

Выводы

При умеренном засорении целесообразнее применять препарат «Пума супер 100» с нормой расхода препарата 0,6 л/га и «Грассер» с нормой расхода 0,7 л/га. Рентабельность производства увеличивается до 95,2 и 92,7% соответственно, что на 4,5 и 2% выше, чем на контрольном варианте. Но при высоком уровне засорения, которое мы наблюдали в 2010 г., возможно увеличение нормы расхода грассера до 0,8 и 0,9 л/га, что в условиях этого года позволило снизить засоренность в 4,5 раза и более чем в 5 раз по сравнению с контролем соответственно. Урожайность при этом увеличилась на 0,42 и 0,71 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

Библиографический список

1. Захаренко В.А. Гербициды. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.

2. Неклюдов А.Ф. Севооборот – основа урожая. – Омск: Омское кн. изд-во, 1990. – 128 с.

3. Рендов Н.А. Воспроизводство плодородия почв и биологизация земледелия лесостепной зоны Западной Сибири: монография. – Омск: ООО «Издательско-полиграфический центр «Сфера»», 2008. – 292 с.

4. Ионин П.Ф. Борьба с сорняками при интенсификации земледелия Западной Сибири. – Омск: ОмСХИ, 1992. – 256 с.

5. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) / Л.В. Березин и др.; под ред. И.Ф. Храмова, В.Г. Холмова. – Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, 2003. – 412 с.

6. Милащенко Н.З. Борьба с сорняками на полях Сибири. – Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1978. – 138 с.



УДК 633.34:575.224(470.0)

**С.В. Золотарёв,
И.В. Кобозев,
Т.П. Кобозева,
У.А. Делаев,
У.Г. Зузиев,
И.И. Неустроев**

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЯН РАЗНЫХ СОРТОВ СОИ
СЕВЕРНОГО ЭКОТИПА
С ЦЕЛЬЮ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

***Ключевые слова:** соя, сорт, биохимический состав, аминокислоты, белок, сбор белка, жир, жирные кислоты, урожайность, переработка.*

Введение

Соя не имеет себе равных по универсальности использования в народном хозяйстве. В настоящее время работами ученых РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева доказана целесообразность включения соевой муки в пшеничную с целью повышения качества хлеба и хлебобулочных изделий. В последнее время ареал возделывания этой культуры значительно расширился. Сою стали возделывать не только на Дальнем Востоке и в южных регионах страны, но и в более северных рай-

онах, включая северную часть Черноземной области, юг и центральную часть Нечерноземной зоны, а также в Алтайском и даже Красноярском краях.

Благодаря работам, проведенным в 1980-2007 гг. в Российском государственном аграрном университете – МСХА им. К.А. Тимирязева, в Московском государственном агроинженерном университете им. В.П. Горячкина, Рязанском НИИПТИ АПК, созданы сорта и формы сои северного экотипа, устойчиво вызревающие на широте 56° при сумме активных температур 1700-1900°С. Семена некоторых сортов и сортообразцов переданы для включения в селекционный процесс ученым Тюменской и Новосибирской областей, Алтайского края, Северного Кавказа и др.

Более того за 20-30 лет возделывания сои в Московской области, благодаря спонтанному отбору наиболее скороспелых форм, вегетационный период у сои существенно сократился, в среднем на 5-10 дней.

За эти годы разработаны ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии возделывания сои в новых регионах на основе использования биологического азота, позволяющие получать до 3,5-3,9 т/га зерна и до 1,0-1,4 т/га высококачественного сбалансированного по аминокислотам белка и 0,4-0,5 т/га жира с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот.

Главное достоинство сои – это высокое содержание полноценного растительного белка и масла, используемого на пищевые и технические цели.

При характеристике питательной ценности растений главная роль принадлежит их биохимическому составу. В этой связи одной из задач наших исследований было изучение фракционного и аминокислотного состава белка, от которого в значительной степени зависит его биологическая ценность.

