

ГЛАВА III

ВНЕКОРНЕВАЯ ПОДКОРМКА СОИ СУПЕРФОСФАТОМ

Среди агротехнических приемов, направленных на повышение урожайности сои, особое место принадлежит правильному внесению удобрений.

Соя отличается продолжительным периодом вегетации и неравномерным потреблением питательных веществ по фазам развития. Наибольшее количество их поглощается ею в фазу образования бобов, поэтому удовлетворить потребность сои в питательных веществах при основном внесении удобрений в полной мере невозможно. Так, по данным Амурской и Приморской сельскохозяйственных опытных станций, основное внесение удобрений улучшает фосфорное питание сои только до фазы цветения, а к моменту образования бобов растения, как правило, испытывают фосфорное голодание.

Многими исследователями установлено, что наивысший эффект от применения удобрений достигается, наряду с внесением их в качестве основного удобрения местным способом (в рядок), при подкормке в период вегетации растений. Таковой является корневая подкормка, эффективность которой и доказана на культуре сои (Беликов, 1952; Грицун, 1958; Куркаев, 1963). Однако она имеет существенные недостатки: рабочими органами культиватора неизбежно повреждается корневая система, этот прием еще и трудно выполним в связи со смыканием листьев в междурядьях; кроме того, на Дальнем Востоке во второй половине лета на посевах сои нередко бывает настолько переувлажненной, что провести корневую подкормку не представляется возможным.

Соя в наших условиях созревает и убирают ее в конце сентября—октябре. Формирование зерна в бобах происходит в августе—сентябре.

По данным многолетних исследований, во второй половине вегетационного периода, когда происходит образование бобов и налив зерна, растению требуется большое количество элементов питания, в почве же в это время их оказывается в минимуме.

Установлено (Грицун, 1965), что 50% всего усвояемого фосфора соя потребляет в сравнительно небольшой по продолжительности период — формирования репродуктивных органов. Если потребность азота в это время соя в основном удовлетворяет за счет деятельности клубеньковых бактерий, то фосфорное питание можно улучшить только путем проведения подкормок. Все это дало основание обратиться к внекорневым подкормкам. Мы отдаем предпочтение фосфорным подкормкам не только потому, что в это время в почве в подвижной форме фосфора мало, но и потому, что для растений сои он имеет и другое значение — участвует в физиологических процессах обмена веществ и стимулирует развитие клубеньковых бактерий. Высокий уровень фосфорного питания обеспечивает повышение урожая, ускоряет созревание, увеличивает процент масличности семян сои (Грицун, 1952; Малыш, Рязанцева, 1965; Куренкова, 1949; Новак, 1960, 1961).

1. Распределение фосфора между органами растения

Изучение распределения радиоактивного фосфора (P^{32}) между органами растения у сои впервые начато И. Ф. Беликовым (1957), затем продолжено П. К. Сидоренко (1966) и Н. А. Пенчуковой (1967). Опыт последней проводился в 1966 году, использовался при этом радиоактивный суперфосфат, меченый по фосфору (P^{32}) с удельной активностью 26,3 мкюри/г. На опытный участок в предпосевную обработку было внесено $N_{30}P_{60}K_{30}$ кг/га. Испытывался сорт сои Салют 216. Подкормка проводилась в фазу образования бобов. Опыливали листья различных ярусов. У одной группы растений — 4 лист, у другой — 8 и у третьей — 10-й лист, считая снизу. Для учета отбирали растения, одинаковые по развитию, с равной площадью питания.

Через одни и пять суток у опытных растений удаляли опыленный лист; растения выкапывали, тщательно промывали, разделяли на части, высушивали и измельчали. Радиоактивность отдельных частей растения определяли на радиометре Б-2 с торцовым счетчиком Т-25 БФЛ. Передвижение фосфора в разные части растения прослеживали по радиоактивности, выраженной числом импульсов в минуту на 1 г вещества.

Из данных табл. 1 видно, что фосфор, нанесенный на листья, расположенные в разных ярусах, передвигался в другие органы, особенно много его накапливалось в бобах и корнях. Это наблюдали уже через сутки после начала опыта, и более четкие результаты получили через 5 суток. В бобы фосфор поступал примерно одинаково из листьев всех трех ярусов, а в корни наибольшее его количество поступало из листьев нижнего и среднего ярусов. По мере удаления опыляемого листа от поверхности почвы, перемещение фосфора в корни замедлялось.

Таблица 1

Удельная активность отдельных частей растения при опылении суперфосфатом, меченым P^{32} , отдельного листа сои

| Вариант | Листья | Черешки | Бобы | Корни |
|-------------------------------|--------|--------------------------|------|-------|
| | | нмп/мин. на 1 г вещества | | |
| Опылен 4 лист в нижнем ярусе: | | | | |
| через 1 сутки | 59 | 61 | 234 | 173 |
| через 5 суток | 134 | 100 | 307 | 265 |
| 8 лист в среднем ярусе: | | | | |
| через 1 сутки | 181 | 142 | 268 | 213 |
| через 5 суток | 386 | 143 | 354 | 383 |
| 10 лист в верхнем ярусе: | | | | |
| через 1 сутки | 366 | — | 341 | 156 |
| через 5 суток | 352 | 149 | 399 | 164 |

Лучшим доказательством передвижения питательных веществ при внекорневом использовании служит поступление их в корни. В опыте с опылением листьев нижнего и среднего ярусов уже через сутки после опыления корни накапливали значительное количество фосфора, а через 5 суток его накопилось еще больше. Фосфор сравнительно равномерно распределялся между корнями и бобами, но количество его в бобах было значительно выше. В варианте с опылением листа в верхнем ярусе фосфор перемещался и распределялся несколько иначе: более равномерно между листьями и бобами и значительно меньше оттекал в корни.

Таким образом, нанесенные на листья сои питательные вещества передвигаются и распределяются по всем органам растения. Как установлено ранее И. Ф. Беликовым и П. К. Сидоренко, это дало возможность посредством внекорневых подкормок повышать урожай и направленно изменять его качество. Локальность использования фосфора здесь отмечается в меньшей степени, чем при использовании ассимилятов (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что фосфор, поглощенный листом нижнего яруса в наибольшем количестве локализуется в бобах «подкормленного» листа, а также передвигается в нисходящем направлении тоже в довольно большом количестве к корням. С восходящим током фосфора поступает в 2 раза меньше, чем с нисходящим. С листа среднего яруса фосфор сравнительно одинаково распределяется между бобами «подкормленного» листа нисходящим и несколько меньше восходящим токами. При опылении листа в ярусе поглощенный фосфор большей частью поступает в листья верхнего яруса и несколько меньше — вниз от опыленного листа. Но больше всего фосфора локализуется в бобах.

Таблица 2
Отток фосфора от «подкормленных» листьев в другие органы сои

| Вариант опыта | Направление оттока фосфора | Средняя уд. активность в имп/мин. на 1 г вещества | | |
|--------------------------------|----------------------------|---|--------|------|
| | | корни | листья | бобы |
| Опылены 4-й лист (нижний ярус) | 4-й лист ниже | — | — | 887 |
| | 4-й лист выше | 265 | — | 257 |
| 8-й (средний ярус) | 8-й лист ниже | — | — | 383 |
| | 8-й лист выше | 383 | 261 | 376 |
| 10-й (верхний ярус) | 10-й лист ниже | — | — | — |
| | 10-й лист выше | 164 | 232 | 399 |
| | | — | 355 | — |

Аналогичные данные получены и при внекорневой подкормке радиоактивным фосфором растений сорта Хабаровская 4 (табл. 3).

Таблица 3
Распределение фосфора, поглощенного листьями разных ярусов, при опылинии сои радиоактивным суперфосфатом в начале образования бобов

| Опыленные листья (снизу вверх) | Радиоактив., обнаруж. в органах сои через 5 суток после начала опыта, имп/мин/г | | | |
|--------------------------------|---|-----------------|------|-------|
| | листовые пластинки | черешки листьев | бобы | корни |
| 4-й | 284 | 428 | 763 | 598 |
| 7-й | 419 | 263 | 987 | 394 |
| 9-й | 1507 | 443 | 1149 | 290 |

При опылинии 4-го снизу листа радиоактивным суперфосфатом в начале образования бобов наибольшая радиоактивность обнаруживается в корневой системе, меньшая — в бобах и листовых пластинках. При подкормке листа среднего яруса (7-го снизу) в корневую систему фосфора перемещается несколько меньше, а при опылинии листа верхнего яруса (9-го снизу) он почти весь поглощается надземными органами. Способы и сроки внекорневых подкормок этой закономерности не нарушают.

