобрений в ц/га	В % от стандарта
	1948	1949	1950						
Контроль б/ удобрений	22,58	20,74	43,6	86,92	—	100,00	17,62	—	100,00
P ₂ O ₅ 100	19,00	23,60	44,0	86,60	+1,68	101,93	26,17	+ 2,55	111,47
P ₂ O ₅ 100 N 100	9,70	22,82	47,30	79,42	-7,50	91,38	25,80	+ 8,18	146,42
P ₂ O ₅ 100 N 100 K ₂ O 50	11,78	20,30	45,10	77,18	-9,74	88,79	27,90	+ 10,28	158,34

калийные удобрения, в условиях опыта, при совместном их внесении с азотными и фосфорными, дали ощутительное приращение урожайности ярового ячменя. В других опытах с яровой пшеницей и ячменем нам не удалось подметить столь ощутительной положительной эффективности калийных удобрений, как в условиях данного опыта.

Если просматривать суммарную урожайность эспарцета за три года его использования по вариантам опыта (табл. 2), то вывод напрашивается такой: фосфорные удобрения не снизили и не увеличили урожайности эспарцета, в то время как азотные и калийные вызвали ощутительно: снижение его урожайности. Этот вывод не дает правильной оценки действия удобрений на развитие и урожайность эспарцета. Из данных предыдущего опыта (табл. 1) видно, что азотные и калийные удобрения в тех же дозах, что и в данном опыте, не проявили ощутительной по-

жительной или отрицательной эффективности на урожайность сена эспарцета. Если мы теперь обратим внимание на урожайность эспарцета по вариантам опыта в 1948 году, то увидим резко выраженное проявление отрицательного действия удобрений на урожайность эспарцета. Особенно сильное снижение урожайности вызвали азотные удобрения. Резкий отрицательный эффект от внесения удобрений объясняется прямым их действием не на эспарцет, а на покровную культуру. На удобренных делянках ячмень сильно развился, вызвав сильное затенение и иссушение почвы. В результате на удобренных делянках покровный эспарцет еще до уборки ячменя сильно выпал. На делянках с полным и азотнофосфорным удобрением эспарцет выпал почти нацело и для того, чтобы не допустить непроизводительного использования земли и ее засорения, в 1948 году рано весной мы произвели вторичный посев эспарцета по удобренным вариантам без проведения какой-либо предпосевной обработки. Результаты получились хорошие, и в 1949 году были получены нормальный травостой и урожайность по всем вариантам опыта. Выше нам уже приходилось отмечать аналогичные результаты действия покровной культуры по удобренным вариантам, полученные на Харьковской опытной станции.

Эффективность действия удобрений на развитие и урожайность травосмесей эспарцета нами изучалась в опытах по тем же схемам и при тех же дозах внесения удобрений, что и при чистых посевах эспарцета. Опыты были заложены при покровном и беспокровном посевах травосмесей. Травосмеси под покровом ячменя (ярового) почти нацело погибли еще до уборки покровной культуры. Участок пришлось перепахать весной 1948 г. и произвести общий посев эспарцета.

По вариантам опыта произведен учет урожайности покровного ячменя. Результаты этого учета не приводим, так как они аналогичны данным предыдущего опыта (табл. 2) за исключением того, что в условиях данного опыта калийные удобрения не проявили своего положительного действия и не вызвали повышения урожайности покровного ячменя.

Беспокровный посев травосмесей эспарцета получился весьма удачным. Дружные и равномерные всходы эспарцета и его злаковых компонентов обусловили хорошее развитие трав и получение достоверных результатов по учету эффективности действия минеральных удобрений (см. табл. 3).

Сравнивая общую урожайность травосмесей за три года с общей урожайностью эспарцета за тот же промежуток времени, мы видим, что, в условиях опыта, урожайность травосмесей получилась значительно выше, чем урожайность чистых посевов эспарцета. Превышение урожайности травосмесей обусловлено суммарной урожайностью злаковых трав, так как урожайность эспарцета за три года в травосмесях ниже урожайности чистых его посевов.

