

633.34  
П25,

Н. А. ПЕНЧУКОВА  
В. М. ПЕНЧУКОВ

**ВНЕКОРНЕВЫЕ  
ПОДКОРМКИ  
СОИ  
В АМУРСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

Н. А. ПЕНЧУКОВА

В. М. ПЕНЧУКОВ

ВНЕКОРНЕВЫЕ  
ПОДКОРМКИ  
СОИ  
В АМУРСКОЙ  
ОБЛАСТИ

Хабаровское  
книжное  
издательство  
Благовещенск  
1969

---

## ВВЕДЕНИЕ

Амурская область — основной район возделывания сои в СССР. За последние 25 лет ее посевы здесь выросли более чем в 8 раз, достигнув в 1968 г. 558,2 тыс. гектаров. Валовой сбор соевого зерна возрос в 1966 г. до 413,2 тыс. тонн.

Производство сои в области увеличилось в основном за счет расширения посевных площадей. Урожайность же этой культуры во многих хозяйствах остается низкой: в 1966 г., например (самый урожайный год), она составила 7,4 ц/га, в 1967 — 6,3 ц/га, в 1968 — 5,4 ц/га.

Опыт передовиков сельскохозяйственного производства и результаты научных исследований показывают, что существуют реальные возможности для повышения урожайности сои. Так, в 1966 г. три хозяйства получили урожай свыше 12 ц/га, 19—10—12 ц/га, 33—8—10 ц/га. В 1966—1967 гг. Тамбовский район в среднем со всей площади получил сои по 10,2 ц/га. В 1966—1968 гг. ордена Ленина колхоз «Приамурье» со всей площади посева собрал более чем по 11 ц/га, таких же результатов добилось ОПХ Всероссийского научно-исследовательского института сои, а звено Героя Социалистического Труда А. С. Дугинцова из Волковского совхоза — еще более высоких: по 14,5 ц/га. Эти примеры показывают, что биологические возможности сои используются пока недостаточно.

Урожай сои можно значительно повысить, если правильно применять систему агротехнических мероприятий, в особенности удобрения. По данным научно-исследовательских учреждений области, применение удобрений под сою обеспечивает устойчивый эффект (прибавка урожая 3—4 ц/га) только на бурых лесных, дерновых подзолистых и пойменных луговых почвах. На основном же типе почв области — луговых черноземовидных — удобрения в одни годы дают прибавку урожая, в другие, наоборот, снижают его. Так, в опытах, проведенных бывшей Амурской сельскохозяйственной опытной станцией (ныне Всероссийский научно-исследовательский институт сои), за 10 лет (1958—1968 гг.) средняя прибавка от применения удобрений на этих почвах по лучшим вариантам не превышала 0,5—0,7 ц/га, то есть практически ее не было.

По данным Амурской зональной агрохимлаборатории, устойчивый эффект на луговых черноземовидных почвах обеспечивает рядковое внесение гранулированного суперфосфата в дозе 10—15 кг/га действующего начала (прибавка до 1,5 ц/га). Применение основного удобрения без учета засоренности посевов и потребностей растений сои не дает желательных результатов. Так как в элементах пищи, особенно в фосфоре, соя остро нуждается в период формирования репродуктивных органов (более 50% общей потребности), необходимы подкормки этой культуры во время вегетации.

По данным многолетних наблюдений, в наших почвах под посевами сои во второй половине вегетации мало подвижных форм фосфора, и растениям его недостает даже на удобренных участках. Обычную подкормку в фазе бобообразования проводить трудно из-за смыкания листьев в рядках, а часто из-за переувлажнения почвы. Поэтому в условиях области целесообразно улучшить уровень питания сои в период формирования репродуктивных органов путем внекорневой подкормки.

У внекорневых подкормок по сравнению с обычными имеется ряд преимуществ: небольшое количество удобрений, позволяющее получать прибавку урожая в 2—3 ц/га, меньшая ограниченность в сроках применения, возможность совмещения с другими агротехническими приемами (обработка ядохимикатами и микроудобрениями, стимуляторами роста, гербицидами), положи-

тельное влияние на качество урожая, применение только на чистых от сорняков участках.

Внекорневые подкормки растений — сравнительно новый агротехнический прием. Но в естественных условиях внекорневое питание у растительных организмов существовало уже в древности. Морские водоросли и растения, живущие в воде, приспособились поглощать своей поверхностью необходимое для жизни, включая и минеральные соли. Высшие растения через надземные органы также могут поглощать воду и питательные вещества.

С середины XIX в. эту особенность растительных организмов использовали, чтобы отыскать быстрый и эффективный метод борьбы с различными заболеваниями, вызываемыми отсутствием того или иного элемента минерального питания. Позднее внекорневое питание стали применять как метод направленного воспитания (И. В. Мичурин, Е. П. Липчинский). С 30-х гг. XX в. внекорневые подкормки в нашей стране приобрели практическое значение как прием, повышающий продуктивность растений и улучшающий качество урожая.

Позднее Ф. Ф. Мацков доказал возможность с помощью внекорневых подкормок регулировать продуктивность растений.

Различные культуры относятся к внекорневому питанию неодинаково. Наименее отзывчивыми оказались злаковые: яровая пшеница, овес, ячмень, кукуруза; наиболее — картофель и сахарная свекла.

Внекорневые подкормки влияют на химический состав растений и качество урожая. Они значительно повышают крахмалистость клубней картофеля, сахаристость сахарной свеклы, содержание белка в зерне пшеницы и в зеленой массе кукурузы. Так, при внекорневых азотных подкормках содержание белка в зерне твердой пшеницы возросло на 2,2%, мягкой — на 1,7%. Кроме того, повысились натура и стекловидность зерна, увеличился вес 1000 зерен и процент клейковины в зерне, а также значительно улучшались хлебопекарные качества муки. Внекорневая подкормка калием и азотом повышает содержание сырого протеина в зерне гречихи на 1,2%.

В настоящее время изучению внекорневого питания растений способствует использование метода меченых

атомов. С его помощью удалось проследить, как усваиваются и передвигаются питательные вещества удобрений при внекорневой подкормке, сделать вывод о целесообразности внекорневых подкормок, проследить за количественным использованием суперфосфата.

Опыты американских ученых показали, что особенно большое значение имеет фосфорное внекорневое питание растений. Они определяли накопление в помидорах и семенах фасоли фосфора, проникшего в растение двумя способами: в одном случае фосфорная кислота, меченая по фосфору, вводилась в почву, в другом наносилась на листья в виде раствора, в начале цветения. Оказалось, что при внекорневой подкормке фасоли в плоды поступает в 20 раз больше фосфора, чем при внесении его в почву. Аналогичные результаты получены на помидорах и фасоли армянскими агрохимиками. По-видимому, на почвах с высокой фиксирующей способностью внекорневое питание — самый эффективный способ «заделки» удобрений. Растения с достаточной листовой поверхностью в значительной степени можно обеспечить всеми основными элементами питания путем внекорневого внесения удобрений.

В некоторых случаях действие внекорневых подкормок оказывается решающим для повышения урожая. Исследованием особенностей питания растений в условиях холодных почв выявлено, что причина плохого роста растений здесь — недостаточное усвоение ими азота почвы. Внекорневые подкормки значительно улучшали уровень питания растений, в результате чего урожай подопытных растений резко возрастал.

Общая закономерность для всех растений — интенсивное потребление питательных веществ в период цветения и плодообразования. Поэтому подкормка в этот период, как правило, повышает урожай семян. Между тем корневая подкормка в такое время невозможна из-за опасности повредить корни. Кроме того, к моменту цветения растения развивают большую листовую поверхность, часто ослабляется общий обмен веществ, в частности поглощение питательных элементов корнями. В этом случае внекорневые подкормки дают особенно хорошие результаты.

К преимуществу внекорневых подкормок можно отнести и то, что они эффективны, когда корни растений

не могут поглотить достаточного количества элементов пищи из почвы. Такие условия возникают на малоплодородных почвах, при сильной фиксации почвой питательных элементов, вымывании их, низких температурах почвы, а также при плохом росте, повреждении или заболевании корневой системы.

Однако необходимо отметить, что внекорневые подкормки — это лишь важное дополнительное мероприятие, повышающее общую продуктивность сельскохозяйственных растений на фоне основного удобрения, вносимого в почву. Ни в коем случае нельзя противопоставлять внекорневое питание корневому, поскольку только через листья невозможно снабдить растение питательными элементами. Следовательно, внекорневую подкормку можно рассматривать как одну из форм дробного внесения удобрений, как часть системы удобрения той или иной культуры.

С другой стороны, внекорневую подкормку не следует представлять только как дополнительное внесение элементов пищи и исправление погрешностей основного удобрения. В действительности влияние ее на растение сложно и многообразно. Установлено, что внекорневые подкормки фосфором усиливают поступление и использование растением азота почвы, а также увеличивают его содержание во всем растении. Это незаменимый прием для лечения функциональных заболеваний, вызываемых недостатком питательных элементов в почве (хлорозы). Внекорневые подкормки в 2—3 раза снижают поражаемость овса ржавчиной, помогают бороться с фитофторой картофеля, заболеваниями льна, фасоли, плодовых. Этим же методом можно резко снизить сосудистые заболевания растений (увядание), средств борьбы с которыми до сих пор не имелось.

Внекорневые подкормки сои изучены еще крайне недостаточно. Только в последние 3—4 года в литературе стали появляться сообщения по этому вопросу.

Е. И. Ратнер и Т. А. Акимочкина в 1964 г. применили внекорневое питание молибденом сои Салют 216. Оно усилило азотфиксирующую способность клубеньковых бактерий, а также на 2—3 дня ускорило цветение растений. В 1963 г. в опытах Л. Д. Мордашевой внекорневая подкормка сои молибденом и бором увеличивала продуктивность растений.

Продуктивность растений при использовании внекорневых подкормок, как правило, повышалась за счет увеличения числа бобов и веса 1000 семян. Подкормка бором повышала вес 1000 семян на 12%, молибденом — на 18%, а смесью бора с молибденом — на 21%.

Внекорневые подкормки сои наиболее изучены в Приморском крае. И. Ф. Беликов, применив метод меченых атомов, установил, что листья сои хорошо поглощают фосфор как из порошка, так и из раствора. Усвоенные через лист питательные вещества передвигаются и распределяются внутри растения подобно продуктам фотосинтеза. Это указывает реальную возможность путем внекорневых подкормок растений в нужный момент воздействовать на величину и качество урожая.

Для Приморского края установлены лучшие сроки проведения внекорневых подкормок, виды и дозы удобрений, определена их эффективность на разных фонах основного удобрения.

В условиях Амурской области внекорневые подкормки сои почти не изучались, хотя еще в 1957 г. на Амурской опытной станции прибавка урожая от внекорневой подкормки сои суперфосфатом составила 27%.

В 1964—1968 гг. нами поставлены многочисленные лабораторно-полевые, а также производственные опыты, посвященные внекорневым подкормкам сои. По материалам этих опытов и написана предлагаемая вниманию читателей брошюра.

#### **ЗНАЧЕНИЕ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Климатические условия Амурской области вполне соответствуют биологии сои. По выражению Колоскова (1932), соя является «примером культурных растений, для которых климат Дальнего Востока не просто удовлетворителен, но представляется наилучшим из практически возможных». Среднее многолетнее количество осадков за весь период вегетации сои составляет здесь 300—350 мм, средняя относительная влажность воздуха — более 60%, запасы продуктивной влаги в почве в период цветения — созревания в слое 0—20 см — око-

ло 50 мм. Из всего комплекса климатических условий фактором, ограничивающим возделывание сои, является тепло, недостаток которого в отдельные годы заметно снижает урожай.