Фосфор, поглощенный одним листом, вскоре обнаруживается во всех органах растения. Результаты радиометрии показали довольно равномерное распределение P^{32} между листьями в начале образования бобов. Однако в молодых растущих листьях он обнаружен в значительно большем количестве.

В опытах с использованием P^{32} выявлена прямая зависимость в распределении фосфора между листовыми пластинками и бобами. Чем больше фосфора поступает в листовые пластинки, тем больше его и в бобах.

Поглощенный листом фосфор между бобами распределяется локально. В бобы «подкормленного» листа его поступает во много раз больше, чем в другие. Исключение составляют молодые листья, из которых фосфор усиленное оттекает в бобы других узлов. В бобах «подкормленного» листа его задерживается при опылении листа 4-го снизу — 41%, 7-го — 28%, 9-го — 20% от переместившегося в бобы.

Роль внекорневого питания заключается не только в частичном удовлетворении потребности растения в нужных ему питательных веществах. В природе поступление последних через листья в какой-то мере сочетается с поступлением через корни. Исследованиями Р. Х. Айдиняна (1958) установлено стимулирующее действие внекорневых подкормок на поступление элементов питания через корневую систему. Некоторые авторы (Хейфец, 1958; Учваткин и Бородулина, 1953) связывают усиление поступления зольных элементов под влиянием внекорневых подкормок с активизацией работы ферментов в растительном организме. В этой связи возможно усиление деятельности корневой системы.

В наших опытах (Беликов, Пенчукова 1968) радиоактивный фосфор, внесенный на глубину залегания корней, интенсивнее поступал через корни растений, опыленных простым суперфосфатом (табл. 4).

Таблица 4

Поступление фосфора P^{32} из почвы в растение при внекорневой подкормке суперфосфатом, имп./мин. на 1 г вещества

| Часть растения | Удельная активность | | ± |
|----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | внекорневая подкормка не проводилась | внекорневая подкормка суперфосфатом | |
| Корни | 326,8 | 449,8 | +123,0 |
| Стебли | 156,0 | 139,6 | -16,4 |
| Листья | 118,4 | 100,6 | -17,8 |
| Бобы | 119,9 | 226,0 | +106,1 |

Нанесение суперфосфата на листья усиливает поступление радиоактивного фосфора из почвы в растение в 1, 2 раза. Особенно много его поступает в бобы. Так, у подкормленных растений удельная активность бобов была в 1,8, корней — в 1,3 раза выше, чем у контрольных растений. Следовательно, фосфорные удобрения, нанесенные на листья в определенной дозе, стимулируют физиологические процессы, усиливающие поглощение фосфора корнями из почвы.

Погодные условия 1966 г. были сравнительно благоприятными для сои, так как не было переувлажнения почвы, типичного для климата Амурской области, поэтому корневая система сои развивалась в оптимальных условиях в течение всей вегетации. Надо полагать, что стимулирующее действие внекорневых подкормок будет сказываться более сильно при неблагоприятных условиях для деятельности корней. Внекорневые подкормки не только дополняют недостающие элементы питания, но и способствуют косвенным путем более энергичному поступлению их из почвы, улучшая тем самым обмен веществ между почвой и растением.

2. Дозы удобрений и способы подкормок

У растений сои неодинаковая чувствительность к концентрациям и дозам удобрений, в том числе применяемых посредством внекорневой подкормки. Появление ожогов на листьях после их опрыскивания растворами повышенной концентрации — одна из отрицательных сторон внекорневых подкормок. Поэтому, прежде чем их применить, пришлось провести специальные опыты по установлению предельных, безвредных для растения концентраций и доз удобрений.

Из данных табл. 5 видно, что наилучшей дозой при опрыскивании дает 2%-ный раствор фосфорной вытяжки, а при опылении посевов — 100 кг суперфосфата (отмечается меньше ожогов листьев). Наибольшая прибавка в урожае тоже получается при этих дозах (табл. 6).

Таблица 5

Дозы и способы нанесения удобрений на листья сои при внекорневой подкормке сорта Приморская 529 (удобрения наносились в фазу начала образования бобов), 1963 г.

| Доза и концентрация раствора | Число растений | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|------|
| | в опыте | из них поврежд. | |
| | шт. | % | |
| Опрыскивание раствором 500 л/га: | | | |
| 0,5%-ным | 86 | нет | — |
| 1,0 | 81 | нет | — |
| 2,0 | 90 | 1 | 1,1 |
| 3,0 | 79 | 12 | 15,2 |
| 4,0 | 84 | 47 | 56,0 |
| Опыливание суперфосфатом 50 кг/га: | 78 | нет | — |
| 100 | 82 | 2 | 2,4 |
| 150 | 87 | 13 | 15,0 |

В большинстве случаев внекорневые подкормки проводятся путем опрыскивания посевов. Этот способ требует значительных затрат труда и денежных средств, способ же опыливания менее

Таблица 6

Эффективность внекорневой фосфорной подкормки сои в зависимости от дозы и способа ее применения (Приморский край, сорт Приморская 529)

| Вариант опыта | 1963 г. | | | 1964 г. | | | 1965 г. | | |
|---|--------------------|-----------------|-------|--------------------|-----------------|-------|--------------------|-----------------|-------|
| | урожай зерна, ц/га | прибавка урожая | | урожай зерна, ц/га | прибавка урожая | | урожай зерна, ц/га | прибавка урожая | |
| | | ц/га | % | | ц/га | % | | ц/га | % |
| Контроль | 15,2 | 0,0 | 100,0 | 14,5 | 0,0 | 100,0 | 16,9 | 0,0 | 100,0 |
| Опрыскивание 2%-ным раствором, 500 л/га | 19,3 | 4,1 | 127,0 | 17,5 | 3,0 | 120,6 | 20,0 | 3,1 | 118,3 |
| Опрыскивание 1%-ным раствором, 500 л/га | — | — | — | 16,8 | 2,3 | 115,8 | 18,9 | 2,0 | 111,8 |
| Опрыскивание 2%-ным раствором, 250 л/га | — | — | — | 16,5 | 2,0 | 113,8 | 18,3 | 1,4 | 108,2 |
| Опыливание, 100 кг/га | 18,7 | 3,5 | 123,0 | 17,4 | 2,9 | 120,0 | 20,2 | 3,3 | 119,5 |
| Опыливание, 50 кг/га | — | — | — | 17,2 | 2,7 | 118,6 | 19,2 | 2,3 | 113,6 |
| % | | | 2,4 | | | 1,6 | | | 1,1 |
| НСР | | | 1,7 | | | 0,8 | | | 0,6 |

трудоемок и, как свидетельствуют результаты опыта, дает почти равноценный эффект с опрыскиванием.

Высокая эффективность подкормки путем опыливания объясняется наличием у сои большой листовой поверхности, а также тем, что лист у нее несколько гофрирован и сильно опушен волосками. Частицы удобрения равномерно распределяются по листу и прочно удерживаются на его поверхности. При образовании росы фосфорная кислота переходит в раствор и поступает через оболочку клеток в растение.

Как установлено исследованиями Е. И. Ратнера, Г. В. Барина (1959), Г. В. Барина (1964), суперфосфат на поверхности листа обладает большой растворимостью и гигроскопичностью и при наличии высокой влажности воздуха может переходить в такое состояние, при котором становится возможным ионный обмен на поглощающей поверхности листа. В условиях Дальнего Востока относительная влажность воздуха в июле—августе составляет 80%, что способствует усвоению питательных

веществ через листовую поверхность при нанесении их в пылевидном состоянии даже при отсутствии росы.

Аналогичные опыты по выявлению оптимальных доз суперфосфата при внекорневой подкормке проводились и в Амурской области с другими сортами сои (табл. 7).