Просматривая данные урожайности травосмесей по годам и вариантам опыта, нетрудно дать определенную оценку эффективности действия минеральных удобрений для первого года использования трав на развитие и урожайность эспарцета и его злаковых компонентов. На основании

полученных данных можно сделать вывод, что минеральные удобрения (азотные и фосфорные) при раздельном их внесении на второй год жизни травосмеси не оказали ощутительного действия на развитие и урожайность эспарцета и злаковых трав и только при совместном внесении азотнофосфорных и азотнофосфорнокалийных удобрений наблюдается закономерность увеличения урожайности злаковых трав при крайне низком абсолютном значении этой урожайности. Эспарцет в травосмеси на второй год жизни не проявил ощутительной положительной отзывчивости на внесение удобрений.

На третий и четвертый год жизни эспарцет в травосмесях по удобрениям вариантам, в сравнении с контролем, дал пониженную урожайность. Особенно сильное снижение урожайности эспарцета наблюдается на четвертый год жизни по вариантам с полным и азотнофосфорным удобрением. Таким образом, с увеличением возраста травосмесей наблюдается снижение урожайности эспарцета в наиболее сильной степени по удобрениям вариантам и возрастание урожайности и удельного веса злаковых трав. В итоге, за три года изучения суммарная урожайность травосмесей по вариантам с раздельным внесением азотных и фосфорных удобрений незначительно превосходит урожайность стандарта, но при совместном внесении азотных и фосфорных удобрений, а также при внесении полного удобрения получается уже ощутительная прибавка урожайности от применения удобрений. Если же мы начнем анализировать суммарную урожайность за три года по видам трав, то увидим, что удобрения вызвали снижение урожайности эспарцета в травосмесях и сильно повысили урожайность злаковых трав. Высокая прибавка урожая злаковых трав получена от внесения фосфорных удобрений в чистом виде, а также от применения полного и азотнофосфорного удобрения. Азотные удобрения в чистом виде дали сравнительно невысокую прибавку урожая злаковых трав.

В заключение приведем данные по эффективности действия фосфорных и калийных удобрений на урожайность эспарцета и его травосмесей за 1950 год по опыту изучения системы удобрений в травопольных севооборотах, заложенному в 1949 году (см. табл. 4).

В 1950 году по опыту изучения системы удобрений в травопольных севооборотах производился первый учет урожайности по вариантам опыта.

Эспарцет и травосмеси вышли из-под покрова с ослабленным и неравномерным травостоем, обуславливая не вполне согласованные показатели по вариантам опыта и, тем не менее, данные этого опыта хорошо согласуются с показаниями предыдущих опытов. Фосфор в сильной степени повысил урожайность покровного ячменя на поливном фоне. Повышение доз удобрений вызывает повышение урожайности ярового ячменя. На поливном фоне эффективность удобрений в два с лишним раза выше, чем на богарном фоне. На богаре от применения удобрений прибавка урожая ярового ячменя получается низкой и повышение доз в сухих условиях хозяйственно не оправдывается.

Беспокрошный посев травосмесей эспарцета. Урожайность

Варианты опыта	1948				1949			
	общий урожай	в том числе			общий урожай	в том числе		
		эспар- цет	ячмень	костер		эспар- цет	ячмень	костер
Контроль б. удобрений	10,42	39,24	0,78	0,10	29,86	25,95	3,54	0,37
P ₂ O ₅ 100	11,48	39,92	0,65	0,09	32,16	24,81	5,59	1,36
N 20	11,02	39,64	0,51	0,87	31,36	26,22	4,14	1,00
P ₂ O ₅ 100 N 50	13,97	41,45	0,93	1,59	32,43	23,46	8,12	0,85
P ₂ O ₅ 100 N 100	13,97	40,77	1,91	1,19	30,76	23,18	7,02	0,49
P ₂ O ₅ 100 N 100 K O50	14,96	41,66	2,21	1,09	32,14	24,30	7,37	0,47

Эспарцет не дал приращения урожайности от применения удобрений; травосмеси же, как и в предыдущих опытах, проявили слабую положительную отзывчивость на внесение фосфорнокалийных удобрений.