Урожай сои в Приамурье в большой степени зависит от условий почвенного питания. Основная часть посевных площадей сои в области размещается на луговых черноземовидных почвах. По мощности гумусового горизонта, его окраске, мелкокомковатой или зернистой структуре эти почвы близки к черноземам. Отрицательное свойство их — низкая водопроницаемость, склонность к длительному переувлажнению во время выпадения обильных осадков, а кроме того — к быстрому уплотнению.

Луговые черноземовидные почвы имеют сравнительно высокие запасы питательных веществ. Азот в них сосредоточен в почвенном гумусе. Валовой запас азота составляет на мощных — 210, среднемощных — 165 и маломощных — 130 т/га. Они почти не нуждаются в калийных удобрениях. Хуже обстоит дело с фосфором. Известно, что в черноземовидных почвах содержание валового фосфора колеблется от 0,15 до 0,21%, подвижной фосфорной кислоты — от 40 до 190 мг на 1 кг почвы. Количество фосфора, доступного для растений, зависит от жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, для которых решающую роль играют воздух и тепло. Однако зачастую условия для бактерий складываются неблагоприятно из-за плохой аэрации, а иногда и повышенной кислотности почвы. Незначительное содержание подвижного фосфора в почве обуславливает низкий уровень фосфорного питания сои — в частности, во второй период вегетации, когда потребность в нем особенно велика.

Стремление улучшить фосфорное питание сои, применяя фосфорные удобрения, часто не дает желаемых результатов. Основной способ внесения удобрений в области — разбросное поверхностное внесение суперфосфата. При этом фосфорная кислота быстро переходит в слабодоступные для растений соединения с полуторными окислами. Так, через 30 дней после внесения суперфосфата в луговую черноземовидную почву степень закрепления фосфатов достигает 70% (Г. В. Голов, 1967).

На бурых лесных, луговых и других типах почв

обеспеченность сои элементами пищи оказывается еще меньшей.

В Амурской области нередкими бывают годы с длительным переувлажнением почвы. Тогда растения сои угнетаются из-за недостатка питательных веществ. У них отмирает значительная часть корневых волосков, в результате снижается поглощающая поверхность корневой системы. Отмирают или замедляют жизнедеятельность клубеньковые бактерии. Так как резко снижается микробиологическая деятельность почвы, то замедляется переход труднодоступных форм питательных веществ в доступные.

В некоторые годы, наоборот; почвенное питание затрудняется из-за недостатка влаги в фазу образования бобов — самый ответственный период в формировании урожая. По данным Амурской опытной станции, уменьшение влажности почвы в такое время приводит к снижению урожая сои на 5,1 ц/га. Очевидно, если этот период засушлив, то отрицательно на урожай действуют два фактора — недостаток воды и недостаток пищи. Однако ухудшенные условия корневого питания делают более действенными внекорневые подкормки. Эффективности их способствуют близкая к оптимальной температура ( $21^{\circ}$ ), высокая относительная влажность воздуха и обильные росы.

Выпадение в момент внекорневой подкормки сои большого количества осадков увеличивает вероятность выщелачивания элементов питания, поглощенных внекорневым путем. Установлено, что во время дождя через листья может выщелачиваться от 1,5 до 12,8% всего поглощенного из внекорневой подкормки фосфора. К тому же обильные осадки смывают удобрения с листовой поверхности.

Внекорневые подкормки растений осуществляются путем опрыскивания или опыливания их, а также введения питательных веществ в воду дождевальных и оросительных установок.

Трудоемкость доставки воды в поле, небольшая производительность самолета удорожают подкормки опрыскиванием. К тому же в этом случае удобрения расходуются не совсем рационально. Более выгодно в условиях производства опыливание листьев. Доказано, что растения, в том числе и соя, хорошо усваивают эле-

менты питания из порошковидного удобрения. Так, в условиях Приморского края внекорневая подкормка сои опыливанием обеспечивает прибавки, равные получаемым при опрыскивании, а в 1965 г. опыливание оказалось эффективнее, чем опрыскивание.

Усвоение питательных веществ растением находится в прямой зависимости от его поглощающей поверхности. При внекорневой подкормке таковой служат листья. Площадь листьев у одного растения сои, по нашим данным, достигает 971,4 кв. см. При наиболее распространенном в Амурской области широкорядном способе посева (45×5) она в 4,2 раза превышает площадь питания.

Поглощение соей элементов питания из внекорневой подкормки зависит также от количества нанесенного удобрения и времени его пребывания на поверхности листьев. Эти факторы связаны с морфологическими особенностями листа сои: опушением и гофрированием поверхности.

Лист сои густо покрывают волоски, представляющие собой одноклеточные образования. Они способствуют удержанию частиц удобрения на листе при опылении и в ветреную погоду.

Гофрированная поверхность листа задерживает удобрение во время осадков. Даже ливни не смывают его полностью, оно сохраняется в многочисленных углублениях, особенно вдоль жилок.

Поверхность всех надземных частей растения покрыта кутикулой. Это первый барьер на пути поглощения питательных веществ из подкормки. Чем толще кутикула, тем медленнее идет поглощение. У сои кутикула незначительной толщины. Такая особенность благоприятствует усвоению питательных веществ, нанесенных с подкормкой.

### **СПОСОБЫ, ДОЗЫ И СРОКИ ПОДКОРМОК СОИ**

Чтобы определить сравнительную эффективность различных способов внекорневой подкормки сои, мы использовали метод «меченых атомов». Радиоактивный фосфор наносили на растения опыливанием или опрыскиванием. Критерием его поглощения и передвижения служила относительная удельная радиоактивность кор-

ней. Показателем, характеризующим поглощение и перемещение фосфора при нанесении его на поверхность почвы, взята относительная удельная активность листьев. Приводим данные о поступлении  $P^{32}$  в растение сои через сутки после начала опыта при разных способах внекорневой подкормки (имп/мин на 1 г сухого вещества):

	<i>Опрыскивание</i>	<i>Опыливание</i>	<i>Нанесение на почву</i>
Листья	1082,5	993	43,2
Стебли	138	147,5	101
Бобы	235,5	203,5	84
Корни	87,5	67,5	88

Таким образом, при опрыскивании меченый фосфор поступал в растение быстрее и поглощался активнее, чем при опыливании.

Однако, учитывая, что опыливание требует меньших затрат, в производственных условиях его следует признать более приемлемым, чем опрыскивание.

Удобрение, попавшее на поверхность почвы, также может в некоторой степени усваиваться растением. Однако в таком случае фосфора в растение поступает вдвое меньше, чем при внекорневых подкормках. Это позволяет предположить, что та незначительная часть удобрения (9% — по Сидоренко), которая усваивается с почвы при внекорневых подкормках (через корни) не может оказать существенного влияния на высоту урожая. Таким образом, для будущего урожая важна только та часть удобрений, которая попадает непосредственно на листья. Следовательно, проводя внекорневые подкормки, надо стремиться к тому, чтобы на листовую поверхность сои попала максимальная часть удобрения.

Внекорневую подкормку посевов сои в производственных условиях проводят главным образом с самолетов, доза удобрений сравнительно невелика (100 кг/га), поэтому возможно неравномерное распределение удобрений по площади листьев. При обследовании посевов после внекорневой подкормки установлено, что у одних растений суперфосфат оказывался на всех листьях, а у других — только на некоторых. Возникла необходимость в специальном опыте, чтобы выяснить, как распределяется фосфор между органами растения при попадании су-

перфосфата на отдельные листья того или иного яруса. Опыт проводился с сортами Салют 216 и Хабаровская 4, отличающимися по форме куста и срокам созревания, путем опыливания и опрыскивания радиоактивным суперфосфатом в фазах цветения и плодообразования. Доза — 100 кг/га.

Растения сорта Хабаровская 4 опрыскивали и опыливали в период цветения, когда они имели по 8 листьев; фосфор распределялся между органами растения следующим образом (имп/мин на 1 г вещества):

	<i>Корни</i>	<i>Листья</i>	<i>Цветки</i>
<b>Опрыскивание</b>			
лист снизу вверх:			
• 1-й	277	91	127
4-й	233	258	400
6-й	0	477	438
<b>Опыливание</b>			
лист снизу вверх:			
2-й	107	102	119
3-й	69	111	240
7-й	39	63	159

Следовательно, распределение фосфора между органами растения в большой степени зависит от того, какой лист получил внекорневую подкормку. При подкормке самого нижнего листа больше всего его поступает в корневую систему, меньше — в цветки и листовые пластинки; при подкормке 4-го снизу листа (средний ярус) в корни перемещается несколько меньше фосфора, а при подкормке 6-го снизу листа (верхний ярус) весь фосфор поглощается надземными органами.

Необходимо отметить также, что фосфор, нанесенный на цветок, отдельный лист или даже его часть, равномерно распределяется по всему растению. Однако в молодых листьях его накапливается несколько больше. Приводим данные о распределении радиоактивного фосфора между листьями (1-й, 2-й... и т. д. — снизу вверх) растения при опрыскивании листьев различных ярусов (имп/мин на 1 г вещества):

	<i>1-е раст.</i>	<i>2-е раст.</i>	<i>3-е раст.</i>
1-й	подкорм.	129	83
2-й	46	330	404
3-й	82	259	99

	раст. 1-е	раст. 2-е	раст. 3-е
4-й	96	подкорм.	—
5-й	112	208	317
7-й	109	120	82
8-й	—	216	1027

Доказано, что наибольшее количество фосфора поступало в молодые, растущие листья, однако неясно, почему он в неодинаковых количествах поступал во взрослые листья. Возможно, что в тот момент потребность в элементах питания у них была различной. В значительном количестве радиоактивный фосфор поступал также в корни и клубеньки.

При подкормке в период бобообразования растения Хабаровской 4 имели по 10 листьев, причем 3—4 нижних уже опали. Радиоактивным суперфосфатом опыливались листья 4-й, 7-й и 9-й снизу. Пробы после подкормки брали через сутки и через 5 суток. Характер распределения фосфора был таким же, как в период цветения — чем ниже расположен подкормленный лист, тем больше фосфора поступало в корни и меньше — в надземные органы.

Интересен вопрос о распределении фосфора между бобами различных узлов главного стебля при опыливании суперфосфатом листьев разных ярусов. Соответствующие данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Радиоактивность бобов сои при опыливании радиоактивным суперфосфатом (имп/мин в 1 г вещества) отдельных листьев

Узлы (сч. вверх)	Радиоактивн. через сутки при опыл. листьев:			Радиоактивн. через 5 суток при опыл. листьев:		
	4-го	7-го	9-го	4-го	7-го	9-го
3-й	—	162	71	871	1460	—
4-й	427	301	89	2204	924	774
6-й	113	381	98	446	117	1442
7-й	57	367	122	487	2214	1115
8-й	76	124	136	195	358	1137
9-й	—	94	609	210	398	1616
10-й	—	142	—	—	657	1428

От любого листа, опыленного суперфосфатом, фосфор уже через сутки поступал в бобы всех узлов. Через 5 суток количество его в бобах всех узлов возросло в несколько раз. Но в бобах подкормленного узла фосфора оказалось во много раз больше, чем в других.

Молодые листья, поглощающие фосфор быстрее, чем другие, также в большем количестве передают его бобам других узлов. При подкормке листа 4-го узла в его бобах задерживается 41% всего фосфора, поглощенного бобами, 7-го узла — 28%, а 9-го узла — только 20%.

В опытах с сортом Салют 216 растения опыливались суперфосфатом в той же дозе — 100 кг/га, но только в период образования бобов. Они имели по 11—12 листьев; подкармливались листья 4-й, 7-й и 10-й снизу. Фосфор распределялся между органами растения так же, как и у Хабаровской 4. Обнаружены те же закономерности в распределении его между бобами соседних узлов.

