

УДК633.853.52:578:631.52

Синеговская В.Т., д-р с.-х. наук, член-корреспондент РАСХН,  
Заслуженный деятель науки РФ, Ран О.П., канд. с.-х.наук,  
ГНУ Всероссийский НИИ сои Россельхозакадемии

**РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОВЫШЕНИИ  
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ И СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ**

*Представлены результаты исследований по изучению влияния биопрепаратов ДВ-1, Биостил, Силк, ПАБК, Экстрасол, Лариксин при их использовании для обработки семян и по вегетирующим растениям сортов сои Соната и Гармония. Положительное влияние биопрепаратов во многом зависело от обеспеченности теплом и особенно влагой. В среднем за 4 года ДВ-1 стимулировал нарастание листовой поверхности. Фотосинтетический потенциал за вегетацию(ФП) здесь был также высоким. Использование Биостила для обработки семян сои сорта Соната усилило отток питательных веществ в бобы, повысив коэффициент хозяйственной эффективности ( $K_{хоз}$ ) до 0,40 против 0,31 в контроле. Применение препаратов Силк и ПАБК было эффективно в отдельные годы, превышение составило 0,19 т/га. В посевах, где применяли Лариксин и Экстрасол, площадь листьев, ФП и АСВ были самыми высокими, что увеличило урожайность семян на 0,29 т/га. Наибольшая экономическая эффективность получена от использования Лариксина.*

UDC 633.853.52:578:631.52

Sinegovskaya V.T., doctor of agricultural sciences, corresponding member of RAAS,  
Honoured Scientific Worker of Russian Federation  
Ran O.P., candidate of agricultural sciences, SSI All-Russian SSRI

**ROLE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE IN INCREASE  
OF PHOTOSYNTHETIC AND SEED PRODUCTIVITY OF SOYBEAN**

*The results of investigations of studding of influence of preparations drug substance-1 (DS-1), Biostil Silc, PABA (p amino benzoic acid), Extrasol, Larixine by its using for treatment of seeds and on vegetated plants of soybean of sorts Sonata and Garmoniya were presented. Positive influence of biopreparations depended on provision with heat and moisture. Upon the average during 4 years DS-1 stimulated growth of leaf area. Photosynthetic potential (FP) during vegetation was high too. Using of Biostil for treatment of soybean seeds Sonata intensified outflow nutrient substances in beans, heightening coefficient of economic efficiency till 0.40 against 0.31 in control. Applying of preparations of Silc and PABA was effective in separate years, exceeding was 0.19 t/ha. In crops were Larixine and Extrasol were applied, areas of leaves, FP and ADM (absolutely dry matter) were the highest, that increased productivity of seeds on 0.29 t/h. The most economic efficiency was gotten by using Larixine.*

«Нигде, быть может, ни в какой другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных условий успеха, нигде не требуется таких многосторонних сведений, нигде увлечение одной точкой зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии» – это предосте-

режение К.А. Тимирязева актуально и в современных условиях производства растениеводческой продукции. При формировании урожая, многие факторы, действуя одновременно, влияют на его величину. Для сои таковыми являются азот и углерод. По данным американских учёных

уровень урожайности сои сдерживается недостатком азота в период налива семян, так как углеводы, оттекая в репродуктивные органы, не поступают в корни и азотфиксация ослабевает [1]. Исследованиями И.Ф. Беликова установлено, что у растений сои взрослые листья друг с другом ассимилянтами не обмениваются, а направляют их в семена, и только некоторая часть поступает в корни [2]. Бобы каждого узла получают ассимилянты не только от своего листа, но также и от ряда соседних, преимущественно выше расположенных листьев, так как питательные вещества оттекают вниз по флоэме. Только при таком условии основная масса бобов будет созревать, давая жизнеспособные семена, невзирая на выход из строя некоторых листьев (повреждение вредителями, градом, ветром и т.д.).