Таблица 7

Урожай сои при разных дозах внекорневых подкормок суперфосфатом сои Салют 216 (1966 г.)

| Доза, кг/га | Урожай, ц/га | Прибавка, ц/га | Вес 1000 семян, г | Увелич. веса 1000 семян, г |
|-------------|---------------|----------------|-------------------|----------------------------|
| Контроль | 21,4 | — | 153,7 | — |
| 50 | 22,9 | 1,5 | 154,9 | 1,2 |
| 100 | 23,4 | 2,0 | 156,1 | 2,4 |
| 150 | 22,4 | 1,0 | 154,0 | 0,3 |
| | E = 0,34 ц/га | | P = 1,47% | |

Данные табл. 7 свидетельствуют, что и здесь наилучшей дозой суперфосфата оказалась 1 ц/га; она дала наивысшую прибавку урожая — 2 ц/га и веса на 1000 семян — 2,4 г. Заметно повысила урожай доза 0,5 ц/га и меньше повлияла доза 1,5 ц/га. На вариантах, опыленных дозой 1,5 ц/га, наблюдались многочисленные ожоги листьев, что, очевидно, отрицательно сказалось на продуктивности растений.

Вопрос о дозах нами изучался и в опытах с использованием метода «меченых» атомов (1966 г.). Закладывались они в полевых условиях. В качестве фона на глубину залегания корней в почву вносили раствор $\text{K}_2\text{P}_2\text{O}_7$, меченный P^{32} . Растения опыливали обычным суперфосфатом. Опыт закладывали в пятикратной повторности, опыливали по 10 растений. Через 5 суток определяли активность листьев растений по ярусам с помощью интенсиметра «Луч-А» (табл. 8).

Таблица 8

Радиоактивность почвы и листьев разных ярусов сои, имп/мин.

| Вариант опыта | Почва | Листья ярусов | | |
|----------------------------------|-------|---------------|----------|--------|
| | | нижнего | среднего | верхн. |
| Контроль | 3500 | 600 | 220 | 30 |
| Опыление листьев в кг/га: | | | | |
| 50 | 3700 | 780 | 400 | 70 |
| 100 | 3500 | 1680 | 460 | 200 |
| 150 | 3720 | 680 | 280 | 100 |
| Внесено в почву в междурядья 150 | 3500 | 680 | 290 | 50 |

Из табл. 8 видно, что внекорневая подкормка вызвала сравнительно большой приток в надземные органы фосфора из почвы. Наибольшее его количество оказалось в листьях нижнего яруса, меньше — в среднем и еще меньше — в верхнем. Наибольшее количество фосфора из почвы поступило в листья растений при внекорневой подкормке суперфосфатом в дозе 100 кг/га, меньше — при дозе 50 и 150 кг/га.

Через 12 суток после подкормки все опытные растения были выкопаны, обмыты, разделены, высушены, измельчены. Радиоактивность в них определяли на установке типа Б-2 с торцовым счетчиком Т-25 БФЛ (табл. 9).

Таблица 9
Радиоактивность P^{32} в различных органах растения сои

| Вариант опыта | Имп/мин. на 1 г вещества | | | |
|---|--------------------------|--------|------|-------|
| | листья | стебли | бобы | корни |
| Контроль без опыления | 278 | 386 | 285 | 868 |
| Опыление листьев в кг/га: | | | | |
| 50 | 492 | 514 | 711 | 1803 |
| 100 | 1970 | 1266 | 2441 | 3271 |
| 150 | 638 | 679 | 1071 | 976 |
| 150 кг/га внесено на почву в междурядья | 127 | 259 | 162 | 804 |

Данные табл. 9 говорят о том, что внекорневая подкормка способствовала поступлению фосфора во все органы растения. Больше его было в корнях, меньше — в бобах, стеблях и листьях. Как через 5, так и через 12 суток при внекорневой подкормке оптимальной дозой была 100 кг/га. Слабый эффект малой дозы 50 кг/га, надо полагать, объясняется недостаточным содержанием фосфора, чтобы активизировать физиологические процессы растения. Большие дозы, очевидно, угнетали их.

Данные табл. 5—9 говорят о том, что в условиях Приморского края и Амурской области наилучшей дозой суперфосфата при внекорневой подкормке сои является 100 кг/га.

Сравнительный опыт подкормки сои через листья и корни

Несмотря на наличие в литературе большого количества фактического материала, говорящего о высокой эффективности внекорневых подкормок на различных культурах, мы встретились со скептическим отношением применения этого приема на практике.

Сравнительные опыты мы проводили в течение трех лет в условиях Приморского края на опытном поле Приморского сель-

схознаучного института. Для подкормки использовали суперфосфат в дозе 100 кг/га. К началу проведения опыта подкормки растения имели мощно развитую вегетативную массу. Из-за сомкнутости листьев в междурядьях внекорневая подкормка проводилась вручную с помощью ранцевого опылителя. А при корневой подкормке удобрения заделывали тяпкой по середине междурядья на глубину 5—10 см.

Из табл. 10 видно, что при внекорневой подкормке прибавка урожая во все годы была выше, чем при корневой. В среднем за три года от корневой подкормки она составила 1,63 ц/га семян, а от внекорневой — 2,57 ц/га.

Таблица 10

Сравнительная эффективность корневой и внекорневой подкормок сои суперфосфатом по фону $N_{30}P_{45}K_{30}$, сорт сои Приморская 529 (по годам)

| Вариант опыта | Урожай семян, в ц/га | | | Прибавка | | | | | |
|-----------------------|----------------------|------|------|----------|------|------|------|------|------|
| | | | | ц/га | | | % | | |
| | 1963 | 1964 | 1965 | 1963 | 1964 | 1965 | 1963 | 1964 | 1965 |
| Контроль | 20,7 | 16,2 | 19,6 | — | — | — | — | — | — |
| Корневая подкормка | 21,9 | 17,9 | 21,6 | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 5,7 | 10,5 | 10,2 |
| Внекорневая подкормка | 23,7 | 18,5 | 22,1 | 3,0 | 2,3 | 2,5 | 14,5 | 14,2 | 12,8 |

Наблюдения показали, что на тяжелых по механическому составу почвах корневая система размещается близко к поверхности и при внесении в почву удобрений она сильно повреждается орудиями, тем самым затрудняется поступление элементов питания в организм растений. При нанесении суперфосфата на листья фосфор органам плодоношения (бобам) доставляется, надо полагать, быстрее. Внекорневая подкормка имеет еще и следующие преимущества перед корневым внесением удобрения: в период образования бобов ее можно проводить с помощью авиации и за световой день подкормить до 500 га посевов одним самолетом; а при корневой — с помощью трактора такую площадь надо обрабатывать несколько дней. При корневой подкормке обычно повреждается много растений и чаще всего им приносится больше вреда, чем пользы. С помощью самолета растения не повреждаются, подкормку можно проводить и при переувлажненной почве.

В процессе проведения опытов внекорневой подкормкой возникли вопросы, действительно ли наносимый на листья суперфосфат усваивается именно листьями. Не вернее ли предположить, что суперфосфат, которым проводится опыление, осыпается с листьев на землю и поглощается корнями. Чтобы ответить на них, был поставлен специальный опыт из трех вариантов:

1) контроль, 2) обычная внекорневая подкормка (опыление растений сои из расчета 100 кг/га суперфосфата), 3) нанесение такой же дозы суперфосфата на поверхность почвы (с предположением, что весь суперфосфат при опыливании ветром сдувается с листьев на почву).

Данные табл. 11 показывают, что при внекорневой подкормке элементы питания в растении в большом количестве поступают не через корни, а через листья. Специальным учетом установлено, что при опылении сои суперфосфатом с помощью самолета на землю его попадает 10—25% от всей вносимой дозы. Отмечено, что при нанесении фосфора на листья поступление фосфорной кислоты в растение протекает быстрее, чем при корневой подкормке. Это подтверждают данные исследований на содержание фосфора в клетке растений. Наличие фосфора в растении на третий день после внекорневой подкормки наблюдается только на 8-й день и в меньшем количестве. Это дает основание считать, что на листья нанесение его более эффективно.