Обсуждение опытных данных. Из данных предыдущих опытов следует один общий повторяющийся вывод: эспарцет на Ленинкаканском каштановом черноземе ни при раздельном, ни при совместном внесении удобрений не реагирует ощутительным образом на внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений. Благодаря сожительству эспарцета с клубеньковыми бактериями, в условиях хорошей агротехники, он обладает неограниченными возможностями использования атмосферного азота для своей нормальной жизнедеятельности и хорошего развития и, таким образом, при наличии клубеньковых бактерий в почве и условий для их успешного развития, вопрос снабжения азотом эспарцета в общей форме как-бы теряет свою остроту для большинства почвенных разностей. Но вот с двумя другими важнейшими элементами питания — фосфором и калием вопрос обстоит несколько иначе. Оба эти элемента могут быть почерпнуты и использованы растением только из почвы. На внесение калийных удобрений в наших условиях обычно не реагируют или реагируют весьма слабо не только эспарцет, но и другие растения полевой культуры — яровой ячмень, яровая пшеница, злаковые многолетние травы и др. Отсюда можно допустить, что обеспеченность растений усвояемыми формами калия в каштановом черноземе достаточно высокая и не вызывает острой необходимости первоочередного внесения этого элемента в форме удобрений для обычных полевых культур на Ленинкаканском каштановом черноземе. Внесение калийных удобрений под зерновые культуры и злаковые травы хозяйственно может быть оправдано только лишь при совместном их внесении с азотными и фосфорными удобрениями или же при недостаточно высокой естественной обеспеченности растений двумя последними элементами питания.

На внесение фосфорных удобрений в условиях наших опытов весьма сильно (положительно) реагировали яровой ячмень и злаковые травы, но не реагировал эспарцет, несмотря на высокую потребность эспарцета в

Таблица 3

связ в центнерах на га по годам использования

общий урожай	1950			Общий урожай трав за три года	в том числе			Прибавка от удоб- рений в ц/га	в % от стан- дарта	Урожайность в % по видам трав от урожайности стандарта		
	в том числе				эспар- цет	житняк	костер			эспар- цет	житняк	костер
	эспар- цет	житняк	костер									
55,10	38,12	15,75	1,23	125,38	103,31	20,07	2,0	—	100,0	100,0	100,0	100,0
55,41	31,80	22,83	0,81	129,08	96,53	29,47	3,08	+ 3,70	102,95	93,43	146,83	154,0
54,82	34,68	19,63	0,51	127,20	100,54	24,28	2,38	+ 1,82	101,45	97,31	120,97	119,0
58,12	31,35	26,32	0,45	134,52	96,26	35,37	2,89	+ 9,13	107,28	93,17	176,23	144,5
54,45	30,97	28,57	2,31	136,58	94,92	37,57	1,09	+ 11,20	108,93	91,87	187,19	204,5
58,41	29,63	27,02	1,76	135,51	95,59	26,60	3,32	+ 10,11	108,07	92,52	182,37	166,0

этом элементе питания. Отсюда можно сделать вывод, что эспарцет обла-
дает особыми, специфическими свойствами извлекать из почвы фосфор
из таких соединений, которые недоступны для использования другим ра-
стениям.