Исследованиями, проведенными нами ранее, установлено, что в период образования бобов и налива семян 70 % азота трансформируется из листьев, 20 % – из стеблей и только 10 % поступает в семена непосредственно из корневой системы и клубеньков [3]. Выявлена так же тесная корреляционная зависимость ( $r = 0,94$ ,  $d_{yx} = 0,88$ ) между содержанием азота в листьях и его накоплением в клубеньках, а также усилением оттока этого элемента из вегетативных органов в репродуктивные при активизации симбиотической деятельности в посевах сои [4].

Поэтому повысить коэффициент хозяйственной эффективности растений сои возможно за счет усиления оттока продуктов фотосинтеза в репродуктивные органы. Совершенствование агротехнических условий или внесение удобрений при благоприятном гидротермическом режиме зачастую приводит к существенному приросту зеленой массы сои, но прибавки урожая зерна не получают.

В этом случае на помощь могут прийти биологически активные вещества (БАВ) или фиторегуляторы. К настоящему времени обнаружено и изучено около 6000 соединений (химического, микробного и растительного происхождения), обладающих регуляторным действием, но в мировой практике используется около 70. В России зарегистрировано для использования на сое только шесть. В институте проведена биологическая оценка более 40 препаратов, относящихся к фиторегуляторам. Действие одного и того же препарата в различные годы было неодинаковым. В 2000–2008 годах нами были исследованы препараты, рекомендованные разработчиками как вещества, способные регулировать обмен веществ и активно влиять на процессы оттока продуктов фотосинтеза в репродуктивные органы: ДВ-1, Биостил, Силк, ПАБК, Эстрасол, Лариксин. Препараты использовали для обработки семян и по вегетирующим растениям.

В ходе изучения определяли влияние препаратов на лабораторную и полевую всхожесть семян, прохождение фаз роста и развития растений, формирование и работу фотосинтетического аппарата, урожайность семян сои. Исследования проводили на сортах Соната и Гармония на луговой черноземовидной почве в с. Садовое Тамбовского района Амурской области.

На сорте Соната в среднем за 4 года препарат ДВ-1, используемый для обработки семян и по вегетирующим растениям, стимулировал нарастание листовой поверхности. Площадь листьев в фазу цветения была выше на 13,2 % по сравнению с контролем, в фазу образования бобов на 5%, а к фазе налива семян этот показатель был одинаков с контрольным вариантом (рис. 1).

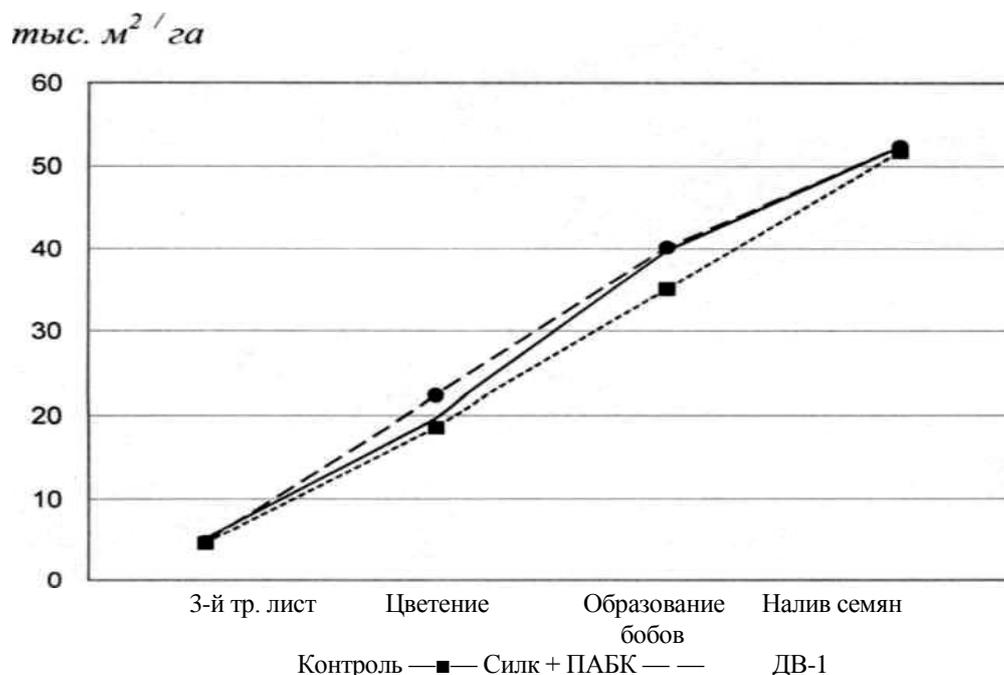


Рисунок 1 - Влияние биологически активных веществ на формирование площади листьев сои сорта Соната, среднее за 2000...2003 гг.