Дозы суперфосфата для внекорневых подкормок в полевых опытах — 100 кг/га пылевидного суперфосфата. Такая цифра установлена П. К. Сидоренко для Приморья. Чтобы проверить эту дозу применительно к условиям Амурской области, был заложен полевой опыт и опыт с радиоактивным фосфором. Испытывались дозы 50, 100 и 150 кг пылевидного суперфосфата на 1 га.

Опыливание растений радиоактивным суперфосфатом дало следующие результаты (радиоактивность в имп/мин/г; дозы — в кг/га):

	<i>Листья</i>	<i>Стебли</i>	<i>Бобы</i>	<i>Корни</i>
Через 1 сутки:				
50 кг/га	881	184	340,4	51,8
100 кг/га	1113	172,6	344,4	185,4
150 кг/га	433	122,8	244,2	87
Через 5 суток:				
50 кг/га	993	187,5	303,5	67,5
100 кг/га	1264	260	435,5	194
150 кг/га	1032,5	138	286,5	100,8

Следовательно, наиболее полно поглощался фосфор, особенно бобами, при дозе 100 кг/га.

Полевой опыт, проведенный в фазе плодообразования, подтвердил, что лучшая доза для внекорневых фосфорных подкормок сои — 100 кг пылевидного супер-

фосфата на 1 га; она обеспечивает наибольшую прибавку урожая и значительно увеличивает вес 1000 семян:

	Уро- жай	При- бавка	Вес 1000 семян (г)	Увел. веса семян (г)
Контроль	21,4	—	153,7	—
Дозы суперфос- фата, кг/га				
50	22,9	1,5	154,9	1,2
100	23,4	2	156,1	2,4
150	22,4	1	154	0,3

Отметим, что доза 150 кг/га вызвала на листьях большое количество ожогов (некрозов). На некоторых из листьев отмирали значительные участки ткани. Это позволяет предположить, что даже в фазе плодообразования, когда листья устойчивы к неблагоприятным воздействиям, повышенные дозы суперфосфата тормозят физиологические процессы в растении и снижают эффективность подкормок.

Сроки внекорневых подкормок в значительной степени определяют их эффективность. Большинство авторов отмечает, что такие подкормки наиболее действительны в конце вегетации, когда в листьях преобладают гидролитические процессы и продукты фотосинтеза, быстро превращаясь в подвижные формы, оттекают в корнеплоды, семена, бобы и т. д.

На практике сроки подкормок подбирают не всегда правильно, часто при этом не учитывают физиолого-биохимические особенности действия вводимых веществ, состояние растений и их потребность в питательных веществах.

У сои потребность в фосфоре возрастает в период формирования генеративных органов. К тому же с образованием бобов рост в высоту прекращается, и пластические вещества из листьев расходуются только на формирование семян. Эта особенность позволяет с помощью внекорневых подкормок изменять состав ассимилятов, оттекающих в бобы.

В Приморском крае оптимальный срок фосфорной подкормки для сои — начало образования бобов. Однако здесь подкормки проводили только в фазу плодообразования, когда ростовые процессы прекрати-

лись. Максимальное же количество питательных веществ растение потребляет в момент наиболее интенсивного развития, когда оно цветет, увеличивается в высоту, образует боковые ветви, имеет максимум листовой поверхности.

В Амурской области условия почвенного питания сои неблагоприятны. В этой связи внекорневые подкормки могут оказаться наиболее эффективными. К тому же амурские сорта сои по биологии отличаются от приморских. Эти соображения послужили основанием для изучения сроков подкормок в наших опытах. Мы изучили три срока подкормок: в фазе массового цветения, в начале образования бобов и при половинной выполненности семян (фазы, плодообразования). Получены следующие результаты (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Эффективность внекорневых подкормок сои фосфором в разные сроки их проведения

Варианты	1964 г.		1965 г.		1966 г.	
	уро- жай (ц/га)	при- бавка (ц/га)	уро- жай (ц/га)	при- бавка (ц/га)	уро- жай (ц/га)	при- бавка (ц/га)
	Цветение					
Контроль	12	—	16,8	—	22,8	—
Подкормка	13,3	1,3	17	0,2	24,1	1,3
	Начало образования бобов					
Контроль	12	—	17	—	21,3	—
Подкормка	13,5	1,5	19,2	2,2	22,8	1,5
	Половинная выполненность зерна					
Контроль	12	—	16,8	—	23,7	—
Подкормка	14,3	2,3	20,1	3,3	24,1	0,4

Анализ приведенных данных показывает, что только подкормка в начале образования бобов устойчиво повышала (на 107—112% по сравнению с контролем) урожай сои во все годы изучения. Это дает основание предположить, что она меньше зависит от погодных условий.

Сорт Хабаровская 4 в 1966—1968 гг. также испытывали на отзывчивость к внекорневым подкормкам. Так

как он относится к числу скороспелых, а фаза плодообразования у него менее растянута, чем у Салюта 216, то внекорневые подкормки этого сорта следует проводить в более ранние сроки.

Большая эффективность внекорневых подкормок, проведенных в фазе плодообразования, объясняется рядом факторов и прежде всего недостатком фосфора в почве. В период массового формирования бобов соя наиболее остро ощущает недостаток фосфора, и дополнительное внесение его с внекорневыми подкормками способствует повышению урожайности. Установлено, что фосфор, поступивший через лист, входит в состав фосфорсодержащих соединений: фосфатидов, неорганического фосфора, фитина, гексозофосфатов, нуклеопротендов, играющих важную роль в обмене веществ. Некоторые из них входят в состав ядер клеток и выступают в качестве ферментов при превращении углеводов.

Меченый неорганический фосфор, поглощенный через поверхность листьев в течение 5 дней, целиком расходуется на синтез сахарофосфатов, нуклеиновых кислот и липоидов. Передвижение углеводов из листьев значительно облегчается в том случае, когда к ним присоединяются частицы фосфорной кислоты. Под влиянием фосфорной кислоты усиливается также процесс дыхания, что способствует ускоренному передвижению углеводов.

Все эти и другие данные подтверждают возможность воздействия внекорневыми подкормками на обмен веществ в растении в момент формирования урожая.

#### **СВЯЗЬ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК СОИ С КОРНЕВЫМ ПИТАНИЕМ**

Внекорневые подкормки изменили взгляд на питание растений. Ранее считалось, что оно осуществляется только через корни. Выяснено, что при определенных условиях листья способны выполнять функцию корней, снабжая растения элементами питания. Поглощение минеральных веществ листьями может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на поглощение этих же (или других) веществ корнями. В опытах с овсом установлено, что при внекорневых фосфорных

подкормках использование азота почвы ухудшается. Под влиянием фосфора в растениях овса увеличивается содержание белкового азота и уменьшается количество небелкового азота в корневой системе. Одновременно как в корнях, так и в надземной массе возрастает процент сахаров.

Яровая пшеница, подкормленная азотом в период стеблевания—колошения, по сравнению с контрольным вариантом увеличила в надземных органах (наравне с азотом) содержание фосфора на 23,1% и калия на 20,6%. Однако такое влияние внекорневых подкормок проявлялось лишь при благоприятном водном режиме почвы (70% полной влагоемкости); при низкой влажности почвы (30%) они угнетали поглотительную деятельность корней.

Двухлетние опыты на томатах с использованием радиоактивного фосфора показали, что внекорневая подкормка фосфором неизменно увеличивает поступление меченого фосфора из почвы в надземные органы (на 39,4—51,5), а внекорневые подкормки азотом усиливают поглощение его еще значительно (на 57,6—84,3%).

Следовательно, внекорневые подкормки не только частично восполняют недостающие питательные элементы, но и, улучшая обмен веществ между почвой и растением, способствуют более энергичному поступлению их из почвы.

Механизм действия внекорневых подкормок нельзя сводить к получению растениями элементов питания. Известно немало случаев более высокой эффективности внекорневых подкормок на фоне основного удобрения. Однако то незначительное количество элементов пищи, которое растения получают из удобрения при внекорневых подкормках, не может обеспечить прибавку урожая в 2—4 ц/га. Следовательно, механизм действия подкормок заключается прежде всего в расширении возможности растений использовать то, что предоставляет им почва.

В условиях Амурской области повышенная иммобилизация питательных веществ почвой, снижение поглотительной способности корневой системы сои при переувлажнении делают внекорневые подкормки весьма целесообразными.

Изучая связь внекорневого питания сои с корневым, мы уделили основное внимание выяснению роли внекорневых фосфорных подкормок в корневом питании этой культуры. В опыте использовали радиоактивный изотоп фосфора  $P^{32}$ , вносимый в почву на глубину 8 см, на расстоянии 5 см от рядка. Подопытные растения опыляли простым, (не меченым) суперфосфатом из расчета 50, 100, 150 кг/га. Контролем служили неопыляемые растения. Кроме того, на втором контроле внесено 150 кг простого суперфосфата в междурядье.

В нашу задачу входило проследить, как будут влиять внекорневые подкормки на поступление в растение из почвы радиоактивного фосфора.

Через 5 суток после начала опыта, проводимого в период образования бобов, поступление радиоактивного фосфора в отдельные органы растений прослеживалось с помощью интенсиметра «Луч», который поярусно устанавливал радиоактивность листьев.

Таблица 3

Радиоактивность почвы и листьев  
разных ярусов (в имп/мин)

Варианты опыта	Радиоакт. почвы	Радиоакт. листьев в ярусах:		
		нижнем	среднем	верхнем
Контроль	3500	600	220	30
Внекорн. подкормка, кг/га:				
50	3700	780	400	70
100	3500	1680	460	200
150	3720	680	280	100
Второй контроль	3500	680	290	50

Из табл. 3 видно, что внекорневая подкормка вызвала приток фосфора из почвы в надземные органы растений.

Уже через 5 суток стало очевидно, что разные дозы суперфосфата оказывают неодинаковое действие. Наибольшее количество фосфора из почвы поступило в лис-

гья при дозе в 100 кг/га. Внесение суперфосфата в междурядье не повлияло на поступление фосфора из почвы.

Через 12 суток после подкормки радиоактивность частей растения определяли в изотопной лаборатории в 1 г соответствующим образом подготовленного вещества. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Радиоактивность отдельных органов растения при поступлении  $P^{32}$  через корни

Варианты опыта	Удельная активность (имп/мин):			
	листьев	стеблей	бобов	корней
Контроль	278	386	285	868
Опыление листьев, кг/га:				
50	492	514	711	1803
100	1970	1266	2441	3271
150	638	679	1071	976
Второй контроль	127	259	162	804

Таким образом, как и в первом случае (через 5 дней), внекорневые подкормки способствовали более активному поступлению фосфора в надземные органы сои. Радиоактивность во всех частях растений была максимальной при использовании дозы 100 кг/га. Это дает основание полагать, что такая доза внекорневых подкормок в наибольшей степени способствует поступлению фосфора из почвы в растение. Доза 150 кг/га вызывала некроз листьев.

В 1967 г. опыт по изучению взаимосвязи внекорневого питания с корневым был повторен в вегетационных сосудах. Радиоактивный фосфор вносили в почву локально, в центр сосуда. Вариант с опыливанием одного листа устанавливал возможность поступления радиоактивного фосфора из почвы в неопыленные органы растения. Под влиянием внекорневых фосфорных подкормок приток радиоактивного фосфора из почвы оказался следующим:

	<i>Контроль</i>	<i>Подкормка в нач. образ. бобов</i>	<i>Опыление 1-го листа</i>
Радиоактивность, имп/мин/г:			
целого растения	25028,3	27285,4	26262,4
% к контролю	100	108,2	104,8
листьев	3831,2±2	5142,4±2	4522,4±1,5
% к контролю	100	134,2	118
бобов	21052,4±3,5	22652,4±7	21755,3±1,7
% к контролю	100	107,6	103,3
стеблей	3791,9±2	3059,2±0	3864,2±1
% к контролю	100	80,6	101,8

Таким образом, полученные результаты подтвердили данные, полученные в полевых опытах в 1966 г.