Из предыдущего изложения нам известно, что скелет Леципакан-
ского чернозема (каштанового), равно как и скелет других почвенных
разновидений Арменнии содержит в своем составе кристаллики апатита в
первичной форме, облеченные основной породой. Мелкозем почвы со-
держит фосфор в многообразных формах: в первичных формах апатита
и продуктов его изменения, в глинистых минералах и органическом веще-

Таблица 4

Покровный посев эспарцета и его травосмесей. Урожайность трав и
покровного ячменя в центнерах на га

Полный участок

Варианты опыта	Эспарцет			Травосмесь			Покровный ячмень		
	урожа- и ц/га	прибав- ка в ц/га	в % от стан- дарта	урожа- и ц/га	прибав- ка в ц/га	в % от стан- дарта	урожа- и ц/га	прибав- ка в ц/га	в % от стан- дарта
Контроль без удобрений	44,05	—	100,0	34,01	—	100,0	16,89	—	100,0
P ₂ O ₅ 100 K ₂ O 90	44,56	+0,51	101,16	41,04	+3,03	107,9	20,51	+3,62	121,43
P ₂ O ₅ 50 K ₂ O 50	—	—	—	40,31	+2,33	106,13	19,26	+2,37	114,03

Богарный участок

Варианты опыта	Эспарцет			Травосмесь			Покровный ячмень		
	урожа- и ц/га	прибав- ка в ц/га	в % от стан- дарта	урожа- и ц/га	прибав- ка в ц/га	в % от стан- дарта	урожа- и ц/га	прибав- ка в ц/га	в % от стан- дарта
Контроль без удобрений	41,72	—	100,0	33,35	—	100,0	16,37	—	100,00
P ₂ O ₅ 100 K ₂ O 90	36,16	-5,56	86,67	39,00	+5,65	116,94	17,98	+1,61	109,84
P ₂ O ₅ 50 K ₂ O 50	—	—	—	34,12	+0,77	102,31	17,37	+1,00	106,11

стве. Доступность растениям фосфора и органического вещества становится возможной лишь после его биологического разложения. Этот источник усвояемого фосфора для обычных растений, повидному, является основным, но для эспарцета, не реагирующего на внесение фосфорных удобрений, этот источник не является достаточным и мы предположили, что эспарцет в состоянии использовать труднорастворимые соединения фосфора. Для того, чтобы проверить это предположение и показать его правдоподобность, мы заложили специальные вегетационные опыты. Мы взяли глыбу красного туфа, предназначенного для постройки каменного дома, истолкли ее, материал просеяли через сито с отверстиями в 2 миллиметра и полученным грубым порошком набили вегетационные сосуды. Половину сосудов удобрили фосфором и калием, часть оставили без удобрения.

В сосудах были посеяны семена эспарцета, люцерны и пшеницы. Перед посевом семена эспарцета и люцерны были заложены клубеньковыми бактериями, взятыми со свежесобраных клубеньков растений этих культур. Бесплодный субстрат вегетационных сосудов после посева был обильно полит. Полив производился обычной водопроводной водой.

Всходы и развитие пшеницы до образования второго настоящего листа были нормальными. Лишь со второго настоящего листа обнаружилось голодание растений, прежде всего, от недостатка фосфора, судя по буророманжевому окрашиванию окончаний пластинок листа. За счет запасных питательных веществ, отложенных в семени, пшеничные растения дали рост до 5—7 см. образовали миниатюрную соломину и даже выбросили колос, но не завязали ни одного семени и погибли.

Люцерна в удобренных сосудах погибла от истощения в стадии образования второго настоящего миниатюрного листа. В удобренных фосфором и калием сосудах люцерна продолжала развиваться, сильно отставая в своем росте от растений контрольного сосуда, набитого обычной почвой. И только эспарцет развивался на толченом камне нормально и быстро, не проявляя ощутительной отзывчивости на внесенные фосфорные и калийные удобрения.

Нас могут упрекнуть в недостаточной методической осмотрительности при постановке вегетационных опытов. Водопроводная поливная вода несомненно содержала в растворе следы фосфора и других питательных веществ, однако, вносимые с поливом воды запасы питательных веществ, не могли обеспечить нормальное развитие и предотвратить гибель от истощения пшеницы и люцерны. Только эспарцет, нормально развиваясь в этих условиях, несомненно показал свои специфические особенности по извлечению и использованию труднорастворимых соединений фосфора из бесплодного, для других растений, субстрата.