Фотосинтетический потенциал наибольшим так же был в посевах с применением препарата ДВ-1 (с+р). Препарат ДВ-1 стимулировал нарастание вегетативной массы растений. Куда же пошли продукты фотосинтеза? В углеводном балансе растений наряду с фотосинтезом участвует процесс дыхания. У бобовых культур затраты на дыхание выше в связи с азотфиксацией.

Поэтому для установления баланса между фотосинтезом и дыханием мы определили показатель – скорость роста посевов (СРП). Он интегрирует прибыль биомассы за счет фотосинтеза и убыли за счет

дыхания. Биологически активные вещества оказывали стимулирующее действие на скорость накопления биомассы в пери од от всходов до 3-го тройчатого листа. Наибольший эффект получен от применения Биостила для обработки семян. У растений этого варианта в фазу 3-го тройчатого листа СРП была выше на 58,0% по сравнению с контролем (рис. 2). Обработка семян препаратом ДВ-1 (с+р) увеличило СРП на 16,7 % в фазу 3-го тройчатого листа, на 18,8% - к фазе цветения, а к фазе налива семян - уже на 21,9 %..

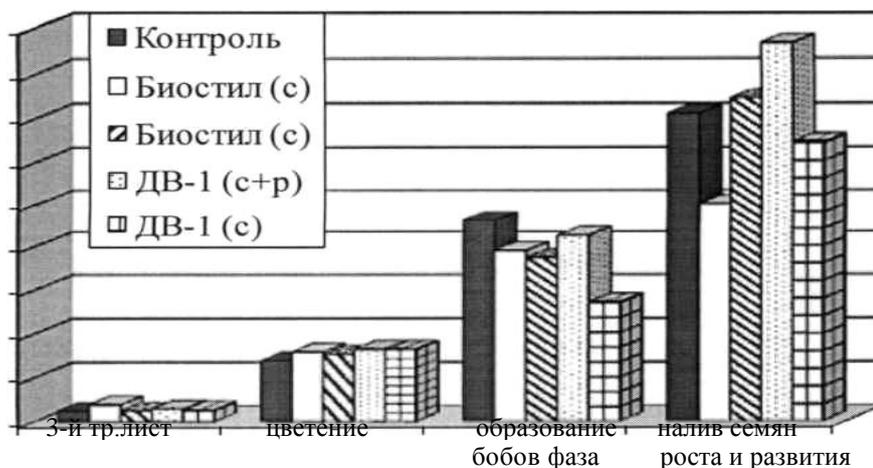


Рисунок 2 - Влияние биологически активных веществ на скорость роста посевов сорта сои Соната, среднее за 2000 - 2003 гг.

Таким образом, использование Биостила и ДВ-1 (с+р) оказывало стимулирующее действие на скорость накопления биомассы посевами сои. Стимулирующее действие этих препаратов зависело в большей степени от влажности почвы в годы иссле-

дований. В среднем же за 4 года использование Биостила и ДВ-1 не привело к существенному повышению урожайности семян. Отмечена лишь тенденция к ее увеличению (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность семян сорта Соната и  $K_{хоз}$ , среднее за 2000 - 2003 гг.

| № п/п                    | Вариант     | Урожайность, т/га | $K_{хоз}$ |
|--------------------------|-------------|-------------------|-----------|
| 1                        | Контроль    | 1,91              | 0,31      |
| 2                        | Биостил (с) | 1,97              | 0,40      |
| 3                        | Биостил (р) | 1,92              | 0,30      |
| 4                        | ДВ-1 (с+р)  | 1,94              | 0,28      |
| 5                        | ДВ-1 (с)    | 1,94              | 0,28      |
| НСР <sub>05</sub> , т/га |             | 0,13              |           |

Однако наибольшая эффективность по влиянию на отток питательных веществ в семена получена от применения Биостила при его использовании для обработки семян, так как коэффициент хозяйственной эффективности ( $K_{хоз}$ ) здесь был самым высоким - 0,40.