Механизм взаимосвязи внекорневого и корневого способов питания очень сложен и зависит от характера процессов обмена в корнях и в надземных органах. Количество питательных веществ, подаваемых в надземную часть корня, определяется интенсивностью роста и развития вегетативной массы. У сои эта взаимосвязь дополнительно может проявляться в стимулирующем действии внекорневых подкормок на развитие клубеньковых бактерий. Энергичное развитие клубеньков у подкормленных растений способствует усилению азотного питания за счет лучшего усвоения азота из воздуха. Об этом свидетельствуют показатели развития клубеньков на корнях сои, подкормленной в фазе цветения суперфосфатом:

	<i>Всего клуб. (шт.)</i>	<i>Круп.</i>	<i>Мелк.</i>	<i>Вес сырых клуб. на 1 раст. (г)</i>	<i>Круп.</i>	<i>Мелк.</i>
Неудобр. фон						
1964 г.:						
контроль	99,3	28,3	71	1,34	0,64	0,7
подкормка	105	28	77	1,62	0,84	0,78
1965 г.:						
контроль	75,3	57,9	18,5	0,54	0,5	0,04
подкормка	93,3	83,1	10,2	0,65	0,6	0,05
1966 г.:						
контроль	112,3	70,1	42,2	0,47	0,43	0,04
подкормка	147,8	91,8	56	0,58	0,5	0,08
Удобр. фон						
1964 г.:						
контроль	120,9	—	—	1,81	—	—

	Всего клуб. (шт.)	Круп.	Мелк.	Вес сырых клуб. на 1 раст. (г)	Круп.	Мелк.
1965 г.: подкормка	148,7	—	—	1,85	—	—
контроль	84	66,8	17,3	0,52	0,5	0,02
1966 г.: подкормка	96,3	77,1	19,2	0,73	0,7	0,03
контроль	100,6	53,5	47,1	0,31	0,24	0,07
подкормка	130,2	70,8	59,4	0,46	0,35	0,1

Следовательно, внекорневые подкормки суперфосфатом в фазе цветения активизируют деятельность клубеньковых бактерий как на удобренном, так и неудобренном фонах. Вес клубеньков на удобренном фоне увеличился по сравнению с неудобренным только в 1964 г. На неудобренном фоне внекорневые подкормки существенно влияли на величину клубеньков: число крупных в отдельные годы (например, в 1965 г.) возросло на 12,2%. На удобренном фоне подкормки увеличивали число клубеньков на растении, существенно не изменяя соотношения крупных и мелких, что, вероятно, можно объяснить внесением в почву вместе с основным удобрением азота: при достаточной обеспеченности почвы азотом усвоение атмосферного азота клубеньковыми бактериями снижается.

В 1964 г. неблагоприятные для деятельности корней условия, вероятно, еще ухудшились из-за недостатка элементов питания на неудобренном фоне; в результате растения при небольшой дозе фосфора, наносимого на листья, продолжали испытывать голодание. Поэтому внекорневые подкормки дали более высокий эффект по фону минерального удобрения. Приводим соответствующие данные (урожайность в ц/га сорта Салют 216):

	1964 г.	1965 г.	1966 г.
<b>Неудобренный фон</b>			
контроль	12	16,8	22,8
подкормка в фазе цветения	13,3	17	24,1
контроль	12	17	21,3
подкормка в начале образования бобов	13,5	19,2	22,8
контроль	12	16,8	23,7
подкормка при 50% выполн. зерна	14,3	20,1	24,1

	1964 г.	1965 г.	1966 г.
Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> ):			
контроль	12,5	17,1	19,9
подкормка в фазе цветения	16	19,4	20,6
контроль	12,6	17	20,8
подкормка в начале обра-			
зования бобов	17,4	19	20,9
контроль	12,4	17,2	20,9
подкормка при 50% выполн.			
зерна	14,5	18,7	21,6

Из приведенных данных видно, что на фоне минерального удобрения эффективность внекорневых подкормок колебалась по годам. Наибольшей она была независимо от сроков проведения в 1964 г. (прибавка на 2,1—4,8 ц/га, 117—138% контроля).

Оптимальной оказалась подкормка, проведенная в фазе начала образования бобов. Она обеспечила самый высокий урожай (138% контроля), превысивший урожай при других сроках на 1,3—2,7 ц/га.

В 1965 г. достоверную прибавку урожая (от 2 до 2,3 ц/га) получили в тех вариантах, где внекорневые подкормки проводили в первые два срока. В обоих этих случаях урожай сои превысил контроль более чем на 13%.

В 1966 г. внекорневые подкормки оказали существенное влияние на урожай сои, только будучи проведенными в первые два срока и на фоне без удобрения.

В течение первых двух лет на удобренном фоне высокий урожай получен при условии подкормки растений в фазе цветения и в начале образования бобов. Снижение урожая на этом фоне в 1966 г. по сравнению с неудобренным объясняется неблагоприятными условиями для налива зерна: соя, развившая большую вегетативную массу, полегла.

Результаты производственного опыта 1966 г. (фон удобренный, N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>) несколько отличались от мелкоделяночного:

	Урожай (ц/га)	Прибавка (ц/га)
Контроль	15,2	—
Подкормка суперфос-		
фатом в дозе:		
100 кг/га	16,9	1,7
150 кг/га	16,1	0,9

Таким образом, внекорневые подкормки сои в производственных условиях даже в благоприятные для развития этой культуры годы обеспечивают повышение урожая на 5,9—11,1% (если растения не полегают). Так, в 1966 г. внекорневые подкормки суперфосфатом (100 кг/га), проведенные авиаметодом на Амурской опытной станции, повысили урожай на 1,7 ц с каждого из 600 га.

#### ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВЫХ ФОСФОРНЫХ ПОДКОРМОК НА ВЕЛИЧИНУ УРОЖАЯ СОИ

Внекорневые фосфорные подкормки в условиях Дальнего Востока, в том числе и Амурской области, повышают урожай сои до 4 ц/га, одновременно увеличивая сбор белка и масла с каждого гектара. Прибавку урожая они обеспечивают, воздействуя как на общую продуктивность растений, так и на выход зерна.

Внекорневые подкормки сои мы проводили во второй период вегетации: в фазах цветения, начала плодообразования и при половинной выполненности семян. Полученные данные показывают, что число бобов на растении во все годы исследований на обоих фонах возрастало от 2 до 7, независимо от срока подкормки. В 1966 г., например, влияние внекорневых подкормок на общий урожай зерна на удобренном фоне не проявилось, а число бобов на растении все-таки увеличилось на 2—5 по сравнению с контролем. Покажем по годам, каким было число бобов на растениях сорта Салют 216 при внекорневых подкормках:

	1964 г.	1965 г.	1966 г.
<b>Удобренный фон. (N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>):</b>			
контроль	33	22,4	23,5
подкормка в фазе цветения	37	24,9	24,8
подкормка в начале образования бобов	40	27,4	25,4
подкормка при 50% выполн. зерна	40	22,8	25,7
<b>Неудобренный фон</b>			
контроль	32	22,2	20,8
подкормка в фазе цветения	36	24,9	23
подкормка в начале образования бобов	36	24,8	24,5
подкормка при 50% выполн. зерна	34	24,3	25

Число бобов на растениях при подкормках в фазах цветения и начала плодообразования увеличивалось за счет того, что усиливалось формирование плодоземелентов. Покажем это на примере сорта Салют 216 (образование плодоземелентов на растении по срокам):

	5/VIII	15/VIII	За 10 дней учета	% к конт- ролю
Контроль	16,5	20	3,5	100
Подкормка в фазе цветения	16,5	24,4	7,9	225,7
Подкормка в начале образов. бобов	19,2	24,5	5,3	151,4

Следует обратить внимание на то, что число плодоземелентов возросло в верхних узлах главного стебля и на ветвях.

Плодоземеленты мы учитывали в самом начале образования бобов, когда растение имело немного завязей и не реагировало на недостаток элементов пищи сбрасыванием бобов. Поэтому увеличение числа их на растении нельзя полностью относить на счет усиления формирования плодоземелентов при подкормках — тем более, что поздняя подкормка при половинной выполненности зерна, когда этот процесс заканчивался, также увеличила число бобов на растении. В 1966 г. мы провели учет опадаемости бобов при внекорневых подкормках (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние внекорневой фосфорной подкормки на сбрасывание бобов растениями сои**

Варианты	Число бобов на 1 раст.		% опавших бобов
	2/VIII	при уборке	

Удобрённый фон (N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>)

Контроль	27,6	21,2	19,5
Подкормка в фазе цветения	25,9	23	11,2
Подкормка в начале образов. бобов	29	22,9	10,7
Подкормка при 50% выполн. зерна	26,1	25	4,2

Варианты	Число бобов на 1 раст.		% опавших бобов
	2/VIII	при уборке	
Неудобренный фон			
Контроль	25	23,5	6
Подкормка в фазе цветения	29,5	29	1,0
Подкормка в начале образ. бобов	25,5	25,4	0,4
Подкормка при 50% выполн. зерна	25,9	25,7	0,8

Таким образом, внекорневые подкормки, особенно проведенные в фазе плодообразования, резко снизили процент опавших бобов. При всех сроках наиболее значительно уменьшилась опадаемость бобов на неудобренном фоне.

Одновременно отмечено повышение веса зерна на 1 растении, получившем подкормку (табл. 6).

Таблица 6

**Структура урожая сои сорта Салют 216  
при внекорневых подкормках**

Показатели	Контроль	Подкормка:		
		в фазе цвет.	в нач. образ. бобов	при 50 % выполн. зерна

Удобренный фон (N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>)

1964 г.:				
вес бобов, г	14,4	19,2	19,2	19,1
вес зерна, г	9,5	12,7	12,7	12,6
% зерна от веса бобов	65,9	66,1	66,1	66
1965 г.:				
вес бобов, г	15,1	18,3	19,2	15,7
вес зерна, г	10,1	12,6	13,4	10,8
% зерна от веса бобов	67	68,7	69,8	68,9
1966 г.:				
вес бобов, г	19,9	20,7	20,5	20,2
вес зерна, г	14,1	14,7	15	14,3
% зерна от веса бобов	70,8	71	73,3	70,8

Показатели	Контроль	Подкормка:		
		в фазе цвет.	в нач. образов. бобов	при 50 % выполн. зерна
1964 г.:	Неудобренный фон			
вес бобов, г	17	18,8	19,6	19,4
вес зерна, г	11,3	12,5	13,5	13
% зерна от веса бобов	66,4	67	68,9	67
1965 г.:				
вес бобов, г	15	16,9	16,7	17,6
вес зерна, г	9,9	11,7	11,7	12
% зерна от веса бобов	66	69,2	70	67
1966 г.:				
вес бобов, г	19,1	20,7	20,5	20,2
вес зерна, г	13,5	14,8	14,7	14,3
% зерна от веса бобов	70,6	71,5	71,6	70,8

Наибольшее положительное влияние на вес зерна на I растении внекорневые подкормки проявили в 1964 и 1965 гг., когда условия вегетации для сои были наиболее благоприятными. Отметим, что от сроков проведения подкормок это влияние не зависело. Вес зерна на подкормленных растениях повышался за счет увеличения числа бобов на растении и лучшей их озерненности. Приводим данные о влиянии внекорневых подкормок на сбор семян с одного растения сои (шт.):

	1964 г.	1965 г.	1966 г.
Удобрённый фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> ):			
контроль	40,2	52,7	56,2
подкормка в фазе цветения	58,3	56,8	55,2
подкормка в начале образования бобов	61,2	66	58,6
подкормка при 50% выполн. семян	68,5	55,4	56,8
Неудобренный фон:			
контроль	46	49,7	44,5
подкормка в фазе цветения	55,5	58,9	51,5
подкормка в начале образования бобов	59,7	61,7	54,8
подкормка при 50% выпол. бобов	53,3	58	55,8

Таким образом, внекорневые подкормки увеличивали сбор семян с одного растения во все годы. Наибольшее влияние их проявилось в 1964 г., особенно у сои, выращенной на фоне минерального удобрения. Здесь оптимальными были подкормки в фазе плодообразования, в частности при половинной выполненности зерна; они увеличили число семян на 21—28,3 на растение. На неудобренном фоне число семян значительно увеличилось при ранних подкормках: в фазах цветения и начала образования бобов; сбор их с растения возрос на 9,5—13,7. Очевидно, это связано с тем, что элементов питания для сои недостает на протяжении всей вегетации и на подкормку она отзывается лучше всего тогда, когда эта подкормка проводится в ранние сроки.