Методика исследований

Исследования по использованию сои в Нечерноземной зоне, по выведению скороспелых линий на основе радиационного мутагенеза начаты еще в 1976-1982 гг. по инициативе Г.С. Посыпанова и В.П. Мухина. В данную статью вошли результаты полевых опытов, которые проводились в 2002-2010 гг. на опытном поле лаборатории растениеводства Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева. Биохимический состав семян определяли во Всероссийском НИИ сои Россельхозакадемии, часть исследований по технологии возделывания и переработке семян сои северного экотипа проведены в Чеченском государственном университете.

В качестве объекта исследований были взяты сорта и формы сои северного экотипа, характеризующиеся разным типом роста: Светлая – детерминантным, Окская – индетерминантным, Магева – полудетерминантным, форма М-134 – детерминантным, форма М-52 (высокорослая, маловеетвящаяся) детерминантным.

Годы проведения опытов различались по метеорологическим условиям, причем 2002, 2005, 2007 и 2010 гг. были засушли-

выми, 2003, 2004, 2006 и 2008 – с хорошей влагообеспеченностью.

Результаты и их обсуждение

Для характеристики качества зерна исследуемых сортов сои определяли биохимический и минеральный состав семян (табл. 1).

Наибольшее содержание белка отмечено у формы М-134, в среднем за 6 лет оно составило 42,20%. Не обнаружено сортовых различий по содержанию в семенах фосфора, калия, кальция и магния. Однако, отмечено, что в острозасушливые годы содержание фосфора в семенах было в 1,4-3,5 раза меньше, чем во влажные. Так, в 2010 г. оно едва достигало 0,23%. При этом даже на среднеокультуренной дерново-подзолистой почве четко проявились симптомы фосфорного голодания (фиолетовая окраска нижней части стеблей и листьев).

Это свидетельствует о необходимости основного (под вспашку) и рядового (при посеве) внесения фосфорных удобрений, а при засухе – и орошения, которое, как показали опыты, можно организовать на базе быстросборных передвижных оросительных комплексов с дождевальными шлейфами, оснащенными карусельными дождевателями КД-10 «Тимирязевец» или КД-5 «Тимирязевец». Эти системы успешно испытаны практически во всех регионах Российской Федерации, включая Туву, Алтайский край, Бурятию, Новосибирскую, Омскую, Кемеровскую и другие области. Они производились серийно. При использовании дождевальных шлейфов ШД-25/300 в засушливые годы урожайность сои достигала 3,9 т/га зерна, а сбор сырого белка составлял 1400-1600 кг/га. Чтобы получить такое же количество белка при возделывании пшеницы, ее урожайность должна составлять 10,0-12,0 т/га. При этом у растений практически отсутствует симптомы фосфорного голодания при резком увеличении симбиотической азотфиксации [3].

Фосфор сосредоточен главным образом в верхнем слое почвы, который часто иссушается, корневая система растений стремится в глубокие, обедненные фосфатами почвенные горизонты, и они становятся малодоступным для растений. На почвах с пахотным горизонтом 25-35 см, особенно на черноземах, очень хороший эффект дает глубокая вспашка с заделкой фосфорных удобрений (лучше двойного суперфосфата).

Нами не выявлено четкой зависимости биохимического и минерального состава семян от места их формирования на растении и от числа семян в бобе. Выявлено некоторое преимущество семян из двусемянных бобов по сравнению с односемянными, трехсемянными и четырехсемянными (табл. 2).

По-видимому, нетипичные для сои односемянные бобы – следствие определенных нарушений при их формировании. В семенах из четырехсемянных бобов биохимический состав ухудшается в результате более жесткой конкуренции между семенами. Эти различия незначительны с позиций разработки технологий по выращиванию и переработке зерна сои, однако они свидетельствуют о наличии

матричной разнокачественности семян, которая является результатом приспособления растений к условиям среды, в том числе через неравномерное созревание. Видимо, при селекции сои следует ориентироваться на увеличение доли двухсемянных бобов.

Известно, что ценность сои определяется высоким качеством белка, насыщенностью его незаменимыми аминокислотами и высоким содержанием легкоусвояемых фракций. В связи с этим изучение фракционного и аминокислотного состава белка семян сортов северного экотипа представляет большой интерес. Такие исследования были проведены впервые (табл. 3).