Использование препаратов Силк, Силк совместно с ПАБК было также эффективно в отдельные годы (табл. 2). В 2000 и 2002

годах получены прибавки урожайности сои. Соответственно, они составили 0,15 и 0,19 т/га при применении смеси Силка с ПАБК для обработки растений по сравнению с контролем. Эти годы были наиболее благоприятными для сои по распределению тепла и влаги, а использование БАВ усилило отток продуктов фотосинтеза в репродуктивные органы, что способствовало повышению урожайности семян.

Таблица 2

Урожайность семян сои сорта Соната при использовании биологически активных веществ, т/га

| № п/п                    | Вариант           | Год  |      |      |      | Среднее |
|--------------------------|-------------------|------|------|------|------|---------|
|                          |                   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |         |
| 1                        | Контроль          | 1,90 | 1,68 | 2,37 | 1,69 | 1,91    |
| 2                        | Силк (р)          | 1,98 | 1,77 | 2,31 | 1,67 | 1,93    |
| 3                        | Силк + ПАБК (р)   | 2,05 | 1,73 | 2,56 | 1,74 | 2,02    |
| 4                        | Силк + ПАБК (с)   | 2,04 | 1,76 | 2,46 | 1,68 | 1,98    |
| 5                        | Силк + ПАБК (с+р) | 2,00 | 1,77 | 2,36 | 1,65 | 1,94    |
| НСР <sub>05</sub> , т/га |                   | 0,09 | 0,11 | 0,19 | 0,12 | 0,10    |

Исследование посевных качеств семян сои при их обработке биопрепаратами позволило выявить только 2 препарата - Биостил и ДВ-1, которые увеличивали лабораторную всхожесть семян на 1,5 – 2,2%, силу роста - на 2%, энергию прорастания – на 1%. Предпосевная обработка семян другими биопрепаратами оказала положительное влияние на способность семян к прорастанию в полевых условиях (рис. 3). Так наибольшая полевая всхожесть была в посевах с применением комплекса Мо + Нитрагин + Фундазол (82,8%). Высокой она была и в варианте с Лариксином (80,3%). При обработке семян Экстрасолом полевая

всхожесть семян была на уровне контрольного варианта (78,2%).

Установлено положительное влияние этих препаратов на работу фотосинтетического аппарата сои сорта Гармония (табл. 3).

При этом максимальная площадь листьев, фотосинтетический потенциал (ФП), максимальное накопление абсолютно сухого вещества (АСВ) были самыми высокими в посевах с использованием лариксина и экстрасола при обработке семян и вегетирующих растений. В итоге урожайность семян в этих вариантах была самой высокой. На 0,1 т/га она была ниже в вари-

антах с использованием комплекса из Мо, нитрагина и фундазола, а также Экстрасола для обработки семян. Урожайность семян на 74-77 % зависела от показателей фотосинтетической деятельности посевов сои

(максимальной площади листьев –  $r=0,88$ ,  $d_{xy}=0,77$ , фотосинтетического потенциала за вегетацию –  $r=0,86$ ,  $d_{xy}=0,74$ , максимальной массы АСВ -  $r=0,86$ ,  $d_{xy}=0,74$ ).

Таблица 3

Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую и семенную продуктивность сои сорта Гармония, среднее за 2006 - 2008 гг.

| Вариант                  | Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га | ФП за вегетацию, тыс. м хдн./га | Максимальное накопление абсол. сухого в-ва, кг/га | Урожайность семян, т/га |
|--------------------------|---|---------------------------------|---|-------------------------|
| Контроль                 | 23,7  | 1326                            | 4900  | 1,91                    |
| Мо+Нитрагин+Фундазол (с) | 28,9  | 1432                            | 5200  | 2,10                    |
| Мо + Экстрасол (с)       | 24,1  | 1278                            | 5000  | 1,82                    |
| Экстрасол (с)            | 24,3  | 1323                            | 4980  | 2,10                    |
| Экстрасол (с+р)          | 34,9  | 1839                            | 6500  | 2,20                    |
| Лариксин (с)             | 25,0  | 1341                            | 4800  | 1,90                    |
| Лариксин (с+р)           | 33,0  | 1691                            | 6200  | 2,20                    |
| НСР <sub>05</sub> , т/га |   |                                 |   | 0,10                    |