Таблица 11

Сравнительные данные оценки внекорневой и корневой подкормки растений сои, 1965 г.

| Вариант опыта | Урожай семян сои, ц | | |
|--|---------------------|---------|-------|
| | с гектара | разница | % |
| Контроль | 19,6 | — | 100,0 |
| Внекорневая подкормка | 22,1 | 2,5 | 115,3 |
| Нанесение всей дозы удобрений на поверхность почвы | 20,3 | 0,7 | 104,0 |

4. Сроки проведения подкормок

Эффективность подкормок в значительной степени зависит от правильного выбора срока их проведения. В наших опытах изучалось влияние различных сроков на продуктивную часть урожая и его качество. Опыты проводились одновременно в Приморском крае и Амурской области.

Амурская область. Посевы сои подкармливались пылевидным суперфосфатом в фазы: цветения, начала образования бобов и половинной выполненности семян (табл. 12).

Внекорневые фосфорные подкормки усиливают приток фосфора в органы плодоношения сои, более чем вдвое усиливают процесс плодообразования, почти на 15% снижают опадение завязей и на 4—5 штук увеличивают число бобов на каждом растении. Влияние внекорневых подкормок суперфосфатом проявляется в течение всего периода формирования продуктивной части растения. В дальнейшем оно сказывается в увеличении

Таблица 12

Формирование бобов при внекорневых фосфорных подкормках сои
(1964—1966 гг.)

| Срок подкормки | Образовалось плодозем. с 5 по 15/VIII, шт. | Опавших бобов, % | Число бобов на раст. к уборке, в ср., шт. |
|-----------------------------------|---|---------------------|--|
| Контроль | 3,5 | 19,5 | 26,3 |
| Фаза цветения | 7,9 | 11,2 | 28,9 |
| Начало образов. бобов | 5,3 | 10,7 | 30,9 |
| Половинная выполненность семян | — | 4,2 | 29,5 |

сбора семян с одного растения за счет снижения абортивности их на 2,2—4,8%, а также в увеличении веса 1000 штук семян.

Данные табл. 13 говорят о том, что внекорневая подкормка действовала благоприятно на органы плодоношения во все сроки.

Таблица 13

Влияние внекорневых подкормок на формирование семян
(в среднем за 1964—1966 гг.)

| Срок подкормки | Абортив. семян, % | Число семян с 1 раст., шт. | Вес 1000 се- мян, г | Вес семян с 1 раст., г |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Удобрённый фон — $N_{30}P_{60}$ | | | | |
| Контроль | 14,8 | 49,7 | 149,0 | 11,2 |
| Фаза цветения | 11,7 | 56,8 | 155,3 | 13,3 |
| Начало образования бобов | 10,9 | 61,9 | 154,6 | 13,7 |
| Половинная выполнен- ность семян | 10,8 | 60,2 | 155 | 12,6 |
| Неудобрённый фон | | | | |
| Контроль | 13,5 | 46,7 | 146,6 | 11,5 |
| Фаза цветения | 8,4 | 56,3 | 150,8 | 13,0 |
| Начало образования бобов | 10,8 | 58,8 | 152,9 | 13,3 |
| Половинная выполнен- ность семян | 11,4 | 55,7 | 151,1 | 13,1 |

Положительно сказывались внекорневые подкормки и на вес 1000 зерен, и на урожай семян с гектара (табл. 14).

Погодные условия 1965 г. по количеству осадков и обеспеченности теплом мало отличались от средней многолетней нормы. Однако осадки распределялись неравномерно, в результате дефицита влаги в почве всходы появились с опозданием. По эффективности внекорневая подкормка на удобренном и неудоб-

Таблица 14

Урожай и вес 1000 семян сои при внекорневых подкормках суперфосфатом

| Год | Фаза | | | | | |
|-----|----------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | цветения | | образования бобов | | 50% выполн. бобов | |
| | контроль | подкормка | контроль | подкормка | контроль | подкормка |

Урожай, ц/га, неудобренный фон

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1964 | 12,0 | 13,3 | 12,0 | 13,5 | 12,0 | 14,3 |
| 1965 | 16,8 | 17,0 | 17,0 | 19,2 | 16,8 | 20,1 |
| 1966 | 22,8 | 24,1 | 21,3 | 22,8 | 23,7 | 24,1 |

Удобрённый фон

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1964 | 12,5 | 16,0 | 12,6 | 17,4 | 12,4 | 14,5 |
| 1965 | 17,1 | 19,4 | 17,0 | 19,0 | 17,2 | 18,7 |
| 1966 | 19,9 | 20,6 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 21,6 |

Вес 1000 семян в г. Неудобренный фон

| | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1964 | 140 | 155 | 148 | 156 | 149 | 150 |
| 1965 | 140 | 146 | 140 | 150 | 140 | 149 |
| 1966 | 150 | 152 | — | — | 151 | 154 |

Удобрённый фон

| | | | | | | |
|------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| 1964 | 148 | 157 | 147,0 | 159 | 146 | 159 |
| 1965 | 154 | 160 | 154,3 | 159 | 154 | 161 |
| 1966 | 146 | 148 | 146,1 | 146 | 143 | 144 |

Результаты математической обработки урожая
(по Перегудову)

| | 1964 г. | 1965 г. | 1966 г. |
|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Неудобренный фон | E=1 ц/га P=5,8% | E=0,5 ц/га P=3,0% | E=0,45 ц/га P=1,7% |
| Удобрённый фон | E=0,7 ц/га P=4,6% | E=0,8 ц/га P=4,6% | E=0,66 ц/га P=2,8% |

ренном фоне практически была одинаковой (прибавка от 1,5 до 3,3 ц/га, или 9—25%).

Лучшие результаты дала внекорневая подкормка в фазу боообразования и 50% выполненности бобов. На неудобренном фоне в фазу цветения внекорневая подкормка незначительно повышала урожай, на удобренном же — превысила контроль на 13%. От применения подкормок во все фазы их проведения вес 1000 семян увеличился на 5—10,5 г. Несколько больше превышение было на неудобренном фоне.

В 1966 г. погодные условия для роста и развития сои оказались благоприятными. Сумма осадков и температур была близкой к средней многолетней норме. В отличие от 1965 г. осадки распределялись более равномерно по периодам. В результате

соя как на удобренном, так и на неудобренном фоне хорошо росла и развивалась. На удобренном фоне росла быстрее и формировала более мощную вегетативную массу. В результате перед образованием бобов сильно полегла, на неудобренном же — этого не наблюдалось.

Нами отмечено также более сильное поражение сои на удобренном фоне грибными заболеваниями, особенно склеротинией. Вероятно, в результате полегания физиологические процессы были нарушены, и формирование урожая происходило в худших условиях. В итоге урожай на контроле удобренного фона на 2 с лишним центнера с гектара был ниже по сравнению с неудобренным, хотя по сравнению с 1964 и 1965 гг. была получена самая высокая продуктивность. Вследствие этого эффективность внекорневых подкормок на удобренном фоне не проявилась, чем отчасти можно объяснить снижение веса 1000 семян на 5—10 г по сравнению с неудобренным фоном.

На неудобренном фоне урожай и вес 1000 семян оказались аналогичными предшествующим годам, но прибавка урожая была значительно меньше: она составляла в фазу цветения и 50% выполненности бобов 1,3 ц/га, или 6%. В вариантах с подкормками вес 1000 семян был несколько больше: увеличение составило 1,5—3,1 г.

Опыты в Приморском крае. Данные табл. 15 свидетельствуют о том, что наилучшей фазой для проведения внекорневой подкормки в условиях Приморья оказалась фаза начала образования бобов. Аналогичные данные получены в опытах и с другим сортом сои — Приморская 529. В течение двух лет наибольшая прибавка урожая фиксировалась при подкормке посевов в фазу начала образования бобов (табл. 16).

Таблица 15

Сравнительная эффективность внекорневой подкормки суперфосфатом путем опыливания и опрыскивания по фону $N_{30}P_{15}K_{30}$, 1963 г.