Желая испытать способность эспарцета извлекать питательные вещества из широко распространенного черного туфа, мы так же, как и в предыдущих вегетационных опытах, измельчили строительный камень и просеянным порошком набили два ящика, вместимостью по 64 кг. Один ящик удобрили фосфором и калием, а второй—оставили без удобрения. В

ящики были высеяны семена эспарцета, зараженные клубеньковыми бактериями, а в междурядья подсеяна пшеница. Полив проводился водопроводной водой. Ящики содержались все время, как и вегетационные сосуды, на открытом воздухе в специальных ямах, нигде не соприкасаясь с почвой.

Эспарцет развивался хорошо, даже лучше чем на красном туфе. Некоторые растения (закавказский эспарцет, сиссианская улучшенная популяция) зацвели и дали нормальные семена. Разницы в интенсивности и мощности развития эспарцета первого года жизни в удобренном и неудобренном ящиках не обнаружено.



Фото 1. Развитие эспарцета первого года жизни на толченом камне (туфе). Семена удобрено фосфором и калием, выращено без удобрений.



Фото 2. Спавженное развитие пшеницы и эспарцета первого года жизни на измельченном не удобренном черном туфе.

Внесенная в ящиках в междурядья эспарцета пшеница, лишь в слабой степени страдала от недостатка фосфора, она нормально развивалась, выколосилась и дала на всех колосьях полноценные семена.

Таким образом, в условиях данного опыта эспарцет, извлекая фосфор и другие питательные вещества из труднорастворимых соединений, не только обеспечивал свои жизненно необходимые потребности в этих веществах, но и значительная часть их оказалась доступной для усвоения и нормального развития пшеницы. Снабжение азотом пшеничных растений шло, главным образом, за счет отмирания и разложения клубеньковых бактерий и частично, повидимому, за счет корневых выделений эспарцета.

Полевые опыты и опыты по выращиванию эспарцета на измельченном туфе показывают, что эспарцет успешно использует для своего развития рассеянные кристаллы первичного апатита из туфозой горной породы.

М. Домонтович и В. Полосин [4] в 1928 году в лаборатории Прянишниковой сельхоз. Академии им. К. Тимирязева изучали доступность фосфорной кислоты из фосфоритной муки люпином, чечевицей и эспарцетом. В качестве индикатора на растворимую фосфорную кислоту использовался посев овса. Опыты велись в песчаных культурах с внесением азотных и калийных удобрений в количествах, необходимых для нормального развития растений. В опытах было установлено лучшее использование фосфорита злаками при совместном выращивании с люпином, эспарцетом и чечевицей. Эти растения-растворители, успешно развивающиеся на трудно растворимых источниках фосфорной кислоты — фосфоритах, производили растворение фосфорита в количестве значительно большем, чем они сами могли поглотить и использовать. Часть растворимой фосфорной кислоты поглощалась овсом.



Фото 3. Весеннее отрастание эспарцета и люцерны. У эспарцета обильное образование клубеньков у поверхности почвы. У люцерны клубеньки отсутствуют.

Максимальное растворение фосфорита производил люпин, потом чечевица и, наконец, эспарцет. В наших опытах чечевица не в состоянии была успешно извлекать фосфор из апатита туфовой породы, в то время как эспарцет успешно справлялся с этой задачей. Это несоответствие в результатах между нашими опытами и опытами М. Домонтовича, повидимому, объясняется несоответствием методики их проведения. В наших опытах азот не вносился, и бобовые растения должны были добывать его из воздуха, в опытах же М. Домонтовича азот вносился в минеральной форме. Повидимому, чечевица не могла справиться с разрешением двойной задачи — усваивать атмосферный азот и поглощать фосфор из трудно растворимых соединений бесплодного субстрата и вынуждена была погибнуть.

Глубоко идущие корни эспарцета извлекают легкорастворимые и трудно растворимые формы фосфорной кислоты глубинных горизонтов почвы и подпочвы и обогащают ими в отмерших остатках органического вещества поверхностные горизонты почвы. Разветвляясь в большом количестве в глубинном и поверхностном пахотном слое, корни эспарцета в избытке для своих потребностей переводят трудно растворимые соединения фосфора в растворимые; большая часть их поглощается самим эспарцетом, а другая часть используется микроорганизмами или же связывается катионами почвы и переходит в соединения различной растворимости и доступности культурным растениям. Таким образом, эспарцет оставляет после себя поле, обогащенное растворимыми и усвояемыми формами фосфатов. Одновременно с этим идет более сильный процесс обогаще-

ния почвы растворимыми фосфатами за счет разложения отмерших богатых белками корневых систем эспарцета.

В белках фосфор уже находится в окисленной форме фосфорной кислоты (А. А. Шмук [5]). Расщепление ее совершается легко и, повидимому, на первых порах биологического разложения белковой молекулы. В результате действия этих двух причин, вопреки прежним утверждениям агрохимиков, что бобовые растения односторонне истощают почвы растворимыми формами фосфата и поля, вышедшие из-под них, должны быть удобрены в первую очередь фосфорными удобрениями, после расщипки эспарцета на каштановом черноземе поля обычно бывают обогащены усвояемыми формами фосфатов и яровая пшеница, высеванная по пласту эспарцета, поднятому поздно осенью или рано весной, больше отзывается на внесение азотных удобрений чем фосфорных. Этот факт имеет большое производственное значение в смысле рационального использования удобрений, он подтверждается нашими одногодичными полевыми опытами и нуждается в дополнительной проверке.

Удобрения внесены рано весной перед подъемом «пласта» эспарцета. Повторность четырехкратная, учетная площадь делянки 100 кв. м. Полив дан один в стадии выхода в трубку яровой пшеницы.

Таблица 5

Урожайность яровой пшеницы по «пласту» эспарцета
в центнерах на га (1946 год)

Варианты опыта	С о р т	Поливной участок			Богарный участок		
		урожай	в цент- нерах	в % от конт- роля	урожай	в цент- нерах	в % от конт- роля
Контроль без удобрений	Эринацеум	20,59	—	100,0	18,50	—	100,0
Контроль без удобрений	Дельфи	15,55	—	100,0	16,15	—	100,0
P ₂ O ₅ 50	Эринацеум	20,15	0,35	98,29	18,22	-0,28	94,49
P ₂ O ₅ 100	Эринацеум	21,75	1,15	106,10	18,25	-0,25	98,65
P ₂ O ₅ 100 N 50	Эринацеум	24,40	3,90	119,02	22,60	-1,10	122,16
P ₂ O ₅ 100 N 100	Эринацеум	26,90	6,40	131,22	25,62	+7,12	138,49
P ₂ O ₅ 100 N 100 K ₂ O 50	Эринацеум	29,50	8,90	143,43	25,20	+6,70	136,22
P ₂ O ₅ 100 N 100 K ₂ O 50	Дельфи	22,20	+6,65	142,76	21,10	+4,95	130,65

Фосфорные удобрения в богарных условиях выращивания не оказали влияния на урожайность яровой пшеницы, в поливных же условиях слабая положительная эффективность от внесения фосфора получилась только при высокой дозе внесения (100 кг га действующего начала). На фоне фосфорных, азотные удобрения проявили высокую эффективность. С увеличением дозы применения азота прибавка зерна удваивалась. Характерно, что на поливном участке на фоне азотных и фосфорных удобрений особенно проявилась положительная эффективность калийных удобрений.

Приходится слышать возражения против основного нашего вывода, непосредственно вытекающего из полевых и вегетационных опытов, об

отсутствии эффективности действия удобрений на урожайность эспарцета. Эти возражения основываются на следующем наивном рассуждении: зачем эспарцету извлекать труднорастворимые соединения фосфора и не реагировать, и не использовать легко доступные соединения фосфора, вносимые с удобрениями. Но эти рассуждения не представляют затруднения для ответа. Эспарцет и другие растения (люпин, гречиха), использующие фосфор труднорастворимых соединений действием своих корневых систем, переводят их в растворимое состояние в избыточном количестве для покрытия своих потребностей в легкорастворимые формы фосфора, вносимые с удобрением, хотя и несомненно поглощаются, но они не могут, в данных условиях полной обеспеченности эспарцета фосфором, проявить положительную эффективность.

Какими средствами химического или физического воздействия эспарцет и некоторые другие растения добиваются активного перевода труднорастворимых соединений фосфора в растворимые, мы не знаем.

Еще К. А. Тимирязев [6], основываясь на установленном факте выделения корнями растений кислых выделений и углекислоты и на опытах по травлению корнями мраморных пластинок, разделению корней и помещению части их в воду, а другой части в неполивающуюся почву, утверждал, «что растение в состоянии заимствовать свою пищу как от растворов, так и от твердых частиц почвы». Корни растений активно, хотя и не в одинаковой степени успешно у различных видов, извлекают питательные вещества из почвы, «пробегая в столь ограниченном пространстве свой многоверстный путь, миллионами своих волосков сосут и точат, и гложат почву, отнимая у нее так скудно рассеянные в ней азот и элементы золы—эти восемь тел, без которых невозможно существование растения» [6].

С. П. Кравков [7] указывал, что растения используют для своего питания нерастворимые соединения почвы, предварительно содействуя своим корнями переводу этих веществ в растворимое состояние.

Действие корней растений на растворение труднорастворимых соединений почвы может вызываться как прямым растворяющим действием корневых выделений, так и косвенным образом, путем изменения состава почвенного раствора за счет прямого растворяющего воздействия корней на труднорастворимые соединения.

Свойство эспарцета извлекать труднорастворимые соединения фосфора из измельченной горной породы (туф) и интенсивно синтезировать азот атмосферы позволяет ему вести независимое существование и развитие на бесплодных для других растений субстратах. Этот весьма ценный признак является благоприобретенным признаком, присущим, видимо, всем культурным видам эспарцета.

Своеобразные условия сожительства эспарцета с клубеньковыми бактериями (о чем мы скажем в следующем сообщении) и сильная способность извлекать питательные вещества из бесплодных для других растений субстратов позволяет нам предположить, что первоначальными ареалами возникновения закавказского эспарцета явились щебнистые

осипи в горах Армении и других республиках Закавказья. Только в этих местах могли возникнуть те специфические физиологические особенности эспарцета, которые мы наблюдаем в настоящее время.

Высокая способность эспарцета усваивать труднорастворимые соединения фосфора является крупным физиологическим преимуществом эспарцета в жизненной борьбе с другими видами как в естественных условиях произрастания, так и в условиях культуры и, если мы видим легкую вытесняемость эспарцета другими видами, несмотря на наличие столь крупного преимущества, то причина этого кроется в других явлениях и, прежде всего, в условиях взаимного сожительства эспарцета с клубеньковыми бактериями.

Ленинградская государственная
селекционная станция

Поступило 30 IV 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. П. Мириманян—Черноземы Армении, стр. 80, 82, 85, 1949.
2. Г. С. Давтян—Фосфорный режим почв Армении, стр. 23, 44, 69, 1946.
3. А. П. Мириманян—Почвы Ленинградского плато, Памбакской долины и Лорийской степи, стр. 58, 1933.
4. М. Домонтович и В. Полосин—О мобилизации фосфорной кислоты фосфорита и фосфорной кислоты почвы корнями растений. Из результатов вегетационных опытов и лабораторных работ, т. XV, стр. 103—108, 1930.
5. А. А. Шмук—Тр. т. I. Динамика режима питательных веществ в почве, стр. 267, 1950.
6. К. А. Гамиряев—Изб. соч., т. III. Жизнь растений, стр. 142, 144, 1949.
7. С. П. Кравков—Почвоведение, стр. 23, 1937.