Таблица 1

Содержание питательных веществ и минеральных элементов в семенах сои разных сортов (% от абсолютно сухого вещества), в среднем за 2002-2007 гг.

Сорт	Углеводы	Сырой белок	Жир	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Ур-ть, т/га	Сбор белка, кг/га
Светлая	30,70	41,11	19,28	1,57	2,78	0,66	0,58	2,27	849
М-134	29,59	42,19	19,56	1,60	2,77	0,68	0,58	2,55	979
Магева	30,30	40,74	19,55	1,45	2,77	0,66	0,59	1,80	667
Окская	30,38	40,74	19,84	1,57	2,72	0,66	0,58	1,80	667
М-52	30,22	39,56	21,56	1,58	2,70	0,63	0,58	2,44	878

Таблица 2

Содержание питательных веществ в семенах сои сорта Светлая в зависимости от озерненности бобов, % абсолютно сухого вещества (2003 г.)

Количество семян в бобе, шт. (5-9-й узлы)	Углеводы	Белок	Жир	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	29,02	39,00	19,23	1,59	2,27
2	30,79	39,40	19,55	1,70	2,80
3	30,75	39,17	20,03	1,70	2,77
4	29,34	38,80	19,77	1,55	2,76

Таблица 3

Фракционный состав белка семян сои

Сорт	Азот общий, %	Азот белковый, %	Фракция белка, %				
			водорастворим.	соле-растворим	сумма легко-растворим.	щелоче-растворим.	нерастворим. остаток
Очень засушливый (2002 г.)							
Окская	6,99	6,76	75	4	84	16	5
Магева	6,98	6,71	75	4	84	15	6
М-52	6,79	6,58	76	4	85	16	5
НСР ₀₅	-	-	2	-	2	1	-
С хорошей влагообеспеченностью (2003 г.)							
Окская	7,43	7,25	81	4	85	10	5
Магева	7,38	7,19	82	4	86	9	5
М-52	6,99	6,61	83	5	88	8	4
НСР ₀₅	-	0,29	2	-	2	1	-

Соотношение альбуминов, глобулинов и глютелинов в суммарном белке предопределяет пищевые свойства и кормовые достоинства семян сои. Увеличение удельного веса легкорастворимых фракций белка способствует улучшению переваримости, усвояемости и других продуктов питания. По фракционному составу белковый комплекс сои представлен высоким (до 83%) уровнем содержания водорастворимых альбуминов и около 5% солерастворимых глобулинов, наиболее хорошо усвояемых организмом животного. В острозасушливый 2010 г. содержание легкорастворимой фракции уменьшалось до 79-80%, а щелочерастворимой – повышалось до 20%.

В наших опытах при достаточной влажности почвы доля водорастворимой фракции у сортов сои северного экотипа составляла 80-83% (табл. 3). Сумма водо- и солерастворимых фракций белка семян составляла 84-86% и повышалась в годы с благоприятной для симбиоза погодой.

Доля щелочерастворимой фракции белка часто возрастает с ухудшением условий для симбиоза. В наших опытах она составила 8-11%. Доля нерастворимого остатка была минимальная – 4-6%. Следует отметить, что в засушливые годы увеличивается доля не только нерастворимых белков, но и концентрация ингибиторов трипсина.

Известно, что свободные аминокислоты быстрее и полнее усваиваются организмом животных и человека, а их содержание характеризует его питательную ценность [1, 2]. В связи с этим одним из направлений наших исследований было изучение количественного и качественного состава свободных аминокислот сортов сои северного экотипа. По составу функциональных групп и изоэлектрическим точкам идентифицированные аминокислоты были разделены на нейтральные, основные, кислые, ароматические и гетероциклические.

Среди свободных аминокислот семян сои преобладали группы кислых и гетероциклических аминокислот, на долю которых приходилось, соответственно, 21-23 и 18-20% (табл. 4). Меньше всего было ароматических и основных аминокислот.