(сорт Приморская 762)

| Проведение внекорневых подкормок | Опыливание | | | Опрыскивание | | |
|----------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------------|
| | урожай, ц/га | прибавка урожая, ц/га | абсолютный вес 1000 семян, г | урожай, ц/га | прибавка урожая, ц/га | абсолютный вес 1000 семян, г |
| Контроль | 15,2 | — | 206 | 15,2 | — | 206 |
| Начало образования бобов | 18,7 | 3,5 | 230 | 19,3 | 4,1 | 215 |
| Бобы во всех узлах | 17,5 | 2,3 | 212 | 15,7 | 0,5 | 209 |
| Зерно выполнено на 50% | 17,9 | 2,7 | 217 | 16,2 | 1,0 | 212 |

Таблица 16

Зависимость эффективности внекорневой фосфорной подкормки сои от сроков ее проведения, сорт Приморская 529

| Вариант опыта (фон: без удобрений) | 1963 г. | | | 1964 г. | | | 1965 г. | | |
|--|-------------------------------|--------------------|-------|-------------------------------|--------------------|-------|-------------------------------|--------------------|-------|
| | уро- жай зерна, ц/га | прибавка урожая | | уро- жай зерна, ц/га | прибавка урожая | | уро- жай зерна, ц/га | прибавка урожая | |
| | | ц/га | % | | ц/га | % | | ц/га | % |
| Контроль | 19,2 | 0,0 | 100,0 | 14,5 | 0,0 | 100,0 | 16,9 | 0,0 | 100,0 |
| Подкормка в фазу начала образования бобов | 22,9 | 3,7 | 119,3 | 17,4 | 2,9 | 120,0 | 20,2 | 3,3 | 119,5 |
| Подкормка в фазу наличия бобов во всех узлах | 21,8 | 2,6 | 113,5 | 16,9 | 2,4 | 116,5 | — | — | — |
| Подкормка в фазу выполненности зерна на 50% | 19,9 | 0,7 | 103,6 | — | — | — | — | — | — |
| НСР | | | 1,5 | | | 1,5 | | | 1,4 |
| 0,95 | | | 1,0 | | | 0,8 | | | 0,9 |

5. Влияние подкормок на жизнедеятельность клубеньковых бактерий

Клубеньковые бактерии, поселившиеся на корнях сои, свою жизнедеятельность поддерживают за счет пластических веществ растения. Это является своего рода платой последних за азот, фиксируемый бактериями из воздуха. В этот период они нуждаются не только в пластических веществах, но и в минеральных элементах, в частности в фосфоре.

По данным многих исследователей, клубеньковые бактерии всех бобовых растений довольно хорошо отзываются на внесение в почву фосфорных удобрений (табл. 17).

Данные табл. 17 говорят, что растения, получившие внекорневую подкормку фосфором, на своих корнях имели большее число клубеньков и были значительно крупнее, особенно на удобренном фоне. Их внешний вид говорил, что жизненный тонус у них весьма высок.

В результате применения радиоактивного фосфора при внекорневой подкормке установлена причина увеличения количества и веса клубеньков. При нанесении фосфора на листья он активно поступает в растение и передвигается не только в бобы, но и корни: в первую очередь поступает в клубеньки. Через сутки после подкормки на радиоавтографах наблюдалось четкое выделение клубеньков, указывающее о локализации в них ра-

Таблица 17

Влияние внекорневой подкормки суперфосфатом (опыление) на развитие и рост клубеньков на корнях сои в 1963—1965 гг.

| Вариант опыта (фон: без удобрений) | Количество клубеньков на 1 растение | | | Вес клубеньков с 1 растения, г | | |
|---|-------------------------------------|-------|------|--------------------------------|------|------|
| | Год | | | | | |
| | 1963 | 1964 | 1965 | 1963 | 1964 | 1965 |
| Контроль | 70,2 | 46,0 | 89,0 | 0,35 | 0,70 | 0,85 |
| Подкормка | 101,6 | 117,0 | 97,3 | 0,50 | 1,20 | 1,27 |
| Фон: $N_{30}P_{45}K_{30} + 20$ т перегной | | | | | | |
| Контроль | 91,0 | 111,0 | 76,5 | 0,82 | 1,60 | 0,98 |
| Подкормка | 115,7 | 87,0 | 83,8 | 0,97 | 2,20 | 1,40 |

диоактивного фосфора, в то время как в самих корнях наличие фосфора было обнаружено значительно позже.

Активизация клубеньковых бактерий происходит не только потому, что они получают больше фосфорного питания, а и потому, что фосфор, как известно, активизирует процесс фотосинтеза, при этом увеличивается количество продуктов фотосинтеза. Это способствует лучшему снабжению клубеньков пластическими веществами. Они быстрее и больше начинают усваивать азот из атмосферы, и, как следствие этого, растения получают его больше. Проведенные исследования сока листьев на содержание в нем фосфора и азота показывают, что внекорневая подкормка сои суперфосфатом способствует увеличению содержания фосфора и азота в соке (табл. 18). Подкормка сои проводилась суперфосфатом в дозе 100 кг/га 12 августа, а азот и фосфор определялись 15 августа по Магницкому. Аналогичные исследования в те же годы проводились нами и в Амурской области на иных почвах (табл. 19).

Таблица 18

Влияние внекорневой подкормки на наличие азота и фосфора в клеточном соке листьев растения сои (сорт Приморская 529)

| Опыт | В килограмме сока содержалось: | | | |
|-----------|--------------------------------|-------|---------|-------|
| | нитратного азота | | фосфора | |
| | мг | % | мг | % |
| | Фон нулевой | | | |
| Контроль | 250 | 100,0 | 16 | 100,0 |
| Подкормка | 300 | 120,0 | 40 | 250,0 |
| | Фон органоминеральный | | | |
| Контроль | 450 | 100,0 | 40 | 100,0 |
| Подкормка | 750 | 166,0 | 60 | 150,0 |

Таблица 19

Развитие клубеньков на корнях сои, подкормленной суперфосфатом
(фаза цветения), сорт Салют 216

| Вариант | Всего клубеньков, шт. | В том числе | |
|------------------|--------------------------|-------------|--------|
| | | крупных | мелких |
| Неудобренный фон | | | |
| 1964 г. | | | |
| Контроль | 99 | 28 | 71 |
| Подкормка | 105 | 28 | 77 |
| 1965 г. | | | |
| Контроль | 76,4 | 57,9 | 18,5 |
| Подкормка | 93,3 | 83,1 | 10,2 |
| 1966 г. | | | |
| Контроль | 112,3 | 70,1 | 42,2 |
| Подкормка | 147,8 | 91,8 | 56,0 |
| Удобренный фон | | | |
| 1964 г. | | | |
| Контроль | 120,9 | — | — |
| Подкормка | 148,7 | — | — |
| 1965 г. | | | |
| Контроль | 84,0 | 66,8 | 17,2 |
| Подкормка | 96,3 | 77,1 | 19,2 |
| 1966 г. | | | |
| Контроль | 100,6 | 53,5 | 47,1 |
| Подкормка | 130,2 | 70,8 | 59,4 |

В условиях Амурской области, как и в Приморском крае, внекорневая подкормка сои суперфосфатом активизирует жизнедеятельность клубеньковых бактерий, что способствует увеличению продуктивности растений.

6. Влияние внекорневой подкормки на рост, развитие растений и структуру урожая сои

В период образования бобов, как известно, вегетативный рост сои прекращается, не образуются новые узлы на главном стебле и ветвях и не происходит образования новых бобов на растении. За счет чего же увеличивается урожайность?

В табл. 20 приведены данные подсчета числа бобов и зерен у подкормленных и контрольных растений сои сорта Приморская 529. Они показывают, что повышение продуктивности подкормленных растений происходит за счет увеличения трехзерных бобов и уменьшения их абортивности. Так, на нулевом фоне одно растение дало 31 зерно, а при подкормке — 39. На удобрен-

ном фоне эта разница составила 6 зерен (59 и 65). При наличии на гектаре 300 тысяч растений это составило 1,8 ц/га с участка, на котором проводилась внекорневая подкормка. Аналогичные данные получены и при подкормке растений сортов Хабаровская 4 (табл. 21) и Салют 216 (табл. 22).

Таблица 20

Влияние внекорневой подкормки на структуру урожая сорта сои
Приморская 529 (1964 г.)

| Вариант опыта | Число бобов на 1 растении | Наличие бобов, % | | | Число зерен на 1 растении |
|---------------|---------------------------|------------------|-------------|------------|---------------------------|
| | | с 3 зернами | с 2 зернами | с 1 зерном | |

Фон О, без удобрений

| | | | | | |
|-----------|----|------|------|------|----|
| Контроль | 16 | 25,1 | 47,2 | 27,7 | 31 |
| Подкормка | 19 | 32,6 | 42,0 | 25,4 | 39 |

Фон: $N_{30}P_{45}K_{30} + 20$ т перегноя

| | | | | | |
|-----------|----|------|------|------|----|
| Контроль | 28 | 30,4 | 53,2 | 16,4 | 59 |
| Подкормка | 30 | 37,4 | 48,5 | 14,1 | 65 |

Таблица 21

Структура бобов и число семян на растении сорта сои Салют 216

| Структура бобов | Неудобренный фон | | | | Удобренный фон | | | |
|-----------------|------------------|------------|-----------|------------|----------------|------------|-----------|------------|
| | 1965 г. | | 1966 г. | | 1965 г. | | 1966 г. | |
| | конт-роль | под-кормка | конт-роль | под-кормка | конт-роль | под-кормка | конт-роль | под-кормка |
| Всего, штук, | 20,1 | 24,7 | 22,4 | 29,5 | 21,8 | 26,3 | 22,0 | 24,0 |
| из них: | | | | | | | | |
| одногнездных | 1,0 | 1,5 | 3,0 | 3,4 | 1,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 |
| двухгнездных | 5,2 | 6,5 | 6,5 | 9,9 | 6,2 | 8,0 | 9,3 | 9,3 |
| трехгнездных | 12,8 | 15,8 | 11,9 | 15,8 | 13,1 | 14,7 | 9,5 | 11,1 |
| четырегнездных | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,6 |
| пустых бобов | 1,0 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,1 |
| Всего семян | 46 | 60 | 45 | 65 | 52 | 57 | 46 | 54 |

Таблица 22

Наличие бобов и семян на растении сои сорта Хабаровская 4 при внекорневых подкормках фосфором в 1966 г.

| Показатель | Контроль | Подкормка в фазу цветения | Подкормка в фазу начала образования бобов | Подкормка при выполнении бобов на 50% |
|------------|----------|---------------------------|---|---------------------------------------|
|------------|----------|---------------------------|---|---------------------------------------|

Количество бобов 15,6 18,0 17,7 26,7

Приведенные данные показывают, что прибавка урожая сои Хабаровская 4 и Салют 216 при внекорневых подкормках произошла тоже за счет большей озерненности бобов. Увеличение числа зерен получено за счет трехгнездных бобов.

Внекорневая подкормка сои положительно сказалась и на соотношении органов и тканей у растений сорта Хабаровская 4 (табл. 23). Например, удельный вес бобов по отношению к весу всего растения у неподкормленных растений составил 57,6%, а у подкормленных — 66,2—68,0%. Вес стеблей у неподкормленных растений занимал 42,4% от веса растения, а у подкормленных — 31,9—33,8%. Это говорит о том, что фосфорные удобрения, внесенные в виде внекорневой подкормки, оказывают положительные действия на метаболизм растения, при этом ускоряется формирование репродуктивных органов.

Таблица 23

Структура урожая сои Хабаровская 4 при внекорневых подкормках суперфосфатом в 1966 г.

| Вариант | Вес растения, г | % бобов от веса растения | Из них | | % стеблей от веса растения |
|--|-----------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| | | | % зерна от веса бобов | % створок от веса бобов | |
| Контроль | 13,9 | 57,6 | 67,1 | 32,9 | 42,4 |
| Подкормка в фазу цветения | 13,0 | 68,0 | 73,4 | 26,6 | 31,9 |
| Подкормка в фазу начала образования бобов | 11,7 | 67,5 | 66,4 | 33,6 | 32,5 |
| Подкормка в фазу 50%-ную выполненности бобов | 13,6 | 66,2 | 67,5 | 32,5 | 33,8 |

В годы ранних осенних заморозков на подкормленных участках, как правило, зерно успевает вызреть, а на неподкормленных собирается до 20% морозобойного зерна, и соя, обычно, бывает готова к уборке на несколько дней раньше.

7. Влияние внекорневой подкормки на химический состав семян сои

Опыт применения внекорневых подкормок на посевах различных культур показал, что качество урожая заметно изменяется от вида и доз удобрений. Так, при опрыскивании раствором фосфора и калия посевов сахарной свеклы сахаристость корнеплодов увеличивается, при опрыскивании раствором азотистых удобрений кормовых трав заметно возрастает содержание белка в вегетативной массе и т. д.

Применяя внекорневые подкормки на посевах сои в период формирования бобов, мы рассчитывали не только на увеличение

урожая семян, но и на повышение содержания масла и белка в них (табл. 24).

Таблица 24

Влияние внекорневой подкормки суперфосфатом на накопление в семенах масла и протенна, доза 100 кг/га

| Вариант опыта | Урожай семян, ц/га | Масло, % | Протеин, % | Выход, кг/га | |
|---|--------------------|----------|------------|--------------|----------|
| | | | | масла | протеина |
| 1. Без удобрения | | | 1963 г. | | |
| Контроль | 19,2 | 19,20 | 40,10 | 375 | 770 |
| Опыление в фазу начала образования бобов | 22,9 | 19,41 | 40,40 | 444 | 845 |
| Опыление в фазу бобы во всех узлах | 19,8 | 19,20 | 39,81 | 381 | 788 |
| 2. Фон $N_{30}P_{45}K_{30} + 20$ т/га перегноя | | | | | |
| Контроль | 20,0 | 19,10 | 39,50 | 382 | 790 |
| Опыление в фазу начала образования бобов | 22,0 | 19,40 | 40,38 | 427 | 887 |
| Опыление в фазу бобы во всех узлах | 21,1 | 19,32 | 41,00 | 407 | 885 |
| 1. Без удобрения | | | 1964 г. | | |
| Контроль | 14,5 | 21,0 | 42,88 | 305 | 622 |
| Опыление в фазу начала образования бобов | 17,4 | 21,20 | 37,25 | 367 | 648 |
| Опыление в фазу бобы во всех узлах | 16,9 | 21,99 | 46,69 | 371 | 789 |
| 2. Фон $N_{30}P_{45}K_{30} + 20$ т/га перегноя | | | | | |
| Контроль | 19,6 | 20,98 | 39,24 | 411 | 759 |
| Опыление в фазу начала образования бобов | 21,6 | 20,83 | 44,06 | 450 | 952 |
| Опыление в фазу образования бобов во всех узлах | 21,0 | 20,71 | 46,63 | 435 | 979 |
| 1. Без удобрения | | | 1965 г. | | |
| Контроль | 16,9 | 20,15 | 43,43 | 341 | 734 |
| Опыливание посевов, 100 кг/га | 20,2 | 20,50 | 42,81 | 414 | 865 |
| 2. Фон NPK | | | | | |
| Контроль | 19,6 | 20,10 | 40,94 | 394 | 802 |
| Опыливание посевов, 100 кг/га | 22,1 | 20,40 | 43,38 | 451 | 959 |
| 3. Фон NPK + 20 т/га | | | | | |
| Контроль | 21,5 | 19,69 | 40,50 | 424 | 871 |
| Опыливание посевов, 100 кг/га | 22,9 | 18,98 | 44,62 | 435 | 1022 |

Данные табл. 24 показывают, что при проведении внекорневой подкормки все три года мы получали хорошую прибавку

в сборе масла и особенно белка с гектара посева. Под их влиянием изменялся в лучшую сторону и химический состав масла: уменьшалось кислотное число и увеличивалось йодное. Особенно заметно влияние внекорневой подкормки на сбор белка и масла с гектара.

Аналогичные данные по масличности семян и сбору масла с гектара получены при подкормке посевов сои сортов Хабаровская 4 и Салют 216 (табл. 25 и 26). Из табл. 25 видно, что в фазу цветения сбор масла увеличился в 17,3 кг с каждого гектара.

Таблица 25

Влияние внекорневых подкормок фосфором на масличность семян сои
Хабаровская 4

| Вариант опыта | 1966 г. | |
|---|----------------|-------------------|
| | масличность, % | сбор масла, кг/га |
| Контроль | 19,3 | 370,6 |
| Подкормка в фазу цветения | 19,3 | 387,9 |
| Подкормка в фазу начала образования бобов | 19,6 | 392,0 |
| Подкормка в 50%-ную выполненность бобов | 19,9 | 406,0 |

Подкормки во время формирования бобов и налива зерна примерно одинаково действовали на масличность семян, повышая ее. Внекорневая подкормка суперфосфатом оказалась более эффективной на сорте Салют 216 (табл. 26). Данные табл. 26 подтверждают, что стандартный для Амурской области сорт Салют 216 дает большую прибавку масла с гектара.

Данные табл. 27 показывают, что внекорневая подкормка суперфосфатом оказала положительное влияние на всхожесть и энергию прорастания. В дальнейшем было отмечено, что растения лучше росли и развивались. Считаем, что внекорневые подкормки следует широко использовать для улучшения посевного качества семян, что также будет способствовать повышению урожайности.

9. Экономическая эффективность внекорневых подкормок сои

На Дальнем Востоке соя — самая высокодоходная культура. Денежные доходы от ее реализации составляют 50—55% от всех доходов, полученных от растениеводства. Поэтому изыскание путей повышения урожайности сои имеет решающее значение в экономике совхозов и колхозов. Но не каждое мероприятие, направленное на повышение урожайности, экономически себя оправдывает. Любой агротехнический прием выгоден только тог-

Таблица 26
Масличность семян сои Салют 216 при внекорневых подкормках фосфором

| Вариант | 1964 г. | | 1965 г. | | 1966 г. | |
|--|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | маслич- ность, семян, % | сбор масла с 1 га, кг | маслич- ность, семян, % | сбор масла с 1 га, кг | маслич- ность, семян, % | сбор масла с 1 га, кг |
| Фон не удобренный | | | | | | |
| Контроль | 18,4 | 220,8 | 18,0 | 402,4 | 19,3 | 440,0 |
| Подкормка во время цветения | 19,0 | 252,7 | 19,2 | 326,4 | 19,9 | 479,6 |
| Подкормка Р в пе- риод образования бобов | 19,0 | 256,5 | 19,4 | 372,5 | 20,0 | 456,0 |
| Подкормка Р в 50%-ную вы- полнен. бобов | 19,1 | 273,1 | 19,4 | 389,9 | 19,5 | 469,95 |
| Удобренный (N ₃₀ P ₆₀) | | | | | | |
| Контроль | 19,4 | 242,5 | 18,1 | 309,5 | 19,5 | 348,5 |
| Подкормка Р во время цветения | 18,9 | 302,4 | 19,2 | 372,5 | 20,0 | 412,0 |
| Подкормка Р в пе- риод образова- ния бобов | 18,8 | 372,1 | 18,9 | 359,1 | 19,8 | 413,8 |
| Подкормка Р в 50%-ную вы- полнен. бобов | 19,9 | 288,6 | 19,4 | 362,8 | 20,1 | 434,2 |

Таблица 27

Влияние внекорневых подкормок сои на посевные качества семян, %

| Посевные качества | Контроль | В фазу цве- тения | В фазу обра- вания бобов | В фазу 60%- ной выполнен. бобов |
|---------------------|----------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Неудобренный фон | | | | |
| 1964 г. | | | | |
| Энергия прорастания | 85,5 | 87,5 | 86,0 | 90,0 |
| Всхожесть | 90,5 | 93,5 | 98,5 | 93,0 |
| 1966 г. | | | | |
| Энергия прорастания | 88,0 | 88,0 | 90,0 | 88,0 |
| Всхожесть | 94,0 | 95,0 | 95,0 | 94,0 |
| Удобренный фон | | | | |
| 1964 г. | | | | |
| Энергия прорастания | 81,5 | 86,0 | 81,5 | 91,0 |
| Всхожесть | 83,0 | 85,5 | 87,5 | 94,0 |
| 1966 г. | | | | |
| Энергия прорастания | 74,0 | 85,0 | 73,0 | 85,0 |
| Всхожесть | 89,0 | 92,0 | 92,0 | 92,0 |

Таблица 28

Экономическая эффективность подкормок сои в условиях Приморского края

| Показатель | Ед. изм. | Внекорневая подкормка фосфором | | | | | | | Подкормка фосфором по фону: N ₃₀ P ₄₅ K ₃₀ | |
|--|----------|--------------------------------|--------|------------|--------|----------------------------|---------------------|----------------------|--|-------------|
| | | опрыскивание | | опыливание | | Сроки подкормок | | | корневая | внекорневая |
| | | 500 | 250 | 100 | 50 | наличие бобов во всех узл. | начало образ. бобов | выполн. зерна на 50% | | |
| | | л/га | | кг/га | | | | | | |
| Внесено удобрений | ц/га | 0,50 | 0,25 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Прибавка урожая | ц/га | 3,00 | 1,70 | 3,10 | 2,50 | 3,7 | 2,6 | 0,6 | 1,6 | 2,6 |
| Стоимость добавочного урожая по сдаточной цене | руб/га | 78,00 | 44,80 | 80,06 | 65,00 | 96,20 | 57,60 | 15,60 | 41,60 | 67,60 |
| Затраты на приобретение, доставку и внесение удобрений | руб/га | 4,70 | 2,61 | 3,00 | 2,05 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 4,71 | 3,00 |
| Затраты на уборку и транспортировку добавочного урожая | | 2,10 | 1,19 | 2,17 | 1,75 | 2,59 | 1,82 | 0,42 | 0,99 | 1,61 |
| Всего затрат, связанных с применением удобрений | | 6,80 | 3,80 | 5,17 | 3,80 | 5,59 | 4,82 | 3,42 | 5,71 | 4,61 |
| Чистый доход от применения удобрений: | | | | | | | | | | |
| на гектар | руб/га | 71,20 | 41,00 | 74,89 | 61,20 | 90,61 | 52,78 | 12,18 | 45,79 | 62,99 |
| на центнер удобрения | руб/га | 142,40 | 164,00 | 74,89 | 122,40 | 90,61 | 52,78 | 12,18 | 45,79 | 62,99 |
| на рубль затрат | руб/га | 10,40 | 10,79 | 14,48 | 16,10 | 16,20 | 10,92 | 3,56 | 8,32 | 13,23 |

**Влияние внекорневой подкормки суперфосфатом на урожай и качество семян сои
в условиях Приморского края**

| Хозяйства | Подкорм- ленная площадь, га | Учетная площадь, га | Урожай, га/ | Прибавка, | | % масла | Выход масла | | Морозо- бойность зерна, % |
|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------|-----------|-----|---------|-------------|-----|------------------------------------|
| | | | | ц/га | % | | кг/га | % | |
| Совхоз им. Дальзавода | | | | | | | | | |
| 1964 год | | | | | | | | | |
| Контроль | — | 30 | 5,2 | — | 100 | 18,80 | 97,7 | 100 | 20,4 |
| Подкормка | 750 | 30 | 7,4 | 2,2 | 123 | 19,31 | 143,31 | 141 | 8,0 |
| Учебное хозяйство ПСХИ* | | | | | | | | | |
| Контроль | — | 25 | 8,0 | — | 100 | 18,92 | 153,2 | 100 | 24,0 |
| Подкормка | 400 | 25 | 10,0 | 2,0 | 125 | 19,81 | 198,0 | 129 | 7,0 |
| Совхоз «Степное» | | | | | | | | | |
| 1965 год | | | | | | | | | |
| Контроль | — | 30 | 14,7 | — | 100 | 19,93 | 292,9 | 100 | — |
| Подкормка | 600 | 100 | 17,1 | 2,4 | 116 | 19,55 | 334,3 | 114 | — |
| Учебное хозяйство ПСХИ* | | | | | | | | | |
| Контроль | — | 60 | 9,4 | — | 100 | 18,93 | 178,9 | 100 | — |
| Подкормка | 350 | 60 | 11,3 | 1,9 | 121 | 19,47 | 220,0 | 123 | — |
| Совхоз «Григорьевский» | | | | | | | | | |
| Контроль | — | 40 | 6,0 | — | 100 | 19,06 | 114,3 | 100 | — |
| Подкормка | 266 | 40 | 8,2 | 2,2 | 136 | 20,28 | 166,2 | 145 | — |
| Совхоз им. Дальзавода | | | | | | | | | |
| Контроль | — | 100 | 5,5 | — | 100 | — | — | — | — |
| Подкормка | 1250 | 140 | 6,9 | 1,4 | 125 | — | — | — | — |

* Приморский сельскохозяйственный институт.

да, когда дополнительно производственные затраты на его применение окупаются прибавкой урожая.

При определении экономической эффективности внекорневой подкормки сои мы пользовались сравнительными методами анализа (табл. 28 и 29). Расчеты свидетельствуют о высокой экономической эффективности подкормок, существенное влияние которых оказывают дозы удобрений, способы и сроки их применения, в частности самый высокий доход от гектара получен при повышенных дозах удобрений. Однако наивысшая окупаемость единицы удобрений наблюдается при половинной дозе их применения.

О положительной эффективности внекорневых подкормок свидетельствуют и производственные испытания. Затраты на проведение подкормки окупались в 10 и более раз. Аналогичные показатели в эффективности внекорневых подкормок получены и в Амурской области (Пенчукова, 1967).

Таким образом, применение внекорневой подкормки позволит увеличить сбор зерна сои и снизить ее себестоимость.

Выводы

1. Изучение внекорневых подкормок сои, проведенные нами в течение трех лет, показало, что этот способ применения удобрений в условиях Дальнего Востока дает возможность повысить урожай сои и его качество. Он технически прост, экономически выгоден и позволяет воздействовать на продуктивность растений в такие периоды, когда внести удобрения другими способами практически невозможно.

2. Из всех видов применяемых удобрений лучший результат получен при внекорневой фосфорной подкормке. Это объясняется тем, что в почвах Приморского края в Амурской области фосфор в подвижной форме находится в минимуме. Кроме того, основные удобрения, внесенные осенью и весной, входят в труднодоступные для растений соединения и в период формирования бобов (август—сентябрь), когда потребность в фосфоре весьма высокая, а его в доступной форме в почве не оказывается. В этих условиях внекорневая фосфорная подкормка является эффективным приемом дополнительного питания растений.

3. Фосфор из порошковидного суперфосфата, нанесенного даже на один лист, быстро усваивается растением и через сутки обнаруживается во всех его органах. Следовательно, внекорневая подкормка достигает цели и при неравномерном распределении удобрения, когда оно попадает не на все, а только на некоторые листья растения, что часто наблюдается при авиаподкормке.

4. Применение в исследованиях радиактивного фосфора позволило установить, что нанесенный на листья, он перемещается не только в бобы, но и активно поступает в корни и в большем

количестве обнаруживается в клубеньках растения. Это дает основание рассматривать внекорневую фосфорную подкормку как прием, улучшающий одновременно фосфорное и азотное питание сои через усиление жизнедеятельности клубеньковых бактерий и повышенной их азотофиксирующей способности. При подкормке вес клубеньков возрастает в полтора — два раза.

5. Фосфор, переместившийся в корневую систему, в дальнейшем с пасоккой возвращается в надземную часть растения. Существует прямая зависимость между поступлением фосфора в листья и его притоком в бобы; в бобах «подкормленного» листа фосфора накапливается больше.

6. Применение радиоактивного фосфора позволило установить, что простой суперфосфат, нанесенный на листья сои, усиливает поступление фосфора и из почвы. Следовательно, внекорневые подкормки стимулируют действие на корневую систему сои. Они увеличивают количество и вес клубеньков на корнях сои на 20—48%. В результате улучшается азотное питание растений.

7. Рост урожайности при фосфорной подкормке достигается за счет усиленного формирования продуктивной части растения — бобов и семян. Интенсивное формирование репродуктивных органов обуславливается лучшей мобилизацией и усилением притока пластических веществ к ним.

8. Под влиянием фосфорной подкормки изменяется содержание масла и белка в семенах сои. На фоне без внесения удобрений повышается процент масла в зерне и увеличивается выход его с гектара на 40—75 кг; на фоне органического и полного минерального удобрений, где растения остро не ощущают недостатка в фосфоре, внекорневая фосфорная подкормка в большей степени оказала влияние на накопление белка в зерне, увеличивая его выход с гектара на 65—200 кг.

9. Внекорневая фосфорная подкормка сокращает период вегетации сои и ускоряет процесс созревания зерна на 5—7 дней, повышая его товарные качества.

10. На эффективность внекорневой подкормки влияют сроки ее проведения. Лучший результат в Приморском крае получен при подкормке в фазу начала образования бобов. Эта фаза характеризуется повышенной активностью растений, наличием максимальной листовой поверхности, что способствует более полному использованию фосфора в обмене растений. В Амурской области, наряду с другими фазами, высокую эффективность удобрений показала внекорневая подкормка и в период цветения.

11. При изучении сравнительной эффективности фосфорной подкормки путем опрыскивания и опыливания получены почти равноценные результаты. Высокая эффективность подкормки путем опыливания на культуре сои объясняется наличием большой

листовой поверхности, гофрированности и опушенности листьев, что способствует закреплению частиц удобрения при нанесении его на поверхность листьев. Кроме того, в условиях Приморского края, при наличии высокой относительной влажности воздуха, частицы удобрения переходят в насыщенное состояние, при котором ионный обмен на поглощающей поверхности листа становится возможен даже при отсутствии росы.

12. Лучшими дозами удобрения при внекорневой фосфорной подкормке является: при опыливание — 50—100 кг/га, при опрыскивании — 500 л раствора на гектар при 1—2%-ной концентрации.

13. Эффективность внекорневой фосфорной подкормки зависит от условий почвенного питания. С повышением общего фона она снижается, однако даже на высоком фоне с внесением органического и полного минерального удобрений подкормка обеспечивает прибавку урожая зерна на 10—11%.

14. Производственное испытание внекорневой подкормки в хозяйствах Приморского края подтвердило эффективность этого приема. Чистый доход на гектар от применения подкормки составил 32—57 рублей, затраты окупались в 8—12 раз.

ЛИТЕРАТУРА

Айдинян Р. Х., 1958. Физиология растений, агрохимия, почвоведение. Всесоюзная конференция по использованию изотопов и ядерных изменений. М., Изд. АН СССР.

Бариннов Г. В., 1964. Об особенностях поступления веществ через листья растений. Физиологическое обоснование системы питания растений. М., Изд. АН СССР.

Беликов И. Ф., 1952. Влияние удобрений на урожай и химический состав зерна сои в условиях Приморского края. Тр. ДВ филиала АН СССР. Серия растен., Владивосток.

Беликов И. Ф., 1957. Поступление радиоактивного фосфора (P^{32}) в растение сои при внекорневом питании. Вестник научно-исследовательского ин-та, 5. Пхеньян.

Беликов И. Ф., Н. А. Пенчукова, В. Т. Куркаев, 1968. Некорневые подкормки сои в Амурской области. Тр. Амурской с.-х. опыт. станции, т. 2. Благовещенск.

Грицун А. Т., 1952. Система удобрения в травостойных севооборотах Приморского края. Тр. ДВФ СО АН, Серия растен., № 1. Владивосток.

Грицун А. Т., 1958. Эффективность применения минеральных удобрений под сою. «Земледелие», № 4.

Куркаев В. Т., 1963. Удобрение сои. В сб.: Соя. М.

Грицун А. Т., 1965. Применение удобрений под сою. В кн.: Соя в Приморском крае, Владивосток.

Куренкова В. Л., 1949. Влияние фосфорного питания на содержание фосфорных соединений в листьях сои. Сб. студен. работ ТСХА, вып. 2, М.

Малыш К. К., Т. П. Рязанцева, 1965. Об итогах селекции зерновой сои на Амурской опытной станции. Тр. Амур. с.-х. опыт. станции, Благовещенск.

Новак А. Г., 1960. Соя на Дальнем Востоке. Владивосток.

Пенчукова Н. А., 1967. Влияние внекорневых подкормок на урожай

соя и его качество в условиях Амурской области. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. н. ДВФ АН, Владивосток.

Ратнер Е. И., Г. В. Баринов, 1959. Особенности поступления питательных веществ через листья при внекорневой подкормке растений. «Физиология растений», 3.

Сидоренко И. К., 1966. Внекорневая подкормка сои в условиях Приморского края. Автореф. канд. дисс. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. н. Владивосток.

Учеваткин Ф. И., А. А. Бородулина, 1953. Результаты исследований по внекорневым фосфорным подкормкам хлопчатника, № 3. Ташкент, Изд. АН Уз. ССР.