В 1965 г. число семян на неудобренном фоне увеличилось значительнее, чем на удобренном. Однако подкормка, проведенная в начале образования бобов, это соотношение изменила: на удобренном фоне число семян увеличилось, по сравнению с контролем на 13,3, по сравнению с неудобренным фоном — на 1,3.

В 1966 г. сбор семян с растения существенно возрос по неудобренному фону: на 10 в фазе цветения, на 10,3 — в начале образования бобов, на 11,3 — при половинной выполненности семян. На удобренном фоне незначительное увеличение числа семян (на 2,4 с растения) отмечено только в варианте, когда подкормка проведена в начале образования бобов.

Одни из показателей увеличения числа семян на растении — структура бобов по количеству семян. Прежде чем перейти к рассмотрению этой структуры, необходимо остановиться на одной из причин ее изменения — абортности семян. Иногда по неизвестным причинам семяпочки прекращают развитие на разных этапах формирования и атрофируются. У отдельных сортов сои абортность семян может достигать 24,4—26,9%. В наших опытах внекорневые подкормки сои значительно уменьшали процент бобов с такими семенами (табл. 7).

Максимально снижалась абортность семян в 1964 и 1966 гг. на фоне минерального удобрения.

За счет такого снижения во все годы улучшалась структура бобов на растении. Так, в 1964 г. на удобренном фоне число пустых бобов на растении от подкормок в фазе плодообразования снизилось на 0,7—1%. При

Т а б л и ц а 7

Влияние внекорневых подкормок сои на число бобов с abortивными семенами

Варианты опыта	Удобрённый фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> )			Неудобрённый фон		
	число бобов на раст.	в т. ч. с abort. семенами		число бобов на раст.	в т. ч. с abort. семенами	
		шт.	%		шт.	%
1964 г.:						
контроль	23	4	17,4	22	2,5	11,4
цветение	27	2,3	8,6	26	1,9	7,3
начало образ. бобов	30	2,9	8,7	26	2,4	9,2
50% выполн. зерна	30	2,6	8,6	24	2,4	10
1965 г.:						
контроль	22,4	2,8	12,5	22,2	3,6	16,2
цветение	24,9	3	12	24,9	3,7	6,8
начало образ. бобов	27,4	3,4	12,4	24,8	3,2	12,9
50% выполн. зерна	22,8	2,9	12,7	24,3	3	12,3
1966 г.:						
контроль	23,5	3,4	14,4	20,8	2,7	12,9
цветение	24,8	3,6	14,5	23	2,6	11,2
начало образ. бобов	25,4	3	11,8	24,5	2,5	10,2
50% выполн. зерна	25,7	2,9	11,2	25	3	12

подкормке в фазе цветения процент пустых бобов не уменьшился, однако резко снизилось (на 23%) число односемянных бобов, на 8% увеличилось количество двухсемянных и на 14,5 — трехсемянных бобов. На неудобрённом фоне число пустых бобов снизилось на 0,6%, двухсемянных — не увеличилось, трехсемянных — уменьшилось на 3,1%, а односемянных — увеличилось на столько же.

Подкормка, проведенная в начале плодообразования, уменьшила количество пустых бобов и увеличила число бобов с одним и тремя семенами. Односемянных бобов стало больше, надо полагать, за счет уменьшения количества пустых, а трехсемянных — за счет двухсемянных.

В 1965 г. внекорневая подкормка, проведенная в на-

чале образования бобов, максимально снизила количество пустых (на 2,1%) на обоих фонах; проведенная в фазе цветения и при половинной выполненности семян также значительно (на 2%) уменьшила количество пустых бобов на удобренном фоне, а на неудобренном ее влияние оказалось слабым. Число односемянных бобов на фоне минерального удобрения в том году снизилось на 1,5% в результате подкормки при половинной выполненности семян; одновременно на 2,6% увеличилось число бобов с 3 и 4 семенами. На неудобренном фоне число односемянных бобов сократилось при всех сроках подкормок на 4—6,4%, максимальное снижение — при подкормке в начале образования бобов. Число двухсемянных бобов существенно (на 5,6%) уменьшилось в том варианте, где подкормку провели в начале образования бобов. Бобов с 3 и 4 семенами стало больше на 14,1%, а при подкормках в другие сроки — только на 3,6—6,3%.

В 1966 г. на удобренном фоне число бобов с 3 и 4 семенами возросло при подкормке, проведенной в начале образования бобов, на 4,5% за счет снижения числа односемянных. Количество пустых бобов не изменилось. Количество бобов с 3—4 семенами увеличивалось и при подкормке в фазе цветения (за счет снижения процента пустых на 2,5%, односемянных на 4,3% и двухсемянных на 7,8%), в начале образования бобов (за счет снижения числа пустых на 2,9%), при половинной выполненности (за счет снижения числа бобов с одним семенем на 2,2%, и с 2 — на 5,7%). Однако в последнем случае наблюдалось увеличение количества пустых бобов.

Таким образом, структура бобов при внекорневых подкормках сои улучшилась: увеличилось число бобов с 3—4 семенами, снизился процент пустых, односемянных, а в отдельные годы — и двухсемянных. Действие внекорневых подкормок на структуру бобов в разные годы оказывалось различным в зависимости от сроков проведения и фона. Но конечный результат почти всегда был один — увеличение числа семян на подкормленных растениях. Исключением явилась подкормка в фазе цветения в 1966 г. на фоне минерального удобрения. Здесь число семян не возросло, хотя бобов на растениях было на 1,3 больше, чем на контрольных. Такое несоответствие можно объяснить, по-видимому, тем, что действие

подкормки ослабили прошедшие дожди. Однако и в этом случае вес зерна, собранного с одного растения, оказался выше, чем на контроле. Причина такого несоответствия становится ясной, если проанализировать вес 1000 семян сорта Салют 216 (в г):

	1964 г.	1965 г.	1966 г.
Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> ):			
контроль	148,5	154,1	144,5
подкормка в фазе цветения	157,3	160,5	148,2
Подкормка в начале образ. бобов	158,7	159,3	146
подкормка при 50% выполн. семян	159,3	160,7	145,1
Неудобренный фон:			
контроль	149,5	139,9	150,4
подкормка в фазе цветения	154,7	145,8	151,9
подкормка в начале образ. бобов.	155,9	150	—
подкормка при 50% выполн. семян	150	149,2	154,2

Вес 1000 семян с подкормленных растений был выше во все годы. Однако он колебался в зависимости от погодных условий, состояния растений, сроков подкормок и фона.

Таким образом, общий вес зерна с одного растения при внекорневых подкормках возрастал за счет увеличения числа семян на растении и веса 1000 семян. Это и обеспечило конечную прибавку урожая.

В литературе отмечается, что параллельно с абсолютной прибавкой урожая зерна бывает недобор его, выражающийся в снижении процента выхода зерна. Установлено, что чем выше урожай общей массы, тем труднее сохранить отношение зерна к соломе, обычное при средних урожаях. Это делает разработку агроприемов, повышающих коэффициент использования продуктов фотосинтеза для создания зерна, первоочередной задачей. А. А. Ничипорович, например, указывает, что «необходима разработка гармонических комплексов условий (удобрения, водный режим, структура посевов), которые повышали бы урожай, не нарушая нормальных и выгодных соотношений между ростом и размерами

вегетативных и питающих органов, с одной стороны, репродуктивных и запасующих, — с другой».

Для сои в такой гармонический комплекс в качестве дополнительного приема входят внекорневые подкормки. В связи с этим вопрос о влиянии их на выход зерна имеет большое практическое значение.

В наших опытах внекорневые подкормки как на фоне минерального удобрения, так и без него существенно повышали выход зерна — даже в тех случаях, когда урожай не повышался или повышался незначительно.

В некоторые годы (1964 г.) выход зерна на удобренном фоне не повышался, в этом случае внекорневые подкормки оказывали большое стимулирующее влияние на корневую систему, увеличивая сбор зерна.

#### **ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВЫХ ФОСФОРНЫХ ПОДКОРМОК НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ СОИ**

Внекорневые фосфорные подкормки улучшают химический состав семян сои. Так, фосфор способствует маслообразованию, особенно во время созревания семян. Кроме того, из удобрения он быстро перемещается в корни, усиливая жизнедеятельность клубеньковых бактерий и создавая лучшие условия азотного питания растений. Следовательно, дополнительное поступление элементов питания в растение через листья может оказывать существенное влияние на накопление масла и белка в семенах сои.

В табл. 8 приведены данные наших анализов на содержание жира в семенах сои.

Как видно из этих данных, при проведении внекорневых подкормок масличность во все годы исследований увеличивалась на 0,2—1,4%, в зависимости от срока подкормки и фона. А увеличение масличности семян даже на 0,2% позволяет на 39,6 кг повысить сбор масла с 1 га.

Внекорневые подкормки существенно влияли также на накопление сырого протеина в семенах сои (табл. 9). Под влиянием подкормок содержание сырого протеина в семенах сои во все годы изучения повышалось на 0,11—1,38%.

Внекорневые подкормки, проведенные во второй по-

Таблица 8

**Масличность семян и сбор масла с 1 га  
при внекорневых подкормках сои**

Варианты	Удобрённый фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> )			Неудобрённый фон		
	% мас-лич.	сбор масла (кг/га)	увел. сбора масла (кг/га)	% мас-лич.	сбор масла (кг/га)	увел. сбора масла (кг/га)
Салют 216						
1964 г.:						
контроль	19,4	242,5	—	18,4	220,8	—
подкормка						
в фазе цвет.	18,9	302,4	+59,9	19,1	252,7	31,9
в нач. образ. бобов	18,8	327,1	84,6	19	256,5	35,7
при 50% выполн. зерна	19,9	288,6	46,1	19,1	273,1	52,3
1965 г.:						
контроль	18,1	309,5	—	18	302,4	—
подкормка						
в фазе цвет.	19,2	372,5	63	19,2	326,4	24
в нач. образ. бобов	18,9	359,1	49,6	19,4	372,5	70,1
при 50% выполн. зерна	19,4	362,8	53,3	19,4	389,9	77,5
1966 г.:						
контроль	19,5	348,5	—	19,3	440	—
подкормка						
в фазе цвет.	20	412	63,5	19,9	479,6	39,6
в нач. образ. бобов	19,8	413,8	65,3	20	456	16
при 50% выполн. зерна	20,1	434,2	85,7	19,5	469,95	29,95
Хабаровская 4						
1966 г.:						
контроль	19,3	370,6	—	—	—	—
подкормка						
в фазе цвет.	19,5	387,9	17,3	—	—	—
в нач. образ. бобов	19,6	392	21,4	—	—	—
при 50% выполн. зерна	19,9	406	35,4	—	—	—

ловине вегетации, наряду с повышением урожая, способствуют обогащению семян сои элементами минерального питания. А от того, какими семенами произведен посев, в значительной мере зависит величина будущего урожая.