Известно, что соотношение фракций свободных аминокислот не оказывает влияния на аминокислотный состав конституционных и запасных белков семян, он определяется генотипом вида и сорта [1]. В то же время аминокислотный состав вегетативной массы в значительной степени

зависит от условий выращивания растений [3]. Результаты наших исследований согласуются с этим положением. В целом сумма незаменимых аминокислот в семенах изучаемых сортов сои северного экотипа была практически одинакова (табл. 5). Наибольшее содержание лизина, триптофана, гистидина и аргинина отмечено в белке семян более позднеспелой, но маловетвящейся формы М-52. В то же время у самого скороспелого сорта сои Светлая метионина, цистеина и валина в белке семян было 1,15 раз больше, чем у М-52. Метионин является источником этилена, ускоряющего созревание [1]. Поэтому наибольшая его концентрация отмечена в засушливые солнечные годы и в семенах скороспелых сортов. Важным, на наш взгляд, является высокое содержание в белке сои «стратегических» аминокислот, таких как гистидин (7,2-7,7%), лизин (7,7-7,8%), триптофан (4,6-4,9%), аргинин (8,4-8,8%), треонин (более 4,0%), фенилаланин (3,5%).

Изучая матрикальную разнокачественность семян сортов северного экотипа, мы предположили, что если в семенах с разных узлов аминокислотный состав белка будет различаться, то в его формировании значительное влияние имеют физиологические факторы, если же различия эти будут незначительны, то матрикальная разнокачественность не определяет генетические свойства получаемых семян и носит чисто морфологический характер, что важно с практической точки зрения. При одинаковом аминокислотном составе белка семян разных узлов отпадает необходимость их разделения при уборке или переработке на пищевые или кормовые цели.

Исследования показали, что аминокислотный состав белка большинства узлов различается незначительно, однако белок семян верхних узлов более насыщен незаменимыми аминокислотами, чем нижних узлов, а также боковых побегов (табл. 6). Поэтому при селекции сои для возделывания на зерно следует вести в сторону уменьшения индетерминантности, то есть в направлении рационального ограничения роста и кущения (ветвления) растений.

По-видимому, в нижних узлах из-за недостатка света в связи со взаимным затенением листьев синтез отдельных незаменимых аминокислот замедляется, при этом усиливается процесс накопления глутаминовой кислоты и глутаминна. Существенных различий по аминокислотному составу белка семян, взятых из бобов раз-

ной озерненности не установлено. Выявлена лишь тенденция увеличения суммы незаменимых аминокислот в двусемянных и трехсемянных бобах по сравнению с одно- и четырехсемянными. В целом аминокислотный состав белка семян определяется генотипом сорта, и судя по всему, этот признак маловариабелен.

В целом сорта сои северного экотипа характеризуются очень высоким содержанием незаменимых аминокислот в семенах, более высокой концентрацией в их жире пальметиновой кислоты, витаминов В, токоферола, несколько меньшим содержанием моно- и полиненасыщенных жирных кислот, а также низким количеством ингибиторов трипсина. Все это свидетельствует об очень хорошем качестве семян для приготовления из них белковых добавок и кондитерских изделий. Для улучшения качества массового назначения и повышения его белковистости и содержания в нем лизина в пшеничную муку можно добавлять 3-7% соевой муки.

В то же время относительно низкое содержание ненасыщенных жирных кислот и высокое пальметиновой свидетельствует о целесообразности первого отжима для получения жидкого растительного масла, которое к тому же обогащено токоферолом (антиоксидантом). Фракцию масла, полученную методом экстрагирования, с высоким содержанием пальмитиновой кислоты можно использовать для получения высококачественных сортов маргарина. В целом при производстве высококачественного соевого масла рекомендуется прямая экстракция. Однако для получения высушающих технических масел с высоким йодным числом (более 130 г I/100 г) можно использовать прессование, а затем экстракцию (для пищевых целей). В конечном результате получается высокобелковый шрот влажностью 5% с содержанием 1,5-1,6% жира и более 55% сырого белка.

Таблица 4

Содержание групп свободных аминокислот в семенах сои (% от их суммы) при благоприятных метеорологических условиях вегетационного периода (2003 г.)

Группа аминокислот	Сорт		
	Магева	Окская	М-52
Нейтральные	18,2	16,4	18,6
Основные	7,9	7,0	6,9
Кислые	21,2	23,1	22,0
Ароматические	2,9	3,1	2,5
Гетероциклические	19,8	18,8	20,1
Общая сумма	70,0	68,4	70,1

Таблица 5

Аминокислотный состав белка семян (%) сортов сои (в среднем за 2002-2007 гг.), полевой опыт, РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева

Аминокислоты	Светлая	Магева	Окская	М-52	В среднем
Незаменимые					
Лизин	7,78	7,76	7,82	7,84	7,80
Триптофан	4,72	4,64	4,86	4,94	4,78
Гистидин	7,66	7,20	7,32	7,74	7,48
Аргинин	8,46	8,72	8,74	8,85	8,69
Метионин + цистеин	0,94	0,85	0,85	0,82	0,87
Треонин	4,33	4,27	4,22	4,39	4,30
Валин	10,02	9,78	9,62	9,42	9,72
Фенилаланин	3,55	3,58	3,54	3,49	3,54
Лейцин	9,71	9,84	9,75	9,84	9,79
Изолейцин	6,80	6,54	6,69	6,69	6,70
Сумма незаменимых	63,98	6,31	63,44	63,90	63,62
Заменимые					
Аспарагиновая	11,90	12,00	11,92	12,00	11,96
Глутаминовая	17,72	17,58	17,70	17,62	17,65
Серин	3,25	3,32	3,32	3,36	3,32
Пролин	6,56	6,58	6,56	6,58	6,58
Глицин	7,82	7,57	7,54	7,42	7,59
Тирозин	3,18	3,18	3,22	3,35	3,24
Сумма заменимых	50,44	50,26	50,29	50,35	50,32
Отношение: незаменимые/заменимые	1,27	1,26	1,26	1,27	1,26

Таблица 6

Аминокислотный состав белка семян сои сорта Светлая, сформированных на разных узлах, 2000 г. (%)

Узел крепления бобов	Аминокислоты		
	сумма незаменимых	сумма заменимых	отношение: незаменимые / заменимые
3	58,81	45,17	1,30
4	59,54	44,47	1,34
5	60,54	43,62	1,39
6	59,93	44,45	1,35
7	61,02	43,36	1,41
8	61,59	42,90	1,44
9	63,19	42,18	1,50
10	59,76	44,23	1,35
11	61,57	42,71	1,44
12	61,14	42,18	1,45
13	62,19	42,79	1,45
14-16	61,81	42,51	1,45
Боковые	69,74	43,54	1,40

Таблица 7

Биохимический состав семян разных сортов и форм сои северного экотипа (в среднем за 2002-2004 гг.)

Показатель	По данным В.С. Петибской (2004)		Сорт, форма сои северного экотипа				
	традиционные сорта	пищевые сорта	Светлая	М-134	Магева	Окская	М-52
Содержание белка, %:							
общего	37,9	45,2	41,1	42,2	40,7	40,7	40,5
водорастворимого*	21,8	24,7	24,7	-	-	26,6	26,8
Сумма незаменимых аминокислот*, %	12,6	14,9	26,3	-	25,7	25,8	25,8
Содержание жира, %	23,2	17,8	19,3	19,6	17,9	19,8	21,9
Доля жирных кислот в масле*, %:							
насыщенных	12,8	13,8	15,2	-	15,2	15,3	15,3
мононенасыщенных	24,8	20,0	9,4	-	11,1	11,6	11,2
полиненасыщенных	61,8	66,5	59,0	-	58,4	60,2	59,1
Отношение линолевая/линоленовая к-ты	7,7	5,5	5,7	-	6,9	5,8	5,2
Содержание углеводов, %	20,9	19,8	30,7	29,6	29,9	30,4	31,1
Активность ингибиторов трипсина*, мг/г	26,1	16,8	16,5	-	16,4	15,5	15,5
Витамины*, мг/100 г:							
группы В (в сумме)	5,25	7,76	6,8	-	6,4	6,3	6,4
каротин	0,25	0,35	0,25	-	0,25	0,25	0,35
токоферол	5,90	2,52	4,10	-	3,55	4,15	4,25
Макроэлементы, % АСВ:							
P ₂ O ₅	1,19	1,69	1,57	1,60	1,45	1,57	1,58
K ₂ O	2,13	2,57	2,78	2,77	2,77	2,72	2,70
Са	0,30	0,38	0,66	0,68	0,66	0,66	0,63
Mg	0,01	0,02	0,58	0,59	0,58	0,58	0,58
Микроэлементы*, мг/100 г:							
Fe	10,0	10,0	13,8	-	14,2	11,8	15,7
Вo	0,1	0,4	-	-	-	0,25	0,25
Mn	6,0	7,5	9,0	-	8,7	8,2	7,2

* В среднем за 2002-2003 гг.

Выводы

1. Сорты сои северного экотипа характеризуются высоким содержанием в семенах белка – 39,6-42,2%. В составе белка сои преобладает водорастворимая фракция, на долю которой приходится до 83%.

Белок сои северного экотипа характеризуется высоким содержанием суммы незаменимых аминокислот – 60-68%, лизина – 7,8-8,1%, триптофана – 4,7-4,9% и др.

2. В целом различия по биохимическому и минеральному составу семян разных узлов по профилю растения, а также взятых из бобов разной озерненности оказались несущественными для учета их в практических технологиях, однако отмечена тенденция снижения содержания белка в семенах нижних узлов (3-5) и боковых побегов по сравнению с семенами, сформированными в более высоких узлах.

3. В засушливые годы в семенах сои содержание фосфора в 1,4-3,5 раза

меньше, чем во влажные, при этом в первом случае увеличивается концентрация в них метионина, жира и непредельных жирных кислот.

4. Биохимический состав семян сои северного экотипа близок к составу пищевых сортов. Он свидетельствует о целесообразности их использования для приготовления белковых добавок, кондитерских изделий, высококачественного пищевого масла, а также при первом прессовании высушающих (технических) масел.

Библиографический список

1. Кретович В.Л. Биохимия растений. – М.: Высшая школа. – 1980. – 445 с.
2. Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Селекция сои на повышение пищевой и кормовой ценности семян // Пути повышения и стабилизации высококачественного зерна. – Краснодар, 2002. – С. 25–30.
3. Кобозев И.В. Оптимизация продукционного процесса в агроэкосистемах: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – М.: МСХА, 1997. – 56 с.



УДК 633.358:633.13:631.8:631.416.9 (571.15)

С.Ф. Спицына,
А.В. Павлова

ВЫНОС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ КОМПОНЕНТАМИ ГОРОХО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ

Ключевые слова: смешанные посевы, горохо-овсяная смесь, бобовый компонент, микроудобрения, макроудобрения, продуктивность смеси.

Введение

Для увеличения продуктивности смешанных посевов необходимы мероприятия, позволяющие рационально использовать генетические особенности каждого компонента этих посевов. Для этого нужны углубленные знания о нуждаемости каждого компонента смеси в отдельных микроэлементах.

Компоненты изучаемого смешанного посева содержат горох и овёс, которые по-разному относятся к тем или иным микроэлементам.

Обоснование исследований

Предварительные исследования на территории Алтайского Приобья (Томаровский, 1999) показали, что бобовые культуры по сравнению со злаковыми содержат больше молибдена и бора, что указывает на повышенную потребность в них этих культур.

Повышенную, по сравнению с овсом, потребность гороха в боре можно выявить, сравнивая данные об его содержании в культурах. В горохе его содержится 4-6 мг/кг, а в овсе – 1-2 мг/кг. Бобовые, будучи азотофиксаторами, меньше, чем злаковые, нуждаются в азоте, и больше – в молибдене [1-5]. Было установлено также, что овёс лучше отзывается на цинк, чем на молибден и бор [6].