Определение экономической эффективности применения биопрепаратов показало высокую эффективность Лариксина при его использовании для обработки семян и по вегетирующим растениям (табл.4).

При этом условно чистый доход возрос на 2343 руб./га по сравнению с контролем, себестоимость 1 т полученной продукции снизилась на 205 руб., рентабельность возросла на 16 %. Традицион-

ный прием предпосевной обработки семян химическим протравителем в комплексе с бактериальномолибденовой смесью обеспечил получение 13,5 тыс. руб. дохода с 1 га, при рентабельности 181,8 %. Дополнительные затраты на обработку семян и вегетирующих растений Экстрасолом увеличили себестоимость 1 тонны продукции на 166 руб. по сравнению с контролем. Рентабельность при этом составила 159,2 %, что ниже контроля на 11,6 %.

Таблица 4

Экономическая эффективность применения биопрепаратов в посевах сои сорта Гармония, среднее за 2006-2008 гг.

| Вариант  | Урожайность, т/га | Затраты на 1 га, руб. | Себестоимость, руб/т | Условно чистый доход с 1 га, руб. | Рентабельность, % |
|--|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Контроль   | 1,91              | 7017                  | 3693                 | 11983                             | 170,8             |
| Мо + Нитрагин + Фундазол на семена (6 л смеси, 3 кг) | 2,10              | 7453                  | 3549                 | 13547                             | 181,8             |
| Мо + Экстрасол на семена (25 г, 1 л)                 | 1,82              | 7077                  | 3932                 | 10923                             | 154,3             |
| Экстрасол на семена (1л/т)                           | 2,10              | 7074                  | 3369                 | 13926                             | 196,9             |
| Экстрасол на семена + по вегетации (1л/т, 2л/га)     | 2,20              | 8489                  | 3859                 | 13511                             | 159,2             |
| Лариксин на семена (100 мл/т)                        | 1,90              | 7040                  | 3705                 | 11960                             | 169,9             |
| Лариксин семена + по вегетации (100 мл/т, 100 мл/га) | 2,20              |                       | 3488                 | 14326                             | 186,7             |

Применение Экстрасола для предпосевной обработки семян обеспечило прибавку урожайности - 0,2 т/га, снижение себестоимости 1 тонны продукции на 324

руб, увеличение УЧД - на 1943 руб/га, по сравнению с контролем.

Таким образом, биологически активные вещества при их использовании как для обработки семян, так и по вегетирую-

щим растениям, могут повышать фотосинтетическую продуктивность посевов, обеспечивая активизацию оттока питательных веществ в репродуктивные органы. Однако их положительное влияние на урожайность семян во многом зависит от обеспеченности теплом и особенно влагой, а затраты на их использование в такие годы окупаются прибавкой урожая.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hanway, J.J. Folia fertilizing of soybeans / J.J. Hanway // Crop and soil, 1979.-Vol. 29. №7.-9-10 p.

2. Беликов, И. Ф. Влияние удобрений на урожай и химический состав зерна сои в условиях Приморского края / И.Ф. Беликов // Труды Дальневосточного филиала АН СССР. - Владивосток, 1952. -Т.1. -С. 17-21

3. Русаков, В.В. Источники азота для формирования семян сои при различных условиях выращивания / В.В. Русаков, Г.С. Посыпанов, В.Т. Синеговская // Приемы регулирования продуктивности сои. - Новосибирск, 1987. - С. 108- 126.

4. Синеговская, В.Т. Оптимизация симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов сои в условиях Приамурья / В.Т. Синеговская // Дисс. На соиск. учен. степ, д-ра с.-х. наук. - М., 2002. - 188 с.