Таблица 9

Содержание сырого протеина в семенах сои сорта Салют 216 при внекорневых подкормках суперфосфатом

Варианты	Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> )		Неудобренный фон	
	% сыр. прот.	сбор. прот. (кг/га)	% сыр. прот.	сбор. прот. (кг/га)
1965 г.:				
контроль	40,42	691,18	37,40	628,32
подкормка в нач. образ. бобов	38,06	723,14	38,22	733,82
при 50% выполн. семян	37,22	696,02	36,59	735,46
1966 г.:				
контроль	41,41	824,06	40,24	917,47
подкормка в нач. образ. бобов	42,79	894,31	41,45	945,06
при 50% выполн. семян	41,52	896,83	41,53	1000,40

Несмотря на то, что внекорневому питанию уделяется большое внимание, данных о влиянии его на качество посевного материала пока мало.

Исходя из химического состава семян сои и нормы высева их на 1 га, мы считаем, что количество фосфора, вносимого в составе семян при внекорневых подкормках, достигает 0,83—1,04, азота — 4,64—5,8 и калия — 1,01—1,26 кг/га.

Внекорневые подкормки, увеличивая общее содержание фосфора в семенах на 0,1—0,3%, повышают дозу фосфора, вносимую с семенами, на 0,18—0,45 кг/га. Возрастает вес 1000 семян, а из крупных семян растения получают больше энергетического материала и элементов минерального питания. Следовательно, положительное действие внекорневых подкормок на урожай может проявляться не только в год их применения, но и в следующем году — через семена.

Большинство ученых, отмечая зависимость эффекта внекорневых подкормок от погодных условий, указывает, что качество урожая внекорневые подкормки по-

вышают устойчиво. Так, опрыскивание озимой пшеницы в конце фазы выхода в трубку раствором полного минерального удобрения (NPK) улучшало посевные качества, повышало вес 1000 семян на 3—3,5 г. Наряду с этим в зерне увеличивалось содержание фосфора, калия и азота. Такое потомство обладало большой жизнеспособностью, лучшей энергией прорастания и зимостойкостью. Двукратное опрыскивание высадок свеклы однопроцентным настоем суперфосфата не только повышало урожай семян, но и увеличивало силу начального роста, абсолютный вес и выравненность семян. При посеве такими семенами урожай корней возрастал на 22%. Аналогичные результаты получены и на других культурах.

В наших опытах внекорневые подкормки также повышали посевные качества семян сои (табл. 10).

Таблица 10

Влияние внекорневых подкормок на посевные качества семян сои (в %)

Посевные качества	Контроль	Подкормка:		
		в фаз. цвет.	в нач. образ. бобов	50% выполн. зерна

Салют 216

Неудобренный фон

1965 г.:

энергия прораст.	85,5	87,5	86	90
всхожесть	90,5	93,5	98,5	93

1966 г.:

энергия прораст.	88	88	90	88
всхожесть	94	95	95	94

Удобренный фон

1965 г.:

энергия прораст.	81,5	86	87,5	91
всхожесть	83	85,5	87,5	94

1966 г.:

энергия прораст.	74	75,6	75	85
всхожесть	89	92	92	92

Хабаровская 4

энергия прораст.	71	69	70	77
всхожесть	92	92	94	95,5

Семена с подкормленных растений на обоих фонах имели повышенную энергию прорастания и всхожесть. Посевные качества их оказались лучшими на удобренном фоне.

Изучение действия внекорневых подкормок через семена на последующий урожай (1966 г.) показало, что продуктивность растений возрастала:

	<i>Контроль</i>	<i>Подкормка</i>
Лабораторная всхожесть, %	95	99
Полевая всхожесть, %	91	93
Структура урожая:		
высота растений, см	65	64,5
число бобов на 1 раст., шт.	12	13,4
вес зерна с растения, г	3,5	3,4
Вес 1000 семян, г	132	135

Следовательно, внекорневая подкормка фосфором повышает и полевую всхожесть семян — на 2% по сравнению с контролем.

Положительное влияние внекорневых подкормок через семена проявилось в увеличении числа бобов на растении — на 11%, снижении числа пустых бобов — на 0,2% и повышении веса 1000 семян — на 3 г.

Таким образом, внекорневые подкормки повышают продуктивность растений сои в прямом действии, улучшая их посевные качества и обогащая элементами минерального питания. Кроме того, посев семенами, полученными после внекорневых подкормок, увеличивает общую продуктивность растений и сбор зерна.

#### **ВНЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ СОИ МОЛИБДЕНОМ В СМЕСИ С СУПЕРФОСФАТОМ**

Молибден играет важную роль в развитии бобовых, способствуя усвоению этими культурами атмосферного азота. По данным В. Т. Куркаева, вес клубеньков сои после внесения молибдена увеличивается в 1,5—2 раза; в результате улучшается азотное питание растений. Молибден участвует в образовании белка, содержание которого в семенах сои превышает 40%, и влияет на углеводный обмен.

Почвы Амурской области бедны молибденом. Содержание его в пахотном горизонте — 0,2 мг на 1 кг почвы (вместо 0,3—0,4 мг/кг). В таких условиях соя особенно отзывчива на молибденовые удобрения. Действие его на урожай проверено Амурской опытной станцией, а также в производственных условиях — на госсортоучастках области. При этом прибавка в урожае составила от 1,4 до 4,8 ц/га в зависимости от типа почв. Установлено также, что молибден положительно действует на сою и в условиях избыточного увлажнения почвы. Он нормализует процессы синтеза в листьях, увеличивает образование хлорофилла и восстанавливает зеленую окраску листьев.

Основным способом внесения молибдена под сою считается обработка семян перед посевом. Внекорневые подкормки молибденом до последнего времени почти не применялись. Впервые их начали изучать в Приморском крае, совмещая обработку семян солями молибдена с внекорневой подкормкой этим элементом. Прибавка урожая при этом составила 19,6—33,3%. Эффективными оказались внекорневые подкормки молибденом на фоне фосфорных удобрений.

В литературе появились многочисленные указания на целесообразность сочетания молибдена с суперфосфатом при внесении удобрений под сельскохозяйственные культуры.

• Однако по данным Амурской опытной станции, внекорневые подкормки молибденом не эффективнее, чем обработка семян.

В наших опытах внекорневые фосфорные подкормки, несколько улучшающие уровень фосфорного питания, оказывали влияние на фосфорный обмен в растении. Мы предположили, что в таких условиях не исключена повышенная потребность сои в молибдене, особенно к моменту образования бобов, когда молибден, внесенный с семенами, в основном уже использован. Поэтому было решено изучить влияние внекорневой подкормки молибденом в смеси с суперфосфатом на урожай сои, химический состав и посевные качества семян, а также продуктивность растений в последующем году.

Листья растений опрыскивали 0,05-процентным раствором молибдата аммония. Опрыскивание суперфосфатом производилось по мере высыхания листьев. Семена

сои перед посевом обрабатывали молибдатом аммония в дозе 50 г на 100 кг семян.

Фенологические наблюдения за развитием сои особых различий по вариантам опыта не дали, за тем исключением, что на растениях, подкормленных смесью P+Mo в фазу цветения, листья имели более интенсивную зеленую окраску.

Измерение площади листьев и высоты растений по вариантам опыта показало, что внекорневые подкормки проявили себя только если проводились в фазе цветения (табл. 11).

Таблица 11

Влияние внекорневых подкормок сои молибденом в смеси с суперфосфатом, проведенных в фазе цветения, на прирост растений в высоту (с 20/VII по 15/X) и площадь листьев

Варианты	Прирост		Пл. листьев на 1 раст. (кв. см)	
	1965 г.	1966 г.	1965 г.	1966 г.
Неудобренный фон				
контроль	32,2	43,9	660,1	839,1
подкормка:				
P	34,7	49,3	770,3	1096,8
Mo+P	38,5	47,6	836	1041,1
Mo	—	48,4	—	898,6
Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> ):				
контроль	41,1	43,9	906,4	684,5
подкормка:				
P	46,8	44,6	923,1	718,8
Mo+P	49,7	43,4	953,7	663,5
Mo	—	43	—	573,1

Есть все основания полагать, что именно молибден стимулировал рост сои в высоту, так как в 1966 г. растения, подкормленные одним молибденом на неудобренном фоне, были на 4,5 см выше, чем на контроле. Площадь листьев на растении от подкормки Mo+P увеличивалась на обоих фонах по сравнению с контролем на 47,3—175,9 кв. см. Исключение составил удобренный фон в 1966 г. Однако увеличение листовой поверхности здесь нельзя относить на счет положительного действия молибдена. Внекорневая подкормка смесью Mo+P вы-

звала меньшее увеличение площади листьев, чем чистый суперфосфат, а одним молибденом — не увеличивала ее совсем.

Установлено (табл. 12), что молибден при внекорневых подкормках (как один, так и в смеси с суперфосфатом) способствовал развитию клубеньков. Количество их на корнях растений, подкормленных Mo+P, увеличивалось по сравнению с контролем на обоих фонах в зависимости от года на 14—71,6.

Таблица 12

Развитие клубеньков на корнях сои сорта Салют 216 при внекорневых подкормках растений смесью молибдена и суперфосфата в фазе цветения

Варианты	1965 г.			1966 г.		
	число клуб. на 1 раст.	вес клуб. (г)	из них % круп.	число клуб. на 1 раст.	вес клуб. (г)	из них % круп.
Неудобренный фон						
контроль	75,3	0,49	91,9	112,3	0,48	87,5
подкормка:						
P	93,3	0,61	91,8	147,8	0,55	87,3
Mo	—	—	—	147,2	0,74	90,5
P+Mo	105,4	0,59	94,5	161,8	0,54	88,8
Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> )						
контроль	84	0,49	95,9	100,6	0,31	77,4
подкормка:						
P	96,3	0,72	95,7	130,2	0,45	77,7
Mo	—	—	—	120,8	0,34	88,2
P+Mo	98,1	0,69	97,1	172,2	0,43	90,6

Одновременно с количеством возрастал и вес клубеньков — в основном за счет увеличения числа крупных.

Анализ урожайности (табл. 13) показывает, что внекорневые подкормки смесью молибдена с суперфосфатом обеспечивали некоторую прибавку в урожае по сравнению с контролем; однако она была гораздо ниже или в лучшем случае не превышала прибавку от подкормки одним суперфосфатом. Эта закономерность проявилась на обоих изучаемых сортах сои. Исключение составили подкормки на неудобренном фоне в 1964 г. Подкормки одним молибденом в 1966 г. увеличивали

урожаем сои до 1,3 ц/га (неудобренный фон); однако его действие оказалось гораздо слабее, чем чистого суперфосфата, обеспечившего в том же году вдвое-большую прибавку урожая.

Таблица 13

Влияние фосфорно-молибденовых подкормок на урожай сои (ц/га)

Варианты	Неудобренный фон			Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> )		
	цвет.	нач. об-разов. бобов	50 % вып. бобов	цвет.	нач. об-разов. бобов	50 % вып. бобов

Салют 216

1964 г.:						
контроль	12	12	12	12,5	12,5	12,5
суперфосфат 1 ц/га	13,3	13,5	14,3	16	17,4	14,5
P+Mo	15,7	14	15,3	16,9	16,3	14,5
1965 г.:						
контроль	16,8	17	16,8	17,1	17	17,2
суперфосфат 1 ц/га	17	19,2	20,1	19,4	19	18,7
P+Mo	17,2	19,1	19,3	19,6	19,8	19,3
1966 г.:						
контроль	22,8	21,3	23,7	19,9	20,8	20,9
суперфосфат 1 ц/га	24,1	24	24,1	20,6	20,9	21,6
Mo	23,4	22,6	21,8	20,1	20,5	21,1
P+Mo	23,1	23,6	22,8	20,4	20,3	20,7

Хабаровская 4

1966 г.:						
контроль	—	—	—	19,5	19,1	19,2
суперфосфат 1 ц/га	—	—	—	20,1	20	20,4
Mo	—	—	—	19,5	19,3	19,5
P+Mo	—	—	—	20,3	19,4	19,4

Внекорневые подкормки молибденом в смеси с суперфосфатом способствовали повышению выхода зерна с одного растения (табл. 14).

Из табл. 14 видно, что наибольшее влияние внекорневых подкормок молибденом в смеси с суперфосфатом (при всех сроках проведения) проявилось на неудобренном фоне. Максимально увеличивала выход зерна подкормка в фазе плодообразования, особенно при половинной выполненности семян.

Таблица 14

Выход зерна с одного растения при внекорневых подкормках сои молибденом в смеси с суперфосфатом (в % от веса бобов)

Варианты	Неудобренный фон			Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> )		
	вес бобов с 1 раст.	в т. ч. всс зерна		вес бобов с 1 раст.	в т. ч. вес зерна	
		г	%		г	%
Подкормка в фазе цветения						
1965 г.:						
контроль	8,6	5,7	66,2	9	6,1	67,7
P	9,7	6,6	68	10,5	7,2	68,5
Mo+P	10,2	7	68,6	11,4	7,9	69,3
1966 г.:						
контроль	10,4	7,4	71,1	8,9	6,3	70,7
P	10,7	7,6	71	11	8	72,7
Mo	11,4	8	70,7	11,1	8,2	73,4
Mo+P	10,8	7,7	71,3	11,2	8,3	74,1
Подкормка в начале образования бобов						
1965 г.:						
контроль	8,4	5,5	65,4	9,4	6,2	65,9
P	10	7	70	11,1	7,7	69,3
Mo+P	9,8	6,9	70,4	10	7	70
1966 г.:						
контроль	9,4	6,6	70,2	10,5	7,4	70,4
P	10,5	7,5	71,6	9,9	7,1	71,3
Mo	12,8	9,1	71,1	9,2	6,6	71,7
Mo+P		10	71,1	9,2	6,7	72,8
Подкормка при 50% выполненности семян						
1965 г.:						
контроль	8,7	5,4	62	8,4	5,6	66,6
P	9,8	6,8	69,3	9,4	6,5	69,1
Mo+P	9,1	6,6	72,5	9,5	6,6	69,5
1966 г.:						
контроль	9,3	6,9	70,4	8,8	6,3	71,6
P	10,2	7,2	70,5	10,8	7,7	71,3
Mo	9,6	7,1	73,9	10,6	7,7	72,6
Mo+P	13,2	9,7	73,5	9,9	7,2	72,7

Выход зерна от подкормок смесью Mo+P чаще всего был выше, чем при подкормках чистым суперфосфатом.

Анализ семян на посевные качества (табл. 15) показал, что действие молибдена в смеси с суперфосфатом через семена проявляется в большей степени, чем в год применения.

Таблица 15

Посевные качества семян сои, подкормленной смесью молибдена с суперфосфатом

Варианты	1965 г.		1966 г.	
	энергия прораст. (%)	всхо- жость (%)	энергия прораст. (%)	всхо- жость (%)

Неудобренный фон

Фаза цветения:				
контроль	85,5	90,5	88	94
подкормка:				
P	87,5	93,5	88	95
Mo	—	—	88,2	95,4
Mo+P	90,5	94	88	96,1
Начало образования бобов:				
контроль	85,5	90,5	88	94
подкормка:				
P	86	98,5	90	95
Mo	—	—	80	96,9
Mo+P	87,5	98,9	83	98,3
50% выполн. зерна:				
контроль	85,5	90,5	88	94
подкормка:				
P	90	93	88	94
Mo	—	—	87	94,6
Mo+P	90,6	94,5	89	96

Удобренный фон

Фаза цветения				
контроль	81,5	83	74	89
подкормка:				
P	86	85,5	75,6	92
Mo	—	—	70	92
Mo+P	82	87,5	84	92,8
Начало образования бобов:				
контроль	81,5	83	74	89
подкормка:				
P	87,5	87,5	75	92
Mo	—	—	74	88
Mo+P	81,7	93	88	91,9
50% выполн. зерна:				
контроль	81,5	83	74	89
подкормка:				
P	91	94	85	92
Mo	—	—	85	93
Mo+P	90	95	87	93

Семена с растений, подкормленных молибденом в смеси с суперфосфатом, обладали повышенной энергией прорастания и всхожестью. Однако энергия прорастания оказалась несколько меньшей, чем у семян, подкормленных одним суперфосфатом.

Семена с растений, подкормленных суперфосфатом, по всхожести уступали тем, которые были получены при подкормке  $Mo+P$ : на 0,4—3,3% на неудобренном, на 0,8—10% — на удобренном фоне.

Та же закономерность проявилась и в 1966 г. при действии на посевные качества семян одного молибдена. Внекорневая подкормка молибденом во все сроки ее проведения не влияла на энергию прорастания семян или даже несколько снижала ее по сравнению с суперфосфатом. Однако всхожесть семян устойчиво повышалась.

Действие молибдена на всхожесть семян заметнее проявилось на удобренном фоне, чем на неудобренном.

Результаты анализа семян на посевные качества подтверждаются в опыте по изучению действия внекорневых подкормок через семена на продуктивность растений сои. Приводим данные о продуктивности растений, выращенных из семян, обогащенных фосфором и молибденом:

	Контроль	P	P+Mo
Урожай, ц/га	19,7	19,7	22,2
Лабораторная всхожесть, %	95	99	98
Полевая всхожесть, %	91	93	97
Структура урожая:			
число бобов на 1 растении	12	13,4	14,7
число пустых бобов	3,7	3,5	3
вес зерна на 1 растении, г	3,5	3,4	5
вес 1000 семян, г	132	135	135,5

Таким образом, действие на продуктивность растений сои внекорневых подкормок молибденом в смеси с суперфосфатом заметнее проявляется через семена, чем в год применения. Следовательно, их целесообразно применять в первую очередь на семенных участках колхозов и совхозов.

При внекорневых подкормках сои молибденом в смеси с суперфосфатом масличность ее семян во всех случаях снижалась до 1,6%. Исключение составила под-

кормка в фазе цветения в 1965 г.: здесь отмечено повышение масличности на 1,3%. По всей видимости, масличность семян сои снижалась под влиянием молибдена, так как подкормка одним молибденом в 1966 г. устойчиво уменьшила ее.

Накопление протеина мы определяли в семенах сои с растений, подкормленных молибденом в смеси с суперфосфатом. Контроль — семена с растений, подкормленных одним суперфосфатом (табл. 16).

Таблица 16

Содержание протеина в семенах сои при внекорневых фосфорно-молибденовых подкормках

Варианты	Удобренный фон		Неудобренный фон	
	протеин (%)	сбор (кг/га)	протеин (%)	сбор (кг/га)
Подкормка:				
Р (контроль)	38,06	723,14	36,59	702,53
Р+Мо в начале образования бобов	41,37	819,13	37,03	707,27
Р+Мо при 50% выполн. зерна	38,45	742,09	35,73	689,59

Данные табл. 16 показывают, что содержание протеина в семенах сои при всех сроках молибденово-фосфорных подкормок повышалось на 0,39—3,31%. На фоне минерального удобрения протеина накапливается больше (до 1,47%), чем на неудобренном фоне.

Влияние внекорневых молибденово-фосфорных подкормок на содержание протеина в семенах сои было большим также на неудобренном фоне. Оно не возрастало только от подкормки при половинной выполненности зерна на удобренном фоне.

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК СОИ

Повышение урожайности сои — главный резерв увеличения производства ее зерна, а следовательно и реальных доходов хозяйств. Большую роль в подъеме урожайности сои должны сыграть минеральные удобрения,

Многолетние исследования показывают, что они эффективны на всех типах почв Амурской области, за исключением луговых черноземовидных, на которых этот эффект неустойчив. Однако прибавки урожая значительно колеблются по годам, что обусловлено биологическими особенностями сои и неустойчивостью водно-воздушного режима почв в Приамурье. При засушливой погоде пахотный слой пересыхает, а при избыточных осадках — переувлажняется. В обоих случаях удобрения используются непродуктивно.

Внесение большого количества удобрений до посева не обеспечивает сою элементами питания на весь период вегетации. В начальных фазах растения развивают мощную вегетативную массу, а в наиболее ответственные периоды формирования урожая — голодают. Рациональная система применения удобрений под сою должна включать биологически и экономически обоснованные способы, сроки и дозы удобрений. Один из приемов, направленных на рациональное применение удобрений под сою, — внекорневые подкормки; даже в незначительном количестве (1 ц/га суперфосфата) они обеспечивают прибавку урожая до 4 ц/га.

Мы оценили экономическую эффективность внекорневых подкормок сои в зависимости от сроков проведения, доз суперфосфата и плодородия почвы. За основу взят метод сравнения опытного варианта с контрольным. При вычислении затрат на удобрения учитывали: стоимость суперфосфата (включая доставку от станционного склада до хозяйства и в поле), автотранспорта, оплату труда шоферов, грузчиков, отчисления на ремонт и технический уход, амортизацию, расходы на горючее и смазочные материалы, стоимость опыливания 1 га посевов с самолета. Затраты на уборку и транспортировку прибавочного продукта включают амортизационные расходы, расходы на текущий ремонт, горючее, заработную плату комбайнера, шофера, грузчиков, стоимость 1 т/км. Вычисления велись на основе данных, полученных в учхозе БСХИ (с. Грибское).

Экономическая оценка разных доз суперфосфата для подкормки сои показала, что дозы от 0,5 до 1,5 ц/га суперфосфата экономически себя оправдывают. При повышенной дозе (1,5 ц/га) прибавка урожая, а следовательно, и окупаемость затрат были более низкими. При-

водим соответствующие данные (I — доза 0,5 ц/га; II — 1; III — 1,5 ц/га):

	I	II	III
Урожай, ц	22,9	23,4	22,4
Прибавка урожая по сравнению с контролем, ц	1,5	2	1
Стоимость прибавки в закупочных ценах, руб.	39	52	26
Все затраты, связанные с применением удобрений, руб.	4,3	7,4	10,2
Чистый доход от подкормки, руб./га	34,7	44,6	15,8

Чтобы сравнить эффективность внекорневых подкормок на разных фонах, мы рассчитали себестоимость 1 ц прибавки урожая и уровень хозяйственной рентабельности (%) подкормок на удобренном и неудобренном фонах:

	Неудобренный фон	Удобренный фон (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> )
1964 г.:		
цветение	290	573
начало образ. бобов	326	665
50% выполн. зерна	443	400
1965 г.:		
цветение	нерент.	520
начало образ. бобов	530	450
50% выполн. зерна	662	390
1966 г.:		
цветение	352	171
начало образ. бобов	326	нерент.
50% выполн. зерна	66	185

Таким образом, сроки подкормок на себестоимость 1 ц прибавки влияли незначительно. Однако при одинаковой себестоимости уровень хозяйственной рентабельности подкормок колебался довольно широко в зависимости от сроков их проведения. В 1964 г. они были рентабельными при всех сроках, особенно на удобренном фоне, где прибавочный продукт в 4—6 раз превосходил затраты на их проведение. В 1965 г. хозяйственная рентабельность была одинаково высокой на обоих фонах. Затраты на проведение подкормок окупались в 3—6 раз. Однако подкормка в фазе цветения оказалась нерентабельной из-за незначительной прибавки урожая.

В 1966 г. отмечена самая низкая за все годы изучения хозяйственная рентабельность. Окупаемость затрат

не превышала 352%. На удобренном фоне подкормки были более рентабельными, на удобренном — малорентабельными, а подкормка в начале образования бобов — нерентабельной. На удобренном фоне самыми высоко-рентабельными оказались обе подкормки в фазе плодо-образования (за исключением 1966 г.). На удобренном фоне эта закономерность нарушалась. Более рентабельными оказались ранние подкормки, проведенные в фазе цветения и в начале образования бобов. Но 1966 год и здесь был исключением.

Проведенный экономический анализ подтверждает целесообразность внекорневых подкормок сои суперфос-фатом, экономическую выгодность их как на удобрен-ном, так и удобренном фоне. Все сроки проведения подкормок сои в хозяйствах рентабельны. Они обеспе-чивают значительный доход на единицу площади. Одна-ко эффективность их колеблется в зависимости от срока проведения и обеспеченности почвы элементами питания. В отдельные годы высоко-рентабельными бывают более ранние подкормки, а в другие — наоборот.

Внекорневые подкормки фосфором в сочетании с мо-либденом обеспечивали значительные по сравнению с контролем прибавки урожая, но подкормки чистым су-перфосфатом они превосходили лишь весьма незначи-тельно.

Подкормки смесью молибдена с суперфосфатом оку-пали затраты, только если проводили их в фазе цвете-ния. Другие два срока подкормок, несмотря на высокую эффективность в 1965 г., оказались нерентабельными в 1966 г., а в среднем за два года — малоэффективными. Однако они повышали лабораторную всхожесть до 11%.

#### **ВНЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ СОИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

В последние два года внекорневые подкормки широко изучались госсортоучастками и хозяйствами области на различных типах почв. На полях колхоза «Заря» Там-бовского района они не только повысили урожай (на 3.2 ц/га на 1400 га), но и вызвали увеличение веса 1000 семян на 15—20 г, а также значительное улучшение их посевных качеств.

В 1966 г. в колхозе «Восток» Тамбовского района внекорневые подкормки суперфосфатом повысили урожай сои на 1,7 ц/га на 637 га, в 1967 г. прибавка составила 2,3 ц/га на 4057 га.

В 1965 г. в колхозе «Прогресс» Константиновского района этот прием повысил урожай сои на 1,3 ц/га.

Внекорневые подкормки сои на Амурской опытной станции повысили урожай на 1,7 ц/га. Особенно эффективными они были в дождливые годы. Дополнительные расходы на подкормку 1 га посевов составили 6 руб. 0,5 коп., а доходы от прибавки урожая с 1 га — 14 руб. 20 коп.

Подкормки, проведенные в Волковском совхозе, а также в учхозе БСХИ (с. Грибское) обеспечивали прибавку урожая в 1,5—2,1 ц/га.

Противоречивые результаты получены за последние два года (1967—1968 гг.) на госсортоучастках области. В одних случаях этот прием оказался высокоэффективным, в других — малоэффективным. Так, на Свободненском госсортоучастке внекорневые подкормки в 1967 г. снизили вес 1000 семян Салюта 216 и Амурской 310, а в 1968 г. повысили его (на 0,6—13,5 г).

На Белогорском госсортоучастке в 1967 г. подкормки, как и основное удобрение, не повысили урожай, но значительно повысили вес 1000 семян сои сорта Салют 216 (9,8 г), а у Амурской 310 не изменили. В 1968 г. они повысили урожай сои на 1,3 ц/га, в то время как основное удобрение ( $N_{30}P_{60}$ ) — всего на 1,1 ц/га, и повысили вес 1000 семян на 6,1—8,7 г.

На Мазановском госсортоучастке в 1967 г. внекорневые подкормки сои Хабаровская 4 увеличили урожай на 1,3 ц/га, а в 1968 г. оказались неэффективными.

На Бурейском госсортоучастке внекорневые подкормки сорта Амурская 310 в 1968 г. дали прибавку урожая в 1,5 ц/га и повысили вес 1000 семян на 12,2 г.

Противоречивые результаты, полученные при использовании внекорневых подкормок, следует объяснить, видимо, тем, что эти подкормки применяли, не учитывая потребности соевого растения в элементах пищи.

Нехватку элементов пищи на том или другом типе почв устанавливают с помощью химического анализа растений или их клеточного сока. Из химических методов диагностики в условиях производства наиболее до-

ступен анализ клеточного сока с помощью лаборатории К. П. Магницкого. Этим методом удастся определить содержание в клеточном соке азота, фосфора, калия и магния. Установлено, что при недостатке фосфора в соевых растениях в их клеточном соке его обнаруживается менее 40 мг на 1 кг.

Можно широко применять также визуальную, или листовую диагностику: при нехватке элементов питания на растениях появляются признаки голодания, характерные для каждого элемента. Так, недостаток азота вызывает бледно-зеленую окраску листьев, ослабление роста листовой поверхности, слабое ветвление, раннее опадение листьев; недостаток фосфора сопровождается появлением темно-зеленой окраски листьев (с пурпурным или голубоватым оттенком), задержанием фаз развития, угнетенным ростом; при недостатке калия на листьях появляется «краевой ожог» — по краю листа ткань отмирает, и лист приобретает обожженный вид.

Азота сое чаще всего недостает на почвах, бедных гумусом или со слабовыраженной микробиологической деятельностью. Но и на луговых черноземовидных почвах ей может не хватать его во время переувлажнения. В результате растения прекращают рост, приобретают желто-зеленую окраску, не увеличивается площадь листьев. В дальнейшем, по мере нормализации деятельности корневой системы, эти признаки могут исчезнуть, но потери урожая неизбежны. Их могут свести к минимуму только вовремя проведенные подкормки мочевиной. Так, в опытах 1967—1968 гг. они обеспечили прибавку урожая в 1,5—2 ц/га.

Фосфорное голодание в условиях Амурской области соя испытывает чаще, чем азотное, так как недостаток фосфора в почвах усиливается такими часто или постоянно действующими факторами, как переувлажнение, кислая реакция почвенного раствора, накопление подвижных форм железа и алюминия. Признаки фосфорного голодания у сои проявляются в замедленном росте растения. Листья становятся мелкими и удлинненными. Иногда на них появляются участки отмершей ткани, листья рано опадают.

Фосфорное голодание у сои может вызывать одновременно и недостаток азота. Жизнедеятельность клубеньковых бактерий при недостатке фосфора снижается.

следовательно, снижается и уровень азотного питания. Поэтому при длительном фосфорном голодании на растении могут появляться признаки, характерные для азотного голодания. Устранить фосфорную недостаточность можно, используя внекорневые фосфорные подкормки. Фосфор, усвоенный листьями, уже через сутки обнаруживается в корнях, следовательно, он может служить дополнительным питанием для клубеньковых бактерий. Под влиянием внекорневых фосфорных подкормок усиливается образование клубеньков.

На почвах Амурской области соя заведомо обречена на молибденовое голодание, так как его недостает (0,15 мг/кг) на всех типах почв. Молибден же для бобовых — необходимый элемент, потому что он участвует в усвоении азота клубеньковыми бактериями из атмосферы. Если его не хватает, в первую очередь появляются характерные признаки азотного голодания. Они становятся еще заметнее при недостатке фосфора, замедляется образование и рост клубеньков.

Внесение молибдена с внекорневой подкормкой позволяет усилить деятельность клубеньковых бактерий. Особенно эффективной в этом случае оказалась фосфорно-молибденовая подкормка. На подкормленных растениях образуется большее число клубеньков, причем преимущественно крупных.

Таким образом, чтобы правильно применять внекорневые подкормки, необходимо определить, чего растению не хватает. Зная состояние растений, можно безошибочно выбрать удобрения для подкормок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты полевых опытов, лабораторных исследований, производственной проверки убеждают, что внекорневые подкормки повышают урожай сои и улучшают его качество. Они позволяют воздействовать на продуктивность растений в такие периоды, когда другими способами достигнуть этого невозможно. Рост урожайности — итог усиленного формирования продуктивной части растения, улучшения структуры урожая, возрастания веса 1000 семян, а также повышенной устойчивости растений к неблагоприятным условиям.

Для сои в условиях Амурской области наиболее необходима внекорневая фосфорная подкормка; самый высокий эффект она дает, если проводится в фазе образования бобов, на удобренном фоне — в фазе цветения. Суперфосфат, нанесенный на листья, способствует поступлению фосфора из почвы в растение, что свидетельствует о взаимосвязи между корневым и внекорневым питанием растений.

Внекорневые подкормки увеличивают вес клубеньков на 30—50%, а следовательно, повышают их азотфиксирующую способность и улучшают азотное питание растений.

В Приамурье, как и в Приморье, лучшая доза суперфосфата для опыливания — 100 кг/га, а лучшим способом внесения в производственных условиях является авиаметод.

Внекорневые фосфорные подкормки улучшают посевные качества семян, повышая их энергию прорастания и всхожесть, а также урожай и элементы структуры урожая в последствии. Таким образом, они особенно важны на семенных участках.

Молибденово-фосфорные подкормки по сравнению с чистыми фосфорными незначительно изменяют величину урожая, но обеспечивают более высокий выход зерна и лучшие посевные качества семян. Проведенные в оптимальный срок, они дают с 1 га от 17,2 до 44,2 руб. чистого дохода, окупая затраты на них в 4—6 раза.

Внекорневые подкормки — важный резерв повышения урожайности сои, они заслуживают широкого внедрения в сельскохозяйственное производство Амурской области.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение . . . . .	3
Значение внекорневых подкормок в почвенно-климатических условиях Амурской области . . . . .	8
Способы, дозы и сроки подкормок сои . . . . .	11
Связь внекорневых подкормок сои с корневым питанием . . . . .	18
Влияние внекорневых фосфорных подкормок на величину урожая сои . . . . .	25
Влияние внекорневых фосфорных подкормок на качество урожая сои . . . . .	33
Внекорневые подкормки сои молибденом в смеси с суперфосфатом . . . . .	37
Экономическая эффективность внекорневых подкормок сои . . . . .	45
Внекорневые подкормки сои в производственных условиях . . . . .	48
Заключение . . . . .	51

Пенчукова Н. А., Пенчуков В. М.

П 255 Внекорневые подкормки сои в Амурской области. Амурское отделение Хабаровского кн. изд., 1969.

56 с. 2000 экз. 9 коп.

Удобрение сои при ее возделывании намного повышает урожай. За последние годы достигнуты успехи при внекорневом внесении удобрений. Авторы брошюры, основываясь на результатах собственных исследований, опыте научных учреждений и передовых хозяйств, рассказывают об эффективности этого метода, рекомендуют наилучшие дозы, сроки, способы внекорневых подкормок сои в условиях Амурской области.

Распечатана брошюра на широкий круг работников растениеводства.

4—3—6

---

69

633.1

**Нина Александровна  
Пенчукова**

**Виктор Макарович  
Пенчуков**

**ВНЕКОРНЕВЫЕ  
ПОДКОРМКИ СОИ .  
В АМУРСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

Амурское отделение  
Хабаровского  
книжного издательства.  
Благовещенск,  
ул. им. Ленина, 181.

●  
Редактор О. К. Мамонтова  
Художник-редактор  
П. К. Пустовой  
Технический редактор  
Г. М. Филатова

9к

ХАБАРОВСКОЕ  
КНИЖНОЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО