

633.34

С 75

Н.И. Кашеваров, В.А. Солошенко,
Н.И. Васякин, А.А. Лях

СОЯ

В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ



**Российская академия сельскохозяйственных наук
Сибирское отделение
Сибирский научно-исследовательский институт кормов
Сибирский научно-исследовательский
и проектно-технологический институт животноводства
Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства**

**Н.И. КАШЕВАРОВ, В.А. СОЛОШЕНКО,
Н.И. ВАСЯКИН, А.А. ЛЯХ**

**С О Я
В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

НОВОСИБИРСК 2004

УДК 633.324.34

633,34
С 70

Кашеваров Н.И., Солошенко В.А., Васякин Н.И., Лях А.А.
Соя в Западной Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кор-
мов. – Новосибирск: Юпитер, 2004. – 256 с.

ISBN 5-9657-0004-0

В книге обобщены и проанализированы материалы многолетних исследований авторов и научная литература по вопросам селекции, агротехники и использования сои и продуктов ее переработки в животноводстве Западной Сибири.

Книга рассчитана на научных работников, специалистов сельского хозяйства, аспирантов и студентов сельскохозяйственных учреждений.

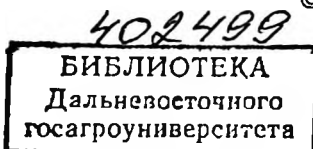
Рекомендована к печати учеными советами ГНУ СибНИИ кормов, ГНУ СибНИПТИЖ и объединенным научным советом СО РАСХН.

Под редакцией
чл.-кор. РАСХН Н.И. Кашеварова

Рецензенты:
д-р. с.-х. наук *А.И. Капинос*,
канд. с.-х. наук *Г.А. Демарчук*,
канд. с.-х. наук *В.М. Соколов*

ISBN 5-9657-0004-0

© СО РАСХН, 2004



ВВЕДЕНИЕ

Соя (*Glycine max.* (Z.) Merr.) – основная белково-масличная культура современного мирового земледелия, не имеющая себе равных по содержанию в семенах биологически ценного белка и жира. Она занимает первое место в мире среди зернобобовых культур по посевным площадям. В России, к сожалению, площади, занятые под соей, составляют менее 1% от мировых.

Выдающимся достижением сибирских селекционеров конца XX века явилось создание сортов сои сибирского экотипа и введение ее в культуру в экстремальных условиях Сибири, что поистине граничит с коренным преобразованием этой бобовой культуры.

Актуальность создания сортов сои для Западной Сибири вытекает из необходимости увеличения производства белков для пищевых, кормовых и технических целей.

Несмотря на то, что производство сои в регионе сдерживается рядом лимитирующих факторов, созданные адаптивные сорта с содержанием белка 37,4–40,0%, жира – до 18,0–21,1% и современные высокоэффективные технологии возделывания обеспечивают урожайность не менее 1,5 т/га и позволяют сделать его рентабельным.

Соя благодаря ее уникальному биохимическому составу, высокому содержанию легкопереваримых белков, жира, незаменимых аминокислот, фосфатидов, витаминов и минеральных веществ близка к продуктам животного происхождения. Протеин сои не уступает казеину молока, хорошо усваивается моногастричными и жвачными животными. Сое отдается предпочтение перед другими бобовыми носителями белков растительного происхождения. Биологическая ценность бел-

ков сои составляет в среднем 96 условных единиц, а переваримость питательных веществ достигает 91%.

Основное преимущество белков сои по сравнению с другими аналогами заключается в особо ценном энергонесущем ингредиенте, а также в высоком содержании лизина и хорошей сбалансированности по незаменимым аминокислотам. Белковые питательные вещества сои считаются полноценными, близкими по своей биологической структуре к белкам мяса, молока и яиц. Вместе с тем в нативной сое содержится ряд антипитательных веществ – ингибиторы протеаз, гемагглютинины, отрицательно влияющие на продуктивность и здоровье животных.

Ценным пищевым продуктом является соевое молоко, которое почти не отличается от коровьего. Оно может служить заменителем молочных кормов при выпойке телят и поросят при замене до 50% цельного молока и полностью обраты.

Первоочередное освоение технологий переработки сои на кормовые цели позволит не только осуществить промышленную переработку имеющихся в регионе сырьевых ресурсов, но и обеспечить животноводство продуктами для выпойки молодняку, а также для кормления взрослого поголовья и одновременно увеличить сырьевую базу молокоперерабатывающих предприятий.

В данной книге использованы материалы многих сибирских исследователей-селекционеров, агрономов, технологов, зоотехников, биологов и биохимиков из научно-исследовательских учреждений Сибирского и Дальневосточного регионов, работы других ученых России и зарубежных авторов.

В подготовке книги принимали участие: *А.А. Полищук, Н.Н. Кашеварова, Р.И. Полюдина, И.М. Глинчиков, З.В. Агаркова* (ГНУ СибНИИ кормов), *Х.В. Загитов, В.А. Рогачев* (ГНУ СибНИПТИЖ), *В.Ф. Туров* (ОПХ «Комсомольское»), *А.А. Аришин* (ОАО СПК «Чистогорский»).

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОИ

История возделывания сои уходит далеко вглубь веков и насчитывает более 6000 лет. Н.И. Вавилов (1966) считал, что соя, как пшеница, кукуруза и ячмень, относится к первичным, наиболее древним культурам. Большинство исследователей (Жуковский, 1964; Синская, 1969; Бриггс и Ноулз, 1972 и др.), родиной культурной сои считают районы Юго-Восточной Азии и, прежде всего, Северный и Центральный Китай. О вероятности китайского происхождения культурной сои свидетельствует большой ее полиморфизм в этой стране, распространение дикорастущих сородичей и упоминания в древних летописях. Н.И. Корсаков (1973) отмечает, что культурная соя имеет наибольшее генетическое родство с дикорастущей уссурийской соей и произошла в результате вековой селекции от предковой формы, сходной с уссурийской. Культурная соя легко скрещивается с уссурийской при искусственной гибридизации, нередко случаи и естественной гибридизации между ними. Гибриды дают жизнеспособное и фертильное потомство (Karasaeva, 1936; Ала, 1976). Из Китая культурная соя проникла в Корею, затем в Японию и юго-западные страны Азии.

В настоящее время соя в мировом земледелии занимает первое место среди зернобобовых и масличных культур и возделывается на пяти континентах мира. Многие страны за 10–15 лет смогли полностью перейти на обеспечение своих потребностей в растительных белках и жирах за счет активного освоения этой культуры. Сою успешно выращивают США (около 50% мировых посевов), Китай (25%), страны Южной Америки (17%), получая урожайность качественного зерна более 20 ц/га. За последние 15–20 лет резкое увеличение производства зерна сои отмечено в Канаде, Италии, Югославии, по-

лучила распространение эта культура и в странах с умеренным климатом – в Германии, Дании, Швеции, Англии.

Большой интерес к производству сои вызван тем, что ни одна другая культура не дает такого высокого выхода белков и масла с единицы площади за вегетационный период. Соевые бобы, являясь одновременно продовольственной, технической и кормовой культурой, не имеют себе равных по универсальности применения. В зерне сои сибирского экотипа содержится от 34 до 42% высокоценных по аминокислотному составу белков, от 28 до 32% углеводов и 18–22% жиров. Белки сои по химическому составу близки к белкам животного происхождения, а по переваримости – к казеину молока.

Продукты из сои являются не только источником ценных растительных белков и полноценного масла, но и эффективным средством профилактики раковых, почечных и сердечных заболеваний, диабета, желчно-каменной болезни, остеопороза и повышенного содержания холестерина в крови.

Из зерна сои производится более 400 видов продуктов питания. Высокобелковая мука из сои широко используется в хлебопечении, кондитерской промышленности, в качестве наполнителя при производстве колбас и мясных фаршей. Соевое масло, соевое молоко, окара, тофу могут употребляться в пищу как непосредственно, так и для приготовления большого количества вкусных и полезных блюд.

Велика кормовая ценность сои. Во многих странах наиболее доступным и экономичным источником кормовых белков стал соевый шрот. Соевые добавки широко используются во всех отраслях животноводства. Однако наиболее эффективны они в птицеводстве и свиноводстве. Так, в США в связи с добавлением в рационы соевого шрота расход зерна на производство 1 кг бройлерного мяса уменьшился с 4,9 до 2,1 кг. Во Франции, Англии, Италии, Голландии белковая часть кормовых рационов обеспечивается в основном за счет импортируемых соевого зерна и шротов. Главным экспортером сои являются США, где она занимает до 19% в структуре пашни и по

доходности стоит на первом месте среди сельскохозяйственных культур.

Значительное количество сои и продуктов ее переработки используется и в нашей стране. За последнее пятилетие импорт сои в Россию составлял от 325 до 890 тыс. т, соевого масла – 100–150 тыс. т, шрота – около 3 млн т, на что расходуются огромные средства. В то же время в самой России посевные площади сои в последние годы составляют не более 450 тыс. га и сосредоточены они в основном на Дальнем Востоке и в Северо-Кавказском регионе.

На Дальнем Востоке России посевы сои известны с момента развития там земледелия. В европейской части первые опытные посевы были проведены в 1877 г., но долгое время культура не имела хозяйственного значения. Лишь в конце 20-х годов началось ее массовое распространение и быстрый рост посевов в нашей стране. Так, в 1925 г. под соей было занято 16,6 тыс. га, в 1931 г. – уже 461 тыс. га. Однако завезенные из Китая, Японии, Америки сорта оказались совершенно не адаптированными к местным условиям. Кроме того, отсутствие достаточного научного и производственного опыта по ее возделыванию обусловили низкие и неустойчивые по годам урожаи, что наряду с невостребованностью в использовании в конечном счете, привели к столь же быстрому сокращению ее посевов. В послевоенные годы сое вновь уделяется значительное внимание, и в 1946 г. было принято Постановление Совета Министров СССР об увеличении ее посевов. Максимальные площади посевов сои в стране были в 1971–1975 гг. и составляли свыше 850 тыс. га (при урожайности 4,41 ц/га), более 90% которых размещались на Дальнем Востоке.

Основой значительного роста посевов сои на Востоке послужили успехи дальневосточных селекционеров В.А. Золотницкого, К.К. Малыш, Т.П. Рязанцевой, создавших целый ряд скороспелых, высокопродуктивных, хорошо приспособленных к местным условиям сортов. Однако в последующие годы посевы стали вновь сокращаться. Одной из основных причин было почти полное отсутствие отечественной переработки со-

евого зерна, отсюда его не востребованность и снижение экономической заинтересованности соесеющих хозяйств. Несмотря на всевозрастающий интерес к сое в мире в России посевные площади и валовые сборы ее продолжают сокращаться (табл. 1).

Основным регионом, возделывающим сою, остается Дальний Восток, где в 1998 г. было сосредоточено 74,4% ее посевов и произведено 78,4% всего соевого зерна в России.

До последнего времени в хозяйствах Западной Сибири посевов сои на зерно не было. Неоднократные попытки освоить ее в местных условиях носили чисто опытнический характер и производственного значения не имели. Однако проведенные исследования и создание сортов, хорошо адаптированных к местным условиям, открыли реальные возможности широкого возделывания сои в лесостепи Западной и южной лесостепи Восточной Сибири.

Главными поставщиками растительных белков в животноводстве являются зернобобовые культуры. За счет них в мире получают 20% белков, в США – 47, в бывшем СССР – лишь 5,8%, что приводит к существенному дефициту кормового белка в России (5–6 млн т) и перерасходу до 20 млн т фуражного зерна (Жученко, 1990).

В 1997 г. в мире было произведено 132,0 млн т соевых бобов, из них около 50% приходится на США. Из 70,4 млн т произведенного растительного масла доля соевого составляет 29%. При этом площади посевов и урожайность сои неуклонно возрастают (табл. 2).

В животноводстве Западной Сибири на кормовую единицу

Таблица 1

Производство зерна сои в России

Показатель	1986– 1990 гг.	1991– 1995 гг.	2000 г.	2000 г. к 1986– 1990 гг., %
Площадь посева, тыс. га	631	600	423	67,0
Урожайность, ц/га	10,3	7,7	6,1	59,2
Валовой сбор, тыс. т	694,4	467,2	258,0	37,2

Таблица 2

Динамика производства соевых бобов в США

Показатель	Год							
	1924	1960	1970	1980	1990	2000	2001	2002
Площадь, млн га	0,2	9,5	17,1	27,4	22,9	29,7	29,6	29,5
Урожайность, ц/га	7,6	6,3	17,9	17,8	22,9	25,6	26,9	25,7

готового корма не хватает в среднем 15–20% переваримого протеина. Перерасход кормов, по расчетам СибНИИ кормов, невозможно уменьшить, если не изменить структуру посевов зернофуражных и зернобобовых культур. Необходимо в структуре зерновых увеличить долю зернобобовых культур вдвое, которые занимают сейчас 5%, расширить их видовой и сортовой состав и повысить урожайность зерна до 13–15 ц/га.

Протеины сои по питательности не уступают казеину молока, хорошо усваиваются организмом. По сравнению с белками мяса соевые белки содержат в 4 раза больше минеральных веществ и почти в 2 раза фосфорной кислоты. Соевые белки применяются в смеси с мясом для изготовления колбасных и других мясных изделий. Соевые белки необходимы при выработке искусственной шерсти, пластмасс, клея и других изделий. Продукты из сои используются в фармакологии, в кондитерском и хлебопекарном производстве, для приготовления суррогатов кофе, шоколада, консервов, различных супов.

По условной оценке, ценность белков пшеницы и кукурузы составляет 5 ед., ячменя – 7, гороха – 20, рапсового шрота – 31, а соевого – почти 43 ед. Следовательно, эффективность соевого шрота в свиноводстве и птицеводстве в 8,5 раза выше, чем зерна пшеницы. При этом 1 кг соевого шрота содержит 2240 кал.

Высокоэнергетическим кормом для животных является зеленая масса сои в смеси с мятликовыми растениями: кукурузой, суданкой, пайзой, овсом, чумизой, могоаром и приготовленный из них силос. Кукуруза, суданка и другие высокоурожайные культуры содержат большое количество углеводов, но

бедны белками и минеральными веществами. Восполнить недостаток этих веществ в корме позволяют смешанные и совместные их посевы с соей.

Высокопитательным кормом является соевый жмых. В нем содержится сырого протеина 36,4%, жира – 6,47, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – 32,4, сырой клетчатки – 5,2, золы – 5,64%. Высокими кормовыми достоинствами отличается также и соевый шрот. В абсолютно сухом соевом шроте содержится протеина до 59%, жира – 0,77, клетчатки – 4,94, БЭВ – 28,97, золы – 6,14, кальция – 0,30 и фосфора – 0,39%, много кобальта, цинка и бора. Биологическая ценность белков соевого шрота очень высокая, в нем имеются все незаменимые аминокислоты, много лецитина, но отсутствуют витамины А, С, Д, В₁₂.

Ценным пищевым продуктом является соевое молоко. Оно почти не отличается от коровьего и используется для приготовления растительного сыра, простокваши, творога, сливок, кумыса, различных соусов и т. п. Соевое молоко содержит 2,8–4,2% протеинов, 1,2–3,3 – жира, 1,3–3,3 – БЭВ и 0,3–0,6% золы, благодаря этому является ценным кормом для животных. Оно может служить заменителем молочных кормов при выголке телятам и пороссятам. При замене 30–50% цельного молока соевым телята нормально растут, дают высокие приросты живой массы, однако требуется балансирование по недостающим питательным веществам: углеводам, витаминам, а также инактивация антипитательных веществ.

Технология переработки сои непрерывно совершенствуется и открывает все новые и новые области ее применения. В прошлом соевое масло шло в пищу преимущественно в жидком виде. В настоящее время оно гидрогенизируется, и из него получают не только рафинированное, но и сгущенное масло, по качеству не уступающее сливочному. Сгущенное масло употребляется в пищу, а жидкое идет на изготовление эмалевых и водупорных красок.

На предприятиях пищевой промышленности из сои получают высокобелковую дезодорированную муку, которая ис-

пользуется в качестве добавок для высших сортов хлеба, печенья, галет, пирожных и других кондитерских изделий. Соевая мука имеет большое диетическое значение. В ней мало крахмала, поэтому она применяется при заболевании органов пищеварения и диабете. По калорийности соевая мука не только занимает первое место среди зернобобовых культур, но и превосходит пшеницу, ячмень и просо: 100 г соевой муки дают 450 кал, пшеничной – 360, гороха – 320, ячменной крупы – 350, овсяной – 385, гречневой – 345 и пшена – 340 кал.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОИ

Соя – однолетнее травянистое растение из семейства бобовых (*Glycine hispida*), высота растения – 60–100 см. Стебель – прямостоячий, ветвистый. Главный корень – стержневой с большим количеством длинных боковых корешков. На корнях образуются клубеньки, которые располагаются в слое 0–15 см (рис. 1). Образование их вызывается клубеньковыми бактериями *Risobium*. При нормальных условиях на одном растении образуется 25–50 клубеньков и больше. Фиксация атомарного азота клубеньковыми бактериями и поступление его в растение интенсивно проходит в фазу цветения, формирования и роста бобов, особенно на структурных, хорошо аэрируемых почвах. На тяжелых и кислых почвах клубеньки развиваются плохо.

Лучшие расы клубеньковых бактерий сои при благоприятных условиях водного и пищевого режимов способствуют получению урожая зерна этой культуры на уровне 30–35 ц/га (Бабич, 1974).

Листья у сои очередные, тройчатые, при созревании полностью опадают. Цветки мелкие, светло-фиолетовые или белые по 3–6 на коротком цветоносе, пятилепестковые, собраны в многоцветковую кисть, расположенную в пазухах листьев.

Соя относится к самоопыляющимся растениям. Бобы прямые или слабоизогнутые, при созревании приобретают

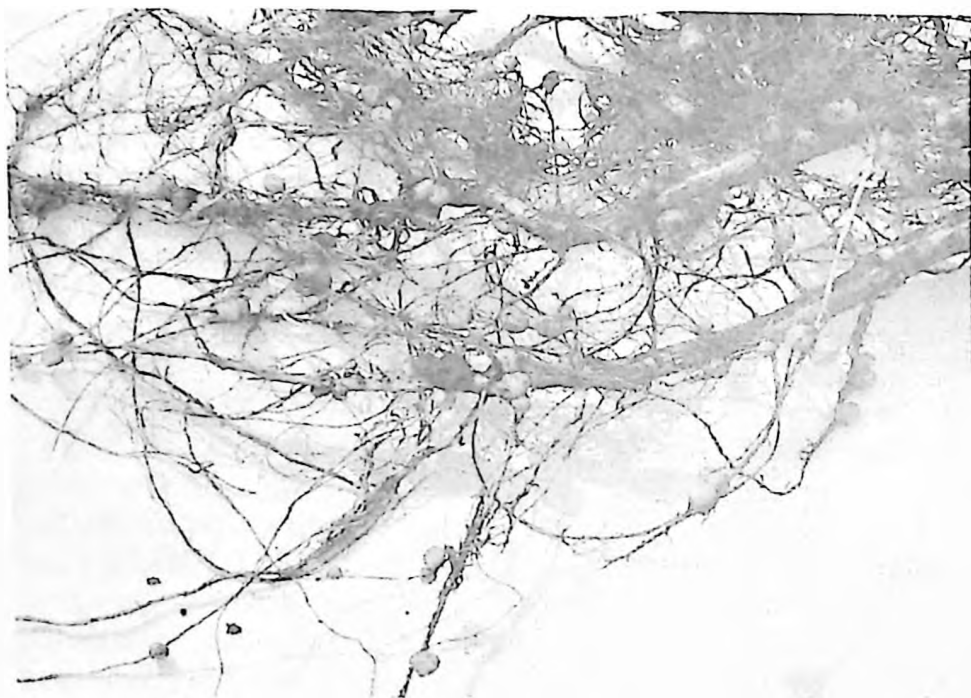


Рис. 1. Клубеньки на корнях растений сои

коричневый цвет. Число семян в бобе в основном 2–3. Стебли, листья и бобы покрыты короткими густыми волосками от светло-серой до темно-коричневой окраски. Высота прикрепления нижнего боба у сортов сибирского экотипа – от 8 до 15 см. Семена округлые или овальные, в зависимости от сорта, масса 1000 семян – от 120 до 250 г. Рубчик овальный или линейный, окраска его от светло-желтой до черной.

В онтогенезе соя проходит основные фазы органогенеза: всходы, образование первого тройчатого листа, ветвление, бутонизация, цветение, формирование и налив бобов, начало и полное созревание бобов.

Соя – растение короткого дня, отзывчивое к изменениям светового режима. В условиях короткого дня уменьшается продолжительность каждой из фаз, снижаются рост и число междоузлий, растения зацветают меньше чем через месяц после посева.

Растения сои отличаются сильной реакцией на длину дня и при непрерывном освещении или при достаточно длинном дне (15–17 ч) могут оставаться в состоянии вегетативного роста. Длина дня влияет на продолжительность фаз развития, на высоту растения, на число междоузлий и на общую продуктивность растения. Чем севернее происхождение сорта и длиннее день, при котором он сформировался, тем меньше его отзывчивость на изменение длины дня. Многочисленные исследования влияния света на рост и развитие сои показывают, что в фотопериодической реакции сортов наблюдается определенная закономерность: чем короче период вегетации, тем слабее реакция сорта на короткий день, тем продолжительнее фотопериод, в котором может проходить цветение. Раннеспелые сорта формируют репродуктивные органы и дают семена даже при непрерывном освещении. Но и они реагируют на короткий день.

При редком стоянии у нее образуются мощные, толстые стебли, много ветвей и бобов. В густых посевах формируются растения с тонкими высокими стеблями, малым количеством веток и бобов, мелкими семенами. Как показали исследования, для сои не нужен свет большой напряженности, ей требуется равномерное освещение растения.

Особенно необходим доступ прямого солнечного света к нижнему ярусу растений, где сосредоточена большая часть ассимиляционного аппарата к периоду бобообразования. Разные сорта отличаются по количеству листьев и их размерам, числу ветвей, длине побегов и черешков, форме куста и т. д. В силу этого освещенность травостоя, особенно в нижнем ярусе, бывает различной. Разница в силе освещенности растений при широкорядных посевах достигает 13 раз, и в этой связи особенно важно разрабатывать свою сортовую агротехнику, соответствующую его биологическим особенностям. Оптимальная величина листового аппарата варьирует на квадратный метр от 4–7 тыс. см² в зависимости от сорта и должна быть достигнута к началу массового образования бобов. Если же фотосинтетическая поверхность достигает наибольшего развития раньше

этого времени, то в силу взаимного затенения значительная часть листьев в нижнем ярусе опадает, и ассимиляционный аппарат резко сокращается.

Соя предъявляет повышенные требования к теплу. Роль температурного фактора возрастает от прорастания до начала формирования бобов, а во время созревания заметно снижается. В период всходов соя страдает от заморозков меньше, чем другие теплолюбивые зернобобовые культуры, выдерживая кратковременные понижения температуры до $-2...-3^{\circ}\text{C}$.

В.Б. Енкен (1960), обобщая свои и литературные данные, дифференцировал потребность сои в тепле в разные фазы развития (табл. 3).

Важным фактором, определяющим успешное созревание сои, является температура воздуха в начале вегетации. Минимальная температура воздуха для прорастания семян составляет $+10...+12^{\circ}\text{C}$. Раннеспелые сорта прорастают, когда температура почвы на глубине заделки семян достигает $+8...+10^{\circ}\text{C}$. Наиболее благоприятной температурой является $+12...+15^{\circ}\text{C}$, в этих условиях соя прорастает на 6–7-й день (Енкин, 1960). При температуре почвы ниже $+10^{\circ}\text{C}$ в значительной степени уменьшается энергия прорастания и понижается всхожесть семян сои, они заражаются почвенными микроорганизмами, вызывающими гниль. Для фазы посев-всходы минимальной температурой почвы на глубине заделки семян считается $+8...+10^{\circ}$,

Таблица 3

Биологический минимум, достаточная и оптимальная температура для развития сои в разные фазы

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Фазы развития					
	прорастание	посев – всходы	формирование продуктивных органов	цветение	образование семян	созревание семян
Минимальная	6...7	8...10	16...17	17...18	13...14	8...9
Достаточная	12...14	15...18	18...19	19...20	18...19	14...16
Оптимальная	20...22	20...22	21...23	22...25	21...23	19...20

достаточной – $+15...+18^{\circ}$ и оптимальной – $+20...+22^{\circ}\text{C}$. Температура изменяет скорость прорастания семян сои, она влияет также на время, необходимое для роста и накопления вегетативной массы растения. Так, в Приморье соя очень ранних сроков посева через два месяца вегетации затеняет 57...62% площади междурядий, а высеянная в оптимальные сроки – 78% (Кузин, 1976). Интенсивность прироста растений заметно увеличивается по мере того, как повышается температура во время посева (при наличии достаточной влагообеспеченности).

Температура изменяет продолжительность цветения растений. Понижение температуры воздуха ниже – $+25...+26^{\circ}\text{C}$ обычно задерживает цветение. Для большинства процессов роста и развития растений существует минимальная температура – биологический минимум. Для сои она равна $+10^{\circ}\text{C}$. Если этот показатель ниже, то цветение сильно задерживается или не наступает совсем. Оптимальной температурой во время цветения считается $+20...+25^{\circ}\text{C}$, а в период формирования семян и их созревания – $+20^{\circ}\text{C}$. Продолжительность цветения за годы исследований в условиях Омской области (Красовская, 2003) колебалась от 27 до 47 сут и соответствовала среднесуточной температуре 16,4 и $23,4^{\circ}\text{C}$. Между этими показателями существует тесная корреляционная связь ($Z = 0,79 \pm 0,22$). Высокие температуры (выше $+37^{\circ}\text{C}$) в начальный период вегетации также оказывают вредное воздействие на развитие сои. Даже короткие периоды с высокой температурой сильно снижают интенсивность формирования клубеньков, темпы роста растений.

Осенние заморозки в пределах $-2...-2,5^{\circ}\text{C}$ не прекращают вегетации и не оказывают отрицательного влияния на семена. Если наступление заморозков ($-3...-5^{\circ}$) происходит в период налива зерна, то нарушается нормальный ход процесса формирования семян в верхнем ярусе и получается значительное количество щуплых недоразвитых семян со слабой всхожестью и энергией прорастания; заморозки $-4...-5^{\circ}\text{C}$ приводят к сильному подмерзанию листьев, гибели цветков, зеленых бобов и снижают всхожесть у недозрелых семян. Такое явление на-

блюдается в Сибири и на Дальнем Востоке, в результате хозяйства получают от 20 до 40% морозобойных семян. Морозы, наступившие после налива, для зерна не опасны.

По чувствительности к заморозкам соя уступает гороху, кормовым бобам, нуту и чине, но превосходит фасоль. В период всходов она страдает от заморозков меньше, чем помидоры и другие теплолюбивые культуры.

Раньше считали, что сою на зерно можно сеять только в районах, где сумма температур выше 10°C за вегетационный период составляет от 2500 до 3000°C , а количество осадков – 300 мм.

Однако в последние годы установлено, что раннеспелые сорта сои созревают и дают полноценный урожай семян при значительно меньшей сумме тепла за вегетационный период. Так, раннеспелые сорта сои в Новосибирской области созревают и дают полноценный урожай семян при сумме температур выше 10°C $1600\ldots 2000^{\circ}\text{C}$, в Омской – при $1700\ldots 2000^{\circ}\text{C}$ за $90\ldots 95$ дней.

Учитывая высокую биологическую пластичность и адаптационную способность сортов сибирского экотипа, соя способна формировать высокий урожай в различных почвенно-климатических условиях. Так, сорт сои СибНИИК-315 включен в Государственный реестр практически во всех земледельческих районах России (рис. 2).

Критический период в развитии сои – начало цветения–формирование семян. У скороспелых сортов в условиях Западной Сибири этот период приходится на июль, когда, по среднемноголетним данным, среднесуточные температуры составляют $19,3\ldots 19,8^{\circ}\text{C}$, т. е. на $3,7\ldots 4,2^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в Краснодаре, а сумма осадков всего $67\ldots 72$ мм, или на 55 мм меньше, чем в Благовещенске. Следовательно, для сибирских условий нужны сорта сои с иными адаптационными свойствами и ритмом развития, чем сорта южно-европейской и дальневосточной селекции.

В монографии В.М. Степановой «Климат и сорт (соя)» (1985) дана агроклиматическая оценка территории СССР при-



Рис. 2. Зона районирования сои СиБНИИК-315.

Черным цветом обведена территория России, на которой сорт сои СиБНИИК-315 районирован решением Госкомиссии по сортоиспытанию

менительно к сое и выделены зоны промышленного, очагового и рискованного возделывания. По ее данным, в Западной Сибири территорий, благоприятных для возделывания сои по показателям суммы активных температур, гидротермическому коэффициенту и рН почвы, установить не удалось. Отмечена лишь возможность очагового возделывания отдельных сортов, в частности, Алтайский край – граница очагового и рискованного возделывания сои. Сопоставление климограмм связи среднесуточных температур с осадками показывает, что южная лесостепь Западной Сибири (Омск, Барнаул, Новосибирск) менее обеспечена тепловыми ресурсами и осадками, чем основные соеосеющие регионы (рис. 3).

В.М. Степанов, Н.И. Корсаков (1977), рассматривая перспективы расширения ареала возделывания сои на европейской части страны, отметили, что благоприятное сочетание тепла и влаги для скороспелых сортов по периодам посев-всходы, всходы-цветение, цветение-созревание складывается при среднедекадной температуре воздуха 13, 22, 15°C и сумме осадков соответственно 16, 27, 18 мм. По нашим исследованиям, в условиях

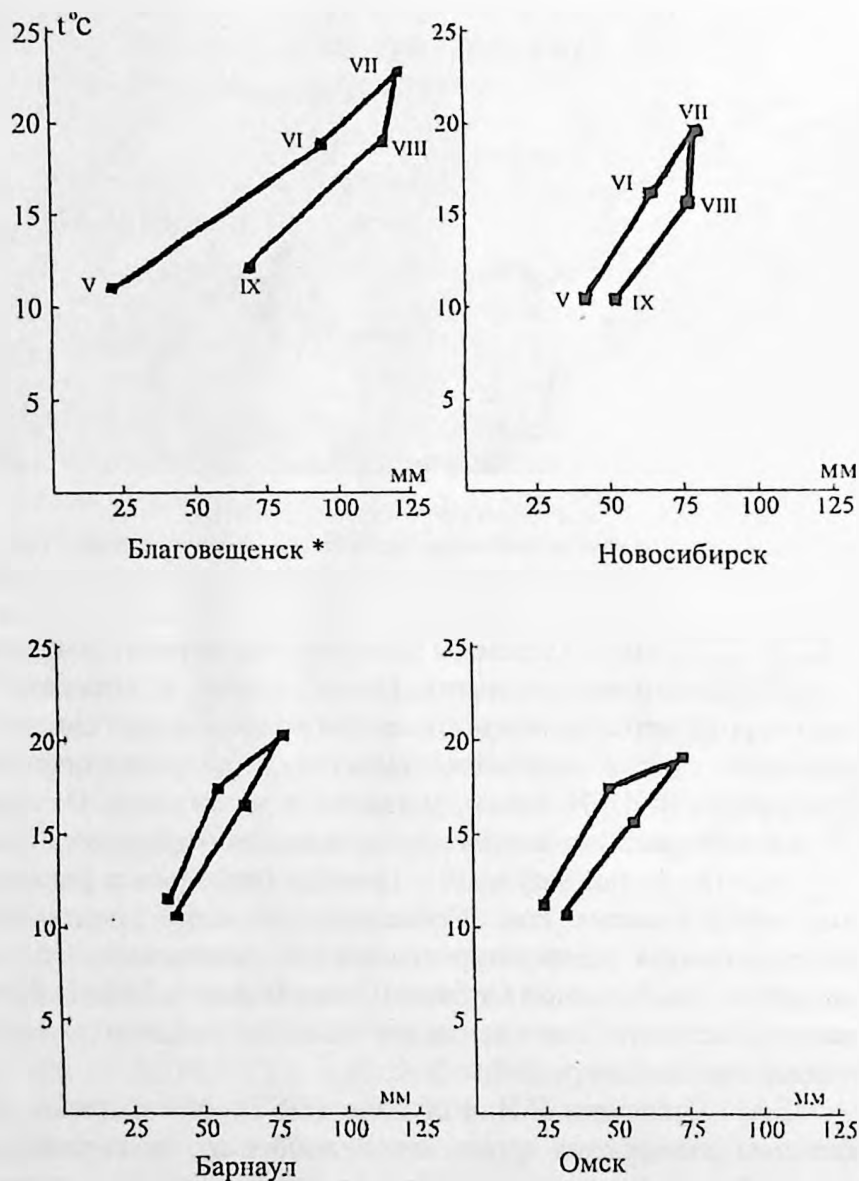


Рис. 3. Климограммы связи температуры воздуха с осадками

* По данным В.М. Степановой, 1985.

лесостепи Западной Сибири (Омск, Новосибирск, Барнаул) гидротермические условия в межфазные периоды скороспелых сортов сои заметно отличаются от указанных выше (табл. 4).

В условиях Омска, Новосибирска и Барнаула первая половина вегетации скороспелых сортов сои (Омская 3, Омская 4, СибНИИК-315, Алтом) проходит при более низких среднесуточных температурах и меньшей сумме осадков, а вторая половина вегетации (цветение-созревание) обеспечена теплом и осадками лучше, чем в европейской части страны. По средним многолетним показателям, сумма осадков за июль-август в лесостепи Западной Сибири составляет 110–160 мм, гидротермический коэффициент (по Г.Т. Селянинову) равен 0,9...1,2, что вполне достаточно для формирования 12...15 ц/га зерна сои. Эти выводы полностью подтверждаются нашими опытными данными. В среднем за 24 года изучения (1965...1988 гг.) в условиях Омска скороспелые сорта сои Омская 3, Омская 4 в конкурсном сортоиспытании дали урожай зерна 12,8 ц/га.

Таблица 4

Среднедекадные значения температуры воздуха и суммы осадков

Пункт и годы опытов	Дата посева	Посев-всходы		Всходы-цветение		Цветение-созревание	
		среднедекадная температура, °С	сумма осадков, мм	среднедекадная температура, °С	сумма осадков, мм	среднедекадная температура, °С	сумма осадков, мм
Европейская часть страны*	—	13	16	22	27	15	18
Омск (1965–1988 гг.)	24.05	14,5	12	18,0	20	15,2	17
Барнаул (1991–1995 гг.)	9.05	12,6	17	17,9	20	17,8	21
Барнаул (1995–1998 гг.)	25.05	15,9	12	18,4	21	16,3	19
Новосибирск (1991–1998 гг.)	25.05	12,8	11	12,7	0	17,2	20

* По В.М. Степановой, Н.И. Корсакову.

В течение 5 лет (резко засушливые – 1965, 1967, 1969 гг. и холодные – 1972, 1986 гг.) урожайность сортов снижалась до 4,3...5,6 ц/га, шесть лет не превышала 8,0...11,2 ц/га, семь лет колебалась от 13,8 до 16,4 ц/га и в благоприятные годы (6 из 24) урожайность зерна была от 19,7 до 22,7 ц/га. В условиях Новосибирской области в конкурсном сортоиспытании сорта сои СибНИИК-315 (1978...1984 гг.) урожайность зерна составила в среднем 9,8 ц/га, в очень холодные снижалась до 6,5 ц/га, в благоприятные годы составляла 15,1 ц/га. Следует отметить, что за те же 24 года в сравнимых условиях яровая вика Львовская 31–292, широко возделывавшаяся в Сибири, дала урожайность зерна 16,2 ц/га, т. е. на 3,4 ц/га больше сои. Причем в течение 5 лет ее урожайность также снижалась до 2,4...5,9 ц/га. Однако несмотря на более низкую урожайность зерна по сбору переваримого протеина и особенно лизина соя не только не уступает, но и существенно превосходит вику. В условиях Барнаула преимущество сои еще более очевидно (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная оценка зернобобовых культур

Культура, сорт	Урожайность, ц/га	Сырой протеин, %	Сбор, кг/га		
			переваримого протеина	лизина	жира
Омск (1965–1988 гг.)					
Соя Омская 3	12,8	37,1	422	39,9	244
Вика Львовская 31–292	16,2	26,6	384	22,6	37,0
Горох Кормовой 24	24,4	23,9	513	29,5	29,0
Барнаул (1991–1999 гг.)					
Соя Омская 4	18,2	37,6	609	57,7	355
Вика Барнаулка	16,7	27,5	404	23,9	38,0
Горох Восточный 80	21,5	25,2	477	27,4	26,0
Новосибирск (1998–2000 гг.)					
Соя СибНИИК-315	15,2	34,54	461	47,42	292,0
Вика Новосибирская	16,5	33,11	475	23,02	21,7
Горох Гусар	24,0	25,31	534	29,04	38,9

К тому же в зерне сои содержится 20...21% жира, и при урожайности 12 ц/га выход масла полностью окупает все затраты на ее возделывание. Поэтому наиболее рационально возделывать сою на зерно и использовать ее как высококалорийный белково-масличный концентрат. Тем более, что скороспелые сорта сои заметно уступают по продуктивности зеленой массы гороху и вике.

Гидротермические условия возделывания сои по фазам органогенеза представлены в табл. 6.

Результаты девяти лет изучения в условиях Барнаула подтвердили определяющее влияние гидротермических условий июля на урожай сои. Отмечена слабая тенденция отрицательного влияния повышения температуры в основные фазы

Таблица 6

Гидротермические условия по фазам развития сои и урожайность зерна

Показатели	Посев- всходы	Всходы- цветение	Цветение- созревание	Посев- созревание	Урожай- ность зерна, ц/га
<i>Омск (1965...1988 гг.)</i>					
Количество дней	14	38	58	110	
Сумма среднесуточных температур, °С	203	687	882	1772	
Сумма осадков, мм	17	76	99	192	
ГТК	0,81	1,10	1,12	1,08	12,8
<i>Барнаул (1991...1999 гг.)</i>					
Количество дней	18	39	57	114	
Сумма среднесуточных температур, °С	226	676	1055	1957	
Сумма осадков, мм	32	76	118	226	
ГТК	1,37	1,12	1,12	1,15	18,2
<i>Новосибирск (1991...1999 гг.)</i>					
Количество дней	12	35	57	104	
Сумма среднесуточных температур, °С	185	576	973	1734	
Сумма осадков, мм	12,3	72,5	127	218,8	
ГТК	0,97	1,13	1,10	1,12	9,8

развития сои ($r = -0,152$ до $r = -0,307$) и тесная связь с осадками и ГТК периода цветения-формирование семян ($r = -0,857$ и $r = -0,863$), основная часть которого приходится на июль.

В годы (1998, 1999), когда за июль выпадало всего 24...48 мм осадков (ГТК = 0,34...0,70), урожайность зерна сои не превышала 6,4...11,9 ц/га. В годы (1995...1996), более благоприятные по увлажнению, при сумме осадков за июль 67...100 мм (ГТК = 1,0...1,57) урожайность зерна достигала 22,0...28,6 ц/га.

Существующее мнение (Лещенко, 1978; Степанова, 1985), что при ГТК = 0,9...1,2 можно рассчитывать на урожай скороспелых сортов сои в пределах 12...15 ц/га, справедливо по отношению к сортам, возделываемым в 50...60-е годы. Однако селекция не только расширяет границы возделывания сои, но и вместе с адаптационными возможностями повышает и потолок урожайности вновь создаваемых сортов. Это подтверждается результатами изучения сорта сибирского экотипа Алтом в условиях Алтайского края, где при ГТК = 1,05 средняя урожайность зерна составила 18,7 ц/га (табл. 7, 8).

Средние многолетние показатели суммы активных температур, суммы осадков и гидротермических коэффициентов в Барнауле и в Омске близки к тем, которые были в среднем за 9 лет изучения сорта Алтом в АНИИЗиС. А средние многолетние Омска и Барнаула характерны в целом для южной лесостепи Западной Сибири.

Таблица 7

Гидротермические условия июля и урожайность сои сорта Алтом в конкурсном испытании

Показатели	Сумма активных температур выше 10°C	Сумма осадков, мм	ГТК	Урожайность зерна, ц/га
Барнаул (1991–1999 гг.)	591–679	34–156	0,58–2,46	7,6–29,6
Лимит (в среднем за 1991–1999 гг.)	646	67	1,05	18,7
Средние многолетние по Барнаулу	614	70	1,14	
Средние многолетние по Омску	598	67	1,12	

Таблица 8

Гидротермические условия летнего периода в различных пунктах лесостепи Западной Сибири

Область, край	Пункт	Число дней безморозного периода	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
			среднемесячная			сумма среднесуточных температур > 10°C	июнь	июль	август	за 3 мес
			июнь	июль	август					
Омская	Омск	118	17,6	19,3	16,5	1638	51	67	53	171
	Исилькуль	116	17,7	19,5	16,6	1649	56	70	49	175
Алтайский	Барнаул	120	17,7	19,8	16,9	1669	54	70	58	182
	Бийск	118	17,2	19,2	16,3	1616	66	75	64	205
Новосибирская	Новосибирск	119	16,7	19,0	15,8	1580	58	72	66	196
	Татарск	115	16,6	18,7	15,6	1562	53	71	52	176
Кемеровская	Кемерово	109	16,3	18,8	15,4	1549	59	70	62	191
	Киселевск	120	16,6	18,8	15,8	1571	58	75	57	190

Следовательно, в районах черноземной лесостепи Сибири, где за три летних месяца сумма среднесуточных температур выше 10°C превышает $1550\text{--}1600^{\circ}\text{C}$ и сумма осадков $170\text{--}200$ мм, вполне реально получение урожаев скороспелых сортов сои порядка 20 ц/га. В районах с безморозным периодом до 115 дней или с суммой эффективных температур за июнь–август меньше 1600°C (Кемеровская, Новосибирская области) более надежно возделывание сортов с периодом вегетации $85\text{--}90$ дней. В районах с более высокой обеспеченностью теплом лучшие результаты дадут сорта с периодом вегетации $95\text{--}100$ дней.

Учитывая вышеизложенное, вполне обоснованно можно заключить, что на территории Западной Сибири южнее линии Курган-Омск-Новосибирск-Кемерово сорта сои сибирской селекции вполне могут обеспечить получение до 20 ц/га высокобелкового, масличного зерна на площади до 200 тыс. га.

Соя является относительно влаголюбивой культурой. Однако в различные фазы своего роста и развития она предъявляет неодинаковые требования к влажности почвы и воздуха. Поэтому некоторые авторы относят ее к засухоустойчивым культурам. По данным известного агронома XIX в. И.Г. Подобы, она способна выдерживать засуху лучше, чем другие культуры. Д.В. Федоров, возделывая сою в конце прошлого века на Украине, также считал ее выносливой по отношению к засухе. Соя переносит временный недостаток влаги в почве без заметного угнетения в первый период своего развития, т. е. от всходов до начала цветения, когда усиленно растет корневая система и замедлен рост надземной массы.

Однако недостаток влаги в этот период неблагоприятно сказывается на формировании растений: ниже обычного прикрепляются бобы и уменьшается количество клубеньков на корнях. В последующие фазы соя требует достаточного увлажнения. Во время цветения и налива зерна, когда наиболее интенсивно нарастает вегетативная масса, засуха как атмосферная, так и почвенная отрицательно сказывается на продуктивности сои. От всходов до цветения в течение суток одно

растение в среднем испаряет 100–150 г воды, а от начала цветения до полного налива зерна – 300–350 г, т. е. в 2–3 раза больше. Значительная потребность сои в воде в этот период объясняется бурным ростом растений, которые развивают мощную листовую поверхность.

Сибирский специалист по сое В.Б. Енкен считал сою культурой, среднеустойчивой к засухе, способной формировать удовлетворительные урожаи в условиях довольно ограниченной обеспеченности влагой, но при равномерном распределении осадков. При этом критический период у сои – не весь промежуток от массового цветения до начала созревания, а, главным образом, период формирования семян.

Различные сорта сои по-разному реагируют на увлажнение. В районах, где в начальный период вегетации нет атмосферных осадков, лучше удаются сорта, которые после всходов развивают мощную корневую систему и используют влагу нижних горизонтов почвы. Растения, разветвляющие корневую систему около поверхности почвы, плохо растут при засухе в начальный период вегетации. В районах, где в фазу цветения и образования бобов бывает жарко и мало выпадает дождей, лучше переносят засуху узколистные сорта, у которых стебли и листья покрыты опушением, защищающим их от перегрева. Хорошо переносят засуху и сорта, у которых соцветия сидят в пазухах листьев и состоят из 2–3 и 3–5 цветков. Растения с длинными соцветиями, имеющими много цветков (7–9 и более), страдают от засухи значительно сильнее.

Для полного набухания и прорастания семян сое требуется 90–150% воды к массе воздушно-сухих семян, причем существенное влияние на быстроту впитывания воды оказывает температура. После появления всходов до начала ветвления расход воды на образование единицы сухого вещества максимален. Во время ветвления и начала цветения транспирационный коэффициент снижается. Особенно он уменьшается в период массового цветения и резко возрастает, когда идет формирование семян. Для получения высоких урожаев сое требуется около 300 мм осадков за вегетационный период (май –

август); важно, чтобы в течение всей вегетации увлажнение было равномерным. Значительную потребность в воде отражает транспирационный коэффициент. На Дальнем Востоке и в Сибири он колеблется от 350 до 700. Это говорит о том, что соя, при достаточном увлажнении на образование единицы сухого вещества расходует довольно большое количество воды. Транспирационный коэффициент сои выше, чем у бобов и гороха.

Способность сои противостоять засухе может быть весьма различна и зависит от фазы развития, характера распределения осадков во второй половине лета, особенностей сорта, вегетативной массы, глубины залегания корней в почве. Высокие урожаи соя может давать только при достаточном увлажнении почвы. Сравнительно легко она переносит избыточное увлажнение. Объясняется это тем, что к периоду июльских дождей соя развивает мощный ассимиляционный аппарат и ее корни размещаются в наиболее аэрированном верхнем слое почвы.

Растения выносят двухнедельное затопление, но при этом соя созревает на пять-семь дней позднее обычного и снижает урожай. Меньше всего она реагирует на избыточное увлажнение почвы в фазу бурых бобов. При затоплении всходов задерживается рост и образуются воздушные корни. Затопление цветущих растений вызывает отмирание части цветков, опадение около 50% нижних листьев и пожелтение оставшихся. После устранения избыточного увлажнения листовой аппарат сои восстанавливается за счет появления новых листьев. Это важное свойство сои характеризует ее как влаголюбивую культуру.

Каждая культура в зависимости от своих особенностей (степени облиственности и высоты), а также возраста и густоты стояния характеризуется своим фитоклиматом. Чем больше зеленая масса, тем сильнее фитоклимат отличается от показаний в метеорологической будке, так как внутрь травостоя меньше проникает лучистая энергия, ослабляется движение воздуха, изменяются температура и влажность воздуха.

Освещенность междурядий в посевах сои зависит от густоты стояния и скороспелости сорта и быстро уменьшается по мере роста растений за счет нарастания зеленой массы.

У среднеранних сортов в широкорядном посеве с междурядьем 50 см ко времени появления всходов освещенность почвы равна 100%, в фазу бутонизации – 55, цветения – 40, в период интенсивного роста зеленой массы и налива бобов – 15%. По мере опадания листьев она опять быстро возрастает и во время созревания приближается к 100%. Разница в силе освещенности почвы в посевах сои различных экотипов достигает 13 раз. Освещенность в 13 ч на поверхности почвы в период формирования бобов по сортам изменялась следующим образом: черный пар – 100%; раннеспелые сорта – 20...30; среднеранние – 10...15; позднеспелые – 5...10%. Чем меньше солнечных лучей доходило до поверхности почвы в зависимости от количества и архитектоники листьев, тем ниже была температура почвы как в утренние, так и в дневные часы. Эти различия по сортам в температуре почвы сказываются и на передвижении капиллярной влаги и ее испарении. Потеря влаги почвой под раннеспелыми сортами намного сильнее, чем у сортов с развитой листовой поверхностью.

У среднеранних и позднеспелых сортов влажность воздуха в травостое по сравнению с черным паром выше на 10...15%, у раннеспелых – на 5%.

Соя растет на самых разных почвах. Ее возделывают на буро-подзолистых, черноземных, каштановых, дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава – от супесей до тяжелых суглинков. Такая приспособленность сои к различным почвам объясняется тем, что при соответствующей агротехнике она развивает мощную корневую систему и благодаря этому наиболее полно извлекает из почвы питательные вещества, которых часто недостает другим культурным растениям с менее развитой корневой системой. Совершенно не пригодными для возделывания сои являются солонцы и солончаки, заболоченные почвы, на которых всходы быстро погибают после их появления. Соя плохо развивается на почвах с

близким расположением грунтовых вод. Большинство исследователей сходятся во мнении, что соя плохо развивается на кислых почвах. Оптимальной реакцией для нее являются почвы с рН – 6...6,5. При рН около 4 она погибает. В кислой почве подавляется образование клубеньков, слабо развивается корневая система, замедляется рост растений, понижаются урожайность и масличность сои, несколько повышается содержание белков. Щелочная реакция почвы также угнетает рост растений и снижает продуктивность сои, хотя и в меньшей мере, чем кислая. На кислой известкованной почве улучшается питание растений, особенно фосфором, так как при нейтрализации почвенной кислотности повышается подвижность фосфатов и их доступность растениям. Особенно важно известкование в северных районах соеосеяния. На известкованной почве у сои интенсивнее используются пластические вещества, ускоряется отток их из листьев в стебли и бобы и повышается урожай.

Соя может эффективно использовать труднодоступные для других растений элементы питания и расти на малоплодородных почвах, но при этом дает низкий урожай. При высоких урожаях она поглощает много питательных веществ. С урожаем зерна в 22 ц/га соя выносит из почвы 173 кг азота, 42 – фосфора и 72 кг калия.

От всходов до цветения соя потребляет мало питательных веществ, но резко снижает урожай, если их в почве недостаточно, так как в этот период закладываются узлы, ветви и цветки. Высокие урожаи она дает на хорошо аэрируемых плодородных почвах, содержащих достаточное количество легкоусвояемых элементов минерального питания.

Существует мнение, что для получения высокого урожая сои достаточно вносить в почву фосфорные и калийные удобрения; азотные удобрения для сои, симбиотически фиксирующей азот воздуха, применять не следует или вносить их надо в небольших дозах только на малоплодородных и песчаных почвах. Однако исследования научных учреждений Дальнего Востока и Сибири это не подтвердили. В зерне сои содержится

около 6% азота, и, естественно, она является активным его потребителем. Соя действительно питается за счет фиксированного азота воздуха, но положительно отзывается и на внесение в почву умеренных доз азотных удобрений, даже на полях, интенсивно зараженных *Risobium*. К тому же эти бактерии могут интенсивно поглощать азот только тогда, когда в почве достаточно влаги и хорошая аэрация.

В большинстве районов Западной Сибири оптимальная температура и благоприятная влажность для жизнедеятельности и образования клубеньков сои устанавливается во второй половине июня. В первые фазы развития растений клубеньковые бактерии накапливают очень мало азота. К тому же они начинают фиксировать азот воздуха только через 20...25 дней после всходов. Поэтому недостающее количество азота, особенно в первый период вегетации, растения поглощают из почвы. Соя положительно отзывается на азотные удобрения и в период цветения–плодообразования, когда усиленно поглощает азот и калий. Особенно полезны удобрения во время переувлажнения, когда ухудшаются условия жизнедеятельности клубеньковых бактерий и они мало поглощают азот воздуха. В переувлажненной почве затухают также процессы нитрификации, и азотные удобрения являются единственным поставщиком азота для растущих растений. По мнению ряда авторов, азотные удобрения отрицательно влияют на развитие клубеньков. Однако опыты показали, что до начала фиксации бактериями азота воздуха азотные удобрения могут стимулировать образование клубеньков и рост растений. Если в почве полностью отсутствует азот, растения гибнут до образования клубеньков, однако при высокой норме азотных удобрений клубеньки на корнях сои не образуются. Доза азотных удобрений в 30...40 кг д. в. на гектар не задерживает образование клубеньков.

Высокоэффективными под сою являются фосфорные удобрения. Они ускоряют созревание зерна, повышают урожайность и масличность сои, увеличивают численность клу-

беньков на корнях и их массу. Установлена высокая потребность сои в фосфоре в течение всей вегетации.

Хорошие результаты дает применение азотно-фосфорного или азотно-калийного удобрения.

Калийные удобрения под сою на большинстве почв Западной Сибири менее эффективны, чем азотные и фосфорные, и их влияние на урожай определяется погодными условиями. В засушливые годы они значительно повышают урожай, а в годы с нормальной или избыточной влажностью эффективность калийных удобрений уменьшается.

Наиболее интенсивно соя потребляет питательные вещества в период цветения и формирования урожая. В это время эффективны азотные и фосфорные подкормки, которые лучше совмещать с культивацией.

Жизнь растения сои состоит из нескольких основных фаз, в течение которых происходят существенные морфологические и биологические изменения. К ним следует отнести всходы, ветвление, цветение, плодообразование и созревание. По международной шкале ФАО, применяется количественная оценка фаз роста и развития растений. Фаза, при которой проростки выходят из почвы, считается нулевой, а когда растение становится физиологически зрелым — десятой.

Всходы. Эта фаза начинается с набухания семян и завершается раскрытием примордиальных листьев. Сортовые различия в морфологии всходов практически еще отсутствуют. Фаза всходов может длиться от 5 до 20 дней и более, в зависимости от температуры, влажности почвы и глубины посева семян. Для сои это весьма критический период, так как под влиянием недостатка тепла и влаги проростки часто поражаются бактериозом, фузариозом и другими заболеваниями, которые нередко приводят к сильному изреживанию, ослаблению всходов и снижению урожайности. Чтобы обеспечить растению оптимальные условия для появления всходов, нельзя допускать излишне глубокого посева, сеять надо только в достаточно прогретую почву, избегать пересушивания верхнего слоя ко времени посева, проводить прикатывание.

Ветвление. Фаза ветвления обычно начинается раскрытием первого или второго тройчатого листа и завершается в основном с появлением первых цветков. Первый сложный лист раскрывается через 5–7 дней после появления всходов, а последующие – каждые 4–7. Рост листа продолжается 12–16 дней. К моменту развития на главном стебле 4–6 листьев семядоли начинают желтеть, усыхать и через некоторое время опадают.

Заметных сортовых различий в скорости роста отдельных листьев нет. К началу цветения на главном стебле, обычно в зависимости от периода вегетации сорта и внешних условий, образуется 5–14 листьев, а на всем растении – 16–65. Ветвление у ранних и среднеспелых форм начинается на 5–20-й день после всходов. До цветения у растений энергично развивается корневая система, идет накопление питательных веществ в листьях и формируются первые цветки. При условиях, благоприятствующих росту (достаточно длинный день, теплая и влажная погода), нижние междоузлия несколько удлиняются, что приводит к повышению ветвления. Излишне ранние посевы и большие площади питания способствуют пониженному заложению ветвей, а следовательно, низкому прикреплению бобов.

Цветение. С началом этой фазы усиливаются окислительно-восстановительные процессы, что свидетельствует об усилении жизнедеятельности растений. У сои цветение носит растянутый характер. Одновременно с цветением продолжается энергичный рост главного стебля и ветвей.

Суточный прирост колеблется в пределах 1,1...1,6 см; темпы роста до начала цветения и в процессе его остаются примерно одинаковыми (в пределах одного сорта). Рост прекращается после того, как на верхушке стебля закончится цветение. Одновременно с ростом на каждом междоузлии развиваются листья. В конце цветения на главном стебле их бывает 8...16. В связи с появлением новых междоузлий число листьев на растении все время увеличивается, достигая к концу цветения 25...130.

В зависимости от периода вегетации и характера роста цветение по кусту распространяется неодинаково. У раннеспелых сортов цветки появляются на 1–3-м междоузлии главного стебля, поднимаясь вверх; у среднеспелых и поздних они закладываются выше – на 5...8-м междоузлии, распространяясь вверх и вниз. Процесс цветения нельзя строго отграничить от плодообразования. Основная масса цветков и бобов у сои обычно располагается в нижней половине куста, поэтому важно обеспечить хорошую освещенность всего растения, способствующую дружному цветению и развитию бобов.

Плодообразование. Условно за начало фазы плодообразования принимается появление увядших цветков на верхушке стебля или на верхних междоузлиях. К этому времени по всему растению имеются бобы различного возраста. Прироста вегетативной массы уже нет или почти нет; идет медленное увеличение числа пожелтевших и опавших листьев в нижней части растения. Окончанием фазы следует считать развитие семян в бобах верхних междоузлий. Плодообразование длится примерно столько же времени, сколько и цветение – около месяца и больше. Рост каждого боба в зависимости от скороспелости сорта в нормальных условиях продолжается от 18 до 30 дней. Семя в бобе развивается обычно 16–25 дней. На длительность формирования бобов и семян в первую очередь влияют температура и влажность.

Созревание. Самый короткий период в процессе развития растений. При достаточной температуре продолжительность составляет 11–15 дней. Избыток или недостаток тепла могут существенно влиять на сроки созревания: сортовые различия по этому признаку незначительные. Началом фазы считается побурение единичных нижних бобов. Полная физиологическая зрелость наступает, когда семена по всему растению становятся твердыми и приобретают свойственную им окраску кожуры. К концу созревания сохранившиеся листья быстро желтеют и опадают. В период плодообразования идут превращения липидов и азотистых веществ, в семенах увеличивается водорастворимая фракция белков, уменьшается количество небелко-

вого азота, увеличивается количество ненасыщенных жирных кислот и в масле становится меньше свободных кислот.

Уборка до физиологической спелости, когда не завершены биохимические процессы, протекающие в созревающих семенах, крайне не рациональна, так как это ведет к существенному снижению количества и качества урожая.

ХИМИЧЕСКИЙ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА И ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ СОИ

Соя – белково-масличная культура. Содержание белков в семенах и зеленых растениях колеблется в широких пределах и зависит от погодных условий, периода вегетации, уровня агротехники, сорта. Среди возделываемых зернобобовых соя по содержанию белков стоит на первом месте, а по маслу в группе зернобобовых культур ее превосходит только арахис.

Особый интерес к сое вызван не только количеством белков, но и их универсальностью, высоким содержанием незаменимых аминокислот, набор которых близок к составу продуктов животного происхождения. Белки сои характеризуются высокой переваримостью и усвояемостью, по биологической ценности среди белков важнейших сельскохозяйственных культур и по качественным показателям они приняты за стандарт на растительные белки. К тому же соевые белки одни из самых дешевых на мировом рынке. Их качество, сбалансированность по аминокислотам, дешевизна и высокий эффект от использования обусловили бурный рост производства сои, превратили ее в главнейшую культуру мирового земледелия (Гордиенко, Либерштейн, 1967; Подобедов, Тарушкин, 1998; Свидо, Михайлов, 1998;).

Значительное увеличение объемов производства сои в мире обусловлено рядом факторов, главным из которых является дефицит протеиновых кормов и высокобелковых продуктов (Мякушко, Баранов, 1984; Боуманс, 1991).

Химический состав сои отличается благоприятным соотношением основных питательных и биологически активных веществ. Белки нативной сои представляют собой сложный комплекс различных по физико-химическим свойствам белковых фракций, характеризуются хорошей сбалансированностью по аминокислотам и высокой степенью усвояемости. Они содержат полный набор необходимых для организма животных и человека аминокислот, в том числе 5,8–6,5% лизина, чем выгодно отличаются от других растительных белков. По аминокислотному составу белки сои, биологическая ценность которых составляет в среднем 96 условных единиц, близки к белкам куриного яйца, молока и мяса.

Соя превосходит по сумме сырого протеина и жира зернобобовые на 42,1...50,77%, однако по безазотистым экстрактивным веществам уступает им в 2 раза (табл. 9).

Белки. Изучение распределения белков сои по растворимости показало, что преобладающей фракцией является глобулин (около 63% от всех белков), тогда как альбумины, проламины и глютелины составляют соответственно 12,0; 3,0; 8,0% (Mwandemele, 1986). Различие между ними по физиологической роли обусловлено существенным разнообразием в аминокислотном составе этих фракций.

Таблица 9

Сравнительный состав питательных веществ сои и зернобобовых культур сибирской селекции

Культуры	Содержание в сухом веществе. %						
	сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	сырой золы	безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ)	CaO	P ₂ O ₅
Соя	34,54	19,26	9,35	5,35	31,5	0,22	0,66
Вика	33,11	1,29	5,87	2,30	57,43	0,11	0,47
Бобы кормовые	32,86	1,99	8,71	3,64	52,80	0,14	0,73
Чечвица	31,68	1,26	5,78	3,37	57,91	0,11	0,585
Горох	25,31	1,62	7,14	3,73	62,2	0,11	0,63
Нут	19,34	7,21	7,03	3,18	63,24	0,16	0,39

Чаще в литературных источниках описывают лишь две фракции белков, распределяя их соотношение следующим образом: на глобулин отводится 60...90% от общего содержания белков, на альбумины – 10...20% (Смекалов, Зельнер, 1976; Гордезиани, 1990; Щеглов, Боярский, 1990 и др.). Другие исследователи (Кашеваров, Горин, Лях и др., 1999) приводят четыре фракции белков: альбумины, глобулины, проламины и глютелины. Наибольшее содержание в сое альбуминов – 87,73%, глобулинов – 5,97%, на долю запасных белков приходится лишь 3,81%.

Фракционный состав белков бобовых значительно отличается от белков зерна злаковых культур. Белки бобовых растений обладают хорошей растворимостью (табл. 10).

Свойство сравнительно легкой растворимости белков зерна бобовых культур имеет важное физиологическое значение. Исследования СибНИИ кормов фракционного состава белков (соя, горох, рожь озимая) и анализ литературных данных показывают на значительные их различия. Сумма водо- и

Таблица 10

**Сравнительная оценка растворимых белков бобовых
и мятликовых культур***

Культура	Водо- и солерастворимые			Щелочно- и кислоторастворимые			Нерас- твори- мый осадок
	альбуми- ны	глобу- лины	сумма фрак- ций, % от общих бел- ков	прола- мины	глюте- лины	сумма фрак- ций, % от общих бел- ков	
Соя	87,73	5,97	93,7	1,16	2,65	3,81	2,49
Горох	86,01	8,81	94,82	1,04	2,85	3,89	1,29
Рожь озимая	46,8	13,6	60,4	6,0	27,2	33,2	6,40
Овес	34,0	25,0	59,0	24,0	12,0	36,0	5,0
Тритикале	26,4	6,5	32,9	24,4	17,3	41,7	19,0
Пшеница	5,2	12,6	17,8	35,6	28,2	63,8	8,7
Кукуруза	10,9	6,6	17,5	29,6	26,6	56,2	33,3
Ячмень	6,1	7,2	13,3	39,7	24,5	64,2	18,7

* Литературные данные.

солерастворимых фракций выгодно отличают бобовые, среднее положение занимают рожь озимая, овес и тритикале. Наибольшая сумма запасных фракций белков содержится в пшенице, кукурузе и ячмене соответственно 63,8; 56,2; 64,2%.

Соя по переваримости и питательности занимает ведущее положение среди зернобобовых культур (табл. 11).

Культура превосходит по незаменимым аминокислотам сухое коровье молоко на 22,8%, а по их общему количеству – на 39,0% (табл. 12).

Стандартом ФАО принято соотношение незаменимых аминокислот к 100 г белка 22–25 г, соя, хотя и уступает нуту по данному показателю, но содержит гигантский комплекс незаменимых аминокислот (табл. 13).

Соевый жир, представляет собой особо ценный энергосущий ингредиент, который на 97...98% состоит из триглицеридов – сложных эфиров глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. Они относятся к группе линолево-олеиновых полувывсыхающих масел и по своей питательности близки к подсолнечному маслу и мало уступают коровьему. Почти половина (в среднем 49,5%) от всего количества жирных кислот соевого масла приходится на долю линолевой кислоты ($C_{18:2} \Delta 6$), которая относится к незаменимым факторам питания, регулирующим важнейшие метаболические процессы,

Таблица 11

**Содержание переваримого протеина и питательность
зернобобовых культур**

Культуры	Содержание в сухом веществе				
	азота общего, %	сырого протеина, %	перевари- мость	перевари- мо- го протеина, г/кг	кормовых единиц, на 1 кг корма
Соя	5,526	34,537	0,92	317,74	1,47
Вика	5,298	33,114	0,87	288,09	1,24
Бобы кормовые	5,257	32,854	0,87	285,83	1,20
Чечевица	5,068	31,677	0,87	275,59	1,21
Горех	4,049	25,309	0,88	222,72	1,21
Нут	3,094	19,338	0,81	156,64	1,14

Таблица 12

Сравнительная оценка состава незаменимых аминокислот сои по сравнению с коровьим молоком

Незаменимые аминокислоты	На 100 г, мг			
	в натуральном продукте		в сухом веществе	
	соя	молоко коровье	соя	молоко коровье
Лизин	2090	261	2274	2055
Метионин	560	87	609	685
Триптофан	450	50	490	394
Лейцин	2670	324	2905	2551
Изолейцин	1810	189	1969	1488
Фенилаланин	1610	171	1752	1346
Треонин	1390	153	1512	1205
Валин	2090	191	2274	1504
Сумма	12670	1426	13785	11228

и являющейся предшественником простагландинов – веществ с широким спектром физиологического действия.

В семенах сои содержится 88% нейтральных липидов, 10% фосфолипидов и 2% гликолипидов. Небольшую группу в семенах сои составляют фосфатиды (1,3...2,5%), стерины и их эфиры (0,09...0,33%), а также токоферолы и пигменты.

Таблица 13

Отношение незаменимых аминокислот к содержанию белков в зернобобовых культурах

Культуры	Содержание, г/кг		Отношение незаменимых аминокислот к белкам, %	К стандарту ФАО, %
	белков	незаменимых аминокислот		
Нут	201	106,5	52,98	223,1
Соя	319	160,9	50,44	212,4
Вика посевная	230	115,1	50,04	210,7
Чечевица	243	111,9	46,05	193,9
Бобы кормовые	261	116,5	44,64	187,9
Горох	218	89,9	41,24	173,6

По качеству масла сою превосходит только арахис. По структуре жира соя уступает коровьему молоку, но содержит в 6,8 раза больше полиненасыщенных жирных кислот (табл. 14).

Благодаря такому составу масло сои обладает высокой биологической активностью и представляет интерес для практического использования.

Углеводы семян сои, состоящие из (% от сухой массы) сахаров (9...12), крахмала (3...9), клетчатки (3...6), пектиновых и других веществ, ценны тем, что большинство из них хорошо растворимы в воде. По содержанию сахаров и крахмала соя существенно отличается от других зернобобовых культур. Так, содержание сахаров (% от сухой массы) в сое – 10,0; горохе – 8,0; кормовых бобах – 6,0; вике – 4,8 и чечевице – 3,5; крахмала – соответственно 3,0; 43,0; 42,0; 43,0 и 47,0% (табл. 15).

Таблица 14

Содержание липидов в сое и коровьем молоке

Липиды	На 100 г продукта, г			
	в натуральном продукте		в сухом веществе	
	соя	молоко коровье	соя	молоко коровье
Кислоты:				
насыщенные	2,50	2,15	2,72	17,2
мононенасыщенные	4,02	1,06	4,37	8,34
полиненасыщенные	10,33	0,21	11,24	1,65
Сумма	16,85	3,42	18,33	27,19

Таблица 15

Содержание сахаров и крахмала в семенах зернобобовых культур

Показатель	От сухой массы, %				
	соя	горох	бобы кормовые	вика	чечевица
Сахар	10,0	8,0	6,0	4,8	3,5
Крахмал	3	43	42	43	47
Сумма	13,0	51,0	48,0	47,8	50,5

Сырая клетчатка соевых бобов в основном представлена полисахаридами, нецеллюлозной (87%) и целлюлозной природы (13%) (табл. 16).

Анализ отношения переваримого протеина к углеводам у сои и коровьего молока показывает на их резкое различие, соответственно 1:0,769 и 1:1,693. Углеводный состав соевого зерна сибирской селекции (г/100 г абсолютно сухой сои) составляет: моносахариды – 0,61; ди-, три-, тетрасахариды – 10,5 и полисахариды – 15,34 г.

Моносахариды сои представлены глюкозой, арабинозой и рибозой, причем глюкоза сосредоточена в семядолях, арабиноза – в оболочке, рибоза – в нуклеиновых кислотах. В составе углеводов сои принято также выделять фракцию олигосахаридов, включающую ди-, три-, тетрасахариды. В состав олигосахаридов сои, локализованных в семядолях, входят сахароза, мальтоза, рафиноза, стахиоза и вербаскоза.

В среднем соевые бобы содержат (% на сухое вещество): 8,88 – сахарозы, 0,79 – рафинозы, 3,37 – стахиозы. Содержание мальтозы не превышает 0,5%, вербаскозы – следы. К нежелательным олигосахаридам относят рафинозу и стахиозу (Гаврилюк, Зайцева, Телеуца и др., 1981).

Витамины. В растениях витамины находятся как в свободном состоянии, так и в виде соединений с белками, жирами, липидами и другими веществами, называемыми биохимическими комплексами.

При отсутствии в корме того или другого витамина или при неспособности животного к усвоению витамина из корма

Таблица 16

Содержание углеводов в сое

Показатель	Углеводы, г на 100 г продукта			
	моносахариды	ди-, три-, тетрасахариды	полисахариды	сумма
Зерно натуральное	0,56	9,68	14,10	24,35
Зерно абс. сухое	0,61	10,5	15,34	26,45

возникает соответствующее заболевание, которое стали называть *авитаминозом*. При всех случаях недостатка или избытка (гиповитаминоза) происходит нарушение обмена веществ, снижение общей устойчивости и продуктивности животного.

Семена сои являются одним из лучших источников природного антиоксиданта – витамина Е (α -токоферол), а также содержат большое количество витаминов В₁ (в 3 раза больше, чем в сухом коровьем молоке) и В₂ (в 6 раз больше, чем в пшенице) (Лавриненко, 1978; Мякушко, Баранов, 1984; Яковлев, Васякин, 2000).

В сое больше витаминов, чем в сухом коровьем молоке: Е (α -токоферол) – в 26,5 раза; В₁ (тиамин) – в 3,3; В₄ (холин) – в 1,58; В₆ (пиридоксин) – в 2,38; В₇ (Н₁-биотин) – в 2,59; ниацин – в 3,0; фолатина – в 5,5 раза. Соя содержит меньше в 1,55 раза каротина (провитамин А); в 4,92 – витамина В₂ (рибофлавин); в 1,57 раза витамина В₃ (пантотеновой кислоты). Отсутствуют витамины А (аксерофтол), D (кальциферол), С (аскорбиновая кислота), В₁₂ – цианкобаламин (табл. 17).

Минеральные вещества. В настоящее время для животных жизненно необходимыми считают 14 микроэлементов: железо, йод, медь, цинк, марганец, кобальт, молибден, селен, хром, никель, олово, кремний, фтор и ванадий (Дмитrochenко, Пшеничный, 1975).

В 1 кг соевого зерна содержится: натрия – 440 мг, калия – 160, кальция – 3480, магния – 1910, фосфора – 5100, железа – 3950 мг. Кроме указанных микроэлементов, присутствуют марганец и кобальт, которые необходимы для биологически полноценного питания животных (Томмэ, 1963). Другие авторы считают, что в 1 кг семян содержится более 5 г кальция, почти 7 г фосфора. Зола соевых семян состоит из соединений: К (45...50%), Р₂О₅ (30...35), а также Na, Cl, Ca, Mo, Fe, Cu, Mn, Zn (Казмин, 1975; Смекалов, Зельнер, 1976; Казанин, 2000).

Приведенные разноречивые данные еще раз свидетельствуют об изменчивости показателей в зависимости от сорта и условий внешней среды возделывания.

Таблица 17

Структура содержания витаминов в сое и коровьем молоке

Показатель	На 100 г натурального продукта		На 100 г сухого вещества	
	соя	молоко коровье	соя	молоко коровье
Каротин (провитамин А), мг	0,07	0,015	0,076	0,118
А (аксерофтол, ретинол), мг	Отсут.	0,025	Отсут.	0,196
D (кальциферол), мг	Отсут.	0,05	Отсут.	0,39
E (α -токоферол), мг	17,30	0,09	18,82	0,71
B ₁ (тиамин), мг	0,94	0,04	1,03	0,31
B ₂ (рибофлавин), мг	0,22	0,15	0,24	1,18
B ₃ (пантотеновая к-та), мг	1,75	0,38	1,90	2,99
B ₄ (холин), мг	270,0	23,6	294,0	186,0
B ₆ (пиридоксин), мг	0,85	0,05	0,93	0,39
B ₁₂ (цианкобаламин), мкг	Отсут.	0,40	Отсут.	3,15
H (биотин) B ₇ , мкг	60,0	3,20	65,3	25,19
C (аскорбиновая к-та), мг	Отсут.	1,5	Отсут.	11,8
PP (ниацин), мг	2,20	0,10	2,39	0,79
B _c (фолатин), мкг	200,0	5,00	218,00	39,4

Следует отметить, что минеральная часть сои, богатая калием и фосфором, имеет щелочную реакцию, в то время как зола злаков – кислотную. Хотя соевое зерно содержит достаточное количество фосфора, он представлен в основном в форме фитиновой кислоты, которая может влиять на положение и утилизацию животным организмом кальция, вызывая образование нерастворимых солей кальция в желудке и двенадцатиперстной кишке (Mwandemele, 1986) (табл. 18).

Таким образом, набор питательных веществ в зерне сои позволяет существенным образом повысить биологическую ценность рационов, а соответственно и продуктивность животных.

Урожай сои, химический состав и питательность в большей степени зависят от фазы развития в период уборки. Содержание питательных веществ от ранней фазы к поздней

Таблица 18

Содержание макро- и микроэлементов в сое, мг/100 г

Макро- элементы	Зерно		Микро- элементы	Зерно	
	натуральное	сухое		натуральное	сухое
Кальций	348	379	Железо	9670	10522
Фосфор	603	656	Медь	500	544
Магний	226	246	Цинк	2010	2187
Калий	1607	1748	Марганец	2800	3046
Натрий	44	48	Кобальт	31,2	33,9
Сера	214	233	Йод	8,2	8,9
Хлор	64	69	Молибден	99	108
			Алюминий	700	762
			Бор	750	816
			Никель	304	331
			Стронций	67	73
			Фтор	120	131
			Хром	16	17,4
			Цирконий	2010	2187

несколько снижается, а урожай заметно возрастает, максимальное количество зеленой массы у кормовых сортов формируется в фазу образования бобов – в период начала пожелтения нижних листьев. Бобы в это время имеют обычные размеры, но семена еще зеленые (табл. 19).

Максимальное количество протеина в зеленой массе сои кормовых сортов содержится в фазу бутонизации, а зерновых – в фазу массового цветения. По мере роста вегетативной массы уровень протеина в ней несколько снижается, а с периода формирования зерна снова увеличивается.

С возрастом в растениях несколько повышается содержание клетчатки, а золы снижается. Урожайность сои в период образования бобиков по сравнению с более ранней фазой бутонизации возрастает почти вдвое, а переваримость питательных веществ также более высокая в корме, заготовленном из зеленой массы в фазу образования бобов. Поэтому лучший срок уборки сои на зеленый корм – фаза образования бобиков по всему растению.

Таблица 19

Химический состав зеленой массы сои по фазам

Фаза развития	Сбор зел. массы, ц/га	Содержится в сухом веществе, %				
		про- теина	жира	клет- чатки	БЭВ	зола
Массовое цветение	110,0	23,6	3,3	28,8	33,2	11,1
Начало образования бобов	188,4	18,6	3,1	33,4	33,6	11,3
Массовое бобообразование	220,6	21,7	3,1	31,0	33,7	9,6
Начало образования семян	221,1	22,2	4,5	30,6	34,2	8,5
Массовое образование семян	233,3	18,3	5,4	27,4	40,6	8,3
Начало пожелтения листьев	246,6	21,5	8,0	24,0	39,1	7,4
Физиологическая спелость	30,3	18,9	9,7	24,3	38,8	8,4

Высокая интенсивность нарастания зеленой массы в первый период вегетации, при поздних сроках посева, имеет большое практическое значение, так как позволяет получать высокие урожаи тогда, когда в растениях содержится максимальное количество питательных веществ. Урожайность зеленой массы в фазу цветения и образования бобов при позднем сроке посева в 1,5...2,5 раза выше, чем при посеве 10 мая, и на 20...25% выше, чем при оптимальном для сои сроке посева на семена (20 мая).

ИНТРОДУКЦИЯ СОИ И СОЗДАНИЕ СОРТОВ СИБИРСКОГО ЭКОТИПА

Первые пробные посевы сои в Западной Сибири проводились еще в начале 30-х годов в Омской, Новосибирской областях и Алтайском крае. Исследования Д.С. Яндало (1932), М.З. Журавлева (1935), Т.М. Лазарева (1937), В.В. Рубцовой (1954), проведенные в 30-е и последующие годы, убедительно показали, что успехи и неудачи внедрения сои в Сибири тесно связаны с подбором сортов и степенью освоения технологии ее возделывания. Обобщая результаты, Д.С. Яндало (1932) писал: «Посевы сои в колхозах и в совхозах Западной Сибири не дали

результатов, так как высеваемые сорта совершенно не были пригодны для Западной Сибири». В 1938 г. на сортоучастках Алтайского края (Барнаульском, Славгородском, Поспелихинском) проводилось испытание трех сортов сои амурской селекции, все они попали под осенние заморозки и не дали семян. По заключению Алтайской госинспекции по сортоиспытанию, с 1939 г. соя была исключена из дальнейшего изучения.

Возобновилось оно лишь в 1948 г. на ряде государственных сортоучастков и научных учреждений Сибири. Изучение сортов сои в течение пяти лет, проведенное В.П. Черноголовным (1949–1953 гг.) в Омском сельскохозяйственном институте, позволило ему рекомендовать для производственной оценки в южных районах Омской, Новосибирской областей, Алтайского и Красноярского краев сорта Хабаровская 4, Амурская 42. Но дальше опытных деленок дело не пошло.

Обобщая отечественные и зарубежные материалы, известный специалист по систематике, биологии, селекции и генетике сои В.Б. Енкен (1959) в своей монографии отмечал, что «неудачи возделывания сои в Западной Сибири определялись неправильным подбором сортов» и что только «создание местных сибирских сортов позволит значительно расширить площади ее возделывания». Эпизодический характер изучения сои в местных условиях, случайные завозные сорта, полное отсутствие планомерной селекционной работы с ней не позволили начать широкое производственное использование этой ценной высокобелковой культуры.

Неудачи возделывания сои на зерно побудили использовать ее на кормовые цели в качестве высокобелкового компонента для получения зеленой и силосной массы в смеси с кукурузой. В 1957 г. семенами, завезенными из Китая и юга европейской части страны, в Алтайском крае и Новосибирской области было засеяно в чистом виде и в смеси с кукурузой более 17 тыс. га. Однако в последующие годы посевы сои в Сибири резко сократились и потеряли практическое значение. Следует отметить, что использование завозных семян сои позднеспелых сортов для получения зеленой массы было эко-

номически неоправданным, поскольку традиционные для Сибири зернобобовые культуры (горох, яровая вика, кормовые бобы) обеспечивали в местных условиях получение более высоких урожаев зеленой массы по качеству не хуже соевой. Причем укосная спелость у них наступает почти на месяц раньше, чем у сои. Основная ценность сои в ее высокобелковом и масличном зерне и в этом плане у нее нет конкурентов.

Необходимо было налаживать селекционную работу с этой культурой. Селекция сои в Западной Сибири впервые была начата О.П. Картузовой на Алтайской сельскохозяйственной опытной станции еще в 1930 г. В этот год из образцов Амурской опытной станции и других мест было отобрано по скороспелости, продуктивности, высоте растений и высоте прикрепления нижнего боба 201 элитное растение. В последующие годы лучшие линии давали урожай зерна до 11,5 ц/га. Изучение биологии цветения и поиски наиболее результативных методов гибридизации позволили с 1933 г. начать создание гибридного материала. Однако в дальнейшем эта работа не получила продолжения, и весь материал был потерян. Эпизодические испытания сортов и популяций сои, отборы из них, проводившиеся в различных пунктах Сибири, не дали результатов. Лишь в конце 40-х годов В.В. Рубцовой отбором из Амурской популяции в Новосибирском ботаническом саду был создан скороспелый сорт сои Новосибирская 1, однако и он не получил распространения в производственных посевах.

С 1953 г. селекционная работа с соей была начата в СибНИИСХ И.Н. Смирновым (г. Омск) на основе сортообразцов и популяций Амурской опытной станции, полученных от В.П. Черноголовина. Путем отбора из Амурской желтой популяции была выделена Омская кормовая.

На начальных этапах селекционной работы с соей в СибНИИСХ сорта-популяции амурской селекции оказались весьма благодатным исходным материалом, в большей степени отвечающим местным условиям, чем даже самые скороспелые сорта южно-европейского и иного происхождения. Следует отметить, что хотя соя и является самоопыляющимся растением,

естественное переопыление у нее явление довольно частое и широко известное (Базилевская, Дагаева, 1937; Малыш, 1951; Сунь-Син-Дун, 1958; Джонсон, Бернард, 1970; Мякушко, Лыгина, 1977). Как утверждают Л.А. Декапрелевич и Е.С. Черныш (1954), в некоторых местных популяциях сои в Грузии количество естественных гибридов достигало 15,4%. Все это свидетельствует о том, что естественная гибридизация сои довольно распространена, а ее количественное выражение зависит от климатической зоны, условий вегетации и особенностей сорта. Как правило, в южных районах и в засушливые годы процент перекрестного опыления больше, во влажные – меньше (Кочегура и др., 1994). Естественная гибридизация является постоянным поставщиком нового исходного материала для селекции и, безусловно, способствовала формированию всего многообразия форм этой культуры.

Джонсон и Бернард (1970) указывали, что под влиянием факторов внешней среды, резко отличных от условий формирования сорта, в результате естественной гибридизации, постепенных или скачкообразных новообразований появляются новые формы. Некоторые из них представляют большую хозяйственную ценность, чем исходные сорта. Факты появления нерасщепляющихся новообразований в пределах константных сортов отмечали В.Б. Енкен (1959) и А.К. Лещенко (1978). По данным К.К. Малыш (1953), новообразования появляются сразу, дают однообразное устойчивое потомство, отличаясь от исходных форм по окраске опушения, периоду вегетации и целому комплексу новых признаков.

Не случайно в течение более чем 10 лет И.Н. Смирнов в СибНИИСХ проводил индивидуальные отборы из популяции Омская кормовая. Так, в 1965 г. (отчет о НИР) из 83 номеров контрольного питомника было 80 линий, отобранных из Омской кормовой, из 49 номеров малого сортоиспытания 45 также были отобраны из Омской кормовой. Причем большинство из них различались по продуктивности, периоду вегетации, массе 1000 семян и другим признакам. Это свидетельствовало не только о гетерогенности Омской кормовой, возможно, за

счет естественной гибридизации, но и об узкой генотипической ограниченности селекционного материала. Одна из наиболее продуктивных линий № 83, существенно превышавшая Омскую кормовую, в 1971 г. была передана на государственное испытание под названием Омская кормовая 1. За годы изучения период вегетации нового сорта составлял 96 дней, на 8 дней скороспелее стандарта. Высота растений – 89–100 см. Масса 1000 семян – 98 г. Урожайность зерна – 10 ц/га (до 15), зеленой массы – 123 ц/га (до 151).

В 1974 г. на государственное испытание была передана еще одна линия, отобранная из Омской кормовой, под названием Омская 3 с вегетационным периодом 89 дней. Высота растений – 50–60 см. Масса 1000 семян – 120–150 г. Урожайность зерна – 12,1 ц/га (до 19,5), зеленой массы – 141 ц/га (до 167). Однако оба эти сорта, рекомендованные для использования на кормовые цели, ни по урожайности зерна, ни по зеленой массе не могли конкурировать с кормовыми сортами гороха и не были районированы. Тем не менее индивидуальный отбор из местных популяций и линейных сортов был и остается действенным методом в селекции сои. Ярким примером этого является сорт СибНИИК-315, созданный В.Е. Гориним, Я.К. Поляковым и Н.Д. Мусаткиной в СибНИИ кормов отбором из шведского сортообразца к-5828, полученного из ВИРа.

В начале 70-х годов в СибНИИСХ началось широкое вовлечение в селекционный процесс сортообразцов из мировой коллекции ВИРа и других селекционно-опытных учреждений. Так, в 1971 г. в питомнике исходного материала было посеяно 206 сортообразцов, поступивших из ВИРа. Однако семена получили только от 21 сортообразца, остальные оказались слишком позднеспелыми, попали под осенние заморозки и не вызрели. За период 1971–1975 гг. было испытано 485 сортообразцов, из них 304 из-за позднеспелости не дали семян. Оказалось, что в условиях Омска надежно созревают и дают полноценные семена сорта с нейтральной реакцией на длинный день, у которых цветение наступает не позднее начала второй

декады июля с общей продолжительностью вегетации (всходы-созревание) не более 100–110 дней.

За годы изучения были выделены и вовлечены в селекционный процесс наиболее скороспелые и продуктивные сортообразцы селекции ВНИИ сои (г. Благовещенск); Швеции, Польши, Канады, США. Однако все эти сорта имели ряд существенных недостатков, которые не позволяли использовать их для возделывания в местных условиях. Образцы и сорта из Швеции и Польши были очень скороспелыми, но имели низкорослый развалистый куст, низкое прикрепление бобов, которые сильно растрескивались и семена осыпались. Канадские и американские сорта отличались повышенными требованиями к теплу. Более перспективными для местных условий оказались сорта амурской селекции, но они были слабоустойчивы к засухе в период цветения и начале налива зерна, что вызывало большой процент абортивности репродуктивных органов.

Широкое использование в эти годы химического и физического мутагенеза позволило увеличить появление у сортообразцов различных новообразований, но выделить мутанты с существенными сдвигами количественных признаков, повышающих продуктивность, не удалось, хотя для гибридизации использовались мутанты с хозяйственно полезными признаками.

Изучение биологии цветения сои в местных условиях и уточнение методики гибридизации, проведенное в 1969–1973 гг. В.У. Нечаевой (1972), позволило использовать гибридизацию для значительного расширения генотипического разнообразия селекционного материала за счет привлечения в скрещивании географически отдаленных форм. Скрещивание проводилось при посеве родительских форм в 2...3 срока по 8...10 комбинаций в год в местных условиях. Проведение гибридизации сои – очень трудоемкий процесс. В годы с невысокими температурами в период цветения (17...18°C) наблюдается нарушение последовательности прохождения фаз развития цветка, клейстогамное цветение при очень мелких размерах бутонов. На таких цветках очень трудно проводить гибридизацию, и

процент завязываемости даже у опытного селекционера не превышал 10...12%, тогда как при нормальном развитии цветков в условиях среднесуточных температур в пределах 20...25°C завязываемость гибридов удавалось получать до 70%.

Подбор пар для скрещивания проводился в основном по принципу их эколого-географической отдаленности. При этом учитывалось, что по данным А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик (1978) наиболее высокие показатели трансгрессии по массе семян с 1 растения дают гибриды, родительские формы которых существенно различаются по максимальному числу элементов продуктивности растений. Как правило, одним из компонентов, чаще всего, в качестве материнской формы, брались сорта, линии и мутанты местной и амурской селекции, вторым – наиболее скороспелые, обладающие хозяйственно ценными признаками сортообразцы западно-европейского и американского происхождения.

Селекция на скороспелость. В соответствии с принятой в Европе и США классификацией по продолжительности периода вегетации сорта сои разделены на 10 групп. Ультраскороспелой является группа с продолжительностью вегетации менее 80 дней, очень скороспелой – 81...90 дней, скороспелой – 91...110 дней, среднераннеспелой – 111...120 дней. Для условий Западной Сибири особый интерес для селекции сои представляют сорта с вегетацией не более 110 дней.

Наиболее широко известны ультраскороспелые формы Фискеби, полученные в Швеции. Очень скороспелые сорта были созданы в Польше, Канаде, США. Однако широкое использование этих форм в гибридизации не дало положительных результатов из-за их слабой адаптивности, карликовости, низкого прикрепления и сильной растрескиваемости бобов. Наиболее важную роль в создании сортов и исходного материала в Сибири имели сорта и формы амурской селекции: Амурская желтая популяция, Северная 4 и ее мутанты 69/805, 69/960, Северная 5, Смена, ВНИИС-2, к-3501, к-2728, Аврора. По мнению Л.К. Малыш и Т.П. Рязанцевой (1988), высокая скороспелость и адаптивность амурских сортов объясняется

тем, что они созданы с участием местной сои, которая сформировалась из различных скороспелых форм Северо-Восточного Китая.

По вопросу наследуемости продолжительности периода вегетации у генетиков нет единого мнения. В различных комбинациях скрещиваний М.Р. Сингх и Д.С. Андерсон (1959) отмечали доминирование скороспелости в одних комбинациях, позднеспелости – в других. По мнению Н.И. Корсакова (1973), расхождения генетиков о характере наследования продолжительности периода вегетации объяснимы, если к ним подходить с филогенетической точки зрения. Филогенетически наиболее старым проявлением признака является среднеспелость, поэтому в гибридных популяциях при любых комбинациях скрещиваний наблюдается четко выраженная тенденция доминирования в сторону среднеспелости.

В селекции по вегетационному периоду следует учитывать, что сорта сои как короткодневного растения приспособлены к узкому поясу географической широты. Р. Бернард (1970) считает, что на каждые 100 миль (160 км) по широте надо иметь определенный сорт. В нашей стране созданы сорта с большим диапазоном сроков созревания для ареалов от субтропиков до южной границы вечной мерзлоты, что обеспечивает большое разнообразие исходного материала.

Поскольку в нашей работе для гибридизации привлекались только формы от ультраскороспелых до скороспелых, то в гибридных популяциях наблюдался сдвиг доминирования в сторону более позднеспелого родителя. Это прослеживается и на примере созданных нами сортов: Омская кормовая 1 (98 дней) х Северная 4 (87 дней) – Омская 4 (95 дней); Амурская 3501 х М-69/805 (89 дней) х Амурская 2728 (102 дня) – Алтом (98 дней).

Продолжительность периода от всходов до созревания в значительной степени определяется величиной периода от всходов до цветения и в меньшей мере продолжительностью фазы от цветения до созревания. Период от всходов до цветения заметно удлиняется с уменьшением суммы температур, с

увеличением относительной влажности воздуха и азотного питания растений, при выращивании на длинном дне и увеличении площади питания. В целом фенотипическое проявление величины вегетационного периода на 70% определяется наследственными особенностями сорта и лишь на 30% другими факторами (Корсаков, 1973). По данным исследований (Джонсон, Бернард, 1970; Ала, 1982), генетические и фенотипические корреляции между длиной периода вегетации и урожаем имеют достоверную положительную зависимость. Поэтому отбор, основанный на признаке созревания, эффективен на повышение урожайности.

Селекция на продуктивность. Высокая и устойчивая урожайность – это результат высокой адаптивности сорта к условиям возделывания (безморозный период, длина светового дня, обеспеченность теплом, влагой, питанием) и оптимального сочетания элементов продуктивности (число продуктивных узлов, бобов на растении, число семян в бобе, масса 1000 семян). Положительная зависимость между продуктивностью и длиной периода вегетации препятствует созданию скороспелых и в то же время высокоурожайных сортов. По данным конкурсного испытания в АНИИЗиС (1995...1999 гг.), наиболее скороспелые сорта СибНИИСХ-6, Омская 3 х Ам. 71/150, СибНИИК-315 созревали на 9...16 дней раньше сорта Алтом, но уступали по урожайности на 3,7...6,3 ц/га (табл. 20).

Однако следует отметить, что потенциально возможная продуктивность всех сортов сои, в том числе и самых скороспелых, реализуется лишь на 30...70%. Многие исследователи (Сун-Син-Дун, 1958; Енкен, 1959; Малыш, Рязанцева, 1968) отмечают, что количество цветков и завязей бобов на растениях сои намного превышает число бобов, которое доходит до спелости. Даже в наиболее благоприятных условиях может осыпаться значительная часть цветков. Во время цветения и в начале образования бобов растение сои путем физиологического абортирования излишних как бы само регулирует в соответствии с условиями количество бобов, которое оно может сформировать и обеспечить. Нередко этим объясняется низкий

Таблица 20

**Сравнительная оценка сортов сои в конкурсном испытании
(Барнаул, 1995–1999 гг.)**

Сорт	Урожайность, ц/га			Период всходы-созревание, дней	
	средняя за 5 лет	благоприятные годы (1995–1996 гг.)	засушливые годы (1997–1999 гг.)	средний	колебания по годам
<i>Ультраскороспелые</i>					
СибНИИСХоз-6	12,3	21,2	6,3	85	80–91
СибНИИК-315	14,3	22,0	9,2	91	83–98
Омская 3 х Ам. 71/150	14,9	22,8	9,5	89	80–95
<i>Скороспелые</i>					
Омская 4	16,1	24,4	10,5	95	86–102
Алтом	18,6	28,5	12,0	98	93–107
Ам. 3501 х Ф.-843-2-1	18,4	27,1	12,6	95	87–103
Алтом 3	18,1	27,4	11,9	99	93–108

процент завязываемости при гибридизации. Основные причины абортивности репродуктивных органов – сухость воздуха, недостаток тепла, влаги, света, жизнеспособной пыльцы и, вероятно, ряд других нераскрытых факторов (Доки, 1967; Кочегура, 1998).

Корреляционные взаимоотношения продуктивности растения с другими признаками очень сложны. По сведениям Н.И. Корсакова (1973), вполне четко выражена зависимость продуктивности от толщины стебля ($r = 0,69...0,76$), длины и ширины листочков, бобов и массы 1000 семян. Другие авторы (Джонсон и Бернард, 1970; Ала, 1982) отмечают высокий коэффициент корреляции урожайности с количеством бобов на растении, высотой растений и размером семян. Весьма эффективен отбор по высоте стебля, так как его изменчивость до 80...90% определяется генотипом. Из элементов структуры урожая масса семян с растения в наибольшей степени коррелирует с числом продуктивных узлов ($r = 0,61 \pm 0,09$) и числом бобов в узле ($r = 0,25 \pm 0,08$) (Бондаренко, Матушкин, 1985).

Число бобов в узле во многом определяется условиями выращивания, но более стабильно у форм с малоцветковой кистью. Число семян в бобе также в значительной степени подвержено влиянию условий среды и только на 45% определяется генотипом сорта. Гены, контролирующие повышенное число семян в бобе, тесно сцеплены с генами узкого листа, что облегчает отбор по фенотипу растений. Коэффициент вариации массы 1000 семян на 88% обусловлен наследственными особенностями и лишь на 12% – условиями внешней среды (Корсаков, 1973; Ала, 1982). Все эти сложные взаимоотношения элементов продуктивности и долю влияния генотипа на изменчивость фенотипического проявления признаков растений необходимо учитывать при проведении отборов.

В работе с гибридными популяциями, начиная с F_2 – F_3 , основное внимание нами уделялось отбору по высоте растений, периоду вегетации, числу продуктивных узлов, бобов в узле, числу семян в бобе и их крупности. Однако по массе 1000 семян предпочтение отдавалось более мелкосемянным формам, которые лучше адаптируются к неблагоприятным условиям внешней среды. Поскольку число продуктивных узлов, число семян с растения и масса 1000 семян связаны отрицательной корреляцией, отбор велся не на максимальное выражение одного из них, а на наиболее благоприятное их соотношение, обеспечивающее высокую продуктивность растения, и на единицу площади. В практической селекции важное значение имеет сравнительная оценка гибридных популяций по средней урожайности в F_2 – F_3 . Низкопродуктивные популяции выбраковывались, а наиболее интенсивный отбор проводили из самых высокоурожайных. Отбор, проведенный в F_3 – F_5 , давал довольно устойчивые результаты по урожайности. На всех этапах селекционного процесса от СП-1 и вплоть до передачи сорта на государственное испытание ежегодно проводился негативный, улучшающий отбор семян вручную.

Селекция на повышение качества зерна. Хозяйственная ценность сорта определяется его качественными показателями – содержанием белков и жира. Желательно вести целена-

правленную селекцию на эти признаки, но это специальное направление. Сравнительная оценка селекционного материала по этим показателям проводится в основном лишь на заключительных этапах селекции (контрольный питомник, конкурсное испытание). Поэтому особое внимание уделялось подбору родительских форм по признакам высокого содержания белков и жира. Результаты конкурсного испытания показывают, что их содержание в семенах существенно изменяется в зависимости от сортовых особенностей и условий вегетационного периода (табл. 21).

Максимальное накопление белков в семенах всех сортов было в засушливом 1999 г., минимальное – в хорошо обеспеченном влагой и умеренными среднесуточными температурами периода формирования и созревания семян 1995 г. Самые скороспелые сорта (СибНИИСХоз-6, Омская 3 х Ам.-71/150) накапливали белки больше, чем сорта, созревающие позднее (Алтом, Ам.-3501 х Ф. 843-2-1). Подобная зависимость была отмечена в Омске, А.М. Асановым (1998 г.), а также Н.В. Мудриком (1983 г.), А.П. Ващенко (1996) в Приморье. Сортовые различия в накоплении белков даже в пределах одной группы по времени созревания достигали 5,1%

Таблица 21

Содержание белка и жира в семенах (1995...1999 гг.)

Сорт	Содержание белков, %			Содержание жира, %		
	сред-нее	min>	max>	сред-нее	min>	max>
<i>Очень скороспелые</i>						
СибНИИСХоз-6	40,0	37,8	43,6	20,4	19,7	21,3
Омская 3 х Ам.-71/150	40,1	38,3	43,5	20,0	19,8	20,1
СибНИИК-315	37,4	35,4	38,5	21,1	20,2	22,2
<i>Скороспелые</i>						
Алтом	38,4	36,4	40,5	19,7	19,0	20,3
Ам.-3501 х Ф. 843-2-1	39,0	37,2	42,4	20,0	19,2	20,4
Алтом 3	36,9	36,4	37,5	21,0	20,6	21,2

(СибНИИСХ-6 – 43,6%, СибНИИК-315 – 38,5%), а в зависимости от условий года у одного и того же сорта – 5,8% (СибНИИСХ-6 – 37,8 и 43,6%).

По накоплению жира в семенах сортовые различия достигали 2,1%. Так, максимальное содержание жира у сорта СибНИИК-315 было 22,2%, а у линии Омская 3 х Ам. 3501 – 20,1%. В то же время в зависимости от условий года содержание жира у первого колебалось от 20,2% в 1995 г. до 22,2% в 1999 г., а у второго было более устойчивым – 19,8 и 20,1%.

Следует отметить явно проявившуюся отрицательную зависимость между накоплением белков и жира. Сорта, выделившиеся высоким содержанием белков (СибНИИСХ-6 – 40,0%, Омская 3 х Ам. 3501 – 40,1%), жира накапливали меньше на 0,6–1,1% по сравнению с более низкобелковыми (СибНИИК-315 и Алтом 3). Это подтверждается американскими исследователями (Джонсон и Бернард, 1970; Hartvig, Hinson, 1972), которые отмечают наличие устойчивой отрицательной корреляции (от $-0,26$ до $-0,74$) между содержанием белков и жира у различных сортов сои.

Возможный способ поддержания достаточно высокого содержания белков и жира в гибридной популяции – привлечение в гибридизацию одного родителя с повышенным содержанием белков, второго – с повышенным содержанием жира.

Селекция на пригодность к механизированному возделыванию. Отсутствие специализированного комплекса машин для возделывания, особенно уборки сои, вызывает необходимость уделять особое внимание при селекции тем параметрам соевого растения, которые позволяют избежать или значительно уменьшить потери сформированного урожая. Исследования показали, что вновь создаваемые для Западной Сибири сорта сои должны обладать следующими показателями:

1. Высота растения – 60–80 см. При отборе в гибридных популяциях следует учитывать, что высокорослость – доминирующий признак и высота растения тесно коррелирует с числом семян в бобе (до $r = 0,66 \pm 10$) и массой 1000 семян (до $r = -0,62 \pm 0,11$).

2. Высота прикрепления нижнего боба не ниже 12 см. Результаты исследований показывают, что изменчивость этого признака только на 28% определяется наследственными факторами, а остальное зависит от условий возделывания и среды обитания.

3. Форма куста должна быть полусжатой или сжатой с углом отхождения боковых ветвей в 25...30°.

4. Устойчивость к полеганию и облому ветвей – стебель должен быть прочным с короткими нижними междоузлиями.

5. Устойчивость к растрескиванию бобов – признак рецессивный, что ускоряет возможность отбора нужных форм. Наиболее устойчивы к растрескиванию бобов формы Северо-Восточного Китая и амурской селекции. Сильно подвержены растрескиванию бобы низкорослых, детерминантных форм Кореи, Японии, Швеции. На степень устойчивости при перестое созревших растений большое влияние оказывает резкая смена от увлажнения (роса, дождь) к быстрому подсыханию бобов.

6. Устойчивость семян к механическому повреждению при обмолоте и подработке. Меньше травмируются семена мелкосемянных сортов.

7. Устойчивость к болезням в процессе селекции достигается на основе использования методов и принципов, общих для всех культур. Наиболее распространенными болезнями сои являются бактериозы, септориоз, фузариозы, аскохитоз, вирусная мозаика.

Четкое определение задач, методов и признаков, по которым велся отбор, способствовало успеху по созданию сортов сои для условий Сибири.

В результате многолетней работы сибирских селекционеров были созданы и внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к возделыванию в Западно-Сибирском и ряде других регионов России сорта: СибНИИ-ИК-315, Омская 4, Алтом и СибНИИСХ-6 (табл. 22).

СибНИИК-315. Сорт выведен В.Е. Гориним, Я.К. Поляковым, Н.Д. Мусаткиной в Сибирском научно-исследователь-

Таблица 22

**Результаты конкурсного сортоиспытания сибирских сортов сои
в АНИИЗиС (1995–2000 гг.)**

Сорт	Урожайность семян, ц/га		Среднее содержание в семенах, %		Период всходы- созревание, дней	
	средняя	колебания	белков	жиров	средний	колебания
СибНИИСХ-6	12,1	4,3–21,4	40,4	20,0	84	80–91
Омская 4	16,2	7,9–25,2	39,9	20,6	94	86–102
Алтом	18,9	7,6–29,6	38,9	19,8	98	93–107
СибНИИК-315, ст-т	14,5	7,9–22,7	38,0	21,0	90	83–98
НСР ₀₅	2,2	1,9–2,9				

ском институте кормов методом индивидуального отбора в расщепляющемся потомстве спонтанного гибрида из образца коллекции ВИР (г. Новосибирск). Передан на государственное сортоиспытание в 1988 г., районирован с 1991 г. и включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в производстве по Волго-Вятскому (4) Средневолжскому (7), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам, в Республике Казахстан (рис. 4).

Подвид маньчжурский, апробационная группа – сордиды. Высота растения – 70...85 см. Тип верхушки – промежуточный. Количество ветвей – 1...4, угол отхождения ветвей – 20...30°, куст сжатый. Высота прикрепления нижнего боба 10...13 см, бобы располагаются равномерно по всему растению. Толщина надсемядольного колена – 8...10 мм. Окраска листьев зеленая. Цветки средние фиолетовые, собраны в малоцветковую, по 2...5 цветков, кисть. Бобы слабоизогнутые с заостренной верхушкой. Длина бобов – до 4...4,5 см.

При созревании бобы имеют желто-бурую окраску. Форма семян округлая, цвет желтый, рубчик семени коричневый. Продолжительность периода всходы-созревание – 92...110 дней, сорт надежно созревает на семена в лесостепной зоне Западной Сибири, устойчив к полеганию, засухоустойчив. Количество семян в бобе – 2...3. Масса 1000 семян – 160...180 г.



Рис. 4. Селекционер В.Е. Горин на опытных посевах сои

Содержание сырого протеина в семенах – 35–40%, жира – 17...20%. Средняя урожайность – 16 ц/га, максимальная была получена в Мордовской республике – 28 ц/га.

Омская 4. Сорт создан в СибНИИСХ (г. Омск) методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Омская кормовая 1 х Северная 4. Передан на государственное испытание в 1989 г., районирован в 1993 г. *Авторы:* В.У. Нечаева,

И.Н. Смирнов, Н.И. Васякин, А.Г. Быковец, Ю.Н. Кипреев, Г.Я. Козлова.

Подвид маньчжурский, апробационная группа – флавида. Высота растений – 55...75 см. Форма куста компактная, облиственность средняя. Лист тройчатый, форма листочков овально-яйцевидная, цельнокрайная. Прилистники и пазушное пятно отсутствуют. Стебель светло-зеленый с коротким густым коричневым опушением. Соцветие – кисть с 3...6 цветками на коротком цветоносе. Цветки мелкие, фиолетовые. Бобы слабоизогнутые, с коротким заостренным кончиком, светло-коричневые, густо опушенные. Высота прикрепления нижних бобов – 8...10 см. Число семян в бобе – 2...3. Семена овальные светло-желтые, рубчик светлый, слабо выражен. Масса 1000 семян – 130...160 г. Сорт скороспелый, период от всходов до созревания – 86...105 дней. Средняя урожайность зерна – 17,6 ц/га, на сортоучастках Алтайского края – до 25,0 ц/га. Содержание белков – 36...46, жира – 19,4...20,9%.

Алтом. Сорт выведен совместно АНИИЗиС и СибНИИ-ИСХ индивидуальным отбором из гибридной комбинации (Амурская 3501 х Мутант 69/805) х Амурская 2728 с последующим объединением однотипных линий. *Авторский коллектив:* Н.И. Васякин, А.Г. Быковец, Ю.Н. Кипреев, В.У. Нечаева.

Передан на государственное испытание в 1995 г., районирован в 1998 г. Подвид маньчжурский, апробационная группа – сордида. Высота растений – 60...80 см. Форма куста компактная, облиственность средняя. Стебель светло-зеленый с коричневым опушением, слабо завивающийся. Число ветвей – 1...3. Лист тройчатый, форма листочков овальная, цельнокрайная. Соцветие – кисть с 3...6 цветками на коротком цветоносе. Цветки мелкие, фиолетовые. Бобы слабоизогнутые, с заостренной верхушкой, светло-коричневые, с густым рыжим опушением. Высота прикрепления нижних бобов – 12...15 см. Число семян в бобе – 2...3. Семена овально-продолговатые, светло-желтые. Рубчик овальный, коричневый. Масса 1000 семян – 140...180 г. Среднее содержание белков в зерне – 38,9%, жира – 19,8%.

Сорт скороспелый, с периодом вегетации – 96...110 дней. Средняя урожайность зерна (1992...1998 гг.) – 20,1 ц/га, максимальная – 29,6 ц/га.

СибНИИСХ-6 выведен в СибНИИСХ, Челябинским НИИСХ индивидуальным отбором из гибридной комбинации. Отбор из Северной 4 х Амурская 2728. Авторы: К.Г. Азиев, А.М. Асанов, Н.И. Васякин, Ю.Н. Кипреев, Г.Я. Козлова, В.У. Нечаева, П.В. Поползухин, Н.М. Саякина.

Передан на государственное испытание в 1996 г., включен в реестр сортов, допущенных к возделыванию в Западно-Сибирском и Уральском регионах с 2000 г. Подвид маньчжурский, апробационная группа – флавида. Высота растений – 50...70 см, форма куста компактная. Стебель светло-зеленый, опушение коричневатое. Число ветвей – 1...3. Форма листочков овальная, цельнокрайная. Соцветие 3...6-цветковая кисть, цветки мелкие светло-фиолетовые. Бобы прямые или слабо-изогнутые, светло-коричневые с рыжим опушением. Высота прикрепления нижних бобов – 6...10 см, семян в бобе – 2...3. Семена овальные светло-желтые. Рубчик светлый линейный. Масса 1000 семян – 130...170 г. Белков в зерне – 38...43%, жира – 19...21%. Сорт ультраскороспелый с периодом вегетации 80...90 дней. Средняя урожайность – 12...17, максимальная – 23 ц/га.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ

Соя характеризуется рядом биологических особенностей, определяющих приемы ее возделывания. Прорастание семян и появление всходов – очень ответственные периоды в жизни растений сои, поскольку она относится к группе культур с повышенными требованиями к теплу и влаге после посева. Указанные требования культуры, замедленный рост в начале вегетации определяются высококачественной предпосевной обработкой почвы и подготовкой семян для оптимальных условий дружного появления всходов с желаемой густотой стояния.

Успешному освоению и внедрению созданных сибирских сортов сои в сельскохозяйственных предприятиях Западно-Сибирского региона способствовала разработка технологии их возделывания.

Предшественники. Одним из главных условий успешного выращивания сои является размещение ее в севообороте по лучшим предшественникам. Соя требовательна к условиям увлажнения почвы, обеспеченности элементами питания и чистоте полей, особенно она страдает от многолетних корнеотпрысковых сорняков.

Лучшими предшественниками для сои являются озимая пшеница, рожь, оборот пласта многолетних трав, яровая пшеница после пара, чистые поля из-под кукурузы и однолетних трав, убранных на зеленый корм. Семеноводческие посевы лучше размещать по чистому или сидеральному пару. Не размещают сою после подсолнечника, так как это способствует сильному поражению ее белой гнилью (склеротинией). К плохим предшественникам относятся также сахарная свекла и суданка на семена, которые сильно иссушают почву. Нежелательны повторные посевы, так как это способствует сильному поражению ее бактериозом.

Соя как бобовая культура сама является хорошим предшественником. Богатые азотом пожнивные и корневые остатки, пониженная засоренность при использовании рекомендованных по технологии гербицидов позволяют получать после сои хорошие урожаи зерновых.

Семеноводческие посевы можно размещать второй культурой после пара, по обороту пласта многолетних трав, озимой ржи.

Основная обработка почвы направлена на очищение полей от сорняков, заделку растительных остатков и удобрений, улучшение сложения пахотного слоя. Она дифференцируется по зонам с учетом почвенно-климатических условий и по полям в зависимости от предшественника, степени и характера засоренности, рельефа, подверженности эрозии, степени уплотнения и влажности почвы.

Особое внимание во всех зонах следует обращать на тщательное выравнивание полей после зяблевой обработки, которое проводится на полях, не подверженных эрозии, или весной, после прибавки влаги, выравнивателями ВП-8, ВПН-5,6, РВК-3,6 самодельными шлейфами и волокушами. Лучшее выравнивание достигается при проходах агрегата под углом 45° к направлению вспашки (по диагонали поля). Лушение стерни и последующая вспашка рекомендуются на полях при ранней (июль-август) уборке однолетних кормовых культур на зеленый корм, что способствует дружному прорастанию однолетних сорняков. На полях, не подверженных эрозии, лучше проводить вспашку, а на эрозионно опасных агроландшафтах – безотвальную обработку. На легких почвах с небольшим гумусовым горизонтом достаточной глубиной обработки является 14...16 см тяжелыми культиваторами, на среднесуглинистых – 20...22, тяжелосуглинистых – 25...27 см.

Положительные результаты на тяжелых почвах дает углубление пахотного слоя (вспашка плугами с почвоуглубителями). При такой обработке урожайность сои увеличивается на 3...4 ц/га.

На орошаемых землях может применяться полупаровая обработка полей. На засоренных многолетними сорняками эффективна ранняя (июль-август) вспашка или рыхление на глубину пахотного слоя с последующими поверхностными обработками по мере появления сорняков.

В течение зимы необходимо провести снегозадержание на полях, обработанных безотвально с оставлением стерни, чтобы не допустить стока талых вод. Этот прием весьма эффективен при выращивании сои в лесостепной зоне Западной Сибири.

Весенняя обработка почвы. При наступлении физической спелости почвы для выравнивания поверхности и сокращения потери влаги проводится боронование: на отвальной зяби зубowymi боронами в 2 следа поперек основной обработки, на плоскорезной – игольчатыми боронами БИГ-3, ЛДГИ-10 или БМШ-15. Для дополнительного выравнивания поверхно-

сти используется планировщик П-8А. От выравненности поля зависит качество посева и уборки сои.

Эти приемы улучшают контакт семян сорняков с почвой, повышают температуру верхнего слоя почвы на 1,5...3,0°C, что ускоряет их прорастание. При массовом появлении сорняков достаточно провести одну культивацию перед самым посевом сои на глубину 5...6 см, сочетая ее с заделкой почвенного гербицида нитрана (трефлан).

Предпосевная обработка под сою проводится культиваторами КПС-4 и боронами БЗСС-1,0, что обеспечивает равномерное по глубине рыхление почвы и хорошую заделку гербицида, создание плотного ложа для семян. Идеальная предпосевная обработка почвы достигается при использовании орудия «Компактор», которое обеспечивает равномерную глубину обработки почвы, ее выравнивание и уничтожение всходов сорняков.

Удобрение. Оптимизация питания растений сои в течение вегетации – один из важных факторов получения высокой ее продуктивности. Поскольку у сои в начале вегетации нарастание биомассы невелико, основная потребность в элементах питания проявляется в период от цветения до массового налива бобов.

Как высокобелковое растение соя предъявляет повышенные требования к элементам питания и особенно к азоту. Поэтому весьма важно улучшать условия жизнедеятельности клубеньковых бактерий, обеспечивающих 75%-й вынос азота за счет симбиотической фиксации, вносить удобрения в соответствии с содержанием элементов питания в почве и величиной планируемого урожая. В семенах и вегетативной массе сои содержится большое количество белков, поэтому для получения высокого урожая соя потребляет много азота, а также фосфора, калия, кальция и ряд микроэлементов. На 1 т урожая зерна при запашке соломы соя сорта СибНИИК-315 выносит: азота – 50,8 кг, фосфора – 6,6, калия – 14,5, кальция – 2 кг (данные СибНИИ кормов). Для формирования высокого урожая соя должна быть обеспечена сбалансированным питанием

с начала цветения. В последующие фазы вегетации потребность в этих элементах, особенно в калии, заметно слабеет, так как для завершения формирования урожая их содержание вполне достаточно в вегетативной массе, из которой идет перераспределение в репродуктивные органы. Потребность сои в фосфоре возрастает с фазы цветения и не ослабевает до созревания. Даже в условиях умеренно засушливой степи Западной Сибири (Омская область), по данным Е.В. Некрасовой (2003), применение фосфорных удобрений обеспечивало достоверный и экономически оправданный эффект.

Большинство почв при постоянном выносе и отчуждении питательных веществ не в состоянии полностью обеспечить растения сои фосфором и калием для получения полноценного урожая. В зависимости от обеспеченности почв подвижными их формами (по данным последнего агрохимического обследования) проводится выбор доз и норм удобрений (табл. 23).

Питание сои в течение вегетации происходит неравномерно. По данным ВНИИ сои (Оргпроект производства..., 1988), наиболее интенсивное потребление азота, фосфора и калия отмечено в межфазный период – от цветения до начала налива семян. Если в период от всходов до цветения соя поглощает 6...7% азота, 5 – фосфора, 8...9 – калия, 10...11 – кальция и 6...8% магния, то примерно за такой же промежуток времени, но в период от цветения до конца образования бобов, она усваивает до 58...60% азота, 50...73 – фосфора, 74...81% калия (Лебезова, 1976; Кузин, 1976; Баранов, 1987).

Минеральные удобрения под сою следует применять дифференцированно с учетом конкретных почвенных условий каждого поля, фактического содержания в пахотном слое доступных форм элементов питания по результатам агрохимических анализов, рекомендаций зональных научных учреждений.

Удобрение под сою предусматривает сочетание основного, припосевного и подкормочного внесения туков с учетом потребности растений в разные фазы развития.

Минеральные удобрения, внесенные в один срок (перед посевом или в подкормки), используются недостаточно. Только

Таблица 23

Дозы внесения фосфорных и калийных удобрений под сою, кг д. в./га

Обеспеченность почвы	Фосфорные			Калийные		
	Основное	Рядковое	Подкормка	Основное	Рядковое	Подкормка
Очень низкая	60–90	40	40	40–60	30	30
Низкая	40–60	30	30	30–40	20	20
Средняя	30–40	20	20	20–30	10	10
Повышенная, высокая и очень высокая	Удобрения вносить не требуется					

при сочетании основного внесения (под предпосевную обработку) с рядковым и подкормочным удобрением создаются наиболее благоприятные условия питания в соответствии с потребностями растений в разные фазы развития. Исследованиями СибНИИ кормов выявлен положительный эффект некорневых подкормок: 13 кг д.в./га мочевины + 3 кг/га суперфосфата + 4 кг д. в./га сульфата калия, внесенных в фазу начала образования бобов, повысило урожайность зерна сои на 2 ц/га.

При основном допосевном применении удобрения вносят локально с помощью зернотуковых сеялок (СЗТ-3,6) или вразброс поверхностно под культивацию.

Если соя высевается широкоявно, то возможно внесение удобрений малыми дозами в рядки и корневая подкормка культиваторами-растениепитателями (КРН-5,6) при междурядной обработке. Минеральные удобрения вносятся из расчета: суперфосфат – 2 ц, аммиачная селитра – 1 ц и калийная соль – 1 ц/га. Гранулированные удобрения целесообразно вносить ленточно в междурядье, сбоку рядка, в дозе: аммиачную селитру – 50 кг, суперфосфат – 100 кг/га. Удобрения заделываются глубже семян на 3...4 см, располагают их на расстоянии 5...7 см от рядка. Такой способ внесения туков обеспечивается сеялками СПЧ-6М.

Устранить дефицит азота можно применением промышленных удобрений (аммиачная селитра, сульфат аммония, мочевины), которые вносятся под предпосевную культивацию

вразброс или локально с посевом в дозе 40...60 кг/га д.в. Использование минерального азота – прием очень дорогой. По данным лаборатории агрохимии и экологии азота АНИИЗиС (Гамзиков, Шотт, 1997), (Технология возделывания..., 1998), затраты на его применение в 8...10 раз превышают затраты на бактериальные препараты при одинаковом эффекте (табл. 24).

Определить посевы, требующие подкормки, можно в процессе обследования и анализа клеточного сока черешков листьев. Подкормку проводят, если содержание элемента в клеточном соке меньше нормы (по Магницкому).

Азотное голодание ликвидируют некорневой подкормкой мочевиной в фазу цветения. Доза мочевины – 30 кг/га. Фосфорную подкормку проводят простым порошковидным суперфосфатом из расчета 1 ц/га (табл. 25).

Таблица 24

**Влияние азотных удобрений на урожайность сои
(АНИИЗиС, 1995–1996 гг.)**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	кг/кг д.в.
P ₅₀ K ₅₀ – фон	12,2	–	–
Фон + N ₅₀	16,3	4,1	8,2
Фон + N ₈₀	17,8	5,6	7,0
Фон + N ₁₁₀	19,2	7,0	6,4
Фон + бактериальное удобрение	16,4	4,2	–

Таблица 25

**Нормальный состав клеточного сока черешков листьев сои
по фазам развития**

Черешки	Фаза развития	Содержание в клеточном соке, мг/кг		
		азота	фосфора	калия
2–3	3-й тройчатый лист	200...300	24...40	2000...3000
3–4	Цветение	250...375	40...60	2500...3000
4–5	Образование бобов	100...200	60...80	3000...4000
5–6	Налив бобов	0...50	70...80	3000...4000

Возможны внекорневые подкормки комплексным минеральным удобрением, содержащим азот, фосфор, калий и серу, в соотношении 10 : 1 : 30 : 0,5.

Высокоэффективными под сою являются микроудобрения. При выращивании культуры на бедных микроэлементами почвах рекомендуется применять внекорневые подкормки путем опрыскивания растений растворами соответствующих недостающих элементов – железа, марганца, бора, цинка, меди, кобальта и др.

На черноземных почвах наиболее эффективен молибден. Эффективность его зависит от ряда условий: от уровня его в почве, а наряду с этим – от содержания в почве азота и фосфора, подвижных форм алюминия, железа, марганца, кальция. Положительное влияние этого элемента на сою проявляется главным образом через повышение азотфиксирующей деятельности клубеньковых бактерий.

Рядом работ установлено (цит. по Кретович, 1972), что бобовые растения, выращенные при отсутствии молибдена, будучи инокулированы активным штаммом клубеньковых бактерий, хотя и образуют клубеньки, но не способны к фиксации молекулярного азота. Функционирование экстрактов соевых клубеньков путем хроматографии показало, что один белковый компонент содержал железо и молибден, а другой компонент – только железо. Каждый из этих компонентов очень слабо фиксировал молекулярный азот, но их смесь фиксировала N_2 очень активно.

Наибольший эффект получается при смачивании семян молибдатом аммония – 25–50 г растворенного в 0,7 л воды на гектарную норму семян. Прибавка урожая сои колеблется по годам от 1,9 до 4,3 ц/га.

В условиях Западной Сибири отмечено положительное действие цинка, марганца и меди на повышение урожайности сои. Однако к применению микроудобрений следует подходить дифференцированно исходя из химического анализа данного участка, где предполагается возделывание сои.

Поскольку соя отрицательно реагирует на повышенную кислотность почвы, возделывать ее без известкования нецелесообразно.

Подготовка семян. Хорошие семена – одно из главных условий получения высокого урожая. Поэтому в производстве для посева используют только районированные к местным условиям сорта сои.

Как бобовая культура соя способна при автотрофном питании сама обеспечивать себя азотом. Однако в большинстве сибирских почв отсутствуют природные бактерии, специфические для сои. Поэтому для повышения урожайности применяют бактериальные удобрения (нитрагин). При этом необходимо использовать предварительно изученные препараты.

Правильное сочетание азотных удобрений и приемов, стимулирующих биологическую азотфиксацию, позволяет рационально использовать почвенное плодородие и сохраняет окружающую среду от загрязнения.

К важнейшим условиям эффективной азотфиксации относятся: создание оптимальной реакции почвенного раствора, достаточный уровень наличия в почве фосфора и калия, обработка семян активным штаммом клубеньковых бактерий и микродозами молибдена, создание оптимального водно-воздушного режима. Размеры азотфиксации культурой в этом случае значительны – от 60 до 94% потребленного количества азота (Оргпроект производства..., 1988).

Семена сои имеют гладкую поверхность, поэтому для лучшей удерживаемости инокулюма на семенах вместо воды их увлажняют раствором прилипателя, в качестве которого может быть концентрат барды (твердый или жидкий), латекс, патока, мучной или крахмальный клейстер, снятое молоко (обрат). Силикатный клей применять не следует, так как он токсичен для клубеньковых бактерий и вызывает их гибель. Семена обрабатывают как вручную, так и механизированно. Это зависит от количества семян и оперативности высева. Увлажненные семена сои очень чувствительны к механическим воздействиям и ручной способ нитрагинизации обеспечивает наи-

более качественную обработку с минимальным повреждением семян.

В качестве бактериальных удобрений на сое применяются препараты, содержащие активные штаммы ризобий. В условиях Сибирского региона наиболее изучены и обеспечивают устойчивую и высокую эффективность штаммы 6346 и 6456 ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин), поставляемые в виде препарата ризоторфин на торфяной основе, расфасованного, как правило, в герметичные полиэтиленовые пакеты. В темном сухом помещении при температуре до +15°C он может храниться, не теряя активности, до 9 мес.

В лесостепи Западной Сибири, по данным СибНИИ кормов, наивысший эффект обеспечивает ризоторфин (торфяной препарат нитрагина) на основе штаммов 6346 и 6456. Прибавка урожая от них составляет 1,9–3,8 ц/га. Использование минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{40}$ на фоне инокуляции штаммом 6346 клубеньковых бактерий способствовало повышению урожая сои на 31%. Следует помнить, что чем ближе к зоне распространения корней будут заделаны удобрения, тем выше их эффективность.

Основной способ применения ризоторфина – предпосевная обработка семян. Расход препарата – 300...400 г на гектарную норму семян. Пакеты вскрывают непосредственно перед применением. Семена обрабатывают в день посева в складе или под навесом во избежание воздействия прямых солнечных лучей. В расчете на 1 т семян используют 2,5...3,0 кг ризоторфина, разведенного в 10 л воды. Для лучшего прилипания ризоторфина к семенам вместо воды можно использовать неразбавленный обрат. Применяют стационарные («Мобитокс») или передвижные (ПС-10) протравительные машины с предварительной очисткой их от остатков пестицидов.

После непродолжительной (15...20 мин) подсушки семян их затаривают в мешки и доставляют к сеялкам. Для сохранения жизнеспособности клубеньковых бактерий инокуляцию семян следует проводить только в затененных местах и транспортировать их в мешках (для защиты от прямых солнечных

лучей). Инокулированные семена необходимо высевать в тот же день, так как при более длительном хранении жизнедеятельность бактерий резко падает.

Ручная обработка (инокуляция) семян нитрагином осуществляется следующим образом. На легкий брезент размером 3 x 4 м насыпают семена в количестве, соответствующем 1- или 2-гектарным нормам посева, увлажняют водой или раствором прилипателя из расчета 1% к массе семян, перемешивают семена поочередным подниманием противоположных концов брезента, опыливают нитрагином и вновь перемешивают до равномерного распределения препарата на поверхности семян. Обработанные нитрагином семена затаривают в мешки и вывозят в поле для посева. Инокуляция проводится на складе или в тени навеса. Дозировка препарата указывается на упаковке.

Можно проводить нитрагинизацию семян непосредственно в поле перед посевом в тени машины или тракторного агрегата. Особенность такой обработки состоит в необходимости подсушивания инокулированных семян 10–15 мин в тени перед загрузкой их в сеялку, чтобы они не теряли сыпучести, и не снижалась норма посева семян.

Недопустима обработка семян сои инокулюмом в семенных емкостях сеялок, так как образуются «своды» семян, вызывающие просевы.

Механизированная обработка семян сои нитрагином может осуществляться машинами для протравливания семян по технологии, аналогичной с протравливанием. Для этой цели пригодны ПУ-1Б, ПУ-3, ПСШ-3, АС-2, АПЗ-10, ПЗ-10, «Колос», «Мобитокс» и др. Перед работой машины для протравливания следует тщательно очистить от остатков ядохимикатов, промыть и обезвредить согласно санитарным правилам. Однако практика применения нитрагина показала, что препарат обладает сыпучестью и неравномерно поступает в смесительную камеру при обработке семян сухим способом и с увлажнением на машинах АС-2, ПСШ-3, ПУ-3.

На существующих машинах для протравливания не обеспечивается требуемое качество обработки семян нитрагином,

но механизация процесса нитрагинизации настоятельно диктуется предстоящим увеличением посевов сои и необходимостью обработки больших партий посевного материала. Как показывает практика, для этой цели лучше подходят машины порционного действия с вращающимися барабанами типа существующих бетономешалок. В таких машинах можно совместить процессы нитрагинизации и протравливания семян сои.

Под инокулированными растениями в почве формируется популяция клубеньковых бактерий, насчитывающая к концу вегетации от нескольких тысяч до нескольких миллионов клеток на 1 г почвы, в последующие годы она уменьшается до десятков и сотен клеток и длительное время сохраняется под другими культурами севооборота.

Из микроудобрений, применяемых на сое, наиболее часто используется молибден. Этот элемент повышает активность фотосинтетических процессов, устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды и к поражению фитопатогенами, увеличивает количество клубеньков на корнях сои. Молибден входит в состав ферментов нитрагеназы и нитратредуктазы, участвуя таким образом в симбиотрофном питании растений азотом.

Если в почве содержится менее 0,3...0,5 мг молибдена на 1 кг почвы, то необходимо внести его в составе макроудобрений или обработать семена сои раствором молибденово-кислого аммония или натрия (25–50 г на гектарную норму семян).

Молибденово-кислый аммоний следует применять следующим образом: 50 г соли растворить в 1 л горячей воды, раствор охладить (иногда выпадают игольчатые кристаллы соли в связи со слабой растворимостью), увлажнить им гектарную норму семян, опылить их соответствующим количеством нитрагина и тщательно перемешать. Молибденово-кислый натрий растворяют в холодной воде из расчета 50 г/л.

Инокулированные растения сои оставляют после уборки большее количество корневых и пожнивных надземных остат-

ков, которые к тому же богаче азотом, чем неинкулированные. Остатки сои в почве быстро разлагаются, повышая ее плодородие и обеспечивая элементами питания последующие культуры севооборота.

После уборки инокулированной сои в почве остается популяция клубеньковых бактерий, которая не оказывает отрицательного влияния на рост и развитие последующих культур севооборота и безопасна для животных и насекомых, обитающих в поле. Эта популяция, состоящая из отселекционированного эффективного и конкурентоспособного штамма клубеньковых бактерий сои, вызывает «спонтанное» образование клубеньков при последующем культивировании сои на данном поле и более устойчива ко всякого рода неблагоприятным воздействиям на почву и растения (засуха, применение ядохимикатов и пр.), чем клубеньковые бактерии, применяемые в форме препарата ризоторфина нитрагина.

В микрополевых опытах СибНИИ кормов (1998...2000 гг.) совместно с ИХКГ и ЦСБС СО РАН проведены эксперименты по влиянию ризоторфина и ассоциативных бактерий на урожайность сои. Ассоциативные бактерии вносились ранцевым опрыскивателем по вегетирующим растениям в фазе двух настоящих листьев. Учетная площадь деланки – 4,2 м² в 12-кратной повторности (табл. 26).

Соблюдение технологии применения ризоторфина гарантирует выживание клубеньковых бактерий в почве, колонизацию ими корневой системы и формирование симбиотического аппарата.

Сроки посева являются основополагающим элементом зональных технологий возделывания. В отличие от остальных приемов повышения урожайности (обработка почвы, удобрения, гербициды) они не требуют дополнительных вложений и в то же время оказывают существенное, а зачастую и решающее влияние на величину урожая. Фрагментарные опыты по изучению этих элементов технологии проводились еще в 1966...1974 гг. И.Н. Смирновым в СибНИИСХ. Более детальное их изучение в трехфакторных полевых опытах было

Таблица 26

**Урожайность сои в зависимости от обработки
азотфиксирующими бактериями**

Варианты опыта	Масса, г		Масса 1000 семян, г	Продуктивность на 1 м ²			Прибав- ка, %
	снопа	семян		кол-во растений, шт.	масса семян на 1 расте- ние, г	масса семян с делянки, г	
Контроль (без обработки)	1465	504	112,0	54,0	2,22	120,0	100,0
Ассоциативные бактерии	1525	585	119,25	50,8	2,76	139,2	116,06
Ризоторфин	1557	678	119,75	53,4	3,02	161,43	134,53
НСР ₀₅			4,38			22,2	

продолжено В.У. Нечаевой в 1981...1983 гг. С 1995 по 1999 г. подобные исследования проведены в АНИИЗиС (Васякин, Овсянников, 2000).

Исследованиями СибНИИ кормов установлено, что лучшим сроком посева сои СибНИИК-315 на семена для лесостепной зоны Западной Сибири является 25...30 мая, когда температура почвы на глубине 6...8 см достигнет +10...+12°C. Посев сои должен быть проведен в самые сжатые сроки. При посеве в более ранние сроки (в конце апреля – начале мая) семена долго лежат в почве и загнивают, что приводит к резкому снижению густоты стояния растений.

Важным фактором, определяющим сроки посева, а вместе с ними величину урожая и качественные параметры семян, является инокуляция. Так, обработка семенного материала сои штаммом 6346 резко повышает всхожесть семян по сравнению с неинокулированными (рис. 5–6).

Для получения своевременных всходов на черноземной почве семена следует высевать во влажный, хорошо прогретый слой почвы на глубину 4–5 см. Вынося семядоли на поверхность, соя сильно страдает от глубокой заделки семян, особенно на тяжелых заплывающих почвах.

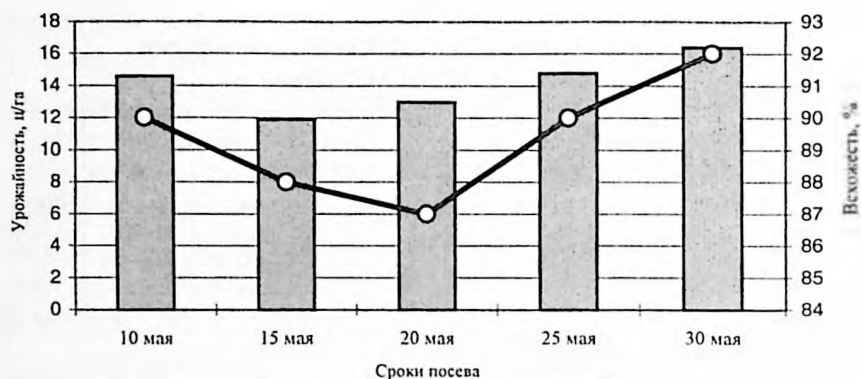


Рис. 5 Влияние сроков посева неинокулированными семенами на урожай и всхожесть семян сои (среднее за 3 года):

■ — урожайность, ц/га. —○— всхожесть семян, %

Сроки посева сои следует ежегодно корректировать в соответствии со складывающимися погодными условиями и подходить дифференцированно не только в пределах различных районов, но и различных полей.

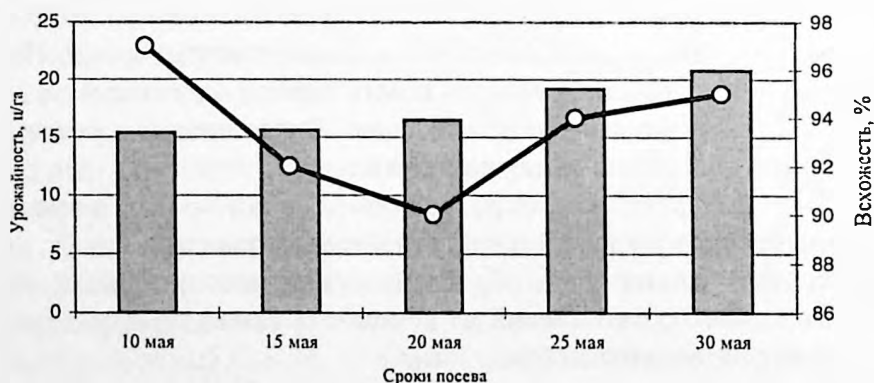


Рис. 6. Влияние сроков посева инокулированными семенами (ризобиум, штамм 6346) на урожай и посевные качества семян сои (среднее за 3 года):

■ — урожайность, ц/га; —○— всхожесть семян, %

В условиях Омска при посеве сорта сои Омская 3 с 10 по 31 мая в среднем за три года была получена практически одинаковая урожайность, хотя в отдельные годы различия были существенными (табл. 27).

Так, в 1981 г. наиболее высокая урожайность зерна (14 ц/га) была получена при раннем сроке посева (10 мая). В 1983 г. при позднем сроке посева (31 мая) получили 15,2 ц/га, а при раннем – на 3 ц/га меньше. Столь противоречивые результаты объясняются различиями условий вегетации в годы исследований. В 1981 г. май был теплым, в первой декаде июня выпало 57 мм осадков (357% нормы), среднесуточные температуры в июне были оптимальными для сои. Все это способствовало формированию более высокого урожая на посевах раннего срока. В то же время высокие температуры (на +4...+5°C выше оптимальных) и дефицит осадков в июле и августе отрицательно сказались на урожае поздних сроков посева.

В 1983 г., наоборот, май был необычно холодным, в третьей декаде среднесуточная температура воздуха была на 7...8°C ниже средней многолетней, и всходы на посевах 10 и 17 мая появились лишь через 20–23 дня. Длительное воздействие низких температур на проростки сои отрицательно сказалось на последующем развитии растений. Закладка и формирование генеративных органов на посевах первых сроков проходили в условиях недостатка влаги и низкой относительной

Таблица 27

Урожайность зерна сои в зависимости от сроков посева

Срок посева (Омск)	Урожайность, ц/га			Срок посева (Барнаул)	Урожайность, ц/га		
	средняя	колебания по годам	амплитуда колебаний		средняя	колебания по годам	амплитуда колебаний
10 мая	11,9	9,5–14,0	4,5	5 мая	13,8	8,2–20,0	11,8
17 мая	11,2	8,9–12,8	3,9	15 мая	13,8	9,5–18,6	9,1
24 мая	11,5	8,8–14,8	6,0	25 мая	15,8	11,7–18,9	7,2
31 мая	11,6	9,5–15,2	5,7	5 июня	14,6	10,2–20,6	10,4
НСР ₀₅	0,6	0,5–0,8		НСР ₀₅	0,8	0,6–1,2	

Примечание. (Омск – 1981...1983 гг.; Барнаул – 1995...1999 гг.).

влажности воздуха первой половины июля. Рост и развитие растений на посевах последующих сроков проходили в более благоприятных условиях.

В 1982 г. в первые две декады июля, когда соя находилась в фазе бутонизация – начало плодообразования, удерживалась очень сухая погода с низкой относительной влажностью воздуха и высокими среднесуточными температурами. В результате урожай зерна сои на посевах всех сроков был получен ниже (8,8...10 ц/га), чем в 1981 и 1983 гг. Обильные осадки в конце июля способствовали небольшому увеличению урожая лишь на посеве 31 мая.

В среднем за три года урожайность оказалась практически одинаковой на всех сроках посева. По данным А.М. Асанова (1995...1997 гг.), несколько больший урожай был получен при посеве 20...21 мая, хотя различия между сроками с 10 по 26 мая были незначительными.

По результатам изучения в Барнауле применительно к сорту Алтом в среднем за 5 лет при посеве 25 мая урожайность была более стабильной и на 2,2 ц/га выше, чем при посеве в первой половине мая. Однако в отдельные годы более высокий урожай обеспечивал посев в начале мая. Так, в благоприятном 1995 г. растения поздних сроков посева затянули вегетацию и попали под сентябрьские заморозки ($-6...-7^{\circ}\text{C}$). В результате на июньском сроке посева урожай щуплого, морозобойного зерна был ниже, чем на посевах в начале мая. Наоборот, в засушливые 1997, 1999 гг. за счет использования осадков в конце июля и в начале августа более высокий урожай обеспечивали поздние сроки посева.

Учитывая многолетние данные распределения осадков и среднесуточных температур в лесостепных районах Западной Сибири, где годы с максимумом осадков в июле и с более или менее засушливыми маем и июнем составляют более половины (в среднем за 50 лет по Омску и Барнаулу), предпочтение следует отдавать посевам в конце мая. Годы с достаточно хорошим и равномерным увлажнением в июне и июле составляют 12...16,8% от числа проанализированных. В такие годы

создаются примерно одинаковые условия для всех сроков посева, но более благоприятные температуры и лучшие условия азотного питания в начальный период роста, возможность дополнительной культивации для борьбы с сорняками также способствуют получению более высоких урожаев на поздних сроках посева. Таким образом, в большинстве случаев лучшим сроком посева скороспелых сортов сои является 25...30 мая.

Результаты анализа по элементам структуры урожая также показали, что в условиях Приобской лесостепи Алтайского края на поздних сроках посева растения сорта сои Алтом полностью реализовали свой потенциал продуктивности. В среднем за годы изучения (Овсянников, Васякин, 1996–1999) масса семян на одно растение была более высокой (5,78...5,97 г) на посевах, проведенных 25 мая...5 июня, за счет несколько большего числа бобов, семян в бобе и массы 1000 семян (табл. 28).

В условиях Омской области скороспелые сорта сои Омская 4, Омская 5 и Смена следует высевать с 10 по 17 мая, а ультраскороспелые – СибНИИК-315, Степная 85, Степная 90, Могива – 20–22 мая (Технология возделывания..., 1997).

В лесостепной зоне Алтайского края в 1981–1983 гг. урожайность сои сортов несибирского экотипа Смена и Спутник при раннем (5 мая) сроке посева была выше на 2,0 ц/га, чем при позднем при оптимальной норме посева (Исаев, 1995).

А.М. Асанов (1998) в исследованиях в лесостепной зоне

Таблица 28

Формирование элементов структуры урожая сорта Алтом в зависимости от сроков посева (1996–1999 гг.)

Срок посева	На одно растение, шт.			Масса 1000 семян, г	Масса семян на одно растение, г	Урожайность зерна, ш/га
	бобов	семян в бобе	всего семян			
5 мая	17,8	1,88	32	150	4,83	12,2
15 мая	15,4	1,91	30	151	4,50	12,6
25 мая	17,9	2,05	38	154	5,78	15,4
5 июня	18,5	1,98	40	152	5,97	15,7

Омской области показал, что в среднем за 3 года максимальная урожайность сортов СибНИИК-315 и СибНИИСХ-6 была получена при посеве 20...21 мая – соответственно 19,8 и 16,8 ц/га, но достоверные различия по урожайности у сортов отсутствовали по срокам с 10 по 26 мая.

В опытах А.В. Красовской (2003) в условиях южной лесостепной зоны Омской области в среднем за 1995...1997 гг. самая высокая урожайность зерна сои сорта СибНИИК-315 была при посеве 10 мая (табл. 29).

Способы посева и норма высева. Способ посева в условиях Западной Сибири оказывает существенное влияние на урожай. В настоящее время нет однозначной рекомендации по этому вопросу. Так, в Алтайском крае рекомендуется высевать сою с междурядьями 15 и 45 см, в Омской области – 15 и 70 см.

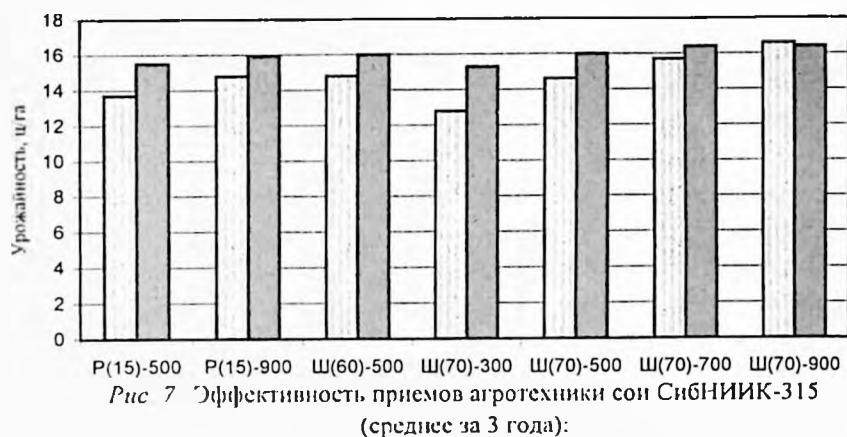
Многолетние эксперименты СибНИИ кормов свидетельствуют о том, что способ посева в значительной мере зависит от засоренности поля, видового состава сорняков и влагообеспеченности. При этом на чистых от сорняков полях (пар) возможны посевы с междурядьями 15 см. Вместе с тем, как показали дальнейшие исследования, широкорядные посевы с междурядьями 70 см обеспечивают урожай сои даже выше, чем рядовые посевы, но при меньшей норме высева (рис. 7). Кроме этого, при широкорядных посевах изменяется высота прикрепления нижних бобов сои в сторону увеличения (рис. 8).

В условиях степной зоны Омской области норма высева

Таблица 29

Урожайность зерна сои в зависимости от сроков посева
(рядовой, с нормой высева 600 тыс. всхожих семян на 1 га)

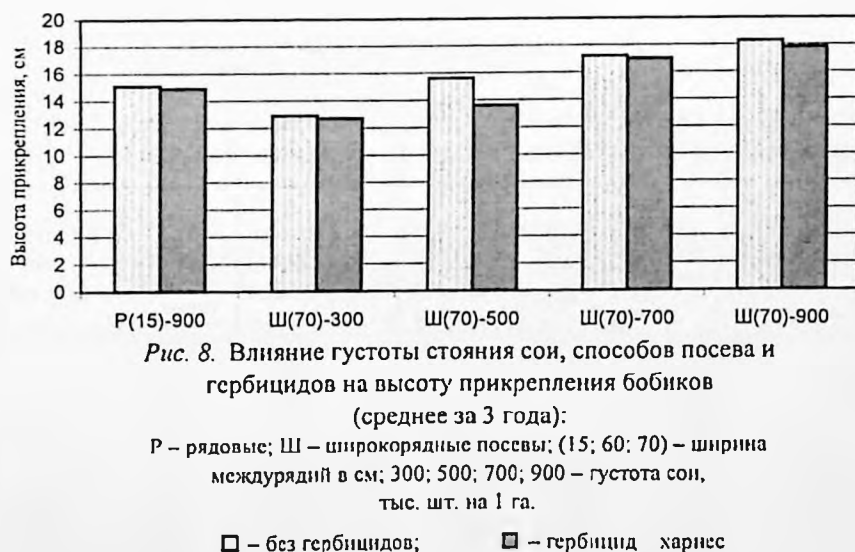
Срок посева	Год			Среднее за 3 года
	1995	1996	1997	
10 мая	26,9	28,8	23,1	26,3
20 мая	18,9	26,4	22,3	22,5
30 мая	13,2	–	16,9	14,2
НСР ₀₅	2,72	1,39	1,45	



Р – рядовые, Ш – широкорядные посевы; (15, 60, 70) – ширина междурядий в см; 300, 500, 700; 900 – густота сои, тыс. шт. на 1 га.

□ – фон – без гербицидов; ■ – фон – гербициды

семян сои зависит от способов посева. Установлено, что при рядовом посеве целесообразно высевать 600 тыс. всхожих зерен



Р – рядовые; Ш – широкорядные посевы; (15; 60; 70) – ширина междурядий в см; 300; 500; 700; 900 – густота сои, тыс. шт. на 1 га.

□ – без гербицидов; ■ – гербицид харнес

на 1 га, а при широкорядном на 70 см – 400 тыс. Для семеноводческих посевов и размножения сортов лучше использовать широкорядные посевы с нормой высева 300...400 тыс. семян на гектар.

Для лесостепной зоны Алтайского края способ посева и нормы высева по урожайности различаются несущественно (табл. 30).

Сравнительная оценка показала, что на посевах с междурядьями 45 см растения были несколько выше, больше ветвились, выше располагались нижние бобы в сравнении с рядовым посевом через 15 см.

На широкорядных посевах, в благоприятные годы растения формировали больше бобов, выше была масса 1000 семян, продуктивность одного растения, а следовательно, и урожайность семян (табл. 31).

В годы с недостаточным увлажнением различия по урожайности семян между исследуемыми способами посева были весьма незначительными. Хотя широкорядные посевы и давали несколько лучший результат, вероятно, за счет междурядных обработок, играющих роль «сухого полива», т. е. более эффективного сохранения влаги. В годы, благоприятные по

Таблица 30

**Формирование элементов структуры урожая сои сорта Алтом
в зависимости от способа посева и нормы высева (1966...1999 гг.)**

Фактор	Градация фактора	На одно растение, шт.			Масса 1000 семян, г	Масса семян на одно растение, г	Урожайность зерна, ц/га
		бобов	семян в бобе	всего семян			
Способ посева	Рядовой	16,7	1,95	33	149	4,91	13,5
	Широко-рядный	18,2	1,96	36	155	5,61	14,5
Норма* высева, млн шт./га	0,4	22,0	2,01	45	155	7,09	13,4
	0,6	18,6	1,97	38	153	5,67	14,1
	0,8	15,0	1,92	29	150	4,30	14,0
	1,0	13,8	1,90	27	150	4,00	14,5

* Широкорядный посев.

Таблица 31

Сравнительная оценка способов посева сои

Пункт и годы изучения	Способ посева	Высота растений, см	Высота до нижнего боба, см	Число ветвей на растении	Урожайность зерна, ц/га
Омск, 1981–1983 гг.	Рядовой	45	12	1,3	11,3
	Ширококорядный	47	14	1,6	11,7
Барнаул, 1995–1999 гг.	Рядовой	58	13	1,4	13,8
	Ширококорядный	61	14	1,8	15,2
Новосибирск, 1995–1997 гг.	Рядовой	–	15	–	13,7
	Ширококорядный	–	17	–	15,7

увлажнению (1995...1996), ширококорядные посевы превышали рядовые по урожаю семян на 2,0...2,9 ц/га. Преимущество ширококорядных посевов проявлялось независимо от сроков и норм посева (табл. 32).

Однако следует учитывать, что преимущество ширококорядных посевов проявляется в благоприятные годы и только при качественном и своевременном проведении междурядных обработок. В производственных условиях вполне приемлем рядовой способ посева через 15 см, так как он технологически более прост и требует меньше затрат.

Во все годы изучения при нормах высева от 600 тыс. до 1 млн семян/га различия по урожайности, за вычетом высеянных семян, были незначительными. С увеличением норм высева

Таблица 32

Урожайность зерна сои в зависимости от способов посева и норм высева, ц/га

Пункт и годы изучения	Способ посева	Норма высева, млн шт./га			
		0,3–0,4	0,5–0,6	0,7–0,8	0,9–1,0
Омск, 1981–1983 гг.	Рядовой	9,8	11,0	12,2	12,3
	Ширококорядный	10,3	11,7	12,3	12,6
Барнаул, 1995–1999 гг.	Рядовой	12,7	13,8	14,2	14,6
	Ширококорядный	14,4	14,9	15,2	16,1
Новосибирск, 1995–1997 гг.	Рядовой	–	14,7	–	15,1
	Ширококорядный	12,9	15,5	17,1	18,3

снижались показатели элементов продуктивности и масса семян одного растения с 7,09 г при норме 0,4 млн/га до 4,0 г при 1 млн/га. Однако снижение продуктивности одного растения компенсировалось увеличением числа растений на единице площади и в результате различия по урожайности при нормах высева от 0,6 до 1,0 млн/га были незначительными. Поэтому при выборе нормы высева следует ориентироваться на заданную густоту стояния растений. Для скороспелых сибирских сортов оптимальной является густота стояния растений к уборке 400–500 тыс/га. С учетом лабораторной и полевой всхожести семян нормы высева устанавливаются от 600 до 800 тыс. семян на 1 га (табл. 33).

Влияние изучавшихся факторов и их взаимодействия на величину урожая семян сои в обоих пунктах было подвержено значительному варьированию в зависимости от условий года. В среднем за годы изучения в Омске наибольшее влияние (36,3%) на урожайность сои оказывал срок посева, но в засушливом 1982 г. его влияние снизилось до 3,2%, а в 1981 г. достигало 63,4%.

Способы посева были вторым фактором по степени влияния (30,6%) на урожайность, но в 1981 г. и их роль оказалась незначительной. В меньшей степени величина урожая зависела от норм высева. Подобные же результаты были получены и в Барнауле (1995...1999 гг.), но здесь еще в большей степени проявилось влияние сроков посева (69,3%). Влияние взаимодействия изучавшихся факторов было незначительным.

Таблица 33

**Норма высева семян сои для создания густоты стояния растений
400–500 тыс/га**

Лабораторная всхожесть, %	Норма высева			
	тыс. шт./га	шт. на 1 пог. м при междурядьях		
		70 см	45 см	15 см
95...90	600	42	27	8
90...85	650	45	29	9
85...80	700	49	32	10
80...75	800	56	36	12

Установлено (Асанов, 1998), что достоверное изменение урожая сои в Омской области вызывали нормы высева и сорта. Способ и срок посева в пределах незначительного интервала изучаемых календарных дат в исследованиях не имели существенного влияния.

Недостоверными были и многие парные, тройные и четвертные связи (рис. 9). Мощным фактором увеличения продуктивности является *сорт* – 55,2%. На долю фактора *норма посева* приходится 30,7%, а взаимодействие *срока* и *нормы высева* – лишь 5,6%.

Исследованиями СибНИИСХ (Асанов, 1998) убедительно доказана взаимосвязь норм высева и способов посева сои. Так, при посеве 10 мая максимальная урожайность сортов СибНИИК-315 и СибНИИСХ-6 обеспечивалась при обычном посеве с междурядьями 30 см с нормой высева 0,8 млн всхожих семян на 1 га (табл. 34).

В условиях лесостепи Приобья Алтайского края (Исаев, 1995) наибольшая урожайность семян сои получена при посеве 5 мая с нормой высева 600 тыс. всхожих семян у сорта Смена – 15,4, Спутник – 15,9 ц/га (табл. 35).

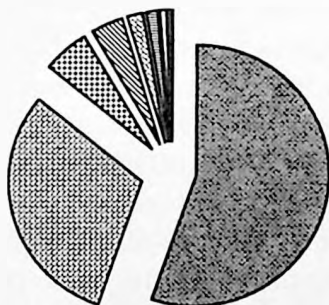


Рис. 9. Долевое участие факторов в формировании урожая семян сои, % (1995–1997 гг.):

- | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| ■ сорт; | ▨ норма высева; | ▤ срок посева и норма высева; |
| ▧ срок посева и сорт; | ▩ срок и способ посева; | ▥ сорт и способ посева |
| □ сорт и норма высева; | ■ способы посева; | |

Таблица 34

Урожайность сои в зависимости от норм высева и способов посева,
ц/га (среднее за 1995...1997 гг.)

Норма высева, млн семян на 1 га (С)	Междурядье, см (Д)				Среднее по фактору С
	15	30	45	60	
СибНИИК-315 (В), посев 10 мая (А)					
0,4	15,9	1,56	1,62	1,47	15,6
0,6	16,5	1,86	1,72	1,57	17,0
0,8	19,2	2,01	1,86	1,71	18,8
1,0	17,3	1,80	1,72	1,64	17,3
Среднее	17,3	1,81	1,73	1,60	Х
СибНИИСХ-6 (В), посев 10 мая (А)					
0,4	1,24	1,27	1,21	1,19	12,3
0,6	1,32	1,43	1,43	1,26	13,6
0,8	1,52	1,53	1,49	1,46	15,0
1,0	1,45	1,40	1,48	1,46	14,5
Среднее	1,39	1,41	1,41	1,35	Х

НСР₀₅ факторов: А $F_{\phi} > F$; В = 0,9; С = 0,12; Д $F_{\phi} < F$.

НСР₀₅ для сравнения частных средних = 0,44.

По данным А.Н. Силантьева и др. (1997), в засушливых условиях степной зоны Омской области положительные результаты дают полосные посевы сои и кукурузы по схеме 8 x 8 (8 рядков сои и 8 рядков кукурузы), 6 x 6 или 6 x 2, исходя из принципа – ширина полосы сои должна быть кратной захвату жатки комбайна (табл. 36). Чем засушливее условия, тем уже должна быть полоса кукурузной кулисы.

Сроки, способы посева и нормы высева оказывали заметное влияние и на габитус растений. При более поздних сроках, на широкорядных посевах и с повышением норм высева увеличивалась высота растений и, что особенно важно, высота прикрепления нижнего боба.

Высота прикрепления нижнего боба тесно связана с продолжительностью вегетационного периода сорта. Чем скороспелее сорт, тем ниже формируются бобы (Martin, Wilcox, 1973). У ультраскороспелого сорта Омская 3 нижние бобы закладывались в среднем на высоте 8...12 см, а у более поздне-

Таблица 35

**Структура урожая сои в зависимости от сорта и нормы высева
(среднее за 1981–1983 гг.)**

Сорт	Норма высева, тыс. шт./га	Высота прикреп- ления нижних бобов, см	Число бобов, шт./рас- тение	Число семян, шт./рас- тение	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г	Биоло- гическая урожай- ность, ц/га
Смена	200	8,4	21	42	5,4	142,5	9,2
	400	9,2	23	46	4,0	139,8	13,2
	600	10,3	21	44	3,2	137,2	15,4
Спутник	200	7,9	21	42	6,1	152,4	10,4
	400	9,3	20	41	4,0	150,0	13,5
	600	10,5	19	40	3,3	147,1	15,9

спелого Алтом – на высоте 13...15 см. В годы изучения средняя высота прикрепления нижних бобов у сорта Алтом составляла 13,4 см (от 9,0 до 18,9 см). Ниже 10 см формировалось не более 2...3 бобов, что составляет 2,2% семян от общего их числа на растении. На высоте 10...15 см формировалось от 9,4 до 11,5% семян. Следовательно, высота скашивания сои сорта Алтом не должна превышать 10 см, так как даже в этом случае за счет несрезанных бобов потери могут достигать 1,5...3,0% семян. Более скороспелые сорта СибНИИК-315 и СибНИИСХоз-6 во избежание потерь необходимо скашивать не выше 6–8 см.

Проведенные исследования не выявили существенного влияния сроков, способов и норм высева на накопление белков

Таблица 36

**Урожайность зерна сои СибНИИК-315 при полосном посеве
с кукурузой, ц/га (ОПХ «Новоуральское»)**

Год	Контроль – обычный посев	Полосный посев (соя + кукуруза)	Прибавка урожая
1993	16,2	19,3	3,1
1994	15,7	19,8	4,1
1995	9,5	11,5	2,0
В среднем	13,8	16,9	3,1

в семенах сои (табл. 37). В то же время в зависимости от условий года содержание белков колебалось от 34,1% (1981 г.) и 36,4 (1995 г.) до 40,2 (1982 г.) и 40,5% (1999 г.).

Способы посева и нормы высева в целом не влияли на содержание жира в семенах. Однако при ранних сроках посева его накапливалось несколько больше, чем при поздних. Более существенное влияние на накопление жира также оказывали условия вегетационного периода. В резко засушливые годы его накапливалось значительно меньше – 16,5% (1981, 1999 гг.), чем в благоприятные по увлажнению – 19,6 и 20,3% (1982, 1995 гг.).

Для широкорядного посева сои кукурузные сеялки СУПН-8 оборудуются простыми приспособлениями, обеспечивающими высев семян с нормой до 700 тыс. шт. на 1 га. При установке приспособления не требуется увеличения производительности источника разряжения (газоструйного компрессора, вентилятора, эжектора) сеялки. Разработчик приспособления – Челябинский НИИСХ. Монтаж приспособления заклю-

Таблица 37

Содержание белков и жира в зависимости от сроков, способов и норм высева сои, %

Срок посева		Омск (1981–1983 гг.)		Барнаул (1995–1999 гг.)	
Омск	Барнаул	Белки	Жиры	Белки	Жиры
10.05	5.05	37,3	18,6	37,8	20,5
17.05	15.05	36,4	17,9	35,8	21,1
24.05	25.05	36,5	17,6	36,5	19,9
31.05	5.06	37,2	17,2	37,2	19,6
Способ посева					
Рядовой		37,0	17,8	37,1	20,2
Широкорядный		37,0	17,8	37,1	20,2
Норма высева, млн шт./га					
0,4	0,4	37,1	18,0	37,1	20,4
0,6	0,6	36,8	17,7	37,0	20,2
0,8	0,8	36,8	17,8	37,1	20,2
1,0	1,0	36,9	17,8	36,2	20,2

чается в замене серийного комплекта дисков и уплотняющих прокладок на специальные.

Можно также использовать приспособления СибНИИСХ или соевые диски конструкции Кировоградского ПКИ, обеспечивающие устойчивый высев.

В условиях лесостепной зоны Новосибирской области фактическая густота стояния растений сои должна составлять 400–500 тыс./га. Для широкорядных посевов сеялкой СПЧ-6А не требуется переоборудования.

Уход за посевами. Его необходимо начинать с послепосевного прикатывания почвы. Этим обеспечивается более дружное и равномерное появление всходов за счет подтягивания почвенной влаги к семенам. Для набухания и прорастания семян сои влаги требуется в 2–3 раза больше, чем для мятликовых культур. Вместе с тем прикатывание выравнивает почву, что обеспечивает качественное до- и послебросовое боронование. Сравнительно медленные темпы роста сои в первый период вегетации создают благоприятные условия для роста сорняков. Успешного подавления сорняков в ее посевах можно достичь только при сочетании гербицидов со своевременным проведением механических обработок посевов.

Весьма эффективным приемом ухода за посевами сои является боронование. До появления всходов через четыре–пять дней после посева поперек рядков проводится первое боронование сетчатыми, легкими или средними зубовыми боронами.

Не следует проводить боронование, если ростки сои находятся в фазе изогнутого колена у поверхности почвы. Бороновать сою по всходам можно от фазы первого настоящего листа до 2–3 настоящих листьев. Наибольший эффект боронование всходов дает, когда сорняки находятся в фазе проростков («белых нитей») или в виде семядольных листьев. При этом уничтожается до 80...90% сорняков и повреждается не более 10% растений сои. Боронование по всходам следует проводить при скорости движения агрегата 3–5 км/ч поперек посева не ранее 12 ч дня, когда тургор у растений снизится (рис. 10).

На широкорядных посевах сои сроки проведения междурядных обработок и их число зависят от появления всходов сорняков. Обычно проводится одна–две культивации культиваторами КРН-4,2 или КРН-5,6. Защитная зона при обработке междурядий должна быть 5...6 см. Глубина культивации устанавливается с учетом полного подрезания сорняков, но не глубже 5...7 см, чтобы не повредить корневую систему сои. Обработка междурядий культиваторами не только уничтожает сорняки, но и, улучшая воздухообмен в почве, способствует повышению азотфиксации клубеньковых бактерий. Поэтому даже на чистых от сорняков полях междурядная культивация перед бутонизацией сои оказывает положительное влияние на величину урожая. При необходимости междурядную обработку можно совмещать с подкормкой растений фосфорно-калийными удобрениями.

Одним из действенных способов снижения засоренности соевых ценозов является оптимизация сроков посева. В условиях Омской области (Асанов, 1998) доказано, что по мере переноса сроков посева от ранних к поздним количество и масса сорняков, а также их доля в общей биомассе уменьшаются (табл. 38).

Анализ видового состава сорняков показывает, что в посевах сои преобладают однолетние злаковые – просо куриное, щетинник и двудольные – щирица, марь, паслен и др. Во второй половине вегетации появляются многолетние сорняки – вьюнок, осот розовый, осот желтый и др. (рис. 11...20).

Таблица 38

Засоренность сои СибНИИК-315 при разных сроках посева
(среднее за 1995...1997 гг.)

Срок посева	Количество сорняков, шт./м ²	Масса сорняков, г/м ²	Процент от общей биомассы
10–11 мая	24,3	172	7,2
15–16 мая	23,0	199	9,1
20–21 мая	6,7	29	1,3
25–26 мая	5,3	20	0,8
30–31 мая	9,7	10	3,4

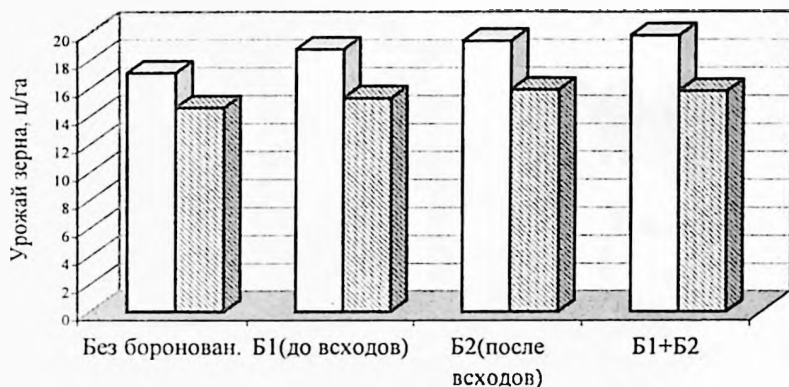


Рис. 10. Эффективность боронования посевов сои СибНИИК-315 (среднее за 3 года):

□ – гербицид трсфлан; ▨ – без гербицидов

Сорняки не только угнетают рост и развитие сои, но и потребляют большое количество питательных веществ и воды и снижают качество продукции. Ущерб от сорняков на посевах сои, как правило, превосходит потери от болезней и вредителей.

Гербициды. На первых этапах органогенеза соя очень плохо противостоит сорнякам. Если не уделять внимания ее защите, то урожайность культуры резко снижается, а при сильном засорении можно не получить урожай вообще. Например, в опытах лаборатории защиты растений АНИИЗиС, однолетние злаковые сорняки снижали урожайность сои в 4 раза (до 4 ц/га), а однолетние широколиственные – более чем в 2,5 раза (до 6 ц/га). В то же время на чистых от сорняков полях урожайность сои составляла 16 ц/га (Технология возделывания..., 1998). В экспериментах СибНИИ кормов потери урожая зерна сои от сорняков составляли 22...36% (Кашеваров и др., 1999).

Размещать сою следует только на полях, чистых от многолетних сорняков (осоты, бодяки и др.), так как эффективных гербицидов для борьбы с ними в посевах сои пока нет.

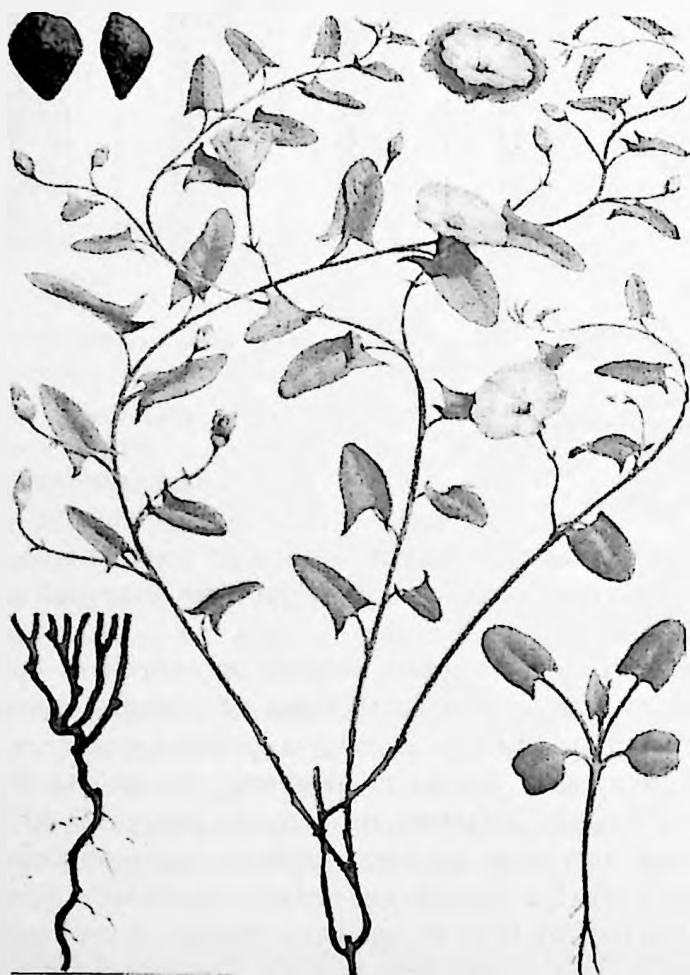


Рис. 11. Выюнок полевой (березка) – *Convolvulus arvensis* L.
Сем. Выюнковые. Корнеотпрысковый многолетник



Рис. 12. Горец выюнковый – *Polygonum convolvulus* L.
Сем. Гречишные. Однолетник



Рис. 13. Горчак розовый – *Acroptilon repens* L.
Сем. Астровые. Корнеотпрысковый многолетник. Сложноцветные

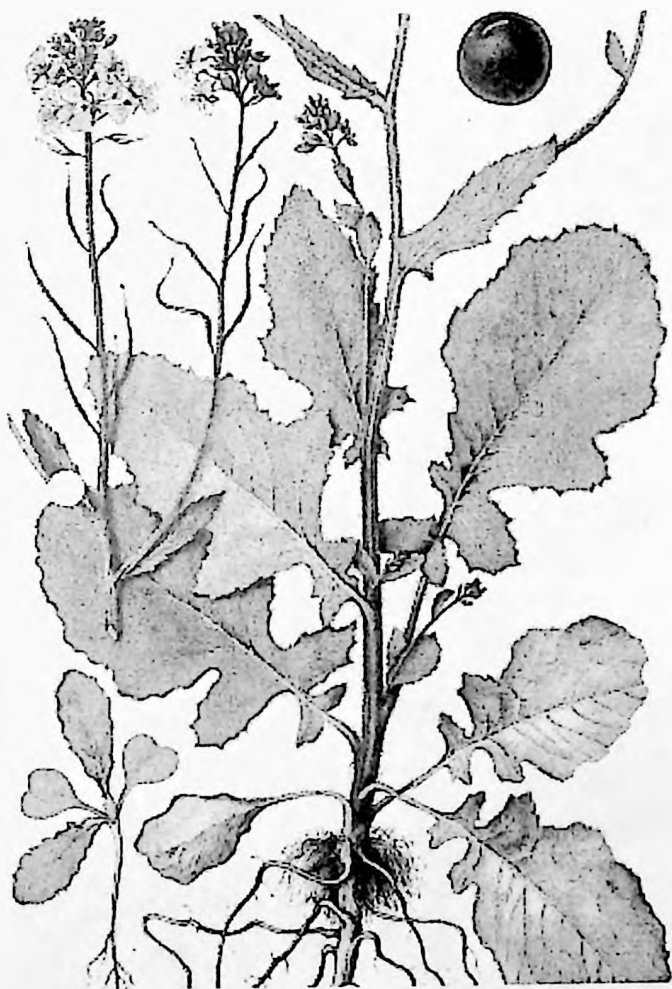


Рис. 14. Горчица полевая – *Sinapis arvensis* L.
Сем. Капустные. Яровой однолетник



Рис. 15. Марь белая – *Chenopodium album* L.
Сем. Маревые. Яровой однолетник



Рис. 16. Осот полевой желтый – *Sonchus arvensis* L. Сем. Астровые.
Корнеотпрысковый многолетник

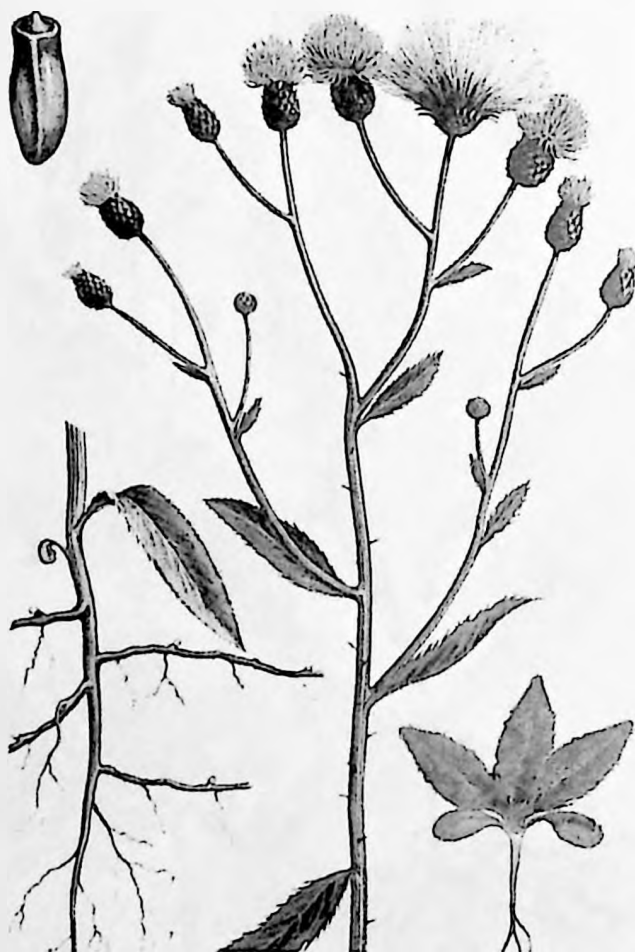


Рис. 17. Бодяк полевой (осот розовый) – *Cirsium arvense* L.
Сем. Астровые Корнеотпрысковый многолетник



Рис. 18. Редька дикая – *Raphanus raphanistrum* L.
Сем. Капустные (крестоцветные). Яровой однолетник



Рис. 19. Щетинник зеленый – *Setaria viridis* L.
Сем. Мятликовые (злаковые). Яровой однолетник



Рис. 20. Щирица запрокинутая – *Amaranthus retroflexus* L.
Сем. Щирицовые. Однолетник

Борьба с однолетними сорняками с помощью гербицидов ни в коем случае не исключает агротехнических приемов их уничтожения (предпосевная культивация, до- и послеуборочное боронование и др.).

Гербициды на посевах сои можно применять в два этапа: почвенные (базовые) – до посева, послеуборочные (страховые) – по вегетирующим растениям. Основным почвенным гербицидом для сои является трефлан (24% к. э.). По данным СибНИИ кормов, в результате применения этого препарата в дозе 4,5...5,0 кг/га за 5...6 дней до посева урожайность зерна сои повышалась на 3,1 ц/га. Отечественный аналог трефлана – нитран применяется против однолетних широколистных и мятликовых сорняков (в том числе овсюга), не действует на бобовые, капустовые, культурные и сорные растения сложноцветных. Нитран чрезвычайно летучий гербицид, поэтому его необходимо без промедления заделывать в почву культиватором. Результативность действия гербицида в значительной степени зависит от влажности почвы. В сухой почве и при заделке лушпильником препарат дает очень низкую эффективность. Выбор нормы расхода «нитрана» обусловлен механическим составом почвы и дозой внесения (от 4 до 8 л/га) и она тем выше, чем тяжелее почва.

Препарат растворяют в воде при норме расхода ее не менее 300 л/га, при этом, чем ниже относительная влажность воздуха и почвы, тем выше должен быть расход воды. При средних дозах применения гербицида его эффективность в почве сохраняется около месяца.

В послеуборочный период для защиты вегетирующих посевов сои от широколистных сорняков применяют гербицид базагран 48%-й в. р. в дозе 1,5...3,0 л/га и хармони (75%-й с.т.с.). Хармони обеспечивает хорошие результаты против всех широколистных сорняков, за исключением паслена черного. Этот гербицид отличается низкой токсичностью для человека, животных и насекомых. Расход препарата очень низкий (8 г/га) и его эффективность повышается при добавлении ионного смачивателя тренд-90 в дозе 200 мл/га, который постав-

ляется в комплекте с хармони. Опрыскивание проводится, когда у сои не более трех пар настоящих листьев, а у сорняков не более 6 листочков. У сои на первых порах тормозится рост, но это не отражается на продуктивности.

Для борьбы с мятликовыми сорняками гербицидов гораздо больше. Одним из лучших является фулор супер (7,5% к.э.). Он не угнетает сою, а все виды распространенных мятликовых сорняков, особенно просовидные, подавляет практически на любом этапе роста при внесении в дозе 0,8...1,0 л/га. Высокую результативность в борьбе против злаковых сорняков в посевах сои обеспечивают также гербициды набу (20% к.э.) в дозе 1 л/га, тарга супер (5% к.э.) в дозе 1 л/га и фюзилад супер (12,5% к.э.) в дозе 3 л/га. Опрыскивание этими препаратами проводят до конца кущения мятликовых сорняков.

С целью сокращения затрат рекомендуется использовать баковую смесь хармони и фулор супер. Норма расхода и технология применения препаратов не изменяются. При составлении баковой смеси вначале растворяют хармони.

Данные НИУ, опыт хозяйств, а также непосредственное изучение гербицидов показывают, что особенно эффективны на сое послевсходовые гербицидные обработки, так как они позволяют вести борьбу с сорняками целенаправленно при определенной степени засорения и видовом составе сорняков.

По данным СибНИИ кормов, высокоэффективным против однолетних мятликовых сорняков является фюзилад супер. В опытах 1997...1998 гг. в засушливых условиях наблюдалась очень высокая засоренность посевов сои мятликовым сорняком – до 336...630 шт. на 1 м². Применение фюзилада в норме 1,5...1,8 кг/га снижало засоренность культуры просом кукурузным и щетинником сизым на 83...96% и обеспечивало прибавку урожая зерна до 20...36,8%. Эффективность химпрополки составляет 96...99%. При смешанном типе засорения для уничтожения мятликовых и двудольных сорняков высокоэффективными являются баковые смеси гербицидов, например, фюзилада с хармони, блазера 2С с иллоксаном и др.

Из почвенных гербицидов используются трефлан, зенкор, фронтьер, харнес, трофи, дуалголд, верпам, малоран специаль, нитран, пивот, прометрин и стомп. Так как почвенные гербициды обладают повышенной летучестью и способностью быстро разлагаться при высокой температуре или влажности почвы и на свету, то после внесения препаратов необходима заделка их боровами. Гербициды можно вносить до посева культуры, одновременно с посевом, сразу или через 3 дня после посева, но до появления всходов, с заделкой боровами. Внесение гербицидов под предпосевную культивацию, как показывает практика, менее эффективно, чем заделка боровами. Результаты испытания почвенных гербицидов в СибНИИ кормов показывают, что эффективными в посевах сои являются фронтьер, харнес и трофи. Следует отметить некоторую фитотоксичность харнеса к сое, т. е. угнетение растений гербицидом, что происходит после выпадения более 20 мм осадков после внесения препарата. При этом может наблюдаться гофрированность листьев, изменение их окраски и формы. Внешних изменений растений сои от других гербицидов не отмечено.

При внесении почвенных гербицидов следует учитывать погодные условия, температуру воздуха и почвы и ее влажность. В засушливых условиях гербициды следует вносить до посева, во влажных — после посева сои. Несоблюдение этих правил приводит к снижению эффективности химвпрополок (табл. 40).

Гербицидные обработки против сорняков следует проводить только после обследования полей с уточнением количества и видов сорняков. Меньшую норму препарата вносят при средней засоренности и в раннюю фазу развития сои, большую — при сильной засоренности (особенно многолетними сорняками) и в фазу 3...5 листьев у сои.

При работе с гербицидами необходимо неукоснительно соблюдать правила и требования работы с вредными и ядовитыми веществами и требования личной гигиены.

На опрыскивателях при норме расхода рабочего раствора до 300...350 л/га используются щелевые распылители с

Применение гербицидов в посевах сои

Наименование гербицидов	Норма расхода		Сорные растения	Сроки и способы применения
	препарата, кг/га, л/га	Рабочего р-ра, л/га		
1	2	3	4	5
Базагран, 48% в.р.	1,5–3	300–400	Однолетние двудольные, в т.ч. дурнишник	Опрыскивание посевов в фазу 1–4 настоящих листьев культуры
Галакси топ (32+16) % в.р.	1,5–2,0	300–400	То же	То же
Хармони	6–8 г/га + 200 мл/га тренда-90	300–400	»	Опрыскивание посевов в фазу 1–2 настоящих листьев культуры
Иллоксан, 28% и.э.	3,0–3,5	300–400	Однолетние мятликовые	Опрыскивание посевов в фазу 2–4 листьев у просяных сорняков
Фюзилад супер, 12,5% и.э.	1,5–2,0	300–400	Однолетние и многолетние злаковые	Опрыскивание посевов в фазу 2–6 листьев у сорняков
Фуроре супер, 6,9% эмв	0,8–1,2	300–400	Однолетние мятликовые	То же
Поаст, 18,6% и.э.	1,0–3,0	300–400	То же	»
Трефлан, 24% и.э.	4–10	300–400	Однолетние мятликовые и двудольные	Опрыскивание почвы с немедленной заделкой

Окончание табл. 40

1	2	3	4	5
Харнес, 90% и.э.	1,6–3,0	300–400	Однолетние мятликовые и некоторые двудольные	Опрыскивание почвы до посева с заделкой или до всходов
Фронтгер, 90% и.э.	1,1–1,7	300–400	То же	Опрыскивание почвы до всходов культуры
Трофи, 90% и.э.	1,5–2,0	300–400	»	Опрыскивание почвы до посева (в засуш- ливую весну с заделкой на 2–4 см)
Дуал, 96% и.э.	1,6–3,0	300–400	»	Опрыскивание почвы до посева или до всходов
Тарга супер, 5,16% и.э.	1,0–2,0	300–400	Однолетние мятликовые	Опрыскивание посевов в фазу 2–4 листьев у сорняков
Зеллек супер	0,5–1,0	300–400	Однолетние мятликовые	Опрыскивание посевов в фазу 2–4 листьев у однолетних;
		300–400	Многолетние мятликовые	у многолетних – при высоте сорняков 15–20 см
Пивот, 10% в.к.	0,5–0,8	300–400	Однолетние мятликовые и двудольные	Опрыскивание почвы до посева (с заделкой на 3– 6 см), до всходов или опрыскивание посевов в фазе всходов – 2 настоящих листьев культуры
		300–400	Многолетние мятликовые	
Комманд, 48% и.э.	2–2,5	300–400	Однолетние двудольные и мятликовые	Опрыскивание почвы до посева или до всходов
Стомп, 33% и.э.	3–6	300–400	То же	То же

установкой их так, чтобы факел распыла был направлен назад примерно на $5...10^{\circ}$. При работе штанги опрыскивателей устанавливаются в горизонтальной плоскости на расстоянии 50...60 см от поверхности почвы.

Разрешается проводить работу при скорости ветра не более 3...5 м/с.

Эффективное использование машин для подготовки и внесения гербицидов зависит от соответствия технологии условиям проведения работ.

Раствор гербицидов готовят на стационарно-передвижных пунктах типа СЗС-10, СТК-5, «Кертитокс». Для транспортировки раствора и заправки им баков используют заправщики АЦА-3,85-53А или ЗЖВ-18.

Необходимо соблюдать следующие требования:

- раствор готовят в количестве, кратном объему баков опрыскивателя;

- перед приготовлением рабочей жидкости тщательно перемешивают гербицид в заводской таре, не открывая ее, поскольку возможно расслоение составных частей;

- допустимо отклонение средней концентрации рабочей жидкости от заданной на 5%;

- допускается неравномерность перемешивания рабочей жидкости в баке до 5%;

- запрещается использовать загрязненную и другую воду, приводящую к образованию твердых осадков и взвесей;

- требуется немедленное перемешивание гербицида с верхним слоем почвы, разрыв между внесением и заделкой – не более 15 мин.

Внесение гербицидов в почву – одна из важнейших операций интенсивной технологии производства сои. Очень важно добиться равномерного внесения раствора гербицидов по площади путем маркирования проходов и тщательной настройки опрыскивателя. При работе в ветреную погоду следует оборудовать опрыскиватель отсекателями.

Для внесения растворов используют опрыскиватели ПОУ, ОПШ-15, ОШТ-1, ОВТ-1В. Для заделки раствора базового

гербицида в почву при отсутствии комбинированных агрегатов используют культиваторы КПС-4, УСМК-5,4 А, оборудованные выравнивающими досками и катками-роторами, агрегатами РВК-3,6 или пружинными боронами БП-8. На почвах, плохо разрыхленных, сильно засоренных многолетними корнеотпрысковыми сорняками (пыреем, осотом и др.), лучше использовать орудие с дисковыми рабочими органами – дисковые бороны БДТ-7,0, БД-10, ЛДГ-10, ЛДГ-15, БМШ-15.

Уборка – ответственный и сложный период производства товарного и семенного зерна сои. Для получения высококачественного зерна уборку следует проводить в фазу полной спелости, а влажность зерна не должна превышать 18...19%. Основным признаком спелости – полное опадение листьев, подсыхание и побурение всех бобов и стеблей. У созревших семян оболочка плотно облегает семядоли, с трудом отделяется от них и становится хрупкой, у незрелых семян она эластична и легко отделяется от семядолей.

При уборке сои особое внимание следует обращать на низкий срез растений. При плохо отрегулированной высоте среза, невыровненной поверхности поля может теряться до 15...20% урожая (рис. 21).

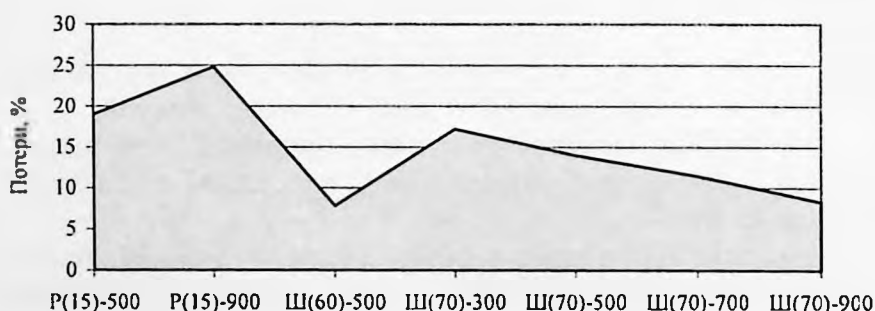


Рис. 21. Влияние способов посева и густоты стояния растений на величину потерь урожая сои (среднее за 3 года):

□ – потери урожая, %; Р(15, 60, 70) – ширина междурядий, см;
300, 500, 700, 900 – густота сои, тыс. шт. на 1 га

Сою лучше всего убирать прямым комбайнированием. При использовании комбайна СК-5 «Нива» частота вращения барабана обязательно должна снижаться до 400...600 об/мин путем установки специального цепного привода (приспособление 54-151 В). Регулировка очистки состоит в основном в настройке решет и вентиляторов. При сухом ворохе и нормальной загрузке решет жалюзи открывают наполовину, а воздушный поток не должен выдувать вместе с половой семена. Использование на уборке сои комбайнов, оборудованных на низкий срез, при соблюдении указанных режимов обмолота и регулировок рабочих органов позволяет получать чистоту семян в бункере не ниже 95...96%, сократить потери зерна до 3...4%, а сего дробление – до 2...3%. Для лучшей очистки режущего аппарата и предотвращения наматывания растений сои на планки мотвила их наращивают лопастями из прорезиненного ремня шириной 100...150 мм. Наилучшее качество работы мотвило дает, если окружная скорость планок превышает скорость движения комбайна на 10...20%.

На уборке сухого зерна сои зазор деки на входе – 14 мм, на выходе – 6. Для сырого зерна зазор деки на входе – 12, на выходе – 4 мм.

Чтобы при тяжелой массе уменьшить потери зерна в полу, жалюзи решет очистки открывают, при легкой массе жалюзи верхнего решета прикрывают примерно на три четверти. Для предотвращения потерь зерна сою убирают поперек рядков.

Перед началом уборки поле площадью более 10 га разбивают на загоны. Ширину загона устанавливают от длины гона (соотношение соответственно от 1 : 4 до 1 : 8), как показано ниже.

Длина гона, м – 400 600 800 1000 > 1000.

Ширина гона, м – 80 100 130 180 ~ 60.

Для определения недомолота за молотилкой из копны соломой, выгруженной на поле из копнителя, берут 50 стеблей. Из них вымолачивают бобы и пересчитывают зерна. Величину потерь определяют по данным табл. 41.

Таблица 41

Оценка потерь зерна на поверхности поля и в соломе, %

Среднее число зерен на растениях перед уборкой с 1 м ²	Урожайность, ц/га	Количество зерен на 50 растениях, взятых из соломы				
		2	4	6	8	10
До 300	до 5	0,7	1,3	2,0	2,7	3,3
301–500	6–8	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
501–650	9–11	0,3	0,6	0,9	1,3	1,6
651–850	12–14	0,3	0,5	0,8	1,2	1,5
851–1050	15–17	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1051–1300	18–30	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9

Поступающее от комбайнов зерно очищают на зерноочистительных машинах ОВП-20, ЗВС-10, МС-4,5а, «Петкус-гигант» и др. Очистка должна проводиться сразу же после уборки. Сушка семян необходима, если их влажность превышает 12–13%. Более влажные семена быстро теряют посевные качества. Очистку зерна необходимо закончить до наступления сильных морозов, так как при температуре –25...–30°С оно сильно дробится.

Соевую полосу и солому, являющуюся ценным кормом, требуется собрать и заготовить. Убирать их с полей следует тотчас же за скашиванием и обмолотом.

При сохранении семян необходимо регулярно следить за их всхожестью и влажностью.

При выращивании сои на силос и зеленую массу ее скашивают силосными комбайнами в период массового образования бобов, в стадии молочно-восковой спелости семян.

Подработка и сушка семян. Для получения высококачественных семян необходимо строгое соблюдение требований по технологии возделывания, качественной уборке, очистке и сушке. Особое внимание следует обращать на предупреждение травмирования семян в процессе уборки и подработки. По данным ВНИИ сои, повреждения семенной оболочки и семядолей существенно снижают не только посевные, но и в последующем урожайные качества сои (табл. 42).

Влияние повреждения семян на их посевные и урожайные качества

Показатели	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Урожайность, ц/га
Целые семена	95	99	93	24,5
Трещина семенной оболочки и семядоли	72	85	61	15,4

Очистка семян должна проводиться сразу же после уборки. Если технология выращивания и уборки сои соблюдается, то при очистке и подработке семян отходы не превышают 5...6%. После уборки семена сои подрабатывают на зерноочистительных машинах ОВС-25, ОВП-20А, ЗВС-10, МС-4,5а. На механизированных токах используются ЗАВ-20, ЗАВ-40, КСК-2К, КЗС-10Б, «Петкус-гигант» и др. Скорость воздушного потока устанавливают такую, чтобы с легкими примесями отсывалось не более 1...1,5% целых семян сои. Верхнее колосовое решето должно иметь отверстия круглой формы диаметром 8...9 мм, а подсеивное и сортировальное – прямоугольной формы размером 3,0...4,5 мм.

Сушка семян необходима, если их влажность превышает 14%. Более влажные семена быстро теряют посевные качества, поэтому сушить их надо сразу же после уборки и сортировки. Семена сои при сушке медленно отдают влагу (0,5...0,8% за 1 ч). Высокое содержание белков в семенах сои делает их очень чувствительными к температурному режиму, они выдерживают нагрев без ухудшения качества только до 35°C. Поэтому не рекомендуется сушить семена сои в шахтных и барабанных сушилках, целесообразнее использовать вентилируемые бункеры БВ-125 или напольные сушилки.

При хранении семян необходимо следить за их всхожестью и влажностью.

Семена должны быть первоклассными по показателям всхожести, крупности, энергии прорастания, с неповрежденной семенной оболочкой и не иметь признаков поражения бо-

лезнями и вредителями. Согласно ГОСТ-9669-75, по сортовым качествам семена сои делятся на 3 категории, по посевным – на 3 класса.

Использование для посева семян 1-го класса дает 2–3 ц/га дополнительного сбора урожая по сравнению с семенами, имеющими посевные качества ниже 3-го класса.

Смешанные посевы сои с силосными культурами. На зеленую массу и силос сою целесообразно выращивать в смеси или совместно с другими кормовыми культурами, значительно превосходящими ее по урожайности, поскольку сама соя в силу своих биологических и ботанических возможностей не способна сформировать большую биомассу.

В сравнении с другими бобовыми соя по некоторым агротехническим требованиям и биологическим особенностям лучше сочетается с поздними мятликовыми культурами – кукурузой, суданкой, просом кормовым, пайзой, чумизой, могаром, выращиваемыми на силос.

Взаимоотношения растений двух видов в смешанном или совместном посеве зависят от различных факторов: сорта, продолжительности периода вегетации, густоты стояния растений различных видов, способа посева, орошения, удобрения и др. Вследствие этого в литературе встречаются противоречивые данные по урожайности зеленой массы.

В СибНИИ кормов установлено (Шубина, 1984), что при благоприятных условиях увлажнения вегетационного периода смешанные посевы сои с кукурузой не уступают по продуктивности кукурузе. Однако в засушливые годы урожайность зеленой массы смеси может быть меньше. В опытах в среднем за три года (1980...1982) при оптимальных способах посева (в один ряд и ленточно 55+15) ее продуктивность была ниже на 7...8%, или на 2,9...3,4 ц/га (табл. 43).

При правильном соотношении компонентов и выполнении требований агротехники смешанные посевы обеспечивают почти такую же урожайность, что и посевы соответствующего мятликового компонента, но с большим содержанием переваримого протеина. Возделывание смешанных посевов кукурузы

Таблица 43

**Продуктивность смешанных и совместных посевов кукурузы с соей
(в среднем за 3 года)**

Вариант	Урожайность, ц/га		Сухое вещест- во, %	Сбор к. ед., ц/га	Переваримого протеина		Доля сои в урожае, %
	зеленая масса	сухая масса			ц/га	г/к.ед.	
Кукуруза	426	68,3	15,9	48,0	3,7	74	0,0
Соя – широкорядно (70 см)	139	40,4	29,2	30,8	4,9	162	100
Кукуруза + соя в один ряд	392	71,3	18,1	49,9	5,0	98	11,7
Кукуруза + соя через ряд на 70 см	307	60,9	20,0	44,1	4,8	108	17,2
Кукуруза + соя ленточно 55 +15 см	397	73,8	18,9	52,5	4,9	91	14,2
Кукуруза + соя сплошной рядовой посев	328	62,3	19,0	43,5	3,7	85	17,6
Кукуруза + соя через ряд на 45 см	351	64,5	18,4	44,0	4,0	93	15,5
Кукуруза + соя ленточно 75 +15 см	382	69,3	17,9	47,2	4,0	84	12,2

с соей довольно широко распространено в сельскохозяйственном производстве. В СибНИИ кормов в 1997–1998 гг. изучали такие смеси и одновидовые посевы обеих культур (табл. 44).

Прямые производственные затраты при выращивании смеси были несколько выше, чем при выращивании одной кукурузы (в основном за счет стоимости семян сои, которых требуется 50–60 кг/га), однако в среднем при смешанном посеве было получено больше переваримого протеина, а также каротина и минеральных солей.

Биохимические исследования силоса из кукурузно-соевой смеси, по данным аналитической лаборатории СибНИИ кормов (1998), свидетельствуют о хорошем качестве корма (табл. 45).

Таблица 44

Продуктивность кукурузы, сои и их смешанных посевов

Вариант	Урожайность зеленой массы ц/га	Сбор с 1 га			Содержание перевариимо- го протеина в 1 к. ед., г
		О.Э., тыс. МДж	к. ед., ц	перевар. протеина, кг	
Кукуруза (25 кг/га)	300	61,7	51,3	287,3	56
Соя (60 кг/га)	103	41,5	33,5	512,6	153
Кукуруза + соя через ряд	155	37,3	32,4	226,8	70
Кукуруза + соя в один ряд (60 кг/га)	253	52,9	43,8	332,9	76
Кукуруза + соя в один ряд (30 кг/га)	194	41,9	34,8	219,2	63

Активная кислотность (рН) находится в пределах 4,26...4,35 и обуславливается в основном молочной кислотой и отсутствием масляной. Это свидетельствует о хорошей силосуемости полученных смесей, а также об отсутствии процессов гниения и распада белков в силосе.

В процессе силосования в зеленой массе происходят специфические биохимические изменения, которые зависят от многих факторов. Исследованиями установлено, что снижение

Таблица 45

Биохимические показатели силоса из кукурузно-соевой смеси

Культура	Сухос в-во, %	Выход силоса, %	Влаж- ность, %	рН	Соотношение кислот, %		
					молоч- ная	уксусная	масля- ная
Кукуруза (контроль)	23,8	71	76,2	3,94	75,13	24,87	0
Кукуруза+соя (соотношение 3:1)	22,4	67	77,6	4,26	72,94	27,06	0
Кукуруза+соя (соотношение 3:2)	21,9	68	78,1	4,35	70,57	29,43	0

влажности исходного сырья на 3...4% приводит к уменьшению общей кислотности силоса, существенно меняется соотношение органических кислот. В кукурузно-соевом силосе молочная кислота преобладает над уксусной (57,6...62,2%) при отсутствии масляной, что свидетельствует о благоприятных процессах консервирования.

Отмечается положительное влияние сои на аминокислотный состав зеленой массы и силоса. В кукурузно-соевом силосе за счет снижения влажности и общей кислотности биохимические процессы проходят без разрушения аминокислот (табл. 46).

В зеленой массе кукурузы с соей содержание аминокислот было на 28% больше, чем в кукурузной, а незаменимых – на 25%. В силосе сумма аминокислот увеличилась на 57%, а незаменимых – на 53%. В зеленой массе кукурузы с соей лизина было на 61% больше, чем в кукурузе, а в силосе – на 90%.

В смешанных посевах суданки с соей начинать уборку необходимо в фазу цветения суданки и образования бобов у сои. Уборка в фазу зеленой спелости у сои и молочной спелости зерна у суданки резко снижает выход зеленой и сухой массы и долю бобового компонента на 40–46%. Однако в сравнении с мятликовыми компонентами, выращенными отдельно, она обеспечивает повышение сбора переваримого протеина почти в два раза. Несмотря на то, что при раздельном посеве соя дает больше переваримого протеина, чем небобовый компонент, выращивать оба компонента отдельно и смешивать их

Таблица 46

Содержание аминокислот в зеленой массе и силосе, г/100 г

Показатель	Зеленая масса			Силос из	
	кукуруза	соя	кукуруза + соя	кукуруза	кукуруза + соя
Сумма аминокислот:	4,583	9,190	5,856	3,858	6,072
В том числе:					
лизин	0,164	0,550	0,264	0,234	0,444
незаменимые	2,029	4,405	2,527	1,850	2,835

при силосовании сложно в организационном плане. В связи с этим в СибНИИ кормов исследовали совместные посевы суданки с соей в различных соотношениях по площади или полосные посевы, которые по урожайности не уступают смешанным и одновидовым посевам. Убираемые поперек или по диагонали, они способствуют хорошему перемешиванию зеленой массы и обеспечивают содержание переваримого протеина на кормовую единицу, близкое к зоотехническим нормам (табл. 47).

Норма высева соево-суданковой смеси составляет: суданки – 24 кг (70% от нормы одновидового посева); соя – 50...60 кг (40% от нормы при полосном посеве).

Из однолетних кормовых культур в Западной Сибири, кроме кукурузы и суданки, сою можно выращивать с овсом. По биологическим особенностям овес и соя резко различаются: овес нетребователен к теплу и семена его прорастают при температуре почвы +3...+5°C; для сои оптимальная температура прорастания семян +12...+14°C. Овес имеет короткий период вегетации и быстро накапливает зеленую массу, в связи с этим возделывание соево-овсяной смеси эффективно в качестве повторной культуры после уборки овса на зеленый корм. Это позволяет с каждого гектара получать дополнительно 100–150 ц зеленой массы в середине сентября, увеличивая тем

Таблица 47

**Продуктивность смешанных посевов суданки с соей
(среднее за 1996...1998 гг.)**

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га	Сбор с 1 га			Содержание переваримого протеина, г/к. ед.
		О.Э., ГДж	к. ед., ц	перевар. протеина, кг	
Суданка	230	48,4	35,7	286	79
Соя	188	46,3	37,5	538	143
Суданка + соя (1:1) по площади	204	50,2	39,1	414	106
Суданка + соя (смесь семян)	217	48,3	37,8	349	91

самым производство зеленых кормов в осенний период. Содержание протеина в сухом веществе повышается в зеленой массе соево-овсяной смеси по сравнению с зеленой массой овса с 9 до 14,3%.

Получение двух урожаев кормовых культур за вегетацию позволяет интенсивно использовать пашню для производства кормов.

В условиях Западной Сибири сою также можно возделывать в смеси с пайзой, чумизой, могоаром. Для получения питательного корма высевают 70–80 кг/га сои и 10 кг/га – пайзы. Посев производят раздельно: вначале высевают сою, а затем – пайзу, в этом случае соево-пайзовая смесь состоит из 1/2...1/3 семян сои и 1/3...2/3 пайзы.

При выращивании сои с могоаром на гектар высевают 10...12 кг семян могоара и 60 кг сои.

Основная и предпосевная обработка почвы при выращивании сои на зеленый корм такая же, как при выращивании сои на зерно. Сроки посева, удобрения, борьба с сорняками при выращивании сои в смешанных посевах корректируются в зависимости от биологических особенностей мятликового компонента. Норма посева, по данным одних авторов, должна быть примерно на 20...25% выше, чем при выращивании сои на зерно, по данным других авторов – такой же.

ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СОИ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

БОЛЕЗНИ

В условиях Западной Сибири посевы сои почти ежегодно поражаются болезнями, вызывающими значительные потери урожая, что снижает качество зерна.

Наиболее серьезная и капитальная системная научная работа по проблеме защиты растений от вредителей и болезней в Сибири издана Е.Ю. Тороповой, Г.Я. Стецовым, В.А. Чулки-

ной (2002). Авторы детально рассмотрели все аспекты взаимодействия культурных и вредных организмов.

По вопросам фитосанитарной оптимизации возделывания сои они приводят состав вредных организмов в периоды формирования элементов структуры урожая (табл. 48).

При этом из всего спектра вредных организмов наиболее опасными являются белая и черная корневая гнили. При массовом их развитии количество зерен в бобах уменьшается на 50%, а масса 1000 зерен – на 57% и более. Также на 54–69% уменьшается количество бобов при засорении посевов сои многолетними сорняками. Поражение культуры аскохитозом, а также другими листостеблевыми инфекциями уменьшает число зерен в бобах на 21–83%, а массу 1000 зерен – на 20–25% (Торопова, Стецов, Чулкина, 2002).

По данным СибНИИ кормов, до 1994 г. наиболее распространенными в регионе заболеваниями сои были септориоз, или ржавая пятнистость и пустульный бактериоз, реже –

Таблица 48

Состав вредных организмов в посевах сои

Периоды формирования	Вредные организмы
Проращивание семян – всходы	1.Возбудители, которые передаются через семена: фузариозная корневая гниль, серая и белая гнили, аскохитоз, бактериоз, пероноспороз, церкоспороз, септориоз, антракноз, фомопсис, семена сорняков. 2.Наземно-воздушные: клубеньковые долгоносики, соевая полосатая блошка, проволочники, ложнопроволочники
Наращивание биомассы	1.Почвенные вредные организмы: возбудители черной и фузариозной корневых гнилей, серой, белой, склероциальной гнилей, ризоктониоза, цистообразующая нематода. 2.Наземно-воздушные: возбудители аскохитоза, бактериоза, пероноспороза, церкоспороза, септориоза, фомопсиса, бактериоза, луговой мотылек, тля, подгрызающие и листогрызущие совки, соевый листоед, полевые клопы, малолетние сорняки. 3.Трансмиссионные инфекции: морщинистая и желтая мозаики
Налив и созревание зерна	Наземно-воздушные: соевая плодоярка

церкоспороз и корневые гнили. Однако в связи с расширением посевов сои и ежегодным накоплением инфекции в последние годы наблюдается распространение других болезней: фузариозного и бактериального увядания, аскохитоза и вирусных мозаик (рис. 22).



Рис. 22. Болезни сои

Фузариозы. Вызываются различными видами грибов рода фузариум, которые поражают растения от фазы всходов до фазы созревания. Фузариозы вызывают увядание растений, загнивание стеблей и корней.

Наиболее вредоносным является фузариозное увядание, или трахиамикоз. Эпифитотийное поражение сои (до 90...100%) наблюдалось в 1995 г. в питомниках размножения СибНИИ кормов. Вредоносность болезни очень высокая и определяется комплексом патологических явлений: изреживанием всходов, отставанием пораженных растений в росте и развитии, ранним прекращением налива бобов, снижением урожайности и посевных качеств семян. Семенная продуктивность может снижаться на 40...60%, пораженные семена более мелкие и с пониженной массой.

В условиях лесостепной зоны фузариозное увядание проявляется в период плодообразования, что приводит к закупорке грибницей сосудистопроводящих пучков. Поражаются сначала верхние листья, затем быстро заболевает все растение.

Фузариоз всходов проявляется в форме загнивания семян. На семядолях образуются глубокие бурые язвы. В отдельные годы гибель всходов может достигать 20...30%. Фузариоз стеблей способствует полеганию растений, затрудняет уборку и приводит к существенным потерям зерна. Фузариоз бобов проявляется сначала на створках, а затем распространяется на семена. В результате семена имеют пониженную всхожесть и энергию прорастания.

Интенсивному развитию фузариозов способствуют ранние посевы семян в непрогретую почву, похолодание после посева, плохое качество предпосевной обработки почвы и глубокая заделка семян, задерживающая появление всходов.

Вредоносность болезней, вызывающих пятнистость листьев, стеблей и бобов (септориоз, аскохитоз, церкоспороз и бактериоз) в период цветения – плодообразования, также может быть высокой. Пораженные листья засыхают и преждевременно опадают или выкрашиваются, снижая ассимиляци-

онную поверхность листового аппарата растений. Потери урожая при этом могут достигать 15...27%.

Септориоз, или ржавая пятнистость. Распространен повсеместно в районах товарного производства сои. Возбудитель поражает все части растения: семядоли, листья простые и тройчатые, стебли и бобы. На пораженных органах образуются угловатые красно-бурые или удлинённые буровато-коричневые пятна. Пораженные листья засыхают и преждевременно (на 20...30 дней раньше) опадают.

Церкоспороз, или округлая серая пятнистость. Заболевание проявляется на листьях, стеблях, бобах и семенах. На листьях пятна диаметром 3–6 мм округлой формы, пепельно-серой окраски с резко выраженным бурым ободком. На стеблях пятна вытянутые, сначала фиолетово-красные, позже — темные с сероватым центром и коричневым ободком.

Аскохитоз. Гриб поражает все органы растения. На пораженных листьях образуются сначала концентрические пятна, а затем «дырчатость». На семядолях, стеблях и бобах развиваются темно-коричневые углубленные язвы диаметром 3...8 мм. Возбудитель сильно поражает ранние и загущенные посевы.

В условиях Западной Сибири посевы сои повсеместно поражаются пустульным бактериозом. Возбудители заболевания повреждают семядоли, листья, стебли и бобы. Кроме того, при благоприятных для возбудителя погодных условиях посевы сои могут поражаться бактериальным увяданием. Заболевание наблюдалось в селекционных питомниках сои в течение последних лет. Зараженные растения увядают постепенно: сначала вершина, края или основание листа, затем центральная и боковые жилки. В жаркую, чередующуюся с осадками погоду болезнь принимает скоротечную форму: растения увядают внезапно в зеленом состоянии, не успев пожелтеть. Вредоносность заболевания может быть очень высокой.

Вирусных инфекций на посевах сои в Западной Сибири практически не наблюдалось до 1995 г., когда впервые на селекционных образцах сои было выявлено вирусное заболевание. В питомниках СибНИИ кормов отмечена мозаика сои,

вызывающая морщинистость долей листа, характерную мозаичную расцветку и незначительное отставание растений в росте. При тяжелых формах поражения наблюдаются резкое отставание в росте, хлороз, слабое ветвление, укорочение черешков листа, морщинистость и деформация долей листа. Бобов на таких растениях образуется очень мало. Они недоразвитые или вовсе не образуют семян. Если семена образуются, то мелкие и пигментированные, с низкой абсолютной массой. Потери урожая зерна от вирусных заболеваний могут достигать 30...50%.

При нарушении режима хранения семена могут поражаться возбудителями заболеваний и плесневыми грибами. Оптимальные условия для развития микрофлоры: температура воздуха +24...+30°C и влажность семян более 15%. Признаками заболевания семян являются сморщенность, вдавленность, пятнистость или изменение цвета. Часто зараженные семена могут быть без видимых симптомов поражения. У зараженных семян значительно снижаются посевные качества.

ВРЕДИТЕЛИ

К числу наиболее распространенных и опасных вредителей сои в Западной Сибири относятся листогрызущие совки, луговой мотылек и соевый листоед (рис. 23). Периодические вспышки этих вредителей сменяются депрессиями.

Листогрызущие совки. Наиболее распространенными видами на посевах сои являются люцерновая озимая и капустная совки. Это многоядные вредители. Развиваются в двух поколениях. Гусеницы младших возрастов скоблят листья, а старших – выгрызают листья с краев или в середине листовой пластинки, оставляя при этом крупные жилки. Гусеницы второго поколения могут повреждать цветки, бобики и выгрызать семена.

Массовая вспышка и крупноочаговые повреждения растений гусеницами совок наблюдались в 1994 г. на посевах сои в СибНИИ кормов, когда плотность вредителя составляла 4...8 гусениц на 1 растение. Экономический порог вредоносности (ЭПВ) составляет 10...15 экз. на 1 м².

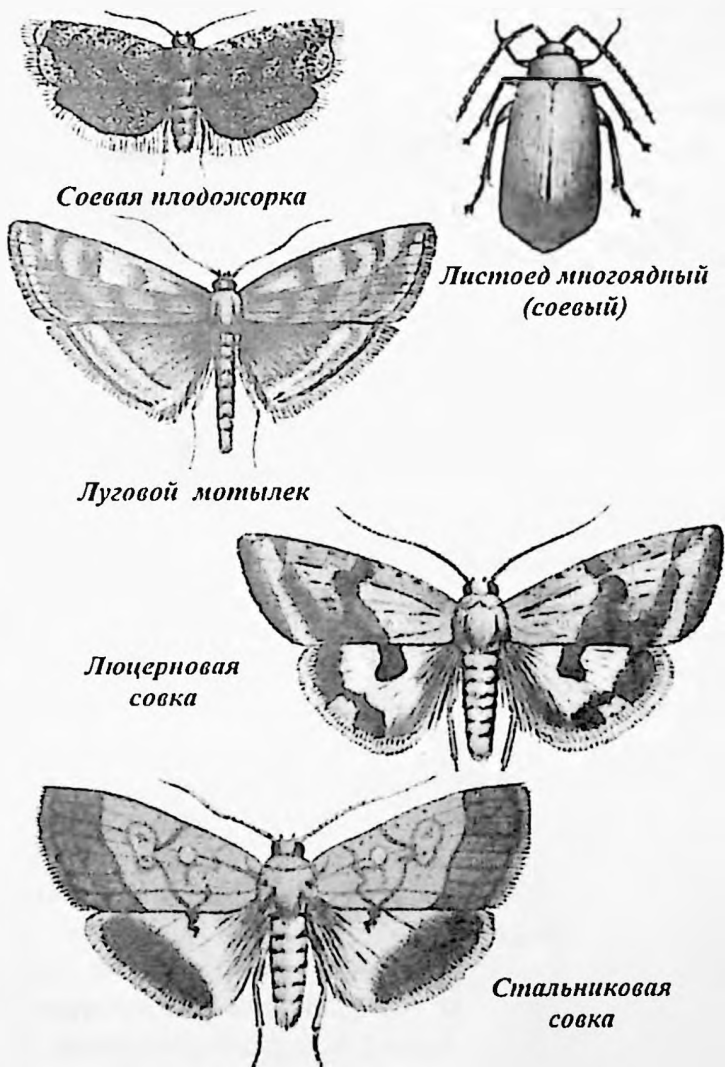


Рис. 23. Вредители сои

Луговой мотылек. Многоядный вредитель развивается в двух поколениях. Гусеницы лугового мотылька объедают листья, стебли и цветки, опутывая паутиной поврежденные части

растений. Последняя вспышка вредителя и сильное повреждение посевов сои мотыльком отмечались в 1985 г. в селекционных питомниках СибНИИ кормов. Плотность гусениц была высокой и достигала 8...10 экз. на 1 растение. ЭПВ составляет 15...20 экз. на 1 м².

Листоед многоядный (соевый). Плотность вредителя на посевах сои в Западной Сибири пока невысокая. Но особенно опасен он для молодых растений сои. Личинки выгрызают семядоли, на стеблях делают глубокие канавки. Жуки летнего поколения повреждают листья. ЭПВ – 25...30 личинок на 1 м².

Защита посевов сои от вредителей и болезней. В защите посевов сои от вредных организмов первостепенное значение имеют агротехнические мероприятия: севообороты, способы обработки почвы, оптимальные сроки посева и нормы высева, рациональное применение удобрений, внедрение устойчивых сортов. Они не только влияют на продуктивность сои, но и имеют санитарно-профилактическое направление. Выполнение всех рекомендуемых агротехнических мероприятий позволит снизить численность вредных организмов и соответственно сократить или избежать применения пестицидов.

Одним из важнейших агротехнических приемов является уход за посевами. Своевременное проведение боронования и междурядных обработок снижает засоренность на 40...70 и 80...85%, что соответственно уменьшает заселенность вредителями, улучшает микроклимат в травостое, что повышает выносливость и устойчивость растений к заболеваниям.

В борьбе с увяданием и корневыми гнилями важное значение имеет севооборот и сбалансированное минеральное питание. Особенно эффективны фосфорные удобрения. Они блокируют развитие болезней, индуцируют устойчивость к патогенам и вредителям и повышают урожай сои. Избыток азота удобрений снижает сопротивляемость растений к болезням.

При оптимальных сроках посева возбудители не успевают разрушить быстрорастущие ткани. Напротив, при ранних сроках посева, особенно в непрогретую почву, наблюдаются

Таблица 49

Препараты для защиты посевов сои от листогрызущих вредителей

Препарат	Норма по препарату, кг/га (л/га)	Объект	Срок и способы применения
<i>Инсектициды</i>			
Ципи, 25 % к.э.	0,5–1,6	Луговой мотылек, многоядный листоед, совки, соевая плодожорка	Опрыскивание в период вегетации. Расход рабочего раствора 200–300 л/га
Кинмикс, 5 % и.э.	0,2–0,3	То же	То же
Децис, 2,5 % и.э.	0,2–0,3	»	»
Би 58 Новый, 58 % к.э.	0,5–0,9	»	»
Циракс, 2,5 % и.э.	0,3	»	»
Интавир, в.р.п. 3,75 %	2,2	»	»
Устад, 10 % и.э.	0,8	»	»
Каратэ, 5 % и.э.	0,4	Паутинный клещ	»
Омайт, 57 % к.э.	1,3	Клещи	»
Омайт, 30 % с.п.	2,5	Клещи	»
Фуранон, 57 % и.э.	0,6–1,0	Клещи, совки, луговой мотылек	»
Золон, 35 % и.э.	1,5–2,0	Сосвая плодожорка	»
Сумицидин, 20 % и.э.	0,5	То же	»
<i>Фунгициды</i>			
Фитолавин 100, СХП (биопрепарат)	3,0	Бактериозы, фузариозы	Предпосевная обработка семян
Фундазол, 50 % с.п.	3,0	Септориоз, аскохитоз, бактериоз, фузариозы	Протравливание семян с добавлением 0,2 кг нитрагина на одну гектарную норму семян
	1,5	То же	Опрыскивание посевов в период вегетации
Дерозал, 50 % с.п.	2–2,5	Аскохитоз, фузариоз, плесневение семян	Протравливание семян
ТМТД, 80 % с.п.	3,0–4,0	То же	То же
Беномил, 50 % с.п.	3,0	»	»
	1,5–2,5	Все болезни увядания и пятнистости	Обработка посевов в период вегетации

медленный рост и развитие всходов и усиление поражения их инфекциями.

Своевременная обработка почвы осенью и весной способствует гибели значительной части возбудителей и куколок вредителей, снижает заболеваемость всходов.

Для защиты сои от листогрызущих вредителей применяется ряд апробированных и рекомендованных препаратов (табл. 49).

Биологический метод борьбы. Наряду с агротехническими и химическими методами защиты растений в настоящее время большое значение приобретает биологический метод. Он надежен и безопасен для человека и окружающей среды, оздоравливает природу, способствует восстановлению равновесия в ней.

Для борьбы с бактериозом и другими болезнями семян рекомендуется использовать антибиотик фитобактериомицин, 2% или фитолавин 100, сухой порошок. Семена опудривают ими в день посева при норме расхода каждого препарата 3 кг/т.

Против совок и лугового мотылька перспективно применение трихограммы. Выпуск ее осуществляют в два срока – в начале откладки яиц и в период массовой кладки. Норма разового выпуска яйцееда – 60...90 тыс. особей на 1 га (Комплексная система защиты ..., 1987).

СЕМЕНОВОДСТВО СОИ

При возделывании сои необходимо использовать семена, отвечающие требованиям государственного стандарта (ГОСТ 9669-75).

По сортовой чистоте, которую определяют апробацией посевов в соответствии с «Инструкцией по апробации сортовых посевов», семена сои делят на 3 категории:

Категория	Сортовая чистота, %, не менее
I	99,5
II	98,0
III	95,0

По посевным качествам семена сои подразделяют на 3 класса и они должны отвечать следующим требованиям (табл. 50).

Семена суперэлиты и элиты должны быть не ниже первой категории по сортовой чистоте и не ниже первого класса по посевным качествам.

Первичное семеноводство ведут научные учреждения-оригинаторы сортов. Семена элиты выращивают методом индивидуально-семейного отбора по схеме: питомник испытания потомств 1-го года – питомник испытания потомств 2-го года – питомник размножения (1–2 года) – суперэлита – элита.

Питомник испытания потомств 1-го года закладывают семенами с лучших растений, отобранных в питомниках размножения, суперэлиты и элиты. Семена с каждого растения высеваются отдельно на однорядковых деланках длиной 1 м широкорядным способом. За посевами обеспечивается тщательный уход. В течение вегетации ведут наблюдения и оценку семей по комплексу признаков. Нетипичные для сорта, недоразвитые, а также пораженные болезнями и поврежденные

Таблица 50

Требования к посевным качествам сои

Класс	Содержание семян основной культуры, %, не менее	Содержание семян других растений на 1 кг, шт., не более		Содержание семян, %, не более, пораженных		Всхожесть, %, не менее	Влажность, %, не более
		всего	в том числе сорных растений	фузариозом	семядольным бактериозом		
1-й	98	10	5	5	10	90	14,0
2-й	95	15	5	5	10	85	14,0
3-й	92	25	15	5	10	80	14,0

вредителями семьи выбраковываются. Оставленные семьи убирают и обмолачивают отдельно. После дополнительной оценки по зерну и выбраковки лучшие семьи хранятся отдельно и используются для посева в следующем питомнике.

Питомник испытания потомства 2-го года предназначен для повторной оценки семей, отобранных в питомнике испытания потомств первого года. Посев семей проводят на отдельных делянках. Оценка и браковка семей проводится так же, как и в первом питомнике. Семена с лучших семей после обмолота и браковки по зерну объединяют в одну партию и используют для посева в питомнике размножения.

Питомник размножения предназначен для ускоренного размножения семян с лучших растений. Для этих целей посев проводят по хорошим предшественникам с пониженной нормой высева, с применением полных норм минеральных удобрений и комплекса защитных приемов от вредителей, болезней и сорняков. В питомнике размножения проводят видовые и сортовые прополки. Допускается пересев в питомнике размножения 2-го года.

Суперэлита и элита. Для посева на суперэлиту используют семена из питомника размножения, а на элиту – семена суперэлиты. Посевы размещают по лучшим предшественникам на высоком агрофоне. Перед уборкой проводят видовые и сортовые прополки.

В первичном семеноводстве сортов, выведенных массовым отбором, семена элиты можно выращивать методом массового отбора по схеме: питомник размножения (1...2 года) – суперэлита – элита. Для закладки питомника размножения проводят массовый отбор лучших растений. После обмолота и оценки по зерну семена с лучших растений объединяют в одну партию и используют на посев в питомнике размножения первого года.

Ускоренные темпы освоения сои в Алтайском крае стали возможными благодаря комплексному подходу к решению проблемы. Одновременно с испытанием созданного сорта и

отработкой основных элементов технологии его возделывания шло ускоренное размножение семян.

Первичное семеноводство и размножение наиболее перспективного сорта Алтом было начато на полях АНИИЗиС в 1992 г. (табл. 51).

В 1994 г. было получено 102 т семян суперэлиты нового сорта, что позволило начать его широкое производственное испытание и внедрение в хозяйствах Алтайского края. В 1995 г. администрацией края 11 хозяйствам была выделена дотация на приобретение семян сои и гербицидов, а АНИИЗиС обеспечил каждое хозяйство семенами на площадь от 32 до 70 га и гербицидами.

Специалистам агрономической службы всех хозяйств были даны рекомендации по технологии возделывания сои на семена, осуществлялся контроль за их выполнением. Впервые в крае посевы сои заняли 631 га. Средняя урожайность соевых бобов была получена по 11,2 ц/га с колебаниями от 4,4 до 20,5 ц/га. В хозяйствах, где были полностью выдержаны рекомендации по технологии возделывания, получили урожай от 14,5 до 20,5 ц/га при средней урожайности зерновых по краю 9,1 ц/га.

Расчеты показывают, что при урожайности сои в пределах 10 ц/га и выше производство этой культуры совершенно рентабельно независимо от того, что для возделывания сои применяется, как правило, более затратная (с учетом применения гербицидов) схема.

Таблица 51

Производство элитных семян сои Алтом в АНИИЗиС

Показатель	Год							
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Площадь посева, га	1,6	10	83,5	41	24	21	39	40
Урожайность, ц/га	20,6	17,2	14,5	15,2	12,1	7,0	5,1	8,3
Получено семян, т	2,8	15,5	102	51	20,7	9,4	12,9	25,7

При соблюдении рекомендуемой технологии возделывания сои в хозяйствах Алтайского края к 1999 г. она возделывалась на площади 1656 га (табл. 52).

Определенная положительная динамика наблюдается и по расширению площадей посевов сои сорта СибНИИК-315 в

Таблица 52

Эффективность возделывания сои в хозяйствах Алтайского края

Хозяйство	Район	Площадь, га	Урожайность, ц/га
1995 г.			
ОПХ «Комсомольское»	Павловский	46	20,5
С-з «Центральный»	Калманский	33	19,5
С-з «Светлоозерский»	Бийский	32	18,6
ОПХ «Алтайское»	Смоленский	71	14,8
1996 г.			
ТОО «Новочемровское»	Зональный	102	12,0
ОПХ «Алтайское»	Смоленский	226	11,0
С-з «Центральный»	Калманский	90	11,0
С-з «Кытмановский»	Кытмановский	48	9,6
1997 г.			
ОПХ «Солоновское»	Смоленский	125	14,1
ТОО «Рассвет»	Советский	55	12,5
АОЗТ «Точильное»	Смоленский	50	12,0
С-з «Светлоозерский»	Бийский	195	11,7
ТОО «Новочемровское»	Зональный	300	9,0
1998 г.			
АО «Восход»	Усть-Калманский	55	14,3
АКХ «Ануйское»	Петропавловский	50	14,2
С-з «Кытмановский»	Кытмановский	80	11,1
ТОО «Вперед»	Зональный	100	10,9
С-з «Светлоозерский»	Бийский	400	10,5
К-з им. Ленина	Петропавловский	238	9,1
1999 г.			
К-з им. Ленина	Бийский	200	20,1
К-з им. Ленина	Петропавловский	300	15,5
ТОО «Вперед»	Зональный	250	13,8
АКХ «Никольское»	Советский	178	13,5
С-з «Светлоозерский»	Бийский	590	12,2
ТОО «Вперед»	Целинный	138	11,1

Таблица 53

Распространение сорта сои СибНИИК-315 в Новосибирской области

Показатель	Год					
	1994	1996	1997	1998	1999	2000
Количество районов, возделывающих сою	2	2	4	4	6	6
Количество хозяйств, возделывающих сою	3	3	6	5	9	10
Площадь посева, га	270	630	980	520	1869	1520
Урожайность зерна, ц/га	8,9	7,9	7,1	8,5	6,9	6,7

общественных и фермерских хозяйствах в Новосибирской области (табл. 53).

Наблюдается интерес к этой культуре и со стороны других территорий – Кемеровской, Иркутской областей, где соей занимаются отдельные хозяйства, но совокупная площадь посевов не превышает 100–500 га.

Быстрому росту площадей посева сои, несомненно, способствовала активная пропаганда ценности и достоинств этой новой нетрадиционной для Сибири культуры.

Возникли коммерческие предприятия, производящие пищевое соевое молоко, йогурты, сыр-тофу, окару, которые приобретают все большую популярность и спрос у населения. Во многих хозяйствах «соевые коровы» обеспечивают молодняк животных полноценным заменителем молочных кормов.

Однако возможности хозяйственного использования сои еще очень велики. Простые расчеты показывают, что расширение посевов сои в Западной Сибири до 200 тыс. га при средней урожайности 10 ц/га позволит получать 150 тыс. т товарного зерна, а из него 22,5 тыс. т ценного пищевого масла и 112,5 тыс. т высокобелковых жмыха или шротов. Это значительно обогатит продовольственный рынок высокопитательными и дешевыми продуктами и обеспечит быстрый рост продукции животноводства.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Обладая высокой протеиновой и энергетической ценностью, нативная соя не может эффективно использоваться в качестве кормов для животных из-за наличия в ней таких веществ антипитательной направленности, как ингибиторы протеаз, фитогемагглютинины (лектины), полифенольные соединения (танины, изофлавоны эстрогенного действия), гликозиды (сапонины, α -галактозиды), антивитамины (липоксидаза, термолабильные соединения, противодействующие цианкобаламину), фитаты.

По сравнению с большинством других бобовых культур, соя отличается более высокой концентрацией в семенах ингибиторов трипсина (5,4...9,9% от суммарного количества белков) и лектинов (1600...3200 мкг гемагглютининов/мг) (Гаврилюк и др., 1981; Томе и др., 1981; Шерепитко и др., 1990; Гегэн, Азана, 1991; Трунова, 2002). Активность ингибиторов трипсина перспективных форм сои в большинстве случаев находится на уровне 45...60 мг/г (Сичкар, 1982). Эти соединения, являющиеся особой группой растительных белков, играют важную физиологическую роль в жизни растений. По-видимому, ингибиторы участвуют в регулировании активности эндогенных протеаз семян при созревании, покое и прорастании, а также выполняют защитную функцию по отношению к бактериальным и грибным инфекциям и действию насекомых-вредителей (Applebaum, Konijn, 1966; Мосолов, 1975; Пыльнева, Шеремет, 1982; Bobrijk, 1982). Наиболее полно изучены «одноцентровый» водорастворимый трипсиновый ингибитор Кунитца ($M_n=21,5$ кД) и «двухцентровый» спирторастворимый ингибитор Баумана Бирка ($M_n=8,0$ кД), инактивирующий не только трипсин, но и хемотрипсин (Rackis, 1974; Liener, 1979). В настоящее время установлена первичная структура пяти ингибиторов протеаз растительного происхождения, в том числе ингибитора Кунитца (рис. 24). Из двух дисульфидных мостиков, имеющих в его молекуле, один имеет

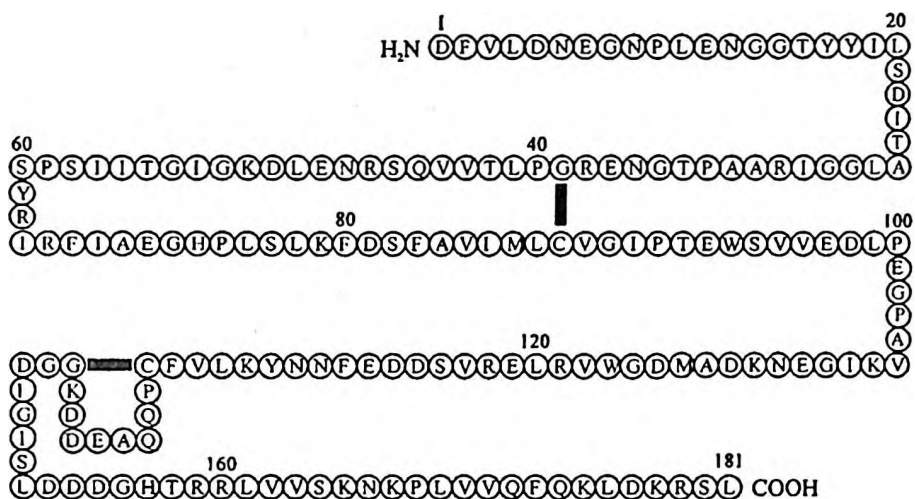


Рис. 24. Первичная структура соевого ингибитора Кунитца
 (по Т. Koide et al., 1972 и F.P. Di Bella, J.E. Liener, 1969)

локальный характер и может быть восстановлен борогидрином без потери ингибиторной активности (Dibella, Liener, 1969).

В химическом отношении ингибиторы характеризуются очень низким содержанием метионина и триптофана, а также необычайно высокой концентрацией цистина, достигающей в ряде случаев 17...20%. Эти вещества обладают большой устойчивостью к протеолитическому расщеплению, что связано со структурной жесткостью молекул благодаря наличию дисульфидных мостиков, разрушение которых приводит к утрате ингибиторной активности (Jones et al., 1963; Steiner, 1965; Pusztai, 1966; Y. Birk, 1968). Многие ингибиторы хорошо растворимы в воде или разбавленных кислотах, отличаются большой термостабильностью, а некоторые выдерживают кипячение в течение нескольких минут. В нейтральной среде они более прочны, чем при высоких значениях pH и легче разрушаются в чистом виде при отсутствии других белков. Например, ингибитор Кунитца, обуславливающий 50...90% общей ингибирующей активности белков, в нативном состоянии не

переваривается трипсином и хемотрипсином, хотя гидролизуются пепсином при $\text{pH} = 2,0$. Ингибитор трипсина выдерживает 15-минутное прогревание при температуре 100°C ($\text{pH} = 8,0$) без снижения активности (Елькин, Кирдяшкин, 2002). Присутствие в кормах ингибиторов, инактивирующих ферменты пищеварительного тракта, нарушает усвояемость белков организмом, что снижает продуктивность животных на 30...50%, вызывает гипертрофию поджелудочной железы, аномально большую нехватку серосодержащих аминокислот (Chernick et al., 1948; Booth et al., 1960; Bray, 1964; Liener, Kakade, 1980; Таранов, Сабиров, 1987). Эти неблагоприятные последствия связаны с тем, что ингибиторы, являясь псевдосубстратами, легко образуют с ферментами устойчивые белки и белковые комплексы, которые крайне медленно распадаются. Высвобождающийся из комплекса ингибитор оказывается модифицированным из-за расщепления одной из специфических пептидных связей (Левицкий, 1982). Образование комплексов трипсина, приводящее к снижению его активности в кишечнике и вызывающее секрецию веществ типа панкреозимин или холецистокинин-панкреозин, стимулирует образование панкреатического трипсина (Roy, Schneeman, 1981). Поскольку это соединение богато цистином, протекающий синтез вызывает значительный расход серосодержащих аминокислот, образующихся в процессе метаболизма. В простейшем случае молекула ингибитора вступает в реакцию с одной молекулой фермента. Существуют также «двухцентровые» (double-headed) ингибиторы, аналогичные спирторастворимому ингибитору Баумана-Бирка, каждая из молекул которого одновременно и независимо образует комплексы с двумя различными ферментами, но не может связывать две молекулы одного фермента. «Активные участки» всех ингибиторов трипсина включают особым образом расположенные остатки лизина или аргинина. Активность «лизиновых» ингибиторов можно подавить обработкой реагентами, блокирующими аминные группы (например, малеиновым ангидридом). Взаимодействие фермента с ингибитором отличается от обычных протеолитиче-

ских реакций тем, что промежуточное соединение ацил-фермент, крайне лабильное для истинных субстратов, становится весьма устойчивым в случае замены субстрата ингибитором (Мосолов, 1975). В ряде случаев при взаимодействии ингибитора с ферментом могут образовываться комплексы Михаэлиса или другие ковалентные комплексы, возникающие на стадиях, предшествующих ацилированию активного центра в реакциях с обычными субстратами (Haynes, Feeney, 1968).

Взрослые жвачные животные менее восприимчивы к этим антипитательным веществам (Дмитроченко, Пшеничный, 1975; Горбатова, 1984; Подобед, 1989; Монари, 1992;).

Поскольку ингибиторы протеаз чувствительны к обработке теплом, их наличие может быть путем обработки легко сведено до уровня, при котором становится безопасным включать сою в рационы жвачных и моногастричных животных. Часть ингибиторов трипсина может быть удалена промывкой сырья водой или при вымачивании (Escusta, Banzor Julian, 1977).

В зерне сои содержатся гликопротеиновые соединения — лектины, которые нарушают процессы всасывания питательных веществ, вероятно, из-за их подобия молекулам карбогидратов, и обладают агглютинирующей способностью в отношении эритроцитов (Lis, Sharon, 1973, Iaffe, 1980). Антипитательное действие, оказываемое некоторыми лектинами, приводит к замедлению роста животных, потере живой массы, а в случае токсичности этих веществ — к летальному исходу. Растительные гемагглютинины, включающие несколько форм изолектинов, представляют собой обычно гликопротеины с молекулярной массой 50...120 кД, содержащие 1–5% углеводов. В четвертичной структуре этих белков имеются от 2 до 4 субъединиц, состоящих из двух полипептидных цепей с малой (α) и большой (β) молекулярными массами (Liener, 1979). Соевый гемагглютинин, известный также под названием «соин», является ингибитором роста. В живом организме эти белковые фракции связывают активность клеток слизистой кишечника и снижают тем самым их способность к поглощению питательных веществ кормов, однако влияние данных факто-

ров на питательную ценность сырой сои не столь велико, как у ингибиторов протеаз (Mwandemele, 1986; Монари, 1992; 1989).

Гемагглютинины не одинаково устойчивы. Одни из них разрушаются при температуре 100°C в течение 2 мин, другие сохраняются в значительных количествах даже после 20-минутного кипячения. Инактивация считается полной, когда 12% лектиновых связей разрушаются (цит. по С.В. Мартынову, 1984). В целом же активность гемагглютининов может быть подавлена в процессе кратковременного нагревания при температуре 80°C, т. е. в более мягких, чем для ингибиторов трипсина, условиях (Толстогузов, 1987).

Полифенольные соединения, объединяющие группу различных веществ, могут быть причиной ингибирования ферментов, комплексации белков, изменения вкуса и цвета корма за счет образующихся темно-бурых полимерных продуктов окисления. Они обладают высокой химической активностью (через посредство фенольных или хиноновых групп, ароматических гидрофобных ядер, гидроксильных и пр.) и способны реагировать с аминокетонами лизина в ϵ -положении алифатической цепи, сокращая тем самым запасы этой незаменимой аминокислоты, а также образуют ковалентные связи с остатками триптофана и серосодержащими аминокислотами. При взаимодействии полифенолов с белками образуются комплексы (за счет водородных связей), снижающие его биологическую ценность (Толстогузов, 1987). Танины, относящиеся к данной группе соединений, обладают вяжущими свойствами, что сказывается на выборе животным корма, поедаемость которого ухудшается при повышении их концентрации. Ощущение сухости слизистой оболочки рта, вызываемое танинами, обусловлено денатурацией гликопротеинов слюны и пониженной ее секрецией в результате сжатия слюнных протоков (Mitjavila, 1979). Эти соединения оказывают отрицательное влияние на переваримость протеина корма, что приводит к снижению прироста живой массы молодняка (Vohra et al., 1966; Glick, Joslyn, 1970; Mitjavila et al., 1974). Танины способны инактивировать пищеварительные ферменты, переводить

кормовые белки в нерастворимое состояние, ухудшая тем самым их протеолиз, а также увеличивать потери эндогенного азота вследствие стимулирования секреторного процесса. Кроме того, они могут влиять на активность некоторых витаминов, в том числе биотина (H), пиридоксина (B₆), аскорбиновой кислоты (C) (Suschetet, Lhussier, 1979).

К числу нежелательных соединений относятся сапонины – растительные гликозиды, объединяющие целую группу веществ, представляющих собой продукты конденсации гексоз со спиртами, тиолами и аминами. Сапонины обладают поверхностно-активными свойствами, что связано с асимметрией гидрофильной и гидрофобной частей их молекул. Токсичность этих соединений некоторые авторы (Resnef et al., 1976) объясняют наличием медикагеновой кислоты, присутствующей во фракциях сапонинов, осажденных холестерином. Негативное действие гликозидов проявляется в ингибировании ферментов, снижении плодовитости животных, а также в изменении вкуса корма, что, вероятно, вызвано способностью нековалентных комплексов, создаваемых гидрофобными связями, взаимодействовать с вкусовыми рецепторами.

Содержание сапонинов в сырых бобах колеблется от 0,52 до 6,16% и зависит от сортовых особенностей сои. По последним данным, их роль в кормовых качествах сои незначительна (Подобед, 1989; Shiraiwa Mosakazu, Harada Kyuya, Okubo Karyuyoshi, 1991; Монари, 1992).

Присутствие в зерне сои α -галактозидов – олигосахаров, представленных главным образом глюкозой, фруктозой и галактозой, является причиной выделения и скопления, благодаря активности дистальной микрофлоры, метана и углекислого газа, вызывающих явление метеоризма и расстройство работы желудочно-кишечного тракта (Томе и др., 1981; Толстогузов, 1987).

К нежелательным олигосахаридам относятся рафиноза, стахиоза и вербаскоза. Они вызывают у животных метеоризм, усвоение их микрофлорой кишечника сопровождается выделением газов (Мякушко, 1984; Mwandemele, 1986; Спектрова,

1986; Микулович, 1991;). Самым простым способом удаления олигосахаридов является вымачивание соевых бобов перед переработкой. В процессе вымачивания удаляется от 30 до 50% сахаров. На динамику изменения содержания олигосахаридов оказывают влияние такие факторы, как pH раствора, продолжительность и температура в процессе вымачивания. Оптимальными условиями набухания можно считать следующие параметры: продолжительность – 9...12 ч, температура +20°C, pH 8–9 (Маслова, Красильников, 1992).

Вещество белковой природы фермент липоксидаза (липоксигеназа), окисляющий каротиноиды (антивитаминное действие), ненасыщенные жирные кислоты (линолевую, линоленовую, арахидоновую) и липиды, содержащие цис-цис-диеновые единицы, образует при переработке семян сои низкомолекулярные соединения, имеющие неприятный запах. Для активизации этого фермента, не содержащего каких-либо кофакторов и простетических групп, по-видимому, необходимы тиоловые группы. Суммарная реакция включает окисление кислоты до перекиси, имеющей сопряженные двойные связи в цис-трансположении (Дэвис и др., 1966; Мартынов, 1984).

Инактивация фермента липоксидазы достигается тепловой обработкой при температуре 75...80°C. Следует также отметить, что липоксигеназа аккумулируется в поверхностном слое зерна, вследствие чего размягчается под действием кратковременной обработки, которая не приводит к денатурации белков (Спектрова, 1986; Mwandemele, 1986; Тостогузов, 1987; Fallon, 1989).

Фитиновая (инозитгексафосфорная) кислота является хелатирующим агентом, образующим плохо растворимые соли (фитаты) при взаимодействии с двух- или трехвалентными катионами металлов (кальций, магний, железо, цинк, молибден, марганец, медь) (Siy, Talbot, 1982; Daniels, Fisher, 1981). Фитиновая кислота, находящаяся обычно в виде смешанного магниево-кальциевого фитата, является основной формой фосфора (50–80%), имеющегося в семенах. Соли фитиновой кислоты могут быть причиной дефицита минеральных веществ в орга-

низме и способствовать возникновению рахита, поскольку обуславливают неполное всасывание и усвоение макро- и микроэлементов, содержащихся в корме (Симмондс, Кэмпбелл, 1980; Алиев, 1986; Толстогузов, 1987).

Содержание фитатов снижается в процессе вымачивания зерна сои. Так, при 12-часовом вымачивании в водопроводной воде количество фитатов снижалось с 212 до 78,9...109,5 мг/100 г (Sattar Abdus, Ns.:lotar, Akhtar, 1990). Способность фитиновой кислоты понижать усвояемость минеральных веществ устраняют посредством тепловой обработки.

Рассматривая антипитательные свойства сырых соевых семян, нельзя не отметить их положительные свойства. Так, с 1987 г. Национальный институт рака (США) изучает роль ингибиторов протеаз в качестве источников антираковых препаратов. Установлено, что сырые бобы подавляют рост раковых клеток у животных, этот эффект отнесли на счет ингибиторов протеаз, которые предотвращают активацию генов, вызывающих рак, а также защищают организм от действия радиации и свободных радикалов, поражающих ДНК.

Сапонины в сырых соевых бобах и продуктах из сои являются хорошими окислителями. Установлено, что эти гликозиды предотвращают мутации при соединении с вирусом иммунодефицита, вирус прекращает рост.

Фитиновая кислота, содержащаяся в сое, также действует как антиокислитель, которая способствует предотвращению рака толстого кишечника и развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Основной изофлавиноид сои – генистеин, являясь блокатором белков киназы, заставляет дифференцироваться раковые клетки, ингибирует антигенез.

Олигосахариды соевых бобов (рафиноза, стахиоза, вербаскоза) предотвращают рак кишечника, активизируя рост бифидобактерий.

Содержание вышеперечисленных антиканцерогенов в соевых бобах является одной из многих причин, подтверждающих эффективность использования соевых продуктов в пита-

нии людей и в рационах сельскохозяйственных животных (Паронян, Мозняк, Кафиев, 1982; Толстогузов, 1987; Fallon, 1989; Монари, 1992; Мессина, Мессина, Сетчелл, 1994; Мессина, 1994; Минделл, 1997; Подобедов, 1999).

СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ СОИ К СКАРМЛИВАНИЮ

Наличие в зерне сои антипитательных соединений требует специальной обработки его перед скармливанием животным. Существуют различные методы инактивации, детоксикации и деструкции вредных веществ, позволяющие существенно снизить или полностью устранить их негативное влияние.

Если обратиться к мировому опыту, то исторически сложилось два направления переработки сои. Так называемый «азиатский путь» переработки сои основан на получении белково-жирового водного экстракта сои (соевого молока) и дальнейшей его трансформации в производные продукты. «Американско-европейский путь» переработки осуществляется посредством фракционирования сои на молоко и белковую составляющую (шрот, жмых). Производными продуктами последних являются: обезжиренная и полужирная мука, концентраты и изоляты.

Относительно «азиатского пути» переработки следует отметить, что он прошел многовековой исторический путь и, несмотря на совершенствование технологических и технических решений, сохранил свою основную направленность – целостность уникального белково-жирового комплекса при более щадящем вмешательстве технологических факторов.

«Американско-европейский путь» переработки сои является следствием насущных потребностей экономики, а именно, дефицитом растительного масла в США в начале века. Интенсивному развитию этого направления способствовали достижения научно-технического прогресса в странах Америки и Европы, когда соя прочно утвердила свои позиции на этих

континентах (Толстогузов, 1987; Fallon, 1989; Микулович, 1991).

В нашей стране в основном применяются следующие приемы тепловой обработки сои: прожаривание, варка, запаривание, тостирование, экструзия и микронизация. Три первых способа имеют существенные недостатки: несовершенство технологического процесса, большие затраты ручного труда. Эти методы при интенсификации животноводства мало приемлемы. Поэтому технология переработки соевых семян постоянно совершенствуется как в нашей стране, так и за рубежом (Roy, 1970; Ересько, Гуляев-Зайцев, Янковский и др., 1973, 1980; Зобкова, Падарян, Сергеева, 1976; Иваницкий, Иваницкий, Суруханов, 1980; Зенкевич, Боцко, Степанов, 1983; Гусев, Дементий, Горшкова и др., 1998; Марынич, Кокурин, Злыднев и др., 1998; Огуй и др., 1998; Солошенко, Рогачев, Мухачев, Ломовский, 2000).

Наиболее простым действием является проваривание сырья в течение 30 мин. Для осуществления этого процесса применяют автоклавирование. В некоторых случаях обработка паром проводится без предварительного замачивания. Данную тепловую обработку осуществляют в автоклавах АВ-2 или АВ-4 при следующих режимах: температура 121°C с выдержкой в течение 15 мин под давлением 1 кг/см² (Рекомендации, 1988; Яковлев, Васякин, 2000). Проваривание осуществляется также и в кормозапарниках и варочных котлах типа МСЗ-374 (Петрухин, 1989; Серкл, Смитт, 1979; Семененко, 1992; Семенов, Фесина, 1990).

Получаемый корм скармливают животным сразу после приготовления или через некоторое время, просушив до влажности 12%. К более интенсивным методам обработки относится прожаривание семян при температуре 110–170°C. В этом случае продукт, теряющий до 30% влажности, может храниться в целом или размолотом виде. В зависимости от типа используемого оборудования обработку проводят при температуре 110–168°C. Прожаривают зерно сои, предварительно увлажнив его до стадии набухания, на железных листах в тече-

ние 10...12 мин при температуре 110...180°C (Маслова, Красильников, 1992),

Прожаривание соевых семян можно осуществлять и на агрегатах АВМ-0,65 и АВМ-1,5 при температуре 105°C, при которой достигается полная инактивация токсических веществ и антиметаболитов, со значительным уменьшением количества легкорастворимых фракций – альбуминов и глобулинов при одновременном повышении труднорастворимых запасных белков. При температуре 180°C достигается полное разрушение уреазы, но происходит подгорание зерна, что приводит к уменьшению содержания жира и повышению количества зольных элементов (Горбатова, 1984; Яковлев, Васякин, 2000).

Одной из модификаций прожаривания является микронизация – обработка сырья инфракрасными лучами при длине волны 0,7...3,5 мкм, источником которых могут быть различные нагревательные элементы (галогенные и кварцевые лампы, теплоэлектронагреватели или керамические трубки, нагреваемые изнутри спиралями). Это излучение вызывает вибрацию молекул материала, приводящую к выделению тепла и повышению давления за счет быстрого вскипания влаги, что значительно изменяет физические и биохимические свойства продукта. Переваримость, усвояемость и вкусовые качества микронизированного корма улучшаются благодаря существенной инактивации трипсинингибирующих факторов, деполимеризации полисахаридов и повышению доступности липидной фракции, вследствие разрыва оболочек масляных капсул. За счет разрушения кристаллической структуры нативных зерен крахмала, растворения макромолекул α_4 β_3 амилазы и частично амилопектина, т. е. процесса желатинизации, энергетическая ценность продукта возрастает на 5...7%. По данным Г. Миниша и Д. Фокса (1986), обработанное инфракрасными лучами зерно усваивается на 15% лучше, чем размолотое или плющенное. Зерно, предназначенное для микронизации, предварительно очищают и подают на конвейер в зону инфракрасного облучения. Здесь в зависимости от вида сырья оно находится от 20 до 90 с, прогреваясь до температуры 115 ...120°C.

Интенсивность термического воздействия на зерно регулируется мощностью инфракрасного потока и длительностью пребывания обрабатываемого материала в камере микронизатора. В случае использования высокотемпературной микронизации, обеспечивающей прогрев продукта до 150...170°C происходит почти полное инактивирование ингибиторов трипсина, а также некоторое изменение физико-химических свойств белков. Такой инфракрасный нагрев оказывает положительное влияние на процесс хранения зерна сои (Зверев и др., 1996).

СВЧ-нагрев. Имеются некоторые данные об использовании СВЧ-нагрева в получении соевых продуктов. Метод позволяет инактивировать ингибиторы трипсина до безопасного уровня (1–1,5 мг/г) и способствует полному разрушению хемотрипсина, лектинов и уреазы (Способ... № 89...97; Отчет о НИР СибНИОСТПМ, 1996).

Тостирование. Тепловая обработка (поджаривание) при относительно низкой влажности. Установлено, что шрот, тостируемый при атмосферном давлении в условиях повышенной влажности, по питательной ценности выше, чем шрот, полученный в относительно сухих условиях (Мессина, Мессина, Сетчелл и др., 1994; Лусас, Ки Чун Ри, 1998).

Тостирование продуктов переработки соевых семян, включаемых в жидкие заменители молока для телят-молочников, улучшает переваримость и использование протеина, при этом существенно повышаются приросты телят (Храмцов, 1990, 1999).

Одним из наиболее распространенных технологических приемов обработки растительного материала является экструзия – непрерывный процесс, включающий комплексное воздействие на сырьё температуры, давления и интенсивного механического перемешивания. Продукт, увлекаемый вращающимся шнеком, попадает в камеру экструдера, температура в которой может достигать 250°C, а давление перед фильерой 5–10 МПа. Средняя продолжительность нахождения материала в экструзионной установке зависит от применяемого оборудования. Пластифицируемая масса, продавливаемая через отвер-

ствия фильер, попадает в условия нормального атмосферного давления, что приводит к мгновенному испарению части воды, резкому вздутию продукта и образованию пористой структуры. Баротермические режимы и продолжительность обработки массы в экструдере зависят от его конструкции, скорости вращения шнека, температуры в обогреваемом кожухе, скорости подачи сырья и его влажности (Aguilera et al., 1980; Mosso et al., 1982).

Экструдирование зерна осуществляют как «сухим методом», при котором высокая температура достигается за счет трения, так и «влажным способом» с использованием пара или горячей воды. Влажная экструзия увеличивает производительность процесса почти в два раза и способствует уменьшению износа рабочих частей агрегата (Комник, Росляков, 2000). Технологический процесс этой обработки включает очистку сырья, измельчение, экструдирование и охлаждение готового продукта. Экструзия повышает (на 8...15%) энергетическую ценность зерна, обеспечивает улучшение его вкусовых качеств, стерилизацию, обеззараживание, разрушение афло- и микотоксинов.

Вследствие желатинизации крахмала, деструкции целлюлозно-лигниновых образований значительно повышается кормовая ценность продукта. Санитарное состояние зерна также значительно улучшается, под действием высокой температуры и давления почти полностью уничтожаются патогенная микрофлора и плесневые грибы (Таланов, Хмелевский, 1991).

Основным показателем качества экструдата считается степень взорванности (отношение массы размолотого зерна к массе экструдата). Объем экструдированного зерна или зерносмеси должен быть в 4 раза и более больше объема размолотого продукта (Серкл, 1979; Петрухин, 1989).

Термообработка в зависимости от ее интенсивности может вызвать различные изменения физико-химических свойств сырья, которые могут быть как позитивными, так и негативными. Положительный эффект умеренного нагрева связан с тем, что он инактивирует многие нежелательные соединения

(ингибиторы протеаз, гемагглютинины, антивитамины и др.) и денатурирует белки, делая их более доступными для ферментов вследствие разрушения четвертичных, третичных и, возможно, вторичных молекулярных структур. В результате подобных преобразований биологическая ценность белков может существенно возрасти. Происходящее одновременно с этим перераспределение водородных и ионных связей, а также гидрофобных взаимодействий дисульфидных мостиков приводит к значительному снижению растворимости белков (Jeunink, Chijtel, 1979).

Ужесточение режима термоллиза вызывает ухудшение качества белков, что связано, прежде всего, с частичным разрушением термолабильных аминокислот. При этом могут происходить внутримолекулярные реакции между amino- и карбоксильными группами белков, приводящие к «сглаживанию» полипептидных цепей, а также взаимодействия аминокрупп лизина с карбонильными группами редуцирующих (группы C=O свободны) сахаров (реакция Мэйларда). Данная реакция представляет собой сложный многоэтапный процесс и на начальных стадиях имеет обратимый характер (рис. 25).

Неустойчивые, но доступные в питательном отношении основания Шиффа ($\text{R}_1\text{-HC=N-R}_2$), образующиеся в первой фазе реакции, быстро превращаются в неусвояемые соединения Амадори, в которых свободные аминокруппы блокированы (Finot, Magnenat, 1981). Затем возникают поликарбонатные соединения и происходит необратимое «сшивание» полипептидных цепей, резко изменяющее свойства белков. На заключительных этапах реакции Мэйларда образуются высокомолекулярные продукты темно-коричневого цвета (меланоидины, гумины), не всасываемые кишечником. Потери биологически доступных остатков лизина и цистина могут достигать при этом до 50% (Толстогузов, 1987).

В связи с тем, что в подобные реакции интенсивней всего вовлекаются наиболее важные аминокислоты корма (лизин и серосодержащие аминокислоты), в результате питательная ценность корма существенно снижается. Таким образом,

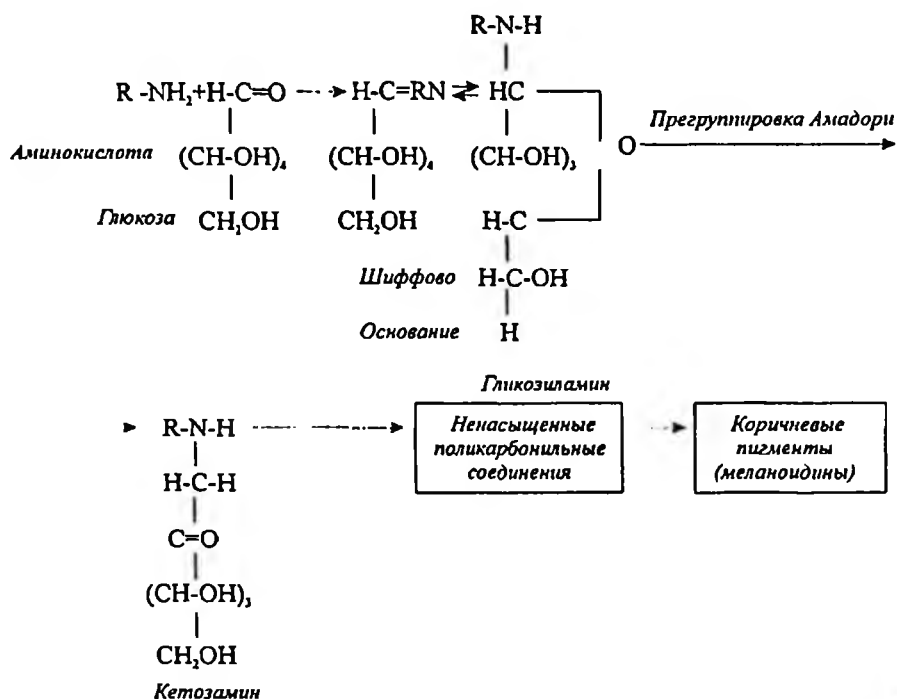


Рис. 25. Схематическое изображение сахараминной реакции (реакции Мэйларда)

оценка и выбор того или иного технологического приема обработки зерна требует учитывать не только степень инактивации антипитательных соединений, но и уровень сохранности незаменимых аминокислот, концентрация и соотношение которых в значительной мере определяет питательную ценность корма. Задача усложняется тем, что даже при 130°C активность ингибиторов трипсина подавляется не полностью (на 70...75%), а излишнее ужесточение режима нагрева снижает доступность лизина и других термолабильных аминокислот. Кроме того, сортовое разнообразие сырья, использование различного оборудования и недостаточная изученность влияния температурно-временного фактора на органолептические и биохимические свойства получаемого корма исключают воз-

возможность применения единых рекомендаций в отношении оптимальных режимов обработки.

Температурно-временные режимы обработки таких сложных биологических систем, как соевое зерно и продукты его переработки, необходимо тщательно анализировать и контролировать. Их подбирают эмпирически и оптимизируют в расчете на достижение максимально возможных показателей качества продукции (табл. 54).

Микронизация. Применение для термического облучения семян сои микронизатора УТЛ-0,3 (конструкции ОПКТБ СибИМЭ), оборудованного кварцевыми галогенными излучателями КГТ-220-1000-1, испускающими инфракрасный поток с частотой 250 Гц, позволяет эффективно инактивировать содержащиеся в них антипитательные соединения. При температуре в камере микронизатора 300...350°C оптимальная экспозиция обработки сои составляет 60...70 с. Такой режим облучения, обеспечивающий прогревание сырья до температуры (на выходе из камеры) 115...125°C, инактивирует уреазу до уровня, соответствующего в меру проваренному зерну 0,1...0,3 ед. рН.

Экструдирование. Обработка сои этим способом (1- и 2-кратное экструдирование) на агрегате ПШМ-450 при различных температурных режимах (95–140°C), вследствие кратковременности процесса не обеспечивает необходимую детоксикацию нежелательных компонентов. Минимальное значение показателя активности карбамид-амидогидролазы, достигаемое при данном виде обработки равно 0,7 ед. рН, что характеризует зерно как сырое, т. е. не пригодное к скармливанию животным. Однако

Таблица 54

**Оценка качества тепловой обработки зерна сои
по степени активности уреазы**

Зерно сои	Активность уреазы, ед. рН
Переваренное	Менее 0,05
В меру проваренное	0,1...0,3
Недоваренное	0,3...0,5
Сырое	В диапазоне 0,5...2,2

обработка просушенного ($t=65^{\circ}\text{C}$, продолжительность сушки – 3 сут) до гигроскопической влажности 7,55% сырья на прессе ПШМ-450 при режиме, обеспечивающем прогревание зерна до температуры на выходе из камеры 150°C , позволяет полностью инактивировать уреазу ($A=0,00$ ед. рН) (табл. 55).

Таблица 55

Эффективность различных способов инактивации уреазы в зерне сои

Способ основной обработки	Режим		Активность уреазы, ед. рН	Дополнительные способы
	время, с	$t^{\circ}\text{C}$		
1	2	3	4	5
Зерно нативное	–	–	2,14±0,01	–
Микронизация:	30	80	1,92	–
Агрегат УТЛ-0,3 (СиБИМЭ)	45	100	0,24	–
	70	110	0,06	–
	90	110	0,00	–
Агрегат МК-0,5	45	110	0,78	–
	70	120	0,30	–
	95	130	0,03	–
Ферментация из-мельченного зерна			2,0...2,000	Разбавление (мука/вода)
МЭК-БГ-2	от 1 до	35		1 : 1
(1...3 г/кг)	17 ч		1,90...1,85	1 : 4
			1,54...1,29	1 : 7
Вымачивание	15 ч	18...22	1,78	Анолит ($C_d=200$ мл/л)
			1,08	Католит (рН=8)
Проращивание	2 сут	18...22	1,95	–
	5 сут	18...22	1,83	–
Измельчение				Добавка солей (г/кг)
(шаровая мельница	–	–	2,04	$\text{NaHCO}_3 - 20,0$
ИХТТМ СО РАН)	–	–	1,94	$\text{CaO} - 15,0$
	–	–	1,93	$\text{CaCO}_3 - 23,0$
	–	–	1,90	$\text{NaHCO}_3 - 10,0$
То же	17 ч	38	0,14	Контроль
			0,06	$\text{NaHCO}_3 - 20,0$
			0,18	$\text{CaO} - 15,0$
			0,16	$\text{CaCO}_3 - 23,0$
			0,06	$\text{NaHCO}_3 - 10,0$

1	2	3	4	5
Хранение микро- низированного зерна	30	80	1,92	Исходный обр.
			1,52	8 мес
			1,94	17 мес
	45	100	0,24	Исходный обр.
			0,20	8 мес
			0,20	17 мес
	70	110	0,06	Исходный обр.
			0,06	8 мес
			0,12	17 мес
	95	110	0,00	Исходный обр.
			0,00	8 мес
			0,09	17 мес

Ферментация измельчённых семян сои водным раствором (разбавление муки: вода 1:1...1:7, экспозиция 1...17 ч) мультиэнзимной композиции МЭК-БГ-2 (доза внесения 1...3 г/кг сырья), содержащей 56% глюкаваморина (ГЗх = 200 ед./г), 22% целловиридина (ГЗх = 200 ед./г), 14% протосубтилина (ГЗх = 70 ед./г), 4% мела и 4% отрубей, снижает активность уреазы на 6,5 – 39,7% (минимальное значение А – 1,29 ед. рН).

Низкая эффективность данного метода обработки сои обусловлена отсутствием в МЭК-БГ-2 реагентов, которые эффективно инактивируют карбамид-амидогидролазу. Наблюдаемое незначительное снижение активности уреазы объясняется разбавлением соевой муки теплой водой, снижающей концентрацию этого фермента. По мере возрастания степени разбавления от 1:1 до 1:7 активность уреазы уменьшилась с 2,0 до 1,29...1,59 ед. рН.

Обработка электрохимически активированными растворами. Вымачивание семян сои в течение 15 ч в анолите ($C_{cl} = 200$ мг/л) или католите (рН = 8,0) инактивирует карбамид – амидогидролазу соответственно на 16,8 и 49,5%, или до уровня 1,78 – 1,08 ед. рН.

Проращивание сои в течение 2...5 сут при температуре 22...25°C не оказало существенного влияния на показатель ак-

тивности уреазы, незначительное снижение которого (на 8,9...14,5%) вызвано, по-видимому, действием факторов, способствующих диссоциации белков и белковых комплексов (возрастание оводненности тканей семян и уменьшение кислотности клеточного сока).

Механическое измельчение зерна сои на шаровой мельнице ИХХТиМ СО РАН в смеси с различными минеральными добавками (NaHCO_3 , доза 10...20 г/кг) оказывает незначительное влияние на степень активности уреазы (уменьшение на 4,7...11,2%). Увлажнение и термостатирование измельченного сырья в течение 17 ч при температуре 38°C ведет к резкому (на 91,5...97,2%) снижению трипсинингибирующей активности, что, по-видимому, также связано с усилением гидролитических процессов в обрабатываемом корме.

Хранение микронизированного зерна сои. В первые 6 мес хранения зерна активность уреазы при относительно высоких уровнях её значения ($A > 1,5$ ед. рН) снизилась на 20,8%, в последующие 10–16 мес возросла в среднем на 21,1%, т. е. незначительно превысила исходную величину, а в целом за период (24 мес) уменьшилась на 9,4%. При низких значениях этого показателя ($A < 0,1$ ед. рН) его величина оставалась постоянной в течение 6 мес со времени обработки, затем увеличивалась в среднем на 0,11 ед. рН (151,7%). Некоторое повышение активности уреазы, вероятно, связано с тем, что после термической денатурации её молекул под действием факторов, вызывающих изменение физических, химических и биологических свойств фермента, происходит постепенное снижение энтропии белковых структур благодаря частичному восстановлению их изменённой конформации, разрушенных водородных связей и других ренатурационных процессов. Восстановление каталитических свойств (хотя бы незначительное) полностью инактивированной уреазы ($A = 0,00$ ед. рН) за двухлетний период хранения микронизированной сои не отмечено.

Обработка зерна сои различными способами показала, что наиболее эффективными, позволяющими инактивировать

уреазу до необходимого уровня ($A \geq 0,3$ ед. рН) являются микронизация (экспозиция 60...70 с, температура сырья на выходе из камеры 115...125°C) на агрегате УТЛ-0,3 и экструдирование на прессе ПШМ-450 (экспозиция 7 с, температура сырья на выходе 150°C). В связи с большей эффективностью и технологичностью процесса микронизации по сравнению с другими используемыми в исследованиях методами инактивации нежелательных компонентов кинетика химических преобразований в соевом зерне изучалась после обработки его этим способом.

Химический и аминокислотный состав, биологическая ценность. В процессе микронизации зерна сои, обеспечивающем практически полную инактивацию уреазы ($A = 0,03$ ед. рН), происходит уменьшение количества общей влаги (на 3,15%) и возрастание содержания клетчатки (на 0,45%), а также золы (на 3,35%). Концентрация протеина, жира и БЭВ снижается при этом соответственно на 0,24; 0,10 и 0,31% (табл. 56).

Для кормления всех видов сельскохозяйственных животных и птицы полножирная соя используется как компонент комбикормов и соевых заменителей молочных кормов (СЗМК), а также в виде шрота, жмыха, муки, белковых концентратов, изолятов, соевого молока, зеленой массы, соломы и силоса. Кроме того, на корм используют и другие продукты переработки соевого зерна: соевое масло, лузга, саломас, фосфотидные концентраты и концентрат витамина E_c (α-токоферол).

Соевые шроты и жмыхи – очень ценные белковые корма. По биологической ценности и количеству незаменимых аминокислот они занимают второе место после мясокостной муки и кормовых дрожжей. Соевый жмых (ГОСТ 27149-95; ТУ 9146-009-10126558-96) содержит 1,26 к. ед., 380...425 г сырого протеина и 100...150 г сырого жира в 1 кг сухого вещества (Калашников, 1978).

Соевый шрот практически не имеет токсических включений. Однако определенное санитарно-гигиеническое значение имеют ингибиторы трипсина. В соответствии с ГОСТом в шроте, активность уреазы (косвенный показатель содержания

Таблица 56

Аналитические данные микронизационной обработки семян сои

Показатели	Режим микронизации, с, °С			
	0; +0	95; 110	70; 120	95; 130
Активность уреазы, ед. рН	2,14	0,78	0,3	0,03
Общая влага, %	11,74	11,01	10,84	8,59
Протенин, %:				
в натуральном корме	31,89	31,74	31,70	31,65
в сухом корме	36,13	35,67	35,55	34,62
Зола, %	4,86	5,85	6,126	8,21
Аминокислоты, %:				
в натуральном корме	25,11	24,02	22,98	21,99
в сухом веществе	28,46	26,96	25,78	24,04
Незаменимые аминокислоты, %:				
в натуральном корме	13,14	12,39	11,65	11,29
в сухом веществе	14,89	13,90	13,07	12,34
в протенне	41,26	38,96	36,77	35,62
Лизин, %:				
в натуральном корме	2,55	2,50	2,27	2,19
в сухом веществе	7,06	7,00	6,39	6,32
Метионин, %:				
в натуральном корме	0,40	0,39	0,37	0,16
в сухом веществе	1,09	1,09	1,04	0,46

ингибиторов не нормируется, в тостированном она должна составлять не более 0,1...0,2 ед. рН (Сироткин, 1975; Смекалов, Зельнер, 1976; Гамзиков, 1998 и др.).

Соевое зерно. Зерно после соответствующей обработки используется для кормления как взрослого скота, так и молодняка сельскохозяйственных животных и птицы. Зерно сои содержит в 3 раза больше переваримого протеина, чем зерно ячменя и кукурузы. В 1 кг зерна сои содержится 250...300 г переваримого протеина и 1,36...1,45 к. ед. (Томмэ, 1963; Сироткин, 1975; Гаврилюк, Зайцева, Телеуца, 1981; Кашеваров, Горин, Лях и др., 1999).

Необезжиренное экструдированное зерно сои – универсальный высокобелковый и энергетический корм для сельскохозяйственных животных (в 1 кг содержится 15,7 МДж обмен-

ной энергии и 350 г протеина). В комбикорма-стартеры можно вводить до 50% экструдированной сои (Бабич, 1974; Сироткин, 1975; Смекалов, Зельнер, 1976; Заверюхин, 1978; Бабич, 1991).

По калорийности соевая мука занимает первое место среди бобовых культур, а также превосходит пшеницу, ячмень и просо. В 100 г соевой муки содержится 450 калорий, пшеничной – 360, гороховой – 320, ячменной крупы – 350, овсяной – 385, гречневой – 345; мяса – 250 калорий, яиц – 162 (Енкен, 1952; Бабич, 1974; Казьмин, 1975; Гаврилюк, Зайцева, Телеуца и др., 1981; Крохина, 1990).

Соевая солома содержит 4,6% белка, 1,7% жира, в то время как, например, в овсяной соломе всего 2,5% белка и 1,6% жира. Она является более ценным объемистым кормом, нежели солома таких культур, как овес, ячмень и пшеница.

Зеленая масса сои. При возделывании сои на корм она дает высокие урожаи высококачественной зеленой массы. Еще лучшие результаты она обеспечивает при посеве в смеси со злаковыми компонентами. Урожай сои в смеси часто бывает выше ее чистых посевов, а кормовая ценность массы не только не снижается, но и наоборот, повышается за счет углеводов злаков. Одностороннее преимущество по белкам в укосной массе, имеющее место при чистом посеве сои, в этом случае устраняется. Так, содержание протеина, белков, жира, клетчатки, БЭВ и золы составляет, %: соя – 4,5; 3,6; 1,0; 6,2; 11,0 и 2,4; соя + кукуруза – 3,4; 2,5; 1,1; 7,0; 11,4 и 3,1; соя + суданская трава – 4,1; 2,8; 2,2; 9,1; 9,8 и 4,8; соя + сорго – 3,6; 2,5; 1,2; 9,6; 10,1 и 3,5 (Романенко, Тютюнников, Гончаров, 1999).

Соевый жом (окара, кормовой соевый обогатитель), получаемый в процессе приготовления соевого молока, также является ценным кормовым продуктом с высоким содержанием жира и белков.

В настоящее время существует несколько вариантов технологий приготовления кормового соевого молока (Адамень, Письменов, 1989; Крюков, Бизезюк, Полунина, 1997; Stojanović и др., 1998; Отчет о НИР СибНИПТИЖ, 1999).

Простейшая технология получения соевого молока включает следующие стадии. Вначале бобы вымачивают. Это делается с целью удаления части олигосахаридов, устранения привкусов и повышения технологичности дальнейшей переработки. Вымачивание ведется при температуре от 20 до 100°C, временной интервал – от 2 до 12 ч. В качестве растворителя используется вода либо водные растворы различных химических веществ. После этого бобы размалывают. При производстве соевого молока режим термообработки является ключевым технологическим элементом, оказывающим решающее значение на качество готового продукта.

Соевое молоко вырабатывается из натуральных соевых бобов. По питательности и усвояемости лишь незначительно уступает молоку животных и человека. Химический состав этого продукта в зависимости от условий произрастания сои, сорта и способа возделывания колеблется в пределах: содержание белков – от 1,75 до 4,95%; жиров – от 0,3 до 3,35%; БЭВ – от 1,18 до 4,26 и золы – от 0,38 до 0,6% (Гаврилюк, Зайцева, Телеуца и др., 1981; Адамень, Письменов, 1989) (табл. 57).

Соевое молоко используется в качестве дополнительного корма и частично взамен цельного и полностью обезжиренного молока для выпойки телятам и пороссятам. Из 1 кг бобов можно получить от 7 до 10 л соевого молока с питательностью 1 л – 0,13...0,16 к. ед. и 30...35 г переваримого протеина

Таблица 57

Сравнительная оценка химического состава молока различных видов

Наименование продукта	Содержание, %					Отношение протеина к углеводам
	сухого вещества	протеина	жира	углеводов	золы	
Обезжиренное молоко	9,0	3,3	0,08	4,9	0,7	1:1,48
Соевое молоко	7,6	2,9	1,3	3,0	0,4	1:1,03
Соевое молоко на подсырной сыворотке	10,0	3,0	1,5	4,6	0,9	1:1,53

(Таланов, Хмелевский, 1991). По некоторым литературным данным, в соевое молоко переходит 72% массы сои, 61% сухих веществ и 75% белков (Яковлева, 1979; Ким, Карибаев, 1988).

Усвояемость соевого молока молодняком крупного рогатого скота составляет 95...96%. Кислотный сгусток его в желудке животных значительно нежнее и более мелкой структуры, чем сгусток коровьего молока. Соевое молоко вызывает меньшее выделение желудочного сока, чем коровье, работа желудка и кишечника при этом слабее. Жиры соевого молока равномерно распределяются, легко проходят через стенки кишечника и поступают прямо в кровь (Адамень, Письменов, 1989).

Правильно обработанные полножирные семена сои являются ценным кормом при выращивании птицы и свиней.

По источникам зарубежных авторов установлено, что при сравнении прожаренной и экструдированной сои в рационах бройлеров лучшие результаты получены при скармливании экструдированного зерна. Сою, обработанную инфракрасными лучами (микронизированную), можно вводить в их рационы в начальном периоде до 28, а на заключительном этапе – 22% (Хорани, 1992).

Правильно обработанную теплом полножирную сою можно включать без осложнений в рационы кур-несушек до 20%, а сырую сою – не более 15% и при этом получают удовлетворительные показатели продуктивности (Арскотт, 1975).

Норма введения сои также зависит от типа рационов. В среднем для всех рационов-мешанок птиц рекомендуется введение обработанной теплом полножирной сои не более 20% с активностью уреазы в пределах 0,02...0,1 ед. рН (Лепли, 1984).

При испытании в рационах поросят полножирной сои, подготовленной методом инфракрасного облучения (микронизация), и соевого шрота установлено, что по мере увеличения в рационах количества полножирной сои повышались производственные и экономические показатели (Вильегас и др., 1970).

В США, Англии, Франции на рынке кормов часто можно встретить корма для поросят массой 4...7 кг (в возрасте

14...21 день), содержащие 10% молочных субпродуктов и примерно 30% полножирной сои с низким уровнем антипитательных факторов (Хейтонвейт, 1984; Ноланд, 1985).

Полножирная соя является также ценным кормом для молочного стада, поскольку дает возможность повысить энергонасыщенность рационов. Так, повышение содержания жира в рационе на 1% стимулирует дополнительную выработку 0,9 кг молока во время первых трех месяцев лактации (Остергаард и др., 1981).

Исследованиями (Смит и др., 1980; Мюир и др., 1983; Руззеггер и др., 1983; Моранд-Фер и др., 1987; Беккер, 1986) установлено, что в рационы молочного скота можно вводить сырую полножирную сою в пределах 10...15% (сухого вещества рациона). При этом микрофлора рубца полностью и максимально нейтрализует ингибиторы трипсина, однако большее количество сои резко снижает эффективность этого процесса.

Проведены исследования по сравнению рационов коров с обработанной полножирной соей и рационов с соевым шротом. Так, Шрайвер и др. (1985) отмечают, что дневное потребление до 3,3 кг экструдированной полножирной сои не повлияло на общий объем потребленных кормов в сухом веществе и на их переваримость, следовательно, рационы не оказывают негативного влияния на продуктивность и качество молока. Оуэн и др. (1985) получили положительные результаты при скормливание лактирующим коровам прожаренной полножирной сои по сравнению с сырой соей. Прожаривание сои повышало потребление корма, среднесуточный удой, содержание жира и белка в молоке.

За рубежом все более широкое применение в составе заменителей цельного молока находят различные растительные и животные немолочные белки. Но все же наиболее распространенным растительным белком является соевый. Установлено, что около 50% молочных белков в составе ЗЦМ можно восполнить соевым белковым концентратом без существенного влияния на развитие молодняка животных. По мнению не-

которых зарубежных исследователей, соевым белком можно заменять до 70% животных белков.

Исследованиями, проведенными в Израиле, установлено, что концентрат соевого протеина (содержание белков 60...65%) можно включать в кормовые рационы в количестве до 88% общих белков при условии, что оставшиеся белки – молочные. В опытах, начатых на 30-дневных телятах, скорость роста телят, получавших молочный белок, и телят, получавших соевые белки, достоверно не различались.

В Дании около 60% заменителей молока вырабатывается с включением соевого концентрата, который получают из цельных соевых бобов.

В Германии выпускают соевый белковый концентрат «Экстрильво-70», используемый при выращивании откормочных и племенных телят, следующего состава, %: сырые белки – 68...70; жир – 0,5...15; углеводы – 17...23; зола – 5...5,5; клетчатка – 2,5...3. «Экстрельво-70» – тонкомолотый порошок с растворимостью в воде 30...40%. Телята 5-дневного возраста получали корм, состоящий из сухой сыворотки – 25%, кукурузного крахмала – 5%, остальное – «Экстрильво-70». Суточный прирост животных составил около 900 г, средняя масса телят не отличалась значительно от массы телят контрольной группы.

Установлено, что при частичной или полной замене молочных белков в заменителях, откармливаемых телят в период роста с 15...19 до 49...54 дней, переваримость общего протеина рациона колебалась от 0,53 до 0,90, а усвояемость его – от 0,30 до 0,57 на 1 кг потребляемого азота.

Во Франции для вскармливания телят используют заменитель, называемый «Молоко без молока» (МБМ). В его состав входят немолочные компоненты, в том числе белковые концентраты из люцерны, сои, рапса, рыбная мука, дрожжи. Жировая часть МБМ состоит из животных и растительных жиров. Приросты телят в первые недели жизни при употреблении МБМ обычно такие же или незначительно ниже, чем при использовании традиционных молочных кормов, а в даль-

нейшем превышают за счет большего поедания телятами растительных кормов. МБМ быстро переваривается в сычуге, задерживаясь в нем не более 1,5 ч. МБМ обходится на 10–20% дешевле традиционных молочных кормов (В.С. Гордезиани, 1990).

Заменитель цельного молока производства США (№ 503 Р24-Д), содержащий 15% обезжиренного молока, 53% молочной сыворотки, 15% концентрата соевого протеина, жиры, минерально-витаминные вещества, обеспечивал такой же прирост, как ЗЦМ, в составе которого был 81% сухого обезжиренного молока. Сухой концентрат соевого протеина в сочетании с молочной сывороткой заменяет сухое обезжиренное молоко в составе заменителей цельного молока для телят (Подобед, 1984).

В нашей стране соевые продукты в рационах телят используют в основном в виде соевого молока (соевого экстракта) или полножирной соевой муки.

Практический опыт по выпаиванию соевого молока телятам накоплен в регионах, где соя является привычной культурой земледелия – на Дальнем Востоке, в Ставропольском и Краснодарском краях. Соевое молоко обычно скармливают телятам начиная с месячного возраста. Телятам старше 4-месячного возраста можно скармливать размолотую и смешанную с водой сою в виде сметанообразной массы после проведения соответствующей термообработки.

В хозяйствах, выращивающих сою, обезжиренное молоко можно полностью заменить соевым, которое готовят на воде или молочной сыворотке. На высокую эффективность использования соевого молока при выращивании и откорме животных и птицы указывают В.И. Сироткин и др. (1986), В.Т. Поздняков (1990); А.В. Подобедов (1999), А.М. Иванов (1999).

При испытании различных рецептур соевого заменителя молочных кормов (СЗМК) в состав СЗМК-1 вводили витамины и микроэлементы до уровня, адекватного цельному молоку; в СЗМК-2, кроме указанных выше, вводили костный жир, молочный сахар, фосфотиды, витаминно-минеральный премикс;

в СЗМК-3 – те же компоненты, что и в СЗМК-2, с нормализацией А-витаминного состава за счет кормового препарата микробиологического каротина (КПМК). С учетом фактического состава СЗМК-2 и -3 премикс имел следующий состав: в 1 кг жидкого СЗМК соль поваренная – 1...1,6 г, лизин – 0,56...1 г, метионин – 1,78...2 г, лимонная кислота – 0,2 г, витамины: А – 2 тыс. МЕ, D – 0,2 тыс. МЕ, Е – 1...1,12 мг, В₆ – 0,6...0,7 мг, В₂ – 1,2–1,5 мг, В₁₂ – 5...10 мкг, медь сернокислая – 4...8 мг, цинк сернокислый – 8...10 мг, кобальт хлористый – 0,8...1 мг, калий йодистый – 0,03...1,0 мг (Подобед, 1986).

В других исследованиях (Подобед, 1986) установлено, что замена в рационах телят 35–40% белков молока белками сои в составе полноценного СЗМК, как и в предыдущем эксперименте, обеспечивает высокую эффективность роста животных за первые 6 мес выращивания. К 3...4-месячному возрасту среднесуточный прирост у опытных телят составил 620...640 г. Переваримость основных питательных веществ у телят, потреблявших СЗМК, аналогична контролю, а переваримость клетчатки выше – на 4,8...6,1% ($P < 0,05$).

Благодаря скармливанию СЗМК активизируется рубцовое пищеварение, что способствует возрастанию числа отдельных видов микроорганизмов, общего уровня ЛЖК – на 7,8...17,8%.

В послемолочный период опытный молодняк аналогичен контролю. Отклонений в росте и развитии, сроках осеменения телок, продолжительности стельности и годовом удое первотелок не наблюдалось.

Аналогичные результаты получены в исследованиях Н.А. Смекалова, (1985), Н.А. Смекалова, М.И. Вишнякова (1985), В.И. Заверюхина, И.Л. Левандовского (1988), В.С. Гордeziани (1990), И. Свидо, В. Михайлова (1998).

В Северо-Кавказском НИИЖ проведены исследования по замене сухого обезжиренного молока соевой мукой в стандартном ЗЦМ. Установлено, что 50% сухого обезжиренного молока можно экономить, если включать в состав этого заменителя 1,5% подсолнечного масла, 15% кормовых дрожжей и

14...17% прожаренной соевой муки. Изготовленные по этим рецептам заменители молока скармливают телятам начиная с 10...15-дневного возраста, фактический расход на 1 голову составляет 21...37 кг. В дополнение к заменителю необходимо скармливать 80 кг цельного молока, 300 кг комбикорма и 300 кг хорошего люцернового сена на каждую голову за 6-месячный период выращивания телят. Скармливать эти заменители рекомендуется растворенными в горячей воде (60...65°C) в соотношении 1:8. Использование этих заменителей позволяет вырастить телят к 6-месячному возрасту с живой массой 160...170 кг при затратах корма 4,4...4,5 к. ед. и 550...700 г переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы (Сладков, Ульянов, Викторov и др., 1980).

Исследованиями Узбекского НИИ животноводства разработаны рецепты ЗЦМ без использования в его составе дефицитных молочных кормов на основе 100% замены молочных белков белками сои. На основании разработанных рецептов СЗМК определяли хозяйственную и экономическую эффективность при выращивании телок. До 3-месячного возраста опытные телки отставали в росте и развитии от телок обильномолочной группы, но в дальнейшем они догоняли, а затем и превосходили их. СЗМК на основе соевой муки характеризовались 100%-й поедаемостью. Использование СЗМК повышало переваримость сухого вещества и протеина кормов рациона, способствовало увеличению отложения азота в организме на 4,22...4,27%. Среднесуточные приросты телок были 545,7...581,0 г, что выше на 3,7...7,6%, чем на контроле. Срок хранения заменителей на основе соевой муки увеличился в 2,5...3 раза по сравнению с ЗЦМ, в состав которого включались обрат, пахта и др. (Ким, Карибаев, 1988).

Высокая эффективность использования соевого молока получена в экспериментах Сироткина, 1975; Семенова, Фесиной, 1990; Пирогова, Ремезова, Толмачевой и др., 1993).

В Западной Сибири опыт выпаивания «соевого молока» телятам имеется в Алтайском крае (АО «Точильное», АО «Колос» Смоленского района) и в ОПХ «Комсомольское» Павлов-

ского района. В ОПХ «Комсомольское» использовать «соевое молоко» в рационах телят взамен обраты начали в 1997 г. В результате внедрения нового кормового продукта, выработанного из сои сорта Алтом, в ОПХ «Комсомольское» за последние 2...3 года среднесуточный прирост телят, выращенных на соевом молоке составил 600...650 г, а на обрате – 500...550 г.

О высокой эффективности использования соевого молока взамен обраты по результатам исследований, полученным в ОПХ «Комсомольское», сообщают В.Ф. Туров, И.М. Мироненко, О.А. Киц (2000); И.М. Мироненко, О.А. Киц, В.Ф. Туров (2000); А.А. Майоров, О.А. Киц, В.Ф. Туров (2000); В.К. Липс, В.Ф. Туров, Г.П. Крапивин и др. (2000); В.Ф. Туров, Х.В. Загитов (2000).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЕВОГО МОЛОКА В РАЦИОНАХ ТЕЛЯТ-МОЛОЧНИКОВ

В 1999–2001 гг. в ОПХ «Комсомольское» Павловского района Алтайского края проведены 3 научно-хозяйственных опыта по определению эффективности использования соевого молока, приготовленного по различным технологиям, и включения в их состав биоактивированных углеводистых зерновых культур при выращивании телят-молочников.

Во всех трех научно-хозяйственных опытах телята до 6-месячного возраста находились в одинаковых условиях содержания. Обслуживались одной дояркой. Всё, кроме молочных и их заменителей, получали в одинаковом количестве и ассортименте. Кормление в зависимости от возраста и живой массы осуществляли согласно нормам ВАСХНИЛ (1985). Испытуемые заменители молочных кормов выпаивали по схемам, разработанным для каждого конкретного опыта (табл. 58).

После 6-месячного возраста опытные телята были объединены в одну группу и находились в хозяйственных условиях.

В данной книге приведены результаты первого научно-

Таблица 58

Схема кормления телят в первом опыте

Возраст		Живая масса, кг	Суточная дача корма, кг								Минеральная подкормка	
месяц	декада		молоко цельное	обрат	соевое молоко № 1*	соевое молоко № 2*	сено	сенаж	зеленая масса	концентраты	соль	мел
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1-я	60	6				—	—			—	
	2-я		6				0,1	—			5	
	3-я		6				0,1	0,3		0,1	10	10
За 1-й мес		60	180				2	3		1	150	100
2	4-я	80	5	1,0	1,0	1,0	0,1	0,5		0,2	10	10
	5-я		4	2,0	2,0	2,0	0,2	1,0		0,4	10	15
	6-я		3	3,0	3,0	3,0	0,5	2,0		0,6	10	15
За 2-й мес		80	120	60	60	60	6,0	35		12	300	400
3	7-я	105		6	6	6	1,0	3,0		1,0	15	20
	8-я			6	6	6	1,0	4,0		1,2	15	20
	9-я			6	6	6	1,5	5,0		1,2	20	25
За 3-й мес		105		180	180	180	35	120		34	500	650

Окончание табл. 58

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	10-я			6	6	6	1,5	6		1,2	20	25
4	11-я			6	6	6	2,0	6		1,2	25	25
	12-я			6	6	6	2,0	6	—	1,4	25	25
За 4-й мес		125		180	180	180	55	180		38	700	750
	13-я			6	6	6	2,0	—	7	1,5	25	25
5	14-я			5	5	5	2,0		7	1,5	25	25
	15-я			4	4	4	2,0		8	1,5	30	30
За 5-й мес		147		150	150	150	60		220	45	800	800
	16-я			4	4	4	2,0		8	1,5	30	30
6	17-я			3	3	3	2,0		8	1,5	30	30
	18-я			2	2	2	2,0		9	1,5	30	30
За 6-й мес		170		90	90	90	60		250	45	900	900
Всего за 6 мес			300	660	660	660	218	338	470	175	3350	3600

* Соевое молоко: № 1 – приготовленное на основе паротепловой обработки сои; № 2 – на основе микронизации сои.

хозяйственного опыта, так как в остальных двух опытах они были практически одинаковыми.

В исследованиях нормы кормления были рассчитаны на получение среднесуточного прироста телят 650–700 г. Рационы кормления для всех телят были одинаковы, за исключением молочных. В зимний период, с 2- до 4-месячного возраста, среднесуточный рацион состоял: сено кострещово-люцерновое – 1,2 кг; концентраты (пшеница + овес + горох + премикс) – 1,2 кг; сенаж горохоовсяной – 4 кг; соль поваренная – 20 г; мел кормовой – 25 г; телята контрольной группы – обрат – 6 л; I опытной – соевое молоко на основе паротепловой обработки сои – 6 л; II опытной – соевое молоко на основе микронизации полножирной сои – 6 л. Рецепт премикса приведен в табл. 59.

За зимний период исследований телятами от 2- до 4-месячного возраста поедаемость кормов контрольной и I–II опытных групп соответственно составила: сена – 83,3; 70,8; 66,7%; сенажа – 70,0; 70,0; 62,6%, а остальные корма поедались полностью (табл. 60).

В поедаемости грубых и сочных кормов между группами имелись некоторые различия. Так, телята I опытной группы потребили сена меньше на 12,5%; II опытной – на 16,6%, а сенажа животные II опытной – меньше на 7,5% по сравнению с контрольной группой. Различное количество фактически потребленных кормов в составе рациона отразилось и на количестве потребленных питательных веществ. Телята I опытной группы потребили сухого вещества меньше на 1,6%, II опытной – на 5,96%. Аналогичная картина наблюдается и по потреблению органического вещества рациона.

В фактически съеденных кормах телятами I опытной группы содержалось кормовых единиц больше на 2,85%, II опытной – меньше на 2,28%. Некоторые различия в содержании кормовых единиц в рационах связаны с различной переваримостью питательных веществ. Сырого протеина телята I и II опытных групп потребили меньше на 5,2 и 8,0%. Наиболее существенные различия были в потреблении жира. Так, телята I опытной группы съели жира больше на 78,9%, II опытной –

Таблица 59

Рецепт премикса для телят до 6-месячного возраста

Ингредиенты	На 1 т, кг	Элемент	Содержание в		
			1 кг	40 г	60 г
Отруби пшеничные	760				
Мел кормовой	150	Кальций, г	50	2,0	3,0
Окись магния	40	Магний, г	24	0,96	1,44
Сернокислые: медь	1,0	Медь, мг	254	10	15
цинк	4,0	Цинк, мг	908	36	54
марганец	2,8	Марганец, мг	638	25	38
железо	2,1	Железо, мг	422	17	25
Сера кормовая	20	Сера, г	20	0,8	1,2
Кобальт хлористый	0,09	Кобальт, мг	22,3	0,89	1,3
Калий йодистый	0,01	Йод, мг	7,5	0,3	0,45
Витамины:					
А (актив. 500 тыс./г)	0,6	А, тыс. МЕ	300	12	18
Д ₃ (актив. 500 тыс./г)	0,05	Д ₃ , тыс. МЕ	25	1	1,5
Е (актив. 250 мг/г)	0,2	Е, мг	50	2	3
В ₁	0,01	В ₁ , мг	100	4,0	6,0
В ₂	0,01	В ₂ , мг	100	4,0	6,0
В ₃	0,2	В ₃ , мг	200	8	12
В ₅	0,4	В ₅ , мг	400	16	24
В ₆	0,07	В ₆ , мг	70	2,8	4,2
В ₁₂ (0,1% актив.)	0,6	В ₁₂ , мкг	600	24	36
Лизин	10	Лизин, г	10	0,4	0,6
Метионин	4	Метионин, г	4	0,16	0,24
Амилосубтилин	4	Амилосубтилин, г	4	0,16	0,24
Суточная доза:					
Телята 0–3 мес, г				40	
4–6 мес, г					60

на 74,3%, чем в контрольной группе (табл. 61.)

От общего суточного количества потребленного сырого протеина на долю обрата в контрольной группе приходится 35,4%, а в I–II опытных группах на долю соевого молока – от 34,3 до 35,4%, переваримого протеина – соответственно группам 49,4% и от 34,2 до 35,6%; жира – 16,5 и от 55,4 до 56,8%.

Таблица 60

Количество фактически съеденных кормов и содержание
в них питательных веществ за зимний период (на 1 голову / сут)

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сено, костер + люцерна, кг	1,0	0,85	0,8
Концентраты, пшеница + овес + горох*, кг	1,2	1,2	1,2
Сенаж, овес + горох, кг	2,8	2,8	2,5
Соль поваренная, г	20	20	20
Мел кормовой, г	25	25	25
Молочные корма: обрат, кг	6,0	—	—
соевое молоко на основе паротепловой обработки сои, кг	—	6,0	—
соевое молоко на основе микронизации сои, кг	—	—	6,0
Содержится:			
сухое вещество, г	3492	3436	3284
органическое вещество, г	3291	3245	3104
кормовые единицы	3,51	3,61	3,43
сырой протеин, г	627	595	577
переваримый протеин, г	425	388	372
жир, г	109	195	190
клетчатка, г	587	570	528
БЭВ, г	1968	1885	1809
зола, г	201	191	180
кальций, г	27	24	23
фосфор, г	14	13	12
сахар, г	47	82	80
крахмал, г	970	1052	1029
каротин, мг	130	124	112
калий, г	25	22	22
натрий, г	6	4	4
магний, г	5	5	5
железо, мг	526	599	556
медь, мг	22	22	21
цинк, мг	92	90	87
марганец, мг	132	140	132

* В составе концентратов 40 г премикса.

Таблица 61

**Структура протеина и жира в фактически съеденных кормах
за зимний период (на 1 голову/сут), г**

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Потреблено:			
сырого протеина	627	595	577
В том числе за счет обрат	222		
соевого молока		204	204
молочных (от общего), %	35,4	34,3	35,4
Потреблено:			
переваримого протеина	425	388	372
В том числе за счет обрат	210		
соевого молока		132,6	132,6
молочных (от общего), %	49,4	34,2	35,6
Потреблено:			
жира	109	195	190
В том числе за счет обрат	18		
соевого молока		108	108
молочных (от общего), %	16,5	55,4	56,8

Телята опытных групп (см. табл. 60) потребили несколько меньше клетчатки, безазотисто-экстрактивных веществ, золы, кальция и фосфора. В 1 кг сухого вещества рациона содержалось кальция 7,4–8,2 г, фосфора – 3,9–4,2 г, поваренной соли – 6,0–6,5 г, магния – 1,5–1,6 г, калия – 5,6–5,7 г, меди – 6,4–6,6 мг, цинка – 27,9–28,1 мг, марганца – 40–42,6 мг, а их соотношения были в пределах нормы.

В летний период, с 4- до 6-месячного возраста, общий рацион телят состоял: сено кострцово-люцерновое – 2 кг, зеленая масса (овес + горох) – 8 кг, концентраты (пшеница + овес + горох + премикс) – 1,5 кг, соль – 36 г, мел – 30 г, а молочные – обрат и его заменители – в зависимости от изучаемого фактора.

Поедаемость кормов по группам составила: сена – 80,0; 75,0; 70,0%; зеленой массы – 75,0; 81,2; 75,0%. Остальные корма поедались полностью (табл. 62).

Телята I опытной группы потребили меньше сена на 6,25%,

Таблица 62

Количество фактически съеденных кормов и содержание в них питательных веществ за летний период (на 1 голову/сут)

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сено, костер + люцерна, кг	1,6	1,5	1,4
Зеленая масса, овес + горох, кг	6,0	6,5	6,0
Концентраты, пшеница + овес + горох*, кг	1,5	1,5	1,5
Соль поваренная, г	30	30	30
Мел кормовой, г	30	30	30
Молочные корма, кг			
обрат	4,0	—	—
соевое молоко на основе паротепловой обработки сои	—	4,0	—
соевое молоко на основе микронизации сои	—	—	4,0
Содержится:			
сухое вещество, г	4699	4797	4576
органическое вещество, г	4440	4536	4329
кормовые единицы	4,58	4,78	4,49
сырой протеин, г	789	788	758
переваримый протеин, г	535	514	488
жир, г	157	220	212
клетчатка, г	923	951	889
БЭВ, г	2571	2577	2470
зола, г	254	257	243
кальций, г	36	36	35
фосфор, г	15	14	14
сахар, г	168	201	189
крахмал, г	1196	1260	1236
каротин, мг	147	150	139
калий, г	61	63	59
натрий, г	4	3	3
магний, г	5	6	4
железо, мг	258	312	302
медь, мг	20	20	20
цинк, мг	91	91	88
марганец, мг	120	126	121

* В составе концентратов 60 г премикса.

II опытной – на 12,5% и зеленой массы – животные I опытной группы – больше на 8,3%, а остальные корма практически в одинаковом количестве.

Имеющиеся некоторые различия отразились и на содержании питательных веществ в фактически съеденных кормах, однако они были несущественными. Так, различия между группами в потреблении составили: сухого вещества – 2,1–2,6%, органического вещества – 2,2–2,5%, кормовых единиц 3,3–4,4%, сырого протеина – 1,8–3,9%, переваримого протеина – 3,9–8,8%, золы 1,2–4,3%, клетчатки – 0,6–3,7% и БЭВ – 0,2–3,9%.

Как и в зимний период, между группами имелись существенные различия в потреблении жира. Телята I опытной группы потребили жира больше на 40,13%, II опытной – на 35,03%. Эти различия связаны с разным содержанием этого элемента питания в фактически скормленных кормах.

Определенный интерес представляет структура протеина и жира в фактически потребленных кормах. Так, телята контрольной и опытных групп в сутки потребили соответственно, г.: сырого протеина – 789; 788 и 758, в том числе за счет молочных – 148; 136 и 136. Переваримого протеина было соответственно 535; 514 и 488; 140,1; 88,4 и 88,4 г. Некоторое увеличение в структуре переваримого протеина (на 7,42%) в рационах телят контрольной группы по сравнению с другими группами связано с более высокой переваримостью обраты по сравнению с соевым молоком.

Жиры содержались в рационах телят контрольной группы 157 г, I опытной – 220 г, II опытной – 212 г, в том числе за счет молочных – 12; 72 и 72 г. Следует отметить, что молочные корма в структуре сырого и переваримого протеина и жира в рационах с 2- до 4- и с 4- до 6-месячного возраста телят сократились почти в 2 раза.

За период исследований (за зимний и летний) в фактической поедаемости кормов между группами также имелись некоторые различия (табл. 63).

Телята I опытной группы потребили сена меньше на 15 кг

Таблица 63

**Количество фактически съеденных кормов с 2- до 6-месячного
возраста телят (на 1 голову)**

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сено, костер + люцерна, кг	156	141	132
Сенаж, овес + горох, кг	168	168	150
Зеленая масса, овес + горох, кг	360	390	360
Концентраты, пшеница + овес + горох *, кг	162	162	162
Соль поваренная, кг	1,5	1,5	1,5
Мел кормовой, кг	2,1	2,1	2,1
Молочные корма, кг			
обрат	600	—	—
соевое молоко на основе паро- тепловой обработки сои	—	600	—
соевое молоко на основе микронизации сои	—	—	600
Содержится:			
сухое вещество, г	491212	493807	471371
органическое вещество, г	463535	466565	445953
кормовые единицы	485,0	503,4	474,2
сырой протеин, г	84942	82977	80092
переваримый протеин, г	57591	54101	51579
жир, г	15891	24853	24087
клетчатка, г	90636	91308	85033
БЭВ, г	272066	267427	256741
кальций, г	3911	3654	3456
фосфор, г	1733	1603	1552
каротин, мг	16541	16385	15031

* В составе концентратов 6 кг премикса.

(9,6%), II опытной — на 24 кг (15,4%), телята II опытной группы потребили сенажа меньше на 18 кг (10,8%), зеленой массы телята I опытной съели больше на 30 кг (8,5%) по сравнению с контрольной группой. Потребление концентратов, соли и минеральной подкормки во всех группах было одинаково, а молочных кормов — согласно схеме исследований.

В фактически потребленных питательных веществах, рассчитанных на основе коэффициентов переваримости питательных веществ (полученных в наших исследованиях), тоже имелись несущественные различия. Так, телята I опытной группы потребили сухого вещества рациона больше на 2595 г (0,5%), II опытной – меньше на 19841 г (4,0%), а органического вещества соответственно на 3030 г (0,35%) и 17582 г (3,8%) по сравнению с контрольной группой. В рационах телят I опытной группы содержалось кормовых единиц больше на 3,8% (18,4 к. ед.), а II опытной – меньше на 2,2% (10,8 к. ед.). Переваримого протеина потребили больше всех телята контрольной группы, а животные I опытной – меньше на 3490 г (6,1%), II опытной – на 6012 г (10,4%). Неодинаковое количество потребленных питательных веществ животными связано в основном с их разной переваримостью. Особенно большие различия между группами имелись в потреблении жира, что связано с различным содержанием этого питательного вещества в молочных кормах. Так, содержание сырого жира в обрате составило 0,3%, а в соевом молоке, приготовленном на основе паротепловой обработки и микронизации сои, – 1,8%, или больше в 6 раз. Поэтому за период исследований телята I опытной группы потребили жира больше на 8962 г (56,4%), II опытной – на 8196 г (51,6%).

В содержании клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ разница составила 0,3–6,2%, что связано с различным содержанием жира в потребленных кормах.

Определенный интерес представляет количество фактически потребленного протеина и жира за счет молочных кормов (цельного молока, обраты и соевого молока) телятами от рождения до 6-месячного возраста (табл. 64).

От рождения до 6-месячного возраста телята контрольной группы в составе молочных кормов рациона потребили 34,92 кг протеина за счет цельного молока (10,5 кг) и обраты (24,42 кг), I и II опытных групп – 32,94 кг, в том числе 10,5 кг (31,88%) за счет цельного молока и 22,44 кг (68,12%) – за счет соевого молока.

Телята всех групп за этот период потребили по 11,4 кг

Таблица 64

**Количество фактически потребленного протеина и жира за счет
молочных кормов от рождения до 6-месячного возраста телят
(на 1 голову)**

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Потреблено протеина за счет, г:			
цельного молока	10500	10500	10500
обрата	24420		
соевого молока		22440	22440
Итого	34920	32940	32940
В том числе протеина, %:			
молочного	100,0	31,88	31,88
соевого молока	—	68,12	68,12
Потреблено жира за счет, г:			
цельного молока	11400	11400	11400
обрата	1980		
соевого молока		11800	11800
Итого	13380	23200	23200
В том числе жира, %:			
молочного	100,0	49,14	49,14
соевого молока	—	50,86	50,86

жира за счет цельного молока, животные контрольной группы — 1,98 кг за счет обраты, I и II групп — по 11,8 кг (50,86%) за счет соевого молока.

Таким образом, от рождения до 6-месячного возраста телят в опытных группах белок молочных кормов на 68,12% был заменен протеином растительного происхождения, а жир — на 50,9% за счет сои.

Переваримость питательных веществ кормов. Валовое содержание в корме питательных веществ и энергии не может служить показателем его истинной ценности, поскольку значительная часть питательных веществ рациона не переваривается в желудочно-кишечном тракте, а выделяется с калом, унося при этом часть энергии. Более объективное представление о питательности корма дает наличие в нем переваримых питательных веществ.

В возрасте 4,5–5,0 мес телят был проведен опыт по изучению переваримости питательных веществ рационов на 3 животных из каждой группы методом инертных индикаторов (табл. 65).

Таблица 65

Результаты опыта по переваримости питательных веществ рационов
(на 1 голову/сут), г

Показатели	Потреб- лено кормов	В них содержится					
		сухого вещест- ва	органи- ческого вещества	протеи- на	жира	клет- чатки	БЭВ
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Контрольная группа</i>							
Сено, костер + люцерна	1600	1362	1297	152	39	370	736
Зеленая масса, овес + горох	6000	1632	1514	252	66	468	728
Концентраты, пшеница + овес + горох + премикс	1500	1340	1300	237	40	85	938
Обрат свежий	4000	360	332	148	12	—	172
Итого в рационе	—	4694	4443	789	157	923	2574
Выделено с калом	—	1410	1251	254	47	401	549
Переварено	—	3284	3192	535	10	522	2025
<i>Г опытная</i>							
Сено, костер + люцерна	1500	1276	1216	142	37	347	690
Зеленая масса, овес + горох	6500	1768	1637	273	71	507	786
Концентраты, пшеница + овес + горох + премикс	1500	1340	1300	237	40	85	938
Соевос молоко на основе паротепловой обработки сои	4000	408	383	136	72	12	163
Итого в рационе	—	4792	4536	788	220	951	2577
Выделено с калом	—	1463	1275	274	53	396	552
Переварено	—	3329	3261	514	167	556	2025

Окончание табл. 65

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>II опытная</i>							
Сено, костер + люцерна	1400	1191	1216	142	37	347	690
Зеленая масса, овес + горох	6000	1632	1514	252	66	468	728
Концентраты, пшеница + овес + горох + премикс	1500	1340	1300	237	40	85	938
Соевое молоко на основе микронизации сои	4000	408	383	136	72	12	163
Итого в рационе	—	4571	4413	767	215	912	2519
Выделено с калом	—	1479	1296	273	53	396	574
Переварено	—	3092	3117	494	162	516	1945

Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов представлены в табл. 66.

В коэффициентах переваримости питательных веществ рационов имеются существенные различия между группами. Более высокую переваримость сухого и органического вещества имели телята, получавшие свежий обрат (контрольная группа). Так, по сравнению с контрольной группой телята I опытной переваривали сухое вещество рациона меньше на 0,5; II опытной — на 2,3; органического вещества — соответственно на 0,3 и 1,6; протеина — на 2,6 и 3,4%.

Таблица 66

Коэффициенты переваримости питательных веществ

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сухое вещество	70,0	69,5	67,7
Органическое вещество	72,2	71,9	70,6
Протеин	67,8	65,2	64,4
Жир	70,3	75,8	75,3
Клетчатка	56,6	58,5	56,6
БЭВ	78,7	78,6	77,2

В то же время коэффициенты переваримости жира были больше в I и II опытных группах, получавших соевое молоко, приготовленное на основе паротепловой обработки и микронизации сои (на 5,3 и 5,0%), что связано, на наш взгляд, с большим содержанием жира в рационах. Подтверждением этого явления является известное из литературных источников, что относительное увеличение протеина и жира в рационах животных ведет к повышению их переваримости и в то же время к большему выделению их с мочой. Телята I опытной также несколько лучше переваривали клетчатку – на 1,9% – по сравнению с контрольной группой.

Различия в переваримости безазотистых экстрактивных веществ между группами были незначительны и составили 0,1–1,5%.

Интенсивность роста и развития телят. Важным показателем, характеризующим рост и развитие животных, является изменение их живой массы. Под ростом понимают увеличение массы или линейных размеров тела, накопление массы тела; под развитием – качественные изменения, дифференциацию организма, выражающуюся в изменении соотношений в величине и функции отдельных органов и тканей.

Разница по живой массе телят в 2-месячном возрасте составила 0,3–0,5 кг, т. е. была практически одинакова. За период исследований наиболее высокой интенсивностью роста обладали телята, получавшие соевое молоко на основе паротепловой обработки сои, затем телята контрольной

Таблица 67

Динамика живой массы телят (в среднем 1 головы), кг

Возраст, мес	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
При рождении	30,3	30,4	30,3
2	72,7±9,04	73,0±8,66	72,5±11,25
3	91,5±20,83	92,4±15,20	90,4±13,61
4	106,7±19,65	110,3±18,41	110,7±14,94
5	127,3±20,39	132,7±22,14	131,5±17,25
6	151,9±22,5	154,9±24,11	149,2±23,08

группы, получавшие свежий обрат, и II опытной, получавшие соевое молоко на основе микронизации сои. С 2- до 6-месячного возраста телят валовой прирост контрольной и опытных групп соответственно составил 79,2; 81,9 и 76,7 кг (см. табл. 67). Данные об интенсивности прироста телят представлены в табл. 68.

За период исследований телята увеличили свою живую массу более чем в 2 раза. В то же время необходимо отметить, что между группами имелись некоторые различия. Так, животные I группы увеличили массу тела больше на 3,3%, а II – меньше на 3,1 по сравнению с контрольной группой.

Необходимо отметить, что молодняк всех групп имел достаточно высокий среднесуточный прирост (табл. 69). Однако в целом за период исследований наиболее высокий среднесуточный прирост имели телята I опытной группы 682 г (+3,3%), несколько меньше молодняк II группы 639 г (–3,2%), чем животные контрольной группы.

Таким образом, можно констатировать, что соевое молоко, приготовленное на основе паротепловой обработки и микронизации сои, обеспечивает практически одинаковую интенсивность прироста по сравнению с телятами, получавшими обрат.

Расход питательных веществ на производство продукции. За период исследований различия между группами по потреблению питательных веществ составили 2,2–3,8% (по общей питательности) и 3,1–3,2% по интенсивности прироста живой

Таблица 68

Интенсивность прироста телят
(к живой массе в 2-месячном возрасте), %

Возраст, мес	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
2	100,0	100,0	100,0
3	125,9	130,7	124,7
4	146,8	151,1	152,7
5	175,1	181,8	181,4
6	208,9	212,2	205,8

Таблица 69

Динамика среднесуточного прироста телят по возрастным периодам, г

Возраст, мес	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
0–2	707	710	703
2–3	627	647	597
3–4	507	597	677
4–5	687	747	693
5–6	820	740	590
2–6	660	682	639
0–6	676	692	661

массы, поэтому в затратах питательных веществ кормов на единицу продукции также имеются некоторые различия (табл. 70).

Так, на 1 кг живой массы теленка I опытной группы расходовали сухого вещества рациона меньше на 0,17 кг, II опытной – на 0,05 кг; кормовых единиц – соответственно больше на 0,03 и 0,06; обменной энергии в I и II опытных группах – меньше на 2,84 и 1,23 МДж по сравнению с контрольной группой.

Таблица 70

Затраты питательных веществ на 1 кг прироста живой массы телят

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сухое вещество, кг	6,2	6,03	6,15
Кормовые единицы	6,12	6,15	6,18
Обменная энергия, МДж	61,80	58,96	60,57
Сырой протеин, г	1072,5	1013,2	1044,2
Переваримый протеин, г	727,2	660,6	672,5
Сырая клетчатка, г	1144,4	1114,9	1108,6
Сырой жир, г	200,6	303,4	314,0
Сырые БЭВ, г	3435,2	3265,3	3347,3
Сахар, г	117,0	163,7	167,8
Крахмал, г	1555,3	1617,6	1690,9
Кальций, г	49,4	44,6	45,2
Фосфор, г	21,9	19,6	20,2

В то же время имеются значительные различия между группами по затратам остальных питательных веществ, особенно жира и углеводов.

Телята опытных групп расходовали на единицу прироста больше жира на 51,2–56,5% и сахара – на 40,0–43,4%, что связано с различным содержанием этих питательных веществ в компонентах соевого молока.

Различная технология приготовления соевого молока – на основе паротепловой обработки и микронизации сои практически не повлияла на расход питательных веществ на единицу прироста.

Таким образом, рост и развитие, затраты питательных веществ на единицу продукции телят, получавших соевое молоко, приготовленное по различной технологии, были практически аналогичными показателям телят, получавших свежий обрат.

Исходя из этого, следует констатировать, что с целью сокращения норм скармливания молочных кормов (обрата) рекомендуется использовать соевое молоко, приготовленное как путем паротепловой обработки, так и путем микронизации сои. Однако по технологичности, подготовке к скармливанию телятам предпочтение отдается соевому молоку, приготовленному на основе микронизации полножирной сои.

Проведенные исследования по изучению морфологических и биохимических показателей крови, этологических и клинических показателей, промеров и индексов телосложения животных показали, что в зависимости от изучаемых факторов кормления между группами существенной разницы не обнаружено.

Мясная продуктивность телят. Мясо – высококачественный легкопереваримый продукт питания, содержащий много различных питательных веществ, необходимых для жизнедеятельности организма человека. В этом отношении говядина наиболее ценна, так как белок говядины содержит много незаменимых аминокислот: метионин, лизин, триптофан, а также жирных кислот: линолевая, линоленовая и др. Кроме того, в

состав говядины входят витамины группы В, ферменты и другие биологически активные вещества, так как в образовании белка говядины, кроме самого организма животного, активно участвует симбиотическая микрофлора, заселяющая желудочно-кишечный тракт.

При жизни животного о его мясной продуктивности судят по живой массе и экстерьеру. Однако наиболее точно и правильно о мясной продуктивности и качестве мяса можно судить только после убоя животного, когда становится доступным количественное выражение продуктов убоя и качественная их оценка. К количественным показателям мясной продуктивности относятся предубойная живая масса, убойная масса, масса туши и внутреннего жира, убойный выход и некоторые другие. Качественными показателями являются сортовой и морфологический состав туши, выход съедобных частей на 1 кг костей (коэффициент мясности), химический состав, биологическая полноценность и калорийность мяса.

Количественные показатели мясной продуктивности. Морфологический состав туш складывается из соотношения мышечной, жировой, соединительной (сухожилий) и костной тканей. Наиболее важным количественным показателем является соотношение мышечной и жировой тканей, поскольку первоначально именно количественное соотношение этих тканей определяет ценность мяса.

С целью изучения мясной продуктивности опытного молодняка нами в 6-месячном возрасте телят был проведен контрольный убой по 3 головы из каждой группы (табл. 71).

Более высокую живую и предубойную массу имели телята I опытной группы, получавшие соевое молоко на основе паротепловой обработки сои, затем телята контрольной группы, получавшие обрат, и II опытной, получавшие соевое молоко, подготовленное микронизацией сои. За период голодной выдержки телята всех групп снизили свою живую массу на 5 кг.

По массе парной туши молодняк контрольной группы превосходил своих аналогов на 0,3 и 1,6 кг, по количеству

Таблица 71

Результаты контрольного убоя телят

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная живая масса, кг	151,7±11,7	153,0±8,7	149,3±14,8
Масса, кг			
парной туши	71,4±6,4	71,1±4,2	69,8±7,4
внутреннего жира	2,5±0,3	2,3±0,2	2,5±0,2
туши + внутреннего жира	73,9±6,3	73,4±4,1	72,3±7,2
Выход, %			
убойный	48,7	48,0	48,4
в том числе туши	47,1	46,4	46,8
внутреннего жира	1,6	1,5	1,6

внутреннего жира – соответственно на 0,2 и 0,0 кг и туши + внутреннего жира – на 0,5 и 1,6 кг.

Более высокий убойный выход имели также животные контрольной группы – 48,7% и превосходили своих сверстников опытных групп соответственно на 0,7 и 0,3%; по выходу туши – на 0,7 и 0,3% и по количеству внутреннего жира – на 0,1 и 0,0%.

Следует отметить, что убойный выход туши и внутреннего жира у всех опытных животных для этого возраста были выше требований ГОСТ.

Таким образом, можно констатировать, что в зависимости от изучаемых факторов существенных различий между группами по массе туши, внутреннего жира и убойному выходу не установлено.

Морфологический состав туш. При выращивании молодняка крупного рогатого скота на мясо важно добиться такого соотношения тканей в тушах, при котором содержание малоценных частей было бы минимальным, а соотношение белка и жира – оптимальным.

С возрастом соотношение тканей в организме животных изменяется. При этом значительное влияние оказывают уровень кормления и сбалансированность рациона. При достаточ-

но высоком уровне кормления происходит не только ускоренный рост и развитие всех тканей и органов, но и меняется их соотношение в туше, что отражается на качестве мяса.

По массе охлажденных туш (табл.72) молодняк контрольной группы превосходил своих аналогов I и II опытных групп соответственно на 0,4 и 1,7 кг; в том числе мяса-мякоти – на 0,6 и 1,7; костей – на 0,1 и 0,2 кг. По выходу мяса разница между группами составила 0,1–0,6%, костей – 0,4–0,7%, сухожилий – 0,4–1,0%. Выход мяса на 1 кг костей был практически одинаков и составил 2,8–2,9 кг.

Сортовой состав туш. Мякоть, полученную при обвалке туш, сортировали согласно колбасной квалификации с отнесением мяса к трем сортам: высшему, первому и второму (табл. 73).

В 6-месячном возрасте, в жилованном мясе телят преобладает мясо второго и первого сортов и составляет соответственно 44,6–45,1 и 35,9–36,4%. Мясо высшего сорта составляет 13,8–14%. В зависимости от изучаемых факторов между группами практически разницы не установлено (разница менее 1%).

Качество мяса, его калорийность и питательность в значительной степени определяются накоплением и распределением жира в организме животных. Жир можно обнаружить

Таблица 72

Морфологический состав туш телят, кг

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Масса охлажденной туши	68,0±6,44	67,6±4,21	66,2±7,24
В том числе			
мяса	47,2±4,66	46,7±2,49	45,5±5,36
костей	16,5±1,58	16,4±1,42	16,3±1,47
сухожилий	4,3±0,41	4,5±0,43	4,5±0,58
Выход, %			
мяса	69,0	69,1	68,6
костей	25,0	24,3	24,6
сухожилий	6,0	6,6	6,8
Выход мяса на 1 кг костей, кг	2,9	2,9	2,8

Таблица 73

Сортовой состав мяса (от жилованного), кг (%)

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Мясо жилованное	47,2	46,7	45,5
Сортность мяса:			
высший, кг	6,5	6,4	6,4
%	13,9	13,8	14,0
I сорт, кг	17,2	16,9	16,3
%	36,4	36,1	35,9
II сорт, кг	21,1	21,1	20,5
%	44,6	45,1	45,1
сухожилия, кг	2,4	2,3	2,3
%	5,1	5,0	5,0

почти во всех органах и тканях, однако наибольшее его количество откладывается в брюшной полости и мышечной ткани.

Известно также, что жировая ткань растущего организма начинает развитие позже других видов тканей, и по мере формирования жировые депо играют роль энергетического резерва организма.

Известно, что с возрастом у животных общее количество жира увеличивается по отношению к массе тела с 1–2% при рождении до 10–12% в 2-летнем возрасте и старше. При этом на качестве мяса главным образом сказывается количество меж- и внутримышечного жира, в то время как жир, покрывающий внутренние органы животного, в основном используется им самим.

Определение жировой ткани (внутреннего + межмышечного) в опытных группах животных показало, что наибольшее количество его содержалось в тушах животных контрольной группы (табл. 74). Они превосходили по этому показателю I–II опытные группы соответственно на 0,3 и 0,1 кг, а по содержанию межмышечного жира – на 0,1 кг.

Выход жировой ткани на 1 кг мышечной ткани составил 0,084–0,090 кг, а на 1 кг костей – 0,238–0,254 кг, т. е. разница между группами была незначительной и находилась в пределах ошибки.

Содержание жировой ткани в тушах телят

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Масса жировой ткани, кг	4,2	3,9	4,1
В том числе внутренний жир, кг	2,5	2,3	2,5
%	59,5	59,0	61,0
межмышечный жир, кг	1,7	1,6	1,6
%	40,5	41,0	39,0
Выход жира, кг:			
на 1 кг костей	0,254	0,238	0,252
на 1 кг мышечной ткани	0,089	0,084	0,090

Химический состав и биологическая полноценность мяса. Пищевая ценность мяса характеризуется содержанием в нем влаги, белков и жиров. Биологическая полноценность мяса определяется содержанием в нем полноценных белков и их усвояемостью. В свою очередь усвояемость мяса зависит от соотношения в нем питательных веществ. При избытке жира она снижается. Желательным для мяса говядины считается соотношение белка и жира 1,4–1,6:1.

Белки, содержащиеся в мясе, делятся на мышечные и соединительные. В свою очередь мышечные белки подразделяются на водорастворимые и солерастворимые. К белкам соединительной ткани относятся коллаген и эластин. Большое содержание этих белков снижает биологическую ценность мяса. Коллаген является единственным белком, в котором находится большое количество оксипролина.

Калорийность мяса в первую очередь зависит от содержания в нем жира. Различают несколько видов ткани: подкожная, мышечная и внутримышечная, которая в свою очередь определяет вкусовые качества мяса.

В процессе роста и развития животного изменяется его морфологический состав, т. е. в теле меняется содержание и соотношение мышечной, жировой, соединительной и костной тканей, а следовательно, химический состав мяса в целом.

С повышением упитанности в туше значительно уменьшается количество костей и соединительной ткани, возрастает содержание жира и несколько падает доля мышц, одновременно происходит повышение пищевой ценности и калорийности мяса.

В химическом составе мяса преимущественной разницы между группами не установлено (табл. 75). В то же время как на тенденцию можно указать, что в мясе животных контрольной группы содержалось несколько больше жира (на 0,06–0,13%), а в мясе телят I опытной группы – белка (на 0,03–0,08%).

При определении калорийности мяса было принято, что 1 г белка содержит 5,65 ккал и 1 г жира – 9,45 ккал. Из представленных данных видно, что по калорийности и соотношению белка и жира в мясе опытных животных практически разницы не было.

Наряду с тем, что мясо является источником полноценных белков, в нем содержатся и неполноценные белки, которые не представляют большой питательной ценности. Биологическая ценность мяса зависит от соотношения этих белков.

О биологической ценности мяса судят по наличию аминокислот, типичных для данного вида белков. Для полноценных белков такой аминокислотой является триптофан. Трип-

Таблица 75

**Химический состав мяса опытных животных
(натуральной влажности), %**

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Первоначальная влага	76,32	76,38	76,41
Сухое вещество	23,68	23,62	23,59
В том числе			
белок	18,86	18,91	18,88
жир	3,66	3,53	3,54
зола	1,16	1,18	1,17
Калорийность 1 кг мяса, ккал	1411,5	1402,0	1401,2
Соотношение белка и жира	5,2:1	5,4:1	5,3:1

тофан играет важную роль в обмене веществ, при его отсутствии в белке продукт теряет пищевую ценность.

Для соединительно-тканых, или неполноценных, белков характерной является аминокислота оксипролин. Чем больше оксипролина содержится в мясе, тем ниже его питательность, а от содержания в нем соединительно-тканых белков в значительной степени зависит его нежность или жесткость – один из наиболее важных критериев оценки качества мяса.

Результаты наших исследований показали, что несмотря на то, что телята опытных групп в рационах получали белок различного происхождения (животного или растительного), существенной разницы по содержанию в мясе триптофана и оксипролина не обнаружено (табл. 76).

Аминокислотный состав мяса. Белковые вещества мяса обуславливают его пищевую ценность и другие важнейшие свойства. Аминокислотный состав мяса и мышечной ткани крупного рогатого скота в нашей стране изучали многие исследователи. Ими установлено, что аминокислотный состав тканей животного, всего организма, отдельных белков и органов существенно не изменяется ни в онтогенезе, ни при разных физиологических состояниях, ни даже при патологии.

Для более полного представления о пищевой ценности мяса нами проводились исследования по изучению аминокислотного состава белков длиннейшей мышцы спины и мяса-фарша (табл. 77).

В аминокислотном составе мяса как длиннейшей мышцы спины, так и мяса-фарша различия между группами в зависимости от изучаемых факторов отсутствуют.

Таблица 76

Содержание триптофана и оксипролина в мясе-фарше

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Триптофан, %	0,31	0,32	0,32
Оксипролин, %	0,07	0,07	0,07
Белково-качественный показатель	4,4	4,6	4,6

Таблица 77

Аминокислотный состав мяса (на первоначальное вещество), %

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
<i>Длиннейшая мышца спины</i>			
Триптофан	0,32	0,32	0,31
Оксипролин	0,06	0,06	0,06
Изолейцин	0,88	0,88	0,86
Треонин	0,41	0,41	0,40
Серин	0,76	0,79	0,77
Глицин	0,75	0,75	0,74
Аланин	0,90	0,91	0,89
Метионин	0,73	0,70	0,71
Лейцин	1,80	1,77	1,79
Глутамин	2,53	2,50	2,52
Пролин	0,74	0,75	0,72
Фенилаланин	0,69	0,70	0,70
Валин	0,86	0,90	0,89
Лизин	1,00	1,00	0,98
Аргинин	0,70	0,70	0,69
<i>Мясо-фарш</i>			
Триптофан	0,31	0,32	0,32
Оксипролин	0,07	0,07	0,07
Изолейцин	0,92	0,94	0,92
Треонин	0,52	0,50	0,50
Серин	0,83	0,82	0,82
Глицин	0,87	0,85	0,86
Аланин	1,15	1,13	1,14
Метионин	1,03	1,05	1,01
Лейцин	0,90	0,87	0,88
Глутамин	1,90	1,91	1,89
Пролин	3,36	3,27	3,25
Фенилаланин	1,04	0,99	0,98
Валин	0,86	0,84	0,84
Лизин	1,20	1,22	1,20
Аргинин	0,80	0,79	0,78

Масса внутренних органов. Известно, что развитие внутренних органов изменяется в зависимости от уровня кормления, условий содержания, породы и т. д. Рост внутренних органов происходит неравномерно и заканчивается в различные возрастные периоды. А поскольку внутренние органы животных представляют питательную ценность для человека, то их развитие также необходимо оценить. Особенно это касается субпродуктов первой и второй категорий.

Установлено, что при обильном кормлении животных усиливается рост таких внутренних органов, как сердце, легкие, селезенка и желудочно-кишечный тракт. В табл. 78 и 79 приведены данные о выходе субпродуктов у опытных животных.

Из приведенных данных видно, что в развитии внутренних органов между группами практической разницы не установлено. Имеющиеся некоторые различия в этих показателях находились в пределах допустимых ошибок.

Характеристика шкур опытных телят. Шкуры как сырье для кожевенной промышленности представляют наибольшую ценность из побочных продуктов убоя крупного рогатого скота.

Шкуры крупного рогатого скота делятся на 2 категории – крупные и мелкие. К мелким относятся склизок, опоек и

Таблица 78

**Масса внутренних органов, относящихся к субпродуктам
1 категории, кг**

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса	151,7±11,7	153,0±8,7	149,3±14,8
Печень	2,0±0,15	2,0±0,18	2,0±0,21
Почки	0,35±0,026	0,36±0,017	0,37±0,043
Сердце	0,52±0,018	0,56±0,024	0,52±0,052
Язык	0,44±0,032	0,44±0,030	0,44±0,021
Хвост	0,32±0,06	0,31±0,06	0,30±0,00
Диафрагма	0,44±0,00	0,44±0,06	0,44±0,06
Мясная обрезь	1,61±0,10	1,61±0,12	1,57±0,14
Итого	5,68	5,72	5,64

Таблица 79

**Масса внутренних органов, относящихся к субпродуктам
II категории, кг**

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса	151,7±11,7	153,0±8,7	149,3±14,8
Легкие	1,70±0,15	1,70±0,08	1,66±0,18
Селезенка	0,30±0,00	0,31±0,13	0,30±0,00
Ноги	4,10±0,35	4,15±0,28	4,11±0,43
Уши	0,19±0,00	0,20±0,00	0,19±0,00
Голова (без рогов)	5,17±0,37	5,18±0,31	5,13±0,60
После промывки:			
рубец	2,57±0,18	2,60±0,14	2,60±0,26
сычуг	1,21±0,1	1,17±0,06	1,15±0,16
сетка	0,69±0,12	0,70±0,22	0,70±0,29
книжка	4,12±0,52	4,11±0,25	4,10±0,41
тонкий отдел кишечника	2,0±0,44	2,0±0,15	1,9±0,47
тонкий отдел кишечника			
длина, м	34,2±2,0	34,2±2,2	34,0±3,78
толстый отдел кишечника	0,35±0,06	0,36±0,06	0,33±0,00
толстый отдел кишечника			
длина, м	2,63±0,24	2,66±0,17	2,60±0,30
Итого	22,40	22,48	22,17

выросток; к крупным – бычок, яловка, бычинка и бугай. Первые относятся к категории «полукожнику», т. е. шкуры, имеющие массу парной шкуры до 13 кг, получают их от животных живой массой до 180 кг; вторые – от молодняка старше 9-месячного возраста, относящиеся к категории «бычок», имеют массу 13–17 кг и получают их от животных живой массой 180–240 кг.

Данные по абсолютной и относительной массе шкур опытных животных представлены в табл. 80.

Масса шкур молодняка крупного рогатого скота, убитого в 6-месячном возрасте, относится к категории мелких, так как их масса составляет около 10 кг. В то же время необходимо указать, что разница между группами в зависимости от изучаемых факторов составляет 0,5 кг, или около 5%, т. е. несущественна.

Таблица 80

Масса шкур опытных животных

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса, кг	151,7±11,7	153,0±8,7	149,3±14,8
Масса парной шкуры, кг	9,8	10,0	9,6
От живой массы, %	6,68	6,80	6,65

Конверсия протеина и энергии кормов в белок и энергию съедобных частей туши. Коэффициенты конверсии протеина и энергии корма позволяют оценить эффективность превращения протеина и энергии корма в белок и энергию мяса (табл. 81).

Наибольшее количество белка было в тушах телят контрольной группы – 8,90 кг, а у опытных – соответственно меньше на 0,07 и 0,31 кг. Аналогичная тенденция наблюдается и по содержанию жира в туше: у опытных телят содержание жира было меньше на 0,08 и 0,12 кг. По выходу на 1 кг предубойной массы туши телята контрольной группы превосходили своих аналогов: по белку – на 0,6 и 1,14 г, жиру – на 0,57 и 0,63 г и энергии – на 8,8 и 12,5 ккал. Однако коэффициент

Таблица 81

Трансформация протеина и энергии корма в пищевую белок и энергию съедобных частей туш телят до 6-месячного возраста

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Масса съедобной части туш, кг	47,2	46,7	45,5
Содержится питательных веществ в туше, кг:			
белка	8,90	8,83	8,59
жира	1,73	1,65	1,61
Выход на 1 кг предубойной массы, г:			
белка	60,67	60,07	59,53
жира	11,79	11,22	11,16
Коэффициент конверсии, %:			
протеина	7,34	7,59	7,40
энергии	3,96	4,02	3,92

конверсии протеина у телят контрольной группы был меньше на 0,25 и 0,06%, а жира по сравнению с I опытной было меньше на 0,06, по II опытной группе – больше на 0,04%. Эти различия между группами были несущественными и находились в пределах допустимых ошибок.

Таким образом, можно констатировать, что в трансформации протеина и энергии корма в пищевой белок и энергию съедобных частей туш между группами, в зависимости от изучаемых факторов, существенных различий между группами не установлено, и они находились в пределах 7,34–7,59 и 3,96–4,02%.

Экономическая эффективность. Определение экономической эффективности использования соевого молока, подготовленного по различным технологиям, в качестве заменителя обраты в рационах телят-молочников с 2- до 6-месячного возраста осуществлялось по фактической себестоимости прироста живой массы телят: расхода кормов (сено, сенаж, зеленая масса однолетних и многолетних культур, концентраты, премикс, соль, мел), стоимости обраты (30% от реализационной цены молока), соевого молока, подготовленного на основе паротепловой обработки и микронизации полножирной сои, по данным ОПХ «Комсомольское» за 1998 и 2000 гг. Павловского района Алтайского края (табл. 82).

В общей стоимости скормленных кормов в зависимости от компонентов заменителя обраты имеются значительные различия между группами. Так, телята I и II опытных групп потребили кормов меньше на 112,9 и 119,4 р. по сравнению с контрольной. В то же время следует указать, что эти различия в основном связаны с разной стоимостью заменителя обраты, тогда как различия в стоимости остальных кормов между группами были несущественными и составили всего 0,15–1,9% (313,2–307,2 р.).

В стоимости молочных кормов, израсходованных на 1 кг прироста живой массы телят, наблюдается аналогичная тенденция, что и в общей стоимости кормов, но в больших размерах. В I и II опытных группах, получавших соевое молоко

Таблица 82

Экономическая эффективность использования соевого молока в качестве заменителя обрат в рационах телят-молочников (в среднем на голову с 2- до 6-месячного возраста)

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Прирост 1 головы, кг	79,2	81,9	76,7
Скормлено кормов, р.:	708,0	595,1	588,6
В том числе			
обрата	394,8	—	—
соевого молока	—	281,4	281,4
Расход молочных кормов на 1 кг живой массы, кг	7,58	7,33	7,82
Расход молочных кормов на 1 кг живой массы, р.	4,98	3,44	3,67
Затраты на выращивание 1 головы (зарплата, накладные, прочие), р.	472,0	396,7	392,4
Всего затрат, р.	1180,0	991,8	981,0
Себестоимость 1 ц прироста, р.	1498,0	1211,0	1279,0
К контролю, %	100,0	81,28	85,4

(46,9 р./ц), стоимость молочных кормов была меньше на 30,9 и 26,4% по сравнению с телятами, получавшими обрат (65,8 р./ц).

Из общей стоимости затрат на корма приходится около 60%, а на зарплату, накладные расходы и прочие затраты — 40%, поэтому в стоимости затрат на выращивание одной головы существенных различий между группами не установлено и они зависели от интенсивности прироста молодняка.

В целом затраты на выращивание одного теленка в I и II опытных группах были меньше на 188,2 р. (15,9%) и на 199,0 р. (16,9%), чем в контроле.

Себестоимость 1 ц прироста в I и II опытных группах была меньше на 278,9 р. (18,7%) и 210,9 р. (14,6%) по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, по экономической эффективности использование соевого молока, подготовленного методами паротепловой обработки и микронизации полножирной сои, взамен обрат является экономически выгодным, так как обеспечива-

ет практически одинаковую интенсивность прироста телят до 6-месячного возраста, как и обрат. Наряду с этим необходимо указать, что использование соевого молока позволяет сократить норму скормливания обрата телятам в количестве 400–600 кг при планируемой продуктивности коров 4,0–6,0 тыс. кг молока в год и повысить уровень рентабельности выращивания телят-молочников на 15–19% по сравнению со скормливанием обрата.

Воспроизводительные качества опытных телок. В ОПХ «Комсомольское» всех телок осеменяют по достижении живой массы 390–400 кг в возрасте 18–20 мес. По отчетным данным 2002 г., до 18 мес было осеменено 47%, а с 18 до 24 мес – 53% телок.

Опытные телки к 20-месячному возрасту достигли живой массы 390–400 кг. Результаты осеменения их представлены в табл. 83.

В среднем по всем группам возраст плодотворного осеменения телок составил 21,1 мес при живой массе 391,7 кг. Однако между группами имелись некоторые различия. Так, наименьший возраст плодотворного осеменения был у телок, выращенных в молочный период на соевом молоке, подготовленном методом микронизации полножирной сои (20,8 мес), и на оброте (20,9 мес).

Индекс осеменения в среднем по всем группам составил 2,07 раза. Различия между группами по этому показателю были аналогичны, как и в возрастном аспекте.

Таблица 83

Воспроизводительные качества телок в среднем по I и II опытам

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Количество голов	17	8	19
Возраст осеменения, мес	20,9	21,5	20,8
Индекс осеменения	2,0	2,2	2,0
Живая масса при осемен., кг	395	390	390
Родилось живых телят	17	8	19

Таким образом, можно заключить что телята, выращенные в молочный период на заменителях молочных кормов, подготовленных методом микронизации полножирной сои, взамен обрат при плодотворном осеменении имели одинаковые показатели воспроизводства.

Молочная продуктивность опытных первотелок. Продуктивность коров в среднем по хозяйству за 2002 г. составила 4670 кг, в том числе первотелок – 4076 кг с содержанием жира в молоке 3,7%.

Первотелки, выращенные в молочный период на соевом молоке, подготовленном методом микронизации полножирной сои, по двум научно-хозяйственным опытам (табл. 84) имели одинаковую молочную продуктивность с животными, получавшими обрат. Первотелки, выращенные на соевом молоке паротепловой обработки сои, имели удой молока 4%-й жирности меньше на 49 кг (1,2%) по сравнению со своими аналогами.

Таблица 84

Молочная продуктивность опытных первотелок в среднем по I и II опытам

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Количество голов	17	8	9
Удой за лактацию, кг	4292	4183	4287
Содержание жира в молоке, %	3,70	3,75	3,70
Удой молока 4%-й жирности, кг	3970	3921	3965

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПЫТОВ, ПРОВЕДЕННЫХ НА СВИНЬЯХ

В 2001–2002 гг. в ОАО СПК «Чистогорский» Новокузнецкого района Кемеровской области были проведены два научно-хозяйственных опыта и в 2003 г. производственная проверка по определению эффективности использования импорт-

ного ЗЦМ «Левита» и соевого молока, подготовленного методом микронизации полножирной сои, взамен обрат в рационах поросят-сосунов, отъемышей, при дорастивании ремонтных свинок и откармливаемых кастратов, а также введения в их рационы стериносодержащего вещества (экдистероидов) растительного происхождения.

Исследования были проведены на племенной ферме свиней кемеровской породы. В первом научно-хозяйственном опыте изучали возможность замены обрат на ЗЦМ «Левита» и соевое молоко, а во втором — эффективность замены дорогостоящего ЗЦМ «Левита» на соевое молоко местного производства в рационах молодняка свиней.

Первый опыт проведен на поросятах с 21- до 180-, второй — со 120- до 270-дневного возраста (табл. 85). Все животные содержались по принятой технологии промышленной фермы, обслуживались одним оператором. Хрячки были кастрированы в месячном возрасте хирургическим способом. Кормление животных осуществлялось два раза в сутки.

В настоящее время на промышленных свинопредприятиях,

Таблица 85

Схема опытов

Группа	Количество голов	Условия кормления
<i>Опыт I</i>		
Контрольная	16	Полнорационный комбикорм СК-4, премикс КС-3, основной рацион (ОР)
I	16	ОР + обрат
II	16	ОР + ЗЦМ «Левита»
III	16	ОР + соевое молоко
IV	16	ОР + соевое молоко + экдистероиды
<i>Опыт II</i>		
Контрольная	20	Полнорационный комбикорм СК-7, премикс КС-3, основной рацион (ОР)
I	20	ОР + ЗЦМ «Левита»
II	20	ОР + соевое молоко
III	20	ОР + соевое молоко + экдистероиды

в том числе на их племенных фермах, при выращивании поросят-сосунов и отъемышей практически не используются предусмотренные схемами кормления (ВАСХНИЛ, 1985) натуральные молочные корма, а импортные заменители молочных кормов (ЗЦМ) из-за их высокой стоимости применяются в недостаточном количестве. Исходя из этого в наших исследованиях поросята контрольных групп в обоих научно-хозяйственных опытах получали полнорационные комбикорма, сбалансированные по основным питательным веществам за счет применения премикса КС-3, состоящего из микроэлементов, витаминов и аминокислот (табл. 86).

Таблица 86

Качественные показатели полнорационных комбикормов

Состав комбикорма, %	Состав премикса, в 1 т	Качественные показатели комбикорма
1	2	3
<i>СК-4-62-119</i>		
Пшеница, 20	Витамины:	Влажность 13%
Ячмень б/пл., 50	А, млн МЕ – 6000	Сырой протеин 17,2%
Отруби пшеничные, 15	Д ₃ , млн МЕ – 600	Сырой жир 4,5%
Шрот подсолнечниковый, 12	Е, г – 3200	Сырая клетчатка 4,0%
Фосфат обесфторенный, 0,5	К ₃ , г – 300	Сырые БЭВ 55,7%
Мел кормовой, 1,0	В ₁ , г – 300	Кормовые единицы 1207
Соль поваренная, 0,5	В ₂ , г – 1200	МДж обменной энергии 13400
Премикс КС-3, 1,0	В ₃ , г – 1200	
	В ₄ (50%), г – 15000	Метионин + цистин 0,5%
	В ₅ , г – 3000	Лизин 0,7%
	В ₁₂ , г – 4,4	Кальций 0,76%
	Микроэлементы, г:	Фосфор 0,66%
	железо – 2500	Натрий хлористый 0,5%
	марганец – 6000	
	цинк – 6000	
	йод – 100	
	медь – 7500	
	кобальт – 25	

1	2	3
	Аминокислоты, кг: лизин – 15 метионин – 50 Амилосубтилин, кг – 30 Целловеридин, кг – 80 <i>СК-7-58-121</i>	
Ячмень, 92,2	Витамины:	Влажность 13,7%
Шрот подсолнечнико- вый, 5,0	А, млн МЕ – 1000	Сырой протеин 14,4%
Фосфат обесфторен- ный, 0,3	Д ₃ , млн МЕ – 200	Сырой жир 4,3%
Мел кормовой, 1,0	Е, г – 3200	Сырая клетчатка 5,7%
Соль поваренная, 0,5	К ₃ , г – 200	Сырые БЭВ 55,4%
Премикс КС-4, 1,0	В ₂ , г – 400	Кормовые единицы 1115
	В ₃ , г – 1000	МДж обмен. энергии 12313
	В ₄ , г – 40000	
	В ₅ , г – 1500	Метионин + цистин 0,4 %
	В ₁₂ , г – 4,4	Лизин 0,53%
	Микроэлементы, г:	Кальций 0,6%
	железо – 6000	Фосфор 0,4%
	марганец – 3500	Натрий хлористый 0,5%
	цинк – 7500	
	йод – 27	
	медь – 800	
	кобальт – 5	
	Аминокислоты, кг:	
	метионин – 50	
	лизин – 15	
	Амилосубтилин, кг – 30	
	Целловеридин, кг – 80	

В первом научно-хозяйственном опыте поросята I опытной группы дополнительно к основному рациону поросят контрольной группы получали обрат в количестве от 0,33 до 1,1 л в зависимости от их возраста и живой массы; II опытной – взамен обраты получали ЗЦМ «Левита»; III опытной – соевое молоко, приготовленное на основе микронизации (инфракрас-

ного облучения) полножирной сои, и IV опытной – дополнительно к рациону животных III опытной – экдистероиды, приготовленные из шелухи кормового проса, подвергнутой механохимическому воздействию.

Во втором научно-хозяйственном опыте при дорастивании ремонтных свинок и откорме кастратов схема кормления была аналогичной I опыту, за исключением I опытной группы.

Заменители молочных кормов (воздушно-сухой массы «Левита», микронизированной муки полножирной сои и стеринов) во II, III и IV опытных группах разводили водой с температурой 45–50°C в соотношении 1:9 с таким расчетом, чтобы их питательность была равноценна обрату.

В экспериментах использовали ЗЦМ «Левита» фирмы INTERFOOD B.O. ООО «Продмолкорм», изготовленный на основе сухого обрат, сладкой делактозованной и деминерализованной сыворотки, концентратов сывороточного протеина и альбуминов (молочная основа 74%) с добавлением солей макро- и микроэлементов, жир- и водорастворимых витаминов, вкусовых веществ, повышающих аппетит у молодняка сельскохозяйственных животных.

Соевое молоко изготавливалось методом микронизации полножирной (натуральной) сои на установке УТЛ-0,6 конструкции ОПКТБ СибИМЭ (ОАО «Сибирский агропромышленный дом»), обеспечивающей снижение антипитательных веществ в сое: уреазы с 2,2–2,4 до 0,1–0,3 ед. рН (ПДК – 0,3) при температуре 125°C на выходе продукта из агрегата с экспозицией 70–90 с. Затем микронизированная соя подвергалась измельчению на вибропоршневой мельнице (ВМ-30) конструкции НПО «АНИТИМ» (г. Барнаул) производительностью 50 кг/ч.

Экдистероиды (стерины) были изготовлены из отходов кормового проса, которое подвергалось предварительной сушке до 6–8% влажности, затем разделению путем шлифования на оболочки и пшено на установке ШШМ-0,5-0,1 конструкции ОПКТБ СибНИПТИЖ. Оболочки (отходы) проса подвергались переработке на экспериментальной установке ВЦМ-20 Инсти-

тута химии твердого тела и механохимии (ИХТТиМ) СО РАН с добавлением 20% сахара.

Опытные поросята получали обрат или его заменители согласно разработанной нами (для обоих научно-хозяйственных опытов) схеме кормления, а полнорационные комбикорма в одинаковом количестве с контролем (табл. 87).

В составе испытуемых заменителей обрат имелись некоторые различия (табл. 88). Так, ЗЦМ «Левита», упакованный в целлофановые и трехслойные бумажные мешки, имел влажность около 5%, а соевая мука во время скармливания ее в помещении свинофермы – 10%. В соевой муке по сравнению с

Таблица 87

Общая схема кормления опытных поросят (на 1 гол./сут)

Возраст, дни	Группа					
	Контрольная (комбикорм, ОР), кг	опытная				
		I (ОР + обрат), л	II (ОР + «Левита»), л	III (ОР + соевая мука), г	IV	
					ОР + соевая мука, г	ОР + соевая мука + стерины, г
21–35	0,25	0,33	30,0	30,0	27,5	2,5
36–50	0,55	0,60	55,0	55,0	49,5	5,5
51–65	0,85	0,75	70,0	70,0	61,5	8,5
66–80	1,10	0,90	85,0	85,0	74,0	11,0
81–95	1,40	1,00	90,0	90,0	78,0	12,0
96–110	1,70	1,10	100,0	100,0	83,0	17,0
111–125	2,00	1,10	100,0	100,0	80,0	20,0
126–140	2,20	1,10	100,0	100,0	78,0	22,0
141–155	2,40	1,10	100,01	100,0	76,0	24,0
156–170	2,60	1,10	100,0	100,0	74,0	26,0
171–185	2,70	1,10	100,0	100,0	73,0	27,0
186–200	2,90	–	100,0	100,0	71,0	29,0
201–215	3,10	–	100,0	100,0	69,0	31,0
216–230	3,30	–	100,0	100,0	67,0	33,0
231–245	3,40	–	100,0	100,0	66,0	34,0
246–260	3,60	–	100,0	100,0	64,0	36,0
261–275	3,80	–	100,0	100,0	62,0	38,0

«Левитой» содержалось при натуральной влажности больше кормовых единиц на 0,05; обменной энергии на 0,7 МДж; сырого протеина – на 73 г; переваримого протеина – на 57 г; клетчатки – на 3%; жира – на 6,9% и фосфора – на 0,26%. Некоторое увеличение энергетической питательности соевой муки при одинаковой переваримости питательных веществ рациона поросятами обеспечило большее содержание в ней протеина, особенно жира. Активность уреазы в ней составила 0,20 ед. рН. БЭВ, сахара содержалось меньше на 19,1 и 0,5%. В составе «Левиты» было меньше калия, натрия, кобальта и йода от 5 до 10 раз, а магния – больше чем в 10 раз.

Таблица 88

**Химический состав испытываемых молочных кормов
(при натуральной влажности)**

Показатели	Свежий обрат	ЗЦМ «Левита»	Соевая мука (микро- низированная)	Стерины из шелухи проса
Сухое вещество, %	9,0	95,0	90,0	87,0
Кормовые единицы	0,13	1,35	1,40	0,90
Обменная энергия, МДж	1,31	13,5	14,2	8,7
Сырой протеин, г/кг	37,0	230,0	303,0	84,4
Переваримый про- теин, г/кг	35,0	210,0	267	71,8
Клетчатка, %	–	1,0	4,0	15,9
Жир, %	0,3	11,0	17,9	3,56
Зола, %	0,7	8,0	4,90	5,26
Кальций, %	0,14	0,5	0,48	0,132
Фосфор, %	0,1	0,45	0,71	0,438
БЭВ, %	4,3	52,0	32,9	53,84
Активность уреазы, рН	–	–	0,20	–
Сахар, %	0,47	4,5	4,0	21,8
Крахмал, %	–	–	1,2	30,5
Калий, %	1,8	1,3	15,7	4,2
Натрий, г/кг	0,6	0,3	3,2	0,30
Магний, г/кг	0,1	30,0	2,7	0,82
Железо, мг/кг	0,8	100,0	125,0	170

Окончание табл. 88

1	2	3	4	5
Медь, мг/кг	0,9	15,0	14,2	17,5
Марганец, мг/кг	0,2	6,0	27,3	18,0
Цинк, мг/кг	4,4	30,0	33,0	25,5
Кобальт, мг/кг	0,07	3,0	0,09	0,03
Йод, мг/кг	0,11	1,0	0,20	0,02
Селен, мг/кг	—	0,5	—	—
Валин, г/кг	1,18	14,5	19,3	—
Метионин, г/кг	0,90	6,0	5,6	0,45
Изолейцин + лейцин, г/кг	4,0	42,0	44,8	2,0
Гистидин, г/кг	1,11	8,8	9,8	—
Лизин, г/кг	2,48	26,0	23,1	2,1
Аргинин, г/кг	1,41	16,0	20,7	—
Цистин, г/кг	0,81	6,0	9,8	—
Триптофан, г/кг	0,59	5,0	4,5	—
Витамины:				
А, тыс. МЕ	—	50	250*	25,0*
Д ₃ , тыс. МЕ	1,5	4	—	—
Е, мг	50,0	75	73,0	8,0
В ₁ , мг	4,0	10	9,4	7,0
В ₂ , мг	1,8	8	2,2	0,7
В ₃ , мг	4,5	30	17,5	9,2
В ₄ , мг	120,0	400	2700	2000
В ₅ , мг	1,0	40	39	28,5
В ₆ , мг	1,1	8	8,5	3,5
В ₁₂ , мкг	3,6	30	—	—
С, мг	14,5	125	—	—
К ₃ , мг	50	125	—	—

* При переводе каротина в витамин А.

В изучаемых заменителях обраты содержание аминокислот и витаминов Е, В₁, В₅, В₆ было практически одинаковым, а в микронизированной соевой муке не содержалось витамина Д, а В₂ было почти в 4, В₃ — в 2, тогда как витамина В₄ было больше в 6,8 раза по сравнению с «Левитой».

В потреблении питательных веществ рационов между контрольной и опытными группами поросят имелись некото-

рые различия (табл. 89, 90). В первом научно-хозяйственном опыте животные опытных групп (в среднем по 4 опытным) по сравнению с контрольной потребили больше сухого вещества на 47 г (3,5%); кормовых единиц – на 0,11 (5,8%); обменной энергии – на 1,12 МДж (5,7%); сырого протеина – на 21,7 г (7,9%); переваримого протеина – на 19,5 г (8,5%); жира – на 9,79 г (13,0%); кальция – на 0,32 г (1,5%); фосфора – на 0,49 г (2,7%); витаминов: А – на 10,84 тыс. МЕ (26,2%); Д₃ – на 0,27 тыс. МЕ (7,6%); В₂ – на 0,49 мг (4,8%); В₅ – на 2,6 мг (4,4%); В₁₂ – на 1,1 мкг (3,2%); аминокислот: валина – на 0,65 г (23,5%); метионина – на 0,06 г (5,9%); лизина – на 0,79 г (35,7%); гистидина – на 0,21 г (4,8%) и аргинина – на 0,20 г (5,1%).

Таблица 89

**Среднесуточное потребление кормов и питательных веществ
поросятами в I опыте (на 1 голову)**

Показатели	Группа				
	контрольная	опытная			
		I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6
Полнорационный комбикорм СК-4, кг	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
Обрат, л	–	0,90	–	–	–
ЗЦМ «Левита», кг	–	–	0,085	–	–
Соевая мука, кг	–	–	–	0,085	0,077
Стерины, кг	–	–	–	–	0,008
Содержится:					
сухого вещества, г	1359,0	1405,0	1409,0	1406,0	1405,0
кормовых единиц	1,88	1,99	1,99	1,99	1,98
обменной энергии, МДж	20,77	21,80	21,92	21,98	21,89
сырого протеина, г	274,4	293,27	394,00	300,16	296,88
переваримого протеина, г	230,5	248,35	248,35	253,19	250,27
жира, г	75,18	76,71	84,53	90,39	88,24
клетчатки, г	74,40	74,40	74,48	77,80	79,58
БЭВ, г	836,9	859,73	882,00	865,76	868,91

1	2	3	4	5	6
зола, г	98,12	101,22	104,45	101,82	101,87
кальция, г	21,86	22,19	22,20	22,19	22,14
фосфора, г	18,14	18,85	18,56	18,54	18,57
калия, г	8,06	8,98	8,17	9,39	9,22
натрия, г	2,02	2,33	2,05	2,29	2,25
магния, г	2,32	2,37	3,87	2,55	2,52
железа, мг	210,8	211,2	219,3	221,4	222,1
меди, мг	113,2	113,7	114,5	114,4	114,5
марганца, мг	97,65	98,36	98,16	99,97	99,83
цинка, мг	186,0	188,24	188,55	188,81	188,69
витаминов:					
А, тыс. МЕ	41,38	41,38	45,63	62,63	59,25
Д ₃ , тыс. МЕ	3,56	4,30	3,30	3,56	3,52
В ₂ , мг	10,23	11,15	10,91	10,42	10,39
В ₃ , мг	39,68	41,97	42,23	41,17	41,04
В ₅ , мг	59,06	59,57	62,46	62,37	62,22
В ₁₂ , мкг	33,94	35,78	36,49	33,94	33,94
аминокислот:					
валина	2,77	2,97	3,40	3,81	3,52
метионина	1,02	1,08	1,13	1,10	1,02
лизина	2,21	2,47	3,42	3,17	2,86
гистидина	4,38	4,45	4,63	4,71	4,57
аргинина	3,96	4,28	4,02	4,32	4,01

В среднем по всем группам концентрация энергии в сухом веществе рациона составила 1,39–1,40 к. ед.; содержание сырого протеина – 20,2%; переваримого протеина – 17,0–17,6%; жира – 5,5–6,3%; кальция – 1,54–1,61%; фосфора – 1,33–1,34%; лизина – 1,62–2,43 г и метионина – 0,75–0,78 г. В 1 к. ед. содержалось 11,25–11,35 МДж обменной энергии, 146,0–150,1 г сырого протеина, 122,6–127,2 г переваримого протеина, 40,0–45,4 г жира, 11,2–11,6 г кальция и 9,3–9,6 г фосфора. Фосфорно-кальциевое соотношение составило 0,83.

Во втором научно-хозяйственном опыте свиньи опытных групп (в среднем по 3 опытным) по сравнению с контрольной потребили в сутки больше сухого вещества рациона на 91,7 г

(3,6%); кормовых единиц – на 0,13 (3,9%); обменной энергии – на 1,34 МДж (3,6%); сырого протеина – на 25,7 г (6,2%); переваримого протеина – на 22,8 г (6,5%); жира – на 14,2 г (11,6%); клетчатки – на 4,5 г (2,9%); БЭВ – на 41,0 г (2,5%); кальция – на 0,44 г (1,1%); фосфора – на 0,59 г (1,7%). Потребление животными остальных макро- и микроэлементов, витаминов и аминокислот было, как и у поросят в I научно-хозяйственном опыте. Концентрация энергии в сухом веществе рациона была 1,30–1,35 к. ед.; сырого протеина – 16,68–17,27%; переваримого протеина – 14,02–14,56%; жира – 4,87–5,39%; кальция – 1,60–1,64%; фосфора – 1,35–1,37%; лизина – 1,30–1,31% и метионина – 0,56–0,57%. В 1 к. ед. содержалось 10–11 МДж обменной энергии, 126–129 г сырого и 105–128 г переваримого протеина, 36–40 г жира, 11,9–12,3 г кальция и 10,0–10,2 г фосфора. Фосфорно-кальциевое отношение составило 0,83.

Таблица 90

Среднесуточное потребление кормов и питательных веществ свиньями во втором опыте (на 1 голову)

Показатели	Группа			
	контрольная	опытная		
		I	II	III
Полнорационный комбикорм СК-7, кг	2,90	2,90	2,90	2,90
ЗЦМ «Левита», кг	–	0,10	–	–
Соевая мука, кг	–	–	0,10	0,09
Стерины, кг	–	–	–	0,01
Содержится:				
сухого вещества, г	2503	2598	2593	2592
кормовых единиц	3,34	3,47	3,48	3,47
обменной энергии, МДж	36,82	38,18	38,25	38,08
сырого протеина, г	417,6	440,6	447,9	441,3
переваримого протеина, г	230,5	371,8	377,5	371,6
жира, г	121,8	132,8	139,7	135,4
клетчатки, г	153,7	154,7	158,7	161,2
БЭВ, г	1637,9	1689,9	1669,8	1677,1
зола, г	179,0	180,0	176,9	177,0

Окончание табл. 90

1	2	3	4	5
кальция, г	41,18	41,68	41,62	41,56
фосфора, г	34,22	34,67	34,93	34,82
калия, г	15,37	15,47	16,94	16,60
натрия, г	3,77	3,80	4,09	4,00
магния, г	4,35	7,35	4,62	4,56
железа, мг	406,0	416,0	418,5	419,8
меди, мг	203,0	204,5	204,4	204,5
марганца, мг	185,6	186,2	188,3	188,1
цинка, мг	307,4	310,0	310,7	310,5
витаминов:				
А, тыс. МЕ	78,3	83,3	103,3	96,6
Д ₃ , тыс. МЕ	69,6	70,0	69,6	69,6
В ₂ , мг	19,4	20,2	19,6	19,6
В ₃ , мг	61,5	64,5	63,25	63,0
В ₅ , мг	116,3	120,3	120,2	119,9
В ₁₂ , мкг	62,4	65,4	62,4	62,4
аминокислот, г:				
валина	5,06	5,51	5,99	5,41
метионина	1,87	1,97	1,83	1,88
лизина	4,34	4,54	4,45	4,42
гистидина	7,67	8,05	8,05	8,06
аргинина	6,09	6,29	7,36	7,34

Из вышеприведенного цифрового материала видно, что опытные свиньи в обоих научно-хозяйственных опытах потребовали больше питательных веществ на 4–5%, что связано с дополнительным скармливанием им обрата и его заменителей. Среди опытных групп животные, получавшие соевое молоко, отличались несколько большим потреблением протеина и жира из-за большего содержания этих элементов питания в полножирной сое по сравнению с другими заменителями.

Таким образом, необходимо указать, что рационы животных как в первом, так и во втором опыте сбалансированы по многофакторной оценке (29 элементам) и соответствовали, а по некоторым элементам питания даже превосходили существующие нормы кормления молодняка свиней различного возраста.

Динамика живой массы свиней. Одним из важных показателей роста и развития поросят является динамика живой массы. В связи с этим определенный интерес представляет анализ роста и развития животных в разные возрастные периоды их выращивания. Под ростом понимают увеличение массы или линейных размеров тела, под развитием – качественные изменения, дифференциацию организма, выражающуюся в изменении соотношений в величине и функции отдельных органов и тканей. При формировании поросята всех групп как в первом, так и во втором опыте имели практически одинаковую живую массу (табл. 91, 92). На 21-й день после рождения живая масса поросят всех групп в первом опыте составила 5,17–5,22 кг (разница менее 1%), что говорит об одинаковой молочной продуктивности свиноматок. На 30-й день после начала скармливания молочных продуктов живая масса опытных животных в среднем по всем группам была больше на 1,26 кг (15,33%), соответственно в 60-дневном – на 3,64 (19,71%); в 90-дневном – 6,20 (19,78%); в 120-дневном – на 8,86 (20,10%); в 150-дневном – на 11,96 (20,22%) и в 180-дневном – на 15,03 (19,97%) и в целом за период – на 15,15 кг (21,60%) по сравнению с контрольной группой ($P>0,999$). Различия по живой массе поросят в опытных группах практически отсутствовали (менее 1%). За период исследований поросята контрольной группы увеличили свою живую массу на 70,04 кг, I опытной – на 84,87; II опытной – на 85,78; III опытной – на 84,97 и IV опытной – на 85,15 кг.

Во втором научно-хозяйственном опыте, в начале исследований, в 120-дневном возрасте средняя живая масса свиней составила 37,41 кг; в 150-дневном – 54,39; в 180 – 72,00; в 210 – 90,44; в 240 – 108,82 и в 270-дневном возрасте – 126,56 кг. Средняя живая масса животных опытных групп была больше соответственно по возрастным периодам на 3,85; 7,24; 9,23; 10,36 и 12,36 кг (15,5%), чем у свиней контрольной группы. При математической обработке разница по живой массе между контрольной и опытными группами свиней была достоверной при $P>0,999$, а между опытными группами – менее 1%.

Таблица 91

Живая масса поросят в I опыте, кг

Группа	Возраст, дни						
	21	30	60	90	120	150	180
Контрольная							
свинки	5,17±0,07	8,25±0,07	18,17±0,28	31,17±0,16	44,58±0,43	59,25±0,41	74,75±0,49
кастраты	5,25±0,08	8,20±0,07	18,65±0,26	31,45±0,38	43,80±0,46	59,07±0,54	75,57±0,45
в среднем	5,22±0,07	8,22±0,07	18,47±0,27	31,34±0,30	44,09±0,45	59,14±0,48	75,26±0,47
I опытная							
свинки	5,17±0,07	9,00±0,12	21,05±0,34	36,75±0,16	52,92±0,42	70,50±0,48	88,92±0,54
кастраты	5,20±0,07	9,15±0,13	21,60±0,14	37,45±0,38	52,10±0,53	70,36±0,56	90,07±0,31
в среднем	5,19±0,07	9,09±0,12	21,56±0,26	37,19±0,24	52,41±0,46	70,41±0,51	89,64±0,27
II опытная							
свинки	5,17±0,07	9,33±0,07	22,17±0,28	38,00±0,27	54,83±0,43	71,83±0,43	90,08±0,44
кастраты	5,20±0,07	9,75±0,09	22,55±0,24	38,10±0,44	53,05±0,47	71,57±0,62	91,50±0,39
в среднем	5,19±0,07	9,59±0,08	22,41±0,27	38,06±0,37	53,72±0,45	71,67±0,50	90,97±0,42
III опытная							
свинки	5,17±0,07	9,25±0,08	21,92±0,26	37,25±0,26	54,00±0,35	71,42±0,34	89,92±0,48
кастраты	5,25±0,07	9,75±0,08	22,65±0,24	37,60±0,43	52,85±0,52	71,57±0,50	90,36±0,56
в среднем	5,22±0,07	9,56±0,08	22,37±0,25	37,47±0,32	53,28±0,41	71,51±0,40	90,19±0,51
IV опытная							
свинки	5,17±0,07	9,67±0,07	21,67±0,28	37,08±0,16	53,42±0,53	71,33±0,36	89,92±0,48
кастраты	5,25±0,08	9,70±0,16	22,35±0,30	37,65±0,46	52,70±0,57	70,92±0,67	90,64±0,53
в среднем	5,22±0,07	9,69±0,10	22,09±0,29	37,44±0,27	52,37±0,54	71,07±0,47	90,37±0,50

Таблица 92

Живая масса поросят во II опыте, кг

Группа	Возраст, дни					
	120	150	180	210	240	270
Контрольная						
свинки	37,00±0,24	51,00±0,67	66,00±0,27	83,00±0,27	100,05±0,39	116,2±0,49
кастраты	37,15±0,14	52,00±0,18	67,15±0,43	84,05±0,56	101,55±0,48	117,7±0,46
в среднем	37,07±0,19	51,50±0,42	66,58±0,35	83,52±0,41	100,80±0,43	116,95±0,47
I опытная						
свинки	37,15±0,31	55,15±0,31	73,15±0,31	92,15±0,31	111,45±0,19	129,45±0,51
кастраты	37,25±0,42	55,25±0,42	74,25±0,42	93,25±0,42	112,25±0,42	131,45±0,42
в среднем	37,20±0,36	55,20±0,36	73,70±0,36	92,70±0,36	111,85±0,30	130,45±0,46
II опытная						
свинки	37,20±0,26	55,30±0,31	73,65±0,37	92,65±0,31	110,60±0,35	128,45±0,52
кастраты	38,20±0,19	56,30±0,31	74,45±0,53	93,00±0,79	112,00±0,79	130,65±0,59
в среднем	37,70±0,22	55,80±0,31	74,05±0,45	92,82±0,55	111,30±0,57	129,55±0,55
III опытная						
свинки	37,15±0,24	54,30±0,28	72,95±0,49	91,50±1,00	110,65±0,70	128,35±0,55
кастраты	38,20±0,17	55,80±0,28	74,45±0,43	93,95±0,62	112,00±0,61	130,25±0,56
в среднем	37,68±0,20	55,05±0,28	73,70±0,49	92,72±0,36	111,32±0,65	129,30±0,55

Следует отметить как тенденцию, что кастраты всех опытных групп имели на 1,5–2,5 кг больше живую массу, чем свинки (1,2–1,4%).

Дополнительное скормливание поросятам к полнорационному комбикорму в первом научно-хозяйственном опыте обраты или его заменителей – «Левита», соевого молока, подготовленного на основе микронизированной полножирной сои, и стерингов – позволило увеличить их живую массу на 21,2–22,5%. Во втором опыте при скормливании свиньям ЗЦМ «Левита», соевого молока и стерингов интенсивность роста и развития животных была выше на 14,7–16,7%. Замена натуральных молочных кормов – обраты и «Левита» на соевое молоко не оказало отрицательного влияния на рост и развитие поросят.

Среднесуточный прирост поросят в первом опыте представлен в табл. 93. С увеличением возраста интенсивность прироста поросят всех групп повышается. Так, если в контрольной группе в первый период (с 21- до 30-дневного возраста) среднесуточный прирост составил 300 г, то во второй период он увеличился на 42 г; в третий – на 130; в четвертый – на 125; в пятый – на 202; в шестой – на 138 г и в целом за период исследований – на 137 г. Аналогичная картина наблюдается и по животным опытных групп.

В первом опыте поросята опытных групп имели среднесуточный прирост больше по сравнению с контрольной соответственно по периодам выращивания на 128; 79; 83; 89; 101; 100 и 95 г, или на 42,7; 23,1; 19,3; 20,9; 20,1; 18,6 и 21,7%. При биометрической обработке разница по среднесуточному приросту поросят между контрольной и опытной группами оказалась достоверной при $P > 0,999$, а среди опытных групп статистически недостоверна. В целом за период исследований различия между опытными группами по вышеуказанному показателю не превышали 1%. В то же время следует указать тенденцию, что кастраты имели незначительно выше показатели по среднесуточным приростам по сравнению со свинками.

Среднесуточный прирост свиней во втором научно-хозяйственном опыте приведен в табл. 94. Анализ представ-

Таблица 93

Среднесуточный прирост поросят в I опыте, г

Группа	Возраст, дни							К контроль- ной груп- пе, %
	21-30	31-60	61-90	91-120	121-150	151-180	21-180	
Контрольная								
свинки	308±2,60	331±5,10	433±4,13	447±4,33	489±4,06	517±3,28	435±3,88	100,0
кастраты	295±2,51	348±4,84	427±4,12	412±4,34	509±4,07	550±3,40	439±3,92	100,0
в среднем	300±2,55	342±5,00	430±4,13	425±4,34	502±4,07	538±3,34	437±3,90	100,0
I опытная								
свинки	383±5,10	417±4,95	508±5,01	539±4,25	586±4,19	614±2,93	523±4,41	120,2
кастраты	395±5,20	415±5,04	528±5,02	488±4,26	609±4,20	657±2,96	530±4,45	120,7
в среднем	390±5,15	416±5,00	518±5,02	507±4,26	600±4,20	641±2,95	527±4,43	120,6
II опытная								
свинки	417±3,65	428±5,10	518±5,00	561±4,37	587±4,19	608±3,00	531±4,21	122,1
кастраты	455±3,68	427±5,14	518±5,04	498±4,38	617±4,20	664±2,92	539±4,22	122,8
в среднем	441±3,66	427±5,12	518±5,02	522±4,38	600±4,20	643±2,95	536±4,22	122,6
III опытная								
свинки	408±3,60	422±4,75	511±4,28	558±4,05	581±3,38	617±6,17	530±4,38	121,8
кастраты	450±3,70	430±4,80	498±4,28	508±4,06	624±3,41	626±6,25	532±4,42	121,2
в среднем	434±3,65	427±4,78	503±4,28	527±4,06	608±3,40	623±6,24	531±4,40	121,5
IV опытная								
свинки	450±4,60	400±5,40	514±3,68	544±5,33	597±3,92	619±3,54	530±4,45	121,8
кастраты	445±4,60	422±5,43	510±3,70	502±5,35	607±3,95	657±3,54	533±4,37	121,4
в среднем	447±4,60	414±5,42	512±3,69	518±5,34	603±3,94	643±3,54	532±4,42	121,7

Таблица 94

Среднесуточный прирост поросят во II опыте, г

Группа	Возраст, дни						К контролю, %
	121-150	151-180	181-210	211-240	241-270	121-270	
Контрольная							
свинки	467±2,38	500±4,05	567±3,00	569±2,79	538±2,31	528±2,11	100,0
кастраты	495±2,52	505±4,09	563±2,98	583±2,86	540±2,32	537±2,15	100,0
в среднем	481±2,45	503±4,07	565±2,99	576±2,82	539±2,31	532±2,13	100,0
I опытная							
свинки	600±5,82	600±3,90	633±3,10	643±2,51	600±1,62	615±2,15	116,5
кастраты	600±5,82	633±4,11	633±3,10	633±2,47	640±1,73	628±2,20	116,9
в среднем	600±5,82	617±4,01	633±3,10	638±2,49	620±1,67	621±2,17	116,7
II опытная							
свинки	603±3,49	612±3,37	633±3,86	598±3,53	595±3,03	608±2,55	115,2
кастраты	603±3,43	605±3,33	618±3,77	633±3,73	622±3,17	616±2,59	114,7
в среднем	603±3,49	608±3,34	626±3,82	616±3,63	608±3,10	612±2,57	115,0
III опытная							
свинки	572±3,03	622±3,17	618±4,08	638±2,49	590±3,42	608±2,55	115,2
кастраты	587±3,11	622±3,17	650±4,29	602±2,35	608±3,53	614±2,58	114,3
в среднем	579±3,07	622±3,17	634±4,18	620±2,42	599±3,47	611±2,57	114,8

ленного материала показывает, что интенсивность прироста свиней опытных групп была больше относительно контрольной с 121- до 150-дневного возраста на 113 г; с 151 по 180 – на 113 г; с 181 по 210 – на 66; с 211 по 240 – на 49; с 241 по 270 – на 70 и в целом за период исследований на 83 г, или на 23,5; 22,5; 11,7; 8,5; 13,0 и 15,6% соответственно ($P>0,999$).

Опытные свиньи, получавшие ЗЦМ «Левита», соевое молоко и стерины, имели практически одинаковый прирост, разница между опытными группами была менее 1,5%. Интенсивность среднесуточного прироста кастратов была больше на 10–15 г по сравнению со свинками.

На основе проведенных исследований установлено, что замена дорогостоящего импортного заменителя цельного молока «Левита» на соевое молоко, приготовленное на основе микронизации полножирной сои, обеспечивает одинаковую интенсивность роста и развития ремонтных свинок и откармливаемых кастратов.

За период исследований в первом опыте (табл. 95) поросята опытных групп (в среднем) по сравнению с контрольной на 1 кг прироста расходовали меньше: сухого вещества рациона на 0,42 кг (13,5%); кормовых единиц – на 0,58 (13,5%); обменной энергии – на 6,44 МДж (13,6%); сырого протеина – на 70 г (11,2%); переваримого протеина – на 56 г (11,6%); жира – на 12 г (7,0%); клетчатки – на 26 г (5,3%); БЭВ – на 278 г (4,5%); кальция – на 8 г (16,0%) и фосфора – на 6 г (14,6%). Во втором опыте расход питательных веществ у свиней опытных групп был меньше соответственно на 0,48 (10,2%); 0,62 (10,0%); 7,16 (10,4%); 63,0 (10,3%); 50,0 (7,6%); 9,0 (3,5%); 32,0 (11,1%); 345,0 (11,2%); 9,0 (11,7%) и 8,0 (12,5%). Различия среди опытных групп по затратам сухого вещества, кормовых единиц, обменной энергии, БЭВ, кальция и фосфора были незначительны (1,5–2,5%), а протеина, жира и клетчатки составили 3–7%, что связано с большим содержанием этих элементов питания в составе полножирной сои.

Во втором опыте расход питательных веществ на 1 кг прироста был больше, чем в первом, на 40–45%, что объясня-

Таблица 95

Расход питательных веществ на 1 кг прироста

Показатель	Группа				
	кон- трольная	опытная			
		I	II	III	IV
Опыт I					
Получено прироста, кг	70,04	84,45	85,78	84,97	85,15
На 1 кг прироста израсходовано:					
сухого вещества, кг	3,10	2,66	2,68	2,70	2,70
кормовых единиц	4,30	3,69	3,71	3,75	3,74
обменной энергии, МДж	47,45	40,62	40,89	41,39	41,13
сырого протеина, г	627	556	548	565	558
переваримого протеина, г	526	471	463	477	470
жира, г	172	146	158	170	166
клетчатки, г	170	141	139	146	150
БЭВ, г	1912	1629	1645	1630	1633
кальция, г	50	42	41	42	42
фосфора, г	41	36	35	35	35
Опыт II					
Получено прироста, кг	79,88	93,25	91,85	91,62	—
На 1 кг прироста израсходовано:					
сухого вещества, кг	4,70	4,18	4,23	4,24	—
кормовых единиц	6,26	5,58	5,67	5,66	—
обменной энергии, МДж	69,16	61,42	62,47	62,35	—
сырого протеина, г	784	709	731	723	—
переваримого протеина, г	659	598	620	609	—
жира, г	229	214	228	222	—
клетчатки, г	289	249	258	264	—
БЭВ, г	3075	2712	2728	2749	—
кальция, г	77	67	68	68	—
фосфора, г	64	55	57	57	—

ется интенсивным отложением жира в организме животных в этом возрасте.

Дополнительное скармливание в составе полнорационного комбикорма поросётам обраты и его заменителей, подготовленных на основе микронизации полножирной сои, обеспечивает снижение затрат питательных веществ на 10–15% на единицу прироста.

Изучение морфологического, биохимического и аминокислотного состава крови свиней в различные возрастные периоды показало, что в зависимости от изучаемых факторов между группами существенных различий не обнаружено и они находились в пределах физиологической нормы.

С целью определения мясных качеств свиней в зависимости от изучаемых факторов были проведены контрольные убой животных в различные возрастные периоды: в 21 день – 3 головы; 60, 120, 180, 240 и 270 дней – по 3 головы из каждой группы (табл. 96).

В 21-дневном возрасте поросят убойный выход составил 58,72%, а к 60-дневному возрасту он увеличился в среднем по всем группам до 58,84%, или на 0,12%. Масса парной туши в 60-дневном возрасте животных была больше в опытных группах соответственно на 1,67; 1,62; 1,67 и 1,57 кг по сравнению с контрольной группой. Соответственно увеличился и убойный выход на 0,2; 0,2; 0,3 и 0,1%.

В 120-дневном возрасте живая масса свиней опытных групп при контрольном убое была больше на 9,29 кг; масса парной туши – на 5,80, внутреннего жира – на 0,04 кг; убойный выход – на 0,22%, в том числе туши – на 0,72%. Среди опытных групп наиболее высокий убойный выход (62,5%) имели животные, получавшие в составе рациона соевое молоко. Следует указать, что в 120-дневном возрасте по сравнению с 60-дневным в опытных группах убойный выход увеличился на 3,18%.

В 180-дневном возрасте живая масса свиней контрольной группы была меньше на 15,38 кг, масса парной туши – на 9,66, внутреннего жира – на 0,78 кг; убойный выход – на 0,65, в том числе масса парной туши – на 0,22%. Наиболее высокий выход туши (62,0–62,3%) имели животные III и IV опытных групп, получавшие в рационе соевое молоко и соевое молоко + стерины.

Во втором научно-хозяйственном опыте живая масса кастратов опытных групп при контрольном убое в 240-дневном возрасте была больше на 10,0 кг; масса парной туши – на 6,84,

Таблица 96

Результаты контрольного убоя поросят по возрастным периодам, кг

Показатель	На- чальная масса	Группа				
		кон- троль- ная	опытная			
			I	II	III	IV
<i>В возрасте</i>	<i>21</i>					
	<i>день</i>			<i>60 дней</i>		
Предубойная живая масса	5,33	19,33	22,06	22,00	22,05	21,95
Масса парной туши	3,13	11,33	13,00	12,95	13,00	12,90
Масса внутреннего жира	—	0,43	0,48	0,47	0,49	0,49
Убойный выход, %	58,72	60,9	61,1	61,0	61,2	61,0
	<i>В возрасте 120 дней</i>					
Предубойная живая масса	—	43,17	52,17	54,33	51,33	52,00
Масса парной туши	—	25,17	30,70	32,00	30,50	30,67
Масса внутреннего жира	—	1,52	1,56	1,56	1,57	1,57
Убойный выход, %	—	61,8	61,8	61,8	62,5	62,0
	<i>В возрасте 180 дней</i>					
Предубойная живая масса	—	75,50	90,67	92,33	90,83	89,67
Масса парной туши	—	46,67	56,17	57,17	56,33	55,67
Масса внутреннего жира	—	1,62	2,37	2,37	2,46	2,40
Убойный выход, %	—	64,0	64,6	64,5	64,7	64,8
	<i>В возрасте 240 дней</i>					
Предубойная живая масса		102,00	111,67	113,67	110,67	—
Масса парной туши		63,67	70,20	71,67	69,67	—
Масса внутреннего жира		3,38	3,42	3,53	3,41	—
Убойный выход, %	—	65,7	65,9	66,2	66,0	—
	<i>В возрасте 270 дней</i>					
Предубойная живая масса	—	115,67	130,33	136,00	132,00	—
Масса парной туши	—	75,00	85,50	89,50	86,67	—
Масса внутреннего жира	—	3,72	3,89	5,00	4,46	—
Убойный выход, %	—	68,1	68,6	69,5	69,0	—

внутреннего жира — на 0,07 кг, а убойный выход — на 0,33%, в том числе туши — на 0,6%.

В 9-месячном возрасте кастраты опытных групп по сравнению с контрольной имели живую массу больше на 17,11 кг, парной туши — на 12,22, внутреннего жира — на 0,73 кг; убойного выхода — на 0,93, в том числе туши — на 0,97%. Среди

опытных групп наиболее высокий убойный выход (69,5%) был у животных, получавших в период выращивания и откорма соевое молоко, приготовленное на основе микронизации полножирной сои.

С увеличением возраста и живой массы свиней повышается убойный выход с 58,72% в 21-дневном до 69,5% (10,78%) в 9-месячном возрасте. Несмотря на значительное увеличение внутреннего жира с 0,48 до 5 кг соответственно возрастам, относительная масса его увеличилась только на 1,5%, т. е. основное повышение убойного выхода происходило за счет массы туши.

Изучение морфологического состава туш показало, что у поросят, убитых в 21-дневном возрасте, масса охлажденной туши составила 3,10 кг в среднем по всем группам; в 60-дневном – 12,47; в 120-дневном – 29,42; в 180-дневном – 53,69; в 240-дневном – 67,91 и в 270-дневном возрасте – 83,01 кг. Количество мяса + сала соответственно возрастным периодам животных составило 1,90; 9,21; 22,84; 43,60; 56,96 и 70,23 кг, а костей – 1,20; 3,26; 6,58; 10,09; 10,95 и 12,78 кг. Выход мяса + сала от массы охлажденной туши составил 61,29; 73,82; 77,62; 81,20; 83,87 и 84,53%, или увеличился на 23,24%, а удельная масса костей снизилась с 38,71 до 15,47%. Выход мяса на 1 кг костей повысился с 1,58 до 5,48 кг, или в 3,47 раза.

После разделения туш на две половинки, штангенциркулем измеряли толщину сала на различных конституциональных участках обеих полутуш. Результаты измерений показали, что толщина сала на шее составила: в 21-дневном возрасте 0,14 см; в 60-дневном – 0,20; 120 – 1,48; 180 – 1,99; 240 – 3,70 и 270-дневном возрасте – 4,12 см; соответственно возрастным периодам: у 6–7-го ребра – 0,08 см; 0,15; 1,24; 1,87; 3,66 и 4,10 см; на пояснице – 0,07; 0,15; 1,17; 1,86; 3,58 и 4,00 см; на крестце – 0,07 см; 0,13; 1,15; 1,80; 3,46 и 3,96 см, а с 21- до 270-дневного возраста свиней толщина сала увеличилась: на шее на 3,98 см; у 6–7-го ребра – на 4,02; на пояснице – 3,93 и на крестце – на 3,89 см.

По результатам исследований установлено, что наиболее интенсивное отложение сала на тушах свиней происходит от 120- до 240-дневного возраста животных, т. е. до достижения ими живой массы 100 кг. Опытные животные по сравнению с контрольной имели большую толщину сала в 120-дневном возрасте: на шее – на 4,2%; в 180 – на 1,5; 240 – 2,2 и 270 – на 6,4; соответственно возрасту: у 6–7-го ребра – на 7,7; 7,3; 1,1 и 1,0%; на пояснице – на 8,2; 6,2; 0,6 и 2,3%; на крестце – на 1,8; 10,0; 2,4 и 2,0%.

Калорийность и питательность мяса в значительной степени определяются накоплением и распределением жира в организме животных. В среднем по всем группам с 60- до 270-дневного возраста животных абсолютное количество массы жировой ткани увеличилось с 2,71 до 38,83 кг, или на 35,78 кг (12,73 раза), в том числе внутреннего жира на 3,8 кг (9,1 раза), жира в фарше – на 1,98 кг (13,40 раза), тогда как относительное содержание внутреннего жира сократилось на 4,53% (1,4 раза). Выход жира в туше на 1 кг костей увеличился с 0,93 до 3,02 кг (3,25 раза), а на 1 кг белка – с 2,19 до 4,62 кг (2,11 раза). Калорийность 1 кг фарша увеличилась с 3504,9 до 5290,1, или на 1785,2 ккал (1,51 раза). Различия в опытных группах в зависимости от изучаемых факторов были несущественными и составили 1–3%.

Определение химического состава длиннейшей мышцы спины и мяса-фарша (табл. 97) показало, что с 21- до 60-дневного возраста поросят в их тушах в среднем по всем группам повысилось содержание сухого вещества на 7,74%, в том числе жира – на 7,71 и белка – на 0,02%; с 60- до 120-дневного соответственно на 7,89; 6,80 и 1,07%; со 120- до 180-дневного возраста количество сухого вещества увеличилось на 2,86 и жира – на 5,31%, а количество белка снизилось на 2,32% и зола – на 0,13%. Относительное снижение содержания белка в фарше объясняется тем, что с этого возраста в организме свиней начинается большее отложение жира. Со 180- до 240-дневного возраста животных содержание сухого вещества в туше увеличилось на 1,64 и жира – на 3,19%; с 240- до

Таблица 97

Химический состав мяса-фарша и длиннейшей мышцы спины по возрастным периодам поросят

Показатель	Длиннейшая мышца спины						Мясо-фарш					
	начал ьный	Группа					на- чаль- ный	группа				
		кон- троль ная	опытная					кон- троль ная	опытная			
			I	II	III	IV			I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>В возрасте</i>	<i>21 день</i>			<i>60 дней</i>			<i>21 день</i>			<i>60 дней</i>		
Сухое вещество, %	27,80	34,50	35,00	35,20	35,40	35,30	36,27	43,80	44,00	44,10	44,15	44,00
Жир, %	10,10	14,55	14,60	14,65	14,50	14,45	20,33	27,73	28,17	28,17	28,15	28,00
Белок, %	16,79	19,05	19,50	19,67	20,03	19,95	15,11	15,23	15,00	15,10	15,15	15,16
Зола, %	0,91	0,90	0,90	0,88	0,87	0,90	0,83	0,84	0,83	0,83	0,85	0,84
Кальций, г/кг	0,94	0,94	1,05	1,10	1,03	1,01	0,72	0,78	0,76	0,75	0,78	0,76
Фосфор, г/кг	1,65	1,70	1,67	1,73	1,70	1,70	1,67	1,70	1,70	1,72	0,73	1,75
Калий, г/кг	3,60	3,60	3,70	3,65	3,60	3,60	2,70	2,80	2,80	2,80	2,80	2,85
Натрий, г/кг	0,66	0,68	0,70	0,68	0,68	0,68	0,50	0,58	0,60	0,58	0,60	0,60
Магний, г/кг	0,18	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,20	0,22	0,21	0,21	0,22	0,20
Железо, мг/кг	19,7	18,50	18,00	18,60	18,55	18,60	22,40	17,40	17,50	17,60	17,50	17,60
Марганец, мг/кг	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17	0,19	0,20	0,20	0,19	0,20
Медь, мг/кг	0,34	0,35	0,32	0,30	0,30	0,30	0,46	0,50	0,50	0,52	0,53	0,50
Цинк, мг/кг	18,00	18,00	18,15	18,20	18,20	18,15	18,10	19,60	20,00	20,30	20,00	20,30

Продолжение табл. 97

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>В возрасте</i>			<i>120 дней</i>						<i>120 дней</i>			
Сухое вещество, %	—	37,00	37,44	37,83	38,25	37,40	—	50,90	51,80	52,29	52,81	51,74
Жир, %	—	16,55	16,92	17,28	17,32	17,31	—	33,90	34,71	35,28	35,59	34,74
Белок, %	—	19,50	19,56	19,61	19,97	19,15	—	16,15	16,23	16,13	16,38	16,13
Зола, %	—	0,96	0,96	0,94	0,96	0,94	—	0,85	0,86	0,88	0,84	0,87
Кальций, г/кг	—	0,95	0,94	0,97	0,95	0,94	—	0,78	0,78	0,78	0,79	0,79
Фосфор, г/кг	—	1,75	1,74	1,75	1,77	—	—	1,75	1,77	1,76	1,75	
Калий, г/кг	—	3,58	3,55	3,60	3,6	3,50	—	2,80	2,82	2,80	2,82	2,80
Натрий, г/кг	—	0,73	0,72	0,75	0,74	0,75	—	0,60	0,60	0,60	0,65	0,64
Магний, г/кг	—	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	—	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21
Железо, мг/кг	—	18,40	18,30	18,30	18,40	18,40	—	17,80	17,60	17,50	17,80	17,70
Марганец, мг/кг	—	0,23	0,23	0,24	0,22	0,22	—	0,19	0,18	0,19	0,19	0,20
Медь, мг/кг	—	0,33	0,34	0,32	0,35	0,32	—	0,50	0,55	0,56	0,58	0,58
Цинк, мг/кг	—	18,45	18,40	18,60	18,60	18,55	—	18,50	18,60	18,60	18,30	18,60
<i>В возрасте</i>			<i>180 дней</i>						<i>180 дней</i>			
Сухое вещество, %	—	38,25	38,15	38,45	38,52	38,30	—	54,64	54,49	54,94	55,03	54,71
Жир, %	—	17,39	16,96	17,76	17,40	16,85	—	40,08	40,06	40,36	40,16	40,09
Белок, %	—	19,95	20,17	19,69	20,10	20,42	—	13,82	13,70	13,86	14,16	13,88
Зола, %	—	0,91	1,02	1,00	1,02	1,03	—	0,74	0,73	0,72	0,71	0,74

Продолжение табл. 97

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кальций, г/кг	—	0,96	0,96	0,97	0,95	0,97	—	0,84	0,82	0,80	0,80	0,81
Фосфор, г/кг	—	1,75	1,76	1,77	1,80	1,78	—	1,76	1,79	1,78	1,86	1,84
Калий, г/кг	—	3,45	3,45	3,40	3,40	3,40	—	2,70	2,70	2,72	2,70	2,70
Натрий, г/кг	—	0,73	0,73	0,72	0,75	0,72	—	0,60	0,60	0,62	0,60	0,61
Магний, г/кг	—	0,19	0,19	0,18	0,19	0,18	—	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20
Железо, мг/кг	—	18,30	18,40	18,40	18,20	18,30	—	16,00	16,00	15,90	16,20	16,20
Марганец, мг/кг	—	0,21	0,20	0,22	0,21	0,20	—	0,20	0,20	0,20	0,19	0,18
Медь, мг/кг	—	0,34	0,35	0,34	0,34	0,33	—	0,55	0,57	0,55	0,58	0,59
Цинк, мг/кг	—	18,70	18,30	18,60	18,60	18,60	—	17,70	17,50	17,40	17,60	17,20
<i>В возрасте</i>			<i>240 дней</i>						<i>240 дней</i>			
Сухое вещество, %	—	40,84	41,63	42,18	42,00	—	—	55,31	56,36	57,10	56,85	—
Жир,	—	19,80	20,60	21,44	21,14	—	—	42,53	43,22	43,90	43,70	—
Белок, %	—	20,11	20,11	20,73	20,85	—	—	12,08	12,43	12,50	12,45	—
Зола, %	—	0,93	0,92	0,91	0,91	—	—	0,70	0,71	0,70	0,70	—
Кальций, г/кг	—	0,90	0,90	0,92	0,92	—	—	0,78	0,83	0,79	0,77	—
Фосфор, г/кг	—	1,80	1,80	1,81	1,83	—	—	1,57	1,57	1,75	1,77	—
Калий, г/кг	—	3,45	3,45	3,46	3,44	—	—	2,60	2,60	2,60	2,60	—
Натрий, г/кг	—	0,80	0,82	0,83	0,82	—	—	0,54	0,54	0,52	0,54	—
Магний, г/кг	—	0,20	0,19	0,20	0,20	—	—	0,19	0,19	0,20	0,20	—

Окончание табл. 97

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Железо, мг/кг	–	17,70	17,80	18,60	18,60	–	–	15,50	15,20	15,00	15,10	–
Марганец, мг/кг	–	0,19	0,20	0,19	0,19	–	–	0,18	0,18	0,17	0,17	–
Медь, мг/кг	–	0,32	0,35	0,33	0,34	–	–	0,54	0,53	0,53	0,54	–
Цинк, мг/кг	–	18,40	18,50	18,70	18,75	–	–	17,30	17,40	17,50	17,40	–
<i>В возрасте</i>			<i>270 дней</i>						<i>270 дней</i>			
Сухое вещество, %	–	43,60	43,67	44,28	44,32	–	–	60,65	61,50	61,55	61,00	–
Жир, %	–	22,90	22,80	23,27	23,42	–	–	48,96	49,58	49,24	49,05	–
Белок, %	–	19,75	19,95	20,07	19,96	–	–	11,04	11,30	11,67	11,30	–
Зола, %	–	0,95	0,92	0,94	0,94	–	–	0,65	0,62	0,64	0,65	–
Кальций, г/кг	–	0,94	0,97	0,95	0,97	–	–	0,68	0,70	0,68	0,68	–
Фосфор, г/кг	–	1,80	1,82	1,82	1,81	–	–	1,47	1,48	1,52	1,58	–
Калий, г/кг	–	3,45	3,40	3,40	3,40	–	–	2,50	2,50	2,45	2,50	–
Натрий, г/кг	–	0,84	0,85	0,85	0,84	–	–	0,50	0,49	0,50	0,50	–
Магний, г/кг	–	0,20	0,21	0,20	0,21	–	–	0,19	0,20	0,19	0,20	–
Железо, мг/кг	–	17,20	17,08	17,20	17,20	–	–	15,00	15,00	15,00	15,00	–
Марганец, мг/кг	–	0,19	0,19	0,18	0,18	–	–	0,17	0,17	0,18	0,18	–
Медь, мг/кг	–	0,32	0,30	0,30	0,31	–	–	0,50	0,53	0,52	0,52	–
Цинк, мг/кг	–	18,00	18,20	18,00	18,20	–	–	17,00	16,90	16,90	16,80	–

270-дневного – соответственно на 4,78 и 5,87%, тогда как относительное количество белка и золы сократилось на 1,52; 0,03; 1,03 и 0,06%.

В целом за период исследований в фарше относительное содержание сухого вещества увеличилось на 24,91 и жира – на 28,80%, а количество белка снизилось на 3,78% и золы – на 0,19%. Вследствие сокращения золы в фарше, снизилось содержание макро- и микроэлементов: кальция – на 0,04; фосфора – на 0,16; калия – на 0,21; магния – на 0,01 г/кг; железа – на 7,4; цинка – на 1,2 мг/кг.

Особо следует указать на значительные различия в химическом составе длиннейшей мышцы спины и мяса-фарша. Так, в составе фарша содержалось сухого вещества 61,18, жира – 49,21%, тогда как в длиннейшей мышце спины – соответственно 43,97 и 23,10%, или меньше на 17,21 и 26,11%. Количество белка, наоборот, снизилось с 19,93 до 11,33, золы – с 0,94 до 0,64%, или меньше на 8,6 и 0,3%. В мясо-фарше также содержалось меньше минеральных веществ: кальция – на 0,28, фосфора – на 0,30, калия – на 0,92, натрия – на 0,34 и магния – на 0,01 г/кг, железа – на 2,17, марганца – на 0,02 и цинка – на 1,20 мг/кг.

Аминокислотный состав мяса. В исследованиях по кормлению молодняка сельскохозяйственных животных с различной структурой питательных веществ (особенно белка животного или растительного происхождения) в их рационах важное значение имеет определение аминокислотного состава белка мясопродуктов, так как они обуславливают его пищевую ценность и другие важнейшие свойства.

Для более полного представления о пищевой ценности мяса нами проводились исследования по изучению аминокислотного состава длиннейшей мышцы спины и мяса-фарша + сала (табл. 98).

С увеличением массы свиней в 9-месячном по сравнению с 21-дневным возрастом содержание в длиннейшей мышце спины несколько снижается: триптофана – на 0,02; треонина – на 0,20; метионина – на 0,04; метионина+цистина – на 0,13 и

Таблица 98

Аминокислотный состав мяса поросят по возрастным периодам, %

Показатель	Длиннейшая мышца спины						Мясо-фарш					
	начальный	группа					начальный	группа				
		контроль- ная	опытная					контроль- ная	опытная			
			I	II	III	IV			I	II	III	IV1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>В возрасте</i>	<i>21 день</i>		<i>60 дней</i>				<i>21 день</i>		<i>60 дней</i>			
Триптофан	0,30	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14
Оксипролин	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Треонин	0,68	0,65	0,62	0,60	0,55	0,50	0,41	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42
Метионин	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,24	0,23	0,22	0,23	0,24	0,23
Метио- нин+цистин	0,64	0,65	0,64	0,61	0,60	0,60	0,53	0,51	0,50	0,52	0,51	0,52
Лизин	1,40	1,40	1,40	1,38	1,38	1,35	0,33	0,33	0,32	0,33	0,33	0,32
<i>В возрасте</i>			<i>120 дней</i>						<i>120 дней</i>			
Триптофан	—	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	—	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14
Оксипролин	—	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	—	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Треонин	—	0,55	0,55	0,54	0,51	0,50	—	0,40	0,41	0,40	0,39	0,38
Метионин	—	0,32	0,32	0,33	0,33	0,35	—	0,23	0,24	0,24	0,23	0,22
Метио- нин+цистин	—	0,60	0,61	0,59	0,62	0,62	—	0,50	0,54	0,54	0,51	0,50
Лизин	—	1,25	1,26	1,20	1,22	1,23	—	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34
<i>В возрасте</i>			<i>180 дней</i>						<i>180 дней</i>			
Триптофан	—	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	—	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14

Окончание табл. 98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Оксипролин	—	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	—	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Треонин	—	0,53	0,53	0,52	0,53	0,52	—	0,36	0,37	0,35	0,38	0,38
Метионин	—	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	—	0,21	0,21	0,20	0,19	0,20
Метио- нин+цистин	—	0,58	0,57	0,57	0,56	0,60	—	0,47	0,48	0,46	0,45	0,48
Лизин	—	1,19	1,20	1,27	1,21	1,20	—	0,31	0,32	0,30	0,30	0,31
<i>В возрасте</i>		<i>240 дней</i>							<i>240 дней</i>			
Триптофан	—	0,28	0,28	0,28	0,28	—	—	0,13	0,13	0,13	0,13	—
Оксипролин	—	0,07	0,08	0,07	0,07	—	—	0,03	0,03	0,03	0,03	—
Треонин	—	0,53	0,55	0,55	0,57	—	—	0,33	0,32	0,32	0,34	—
Метионин	—	0,30	0,30	0,29	0,28	—	—	0,20	0,20	0,19	0,20	—
Метио- нин+цистин	—	0,56	0,55	0,54	0,54	—	—	0,46	0,47	0,49	0,48	—
Лизин	—	1,08	1,04	1,02	1,01	—	—	0,30	0,30	0,29	0,30	—
<i>В возрасте</i>		<i>270 дней</i>							<i>270 дней</i>			
Триптофан	—	0,28	0,28	0,28	0,28	—	—	0,12	0,12	0,12	0,12	—
Оксипролин	—	0,08	0,07	0,07	0,07	—	—	0,03	0,03	0,03	0,03	—
Треонин	—	0,50	0,45	0,48	0,47	—	—	0,30	0,30	0,29	0,29	—
Метионин	—	0,30	0,30	0,31	0,31	—	—	0,20	0,21	0,19	0,19	—
Метио- нин+цистин	—	0,50	0,50	0,51	0,51	—	—	0,40	0,42	0,42	0,40	—
Лизин	—	1,00	1,00	1,01	1,00	—	—	0,30	0,30	0,28	0,27	—

лизина – на 0,40%. Аналогичное снижение содержания аминокислот было и в фарше, но в меньших количествах: триптофана – на 0,02; оксипролина – на 0,01; треонина – на 0,09; метионина – на 0,03; метионина+цистина – на 0,12 и лизина – на 0,04%. В то же время необходимо указать, что в наших исследованиях относительное снижение содержания аминокислот, как в длиннейшей мышце спины, так и в фарше, началось в мясе животных со 120–180-дневного возраста, когда отложение жира стало превышать отложение белка в организме свиней.

Необходимо указать, что содержание аминокислот в фарше было меньше по сравнению с длиннейшей мышцей спины: триптофана – на 0,18; оксипролина – на 0,04; треонина – на 0,18; метионина – на 0,10; метионина+ цистина – на 0,10 и лизина – на 0,71%, или соответственно в 2,8; 2,3; 1,6; 1,5; 1,2 и 3,5 раза.

Наряду с тем, что мясо является источником полноценных белков, в нем содержатся и неполноценные белки, которые не представляют большой питательной ценности. Биологическая полноценность мяса зависит от соотношения этих белков. Для полноценных белков такой аминокислотой является триптофан. Для соединительно-тканых, или неполноценных, белков характерна аминокислота оксипролин. Чем больше оксипролина содержится в мясе, тем ниже его питательная ценность, а от содержания полноценных белков в значительной степени зависит его нежность или жесткость – один из наиболее важных критериев оценки качества мяса. Отношение триптофана к оксипролину составляет белково-качественный показатель. В среднем по всем группам и по возрастным периодам этот показатель составил в длиннейшей мышце спины от 4,00 до 4,29, а в фарше – от 3,5 до 4,00.

Результаты наших исследований показали, что несмотря на то, что поросята опытных групп получали белок различного происхождения (животного или растительного), существенной разницы по содержанию в мясе аминокислот и белково-качественного показателя не обнаружено.

Жирно-кислотный состав мяса. Жиры (липиды) в организме животных выполняют важную физиологическую роль. Они входят в состав клеточных структур, особенно клеточных мембран. Основная масса липидов в виде нейтральных жиров отлагается в качестве запасного материала, образуя жировую ткань. Местами жирового депо являются подкожная клетчатка и внутренние органы брюшной и грудной полостей.

Жиры играют важную роль в регуляции теплового баланса. Плохо проводя тепло, жировой слой ограничивает теплоотдачу. Жир является основным резервом энергии в организме. Он содержит наибольшее количество потенциальной энергии по сравнению с другими веществами. При полном сгорании 1 г жира выделяется 9,45 ккал. Жиры являются растворителями витаминов А, Д, Е, К, группы В.

Содержание жира в жировых депо животных организмов подвергается значительным колебаниям у разных видов сельскохозяйственных животных в течение их индивидуальной жизни в зависимости от условий содержания, кормления и возраста. Исходя из этого нами был изучен жирно-кислотный состав липидов при дорастивании и откорме свиней, получавших в составе рациона жиры растительного и животного происхождения (табл. 99).

С увеличением возраста и живой массы животных, а также содержания жира в тушах несколько повышается и содержание жирных кислот. Так, с 21-дневного до 9-месячного возраста свиней количество насыщенных жирных кислот увеличилось в среднем по всем группам в длиннейшей мышце спины: лауриновой – на 0,27; миристиновой – на 0,04; пальмитиновой – на 2,96 и стеариновой – на 0,33 г/кг, а в фарше – соответственно на 0,34; 0,02; 1,39 и 0,37 г/кг. Количество мононенасыщенных кислот повысилось: пальмитиновой – на 0,39; олеиновой – на 0,35; полиненасыщенных: линолевой – на 0,27; линоленовой – на 0,11 и арахидоновой – на 0,11 г/кг. Аналогичная тенденция была установлена и по количеству жирных кислот в фарше. В то же время необходимо указать,

Таблица 99

Жирно-кислотный состав мяса по возрастным периодам поросят, г/кг

Кислота	Длиннейшая мышца спины						Мясо-фарш					
	началь- ный	группа					началь- ный	группа				
		кон- троль- ная	опытная					кон- троль- ная	опытная			
			I	II	III	IV			I	II	III	IV
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>В возрасте</i>	<i>21 день</i>			<i>60 дней</i>			<i>21 день</i>			<i>60 дней</i>		
Лауриновая	1,43	1,44	1,45	1,42	1,45	1,45	1,61	1,67	1,60	1,65	1,67	1,60
Миристи- новая	0,20	0,21	0,20	0,21	0,22	0,21	0,30	0,30	0,31	0,30	0,31	0,30
Пальмити- новая	15,75	16,00	16,05	16,05	16,10	16,05	9,51	9,80	9,50	9,80	9,70	9,80
Пальмито- леиновая	1,38	1,55	1,60	1,58	1,60	1,60	1,72	1,80	1,75	1,77	1,80	1,82
Стеариновая	1,11	1,15	1,12	1,15	1,11	1,10	1,24	1,20	1,25	1,24	1,25	1,25
Олеиновая	54,05	54,00	54,20	54,20	54,45	54,50	55,19	54,06	54,00	55,10	54,90	54,85
Линолевая	2,10	2,10	2,15	2,20	2,25	2,30	2,16	2,30	2,35	2,40	2,38	2,40
Линоленовая	0,80	0,80	0,82	0,84	0,85	0,88	0,80	0,80	0,81	0,82	0,80	0,80
Арахидоновая	0,70	0,70	0,72	0,73	0,75	0,80	0,40	0,42	0,41	0,40	0,42	0,41
<i>В возрасте</i>			<i>120 дней</i>							<i>120 дней</i>		
Лауриновая	—	1,45	1,48	1,43	1,48	1,48	—	1,65	1,68	1,67	1,64	1,64
Миристи- новая	—	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20	—	0,30	0,30	0,31	0,30	0,32

Продолжение табл. 99

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пальмитиновая	—	16,30	16,20	16,54	16,56	16,44	—	9,95	9,92	9,92	9,98	10,00
Пальмитолеиновая	—	1,60	1,65	1,65	1,67	1,66	—	1,70	1,70	1,70	1,70	1,71
Стеариновая	—	1,20	1,22	1,19	1,16	1,18	—	1,35	1,40	1,37	1,36	1,35
Олеиновая	—	54,80	54,70	54,90	54,80	54,80	—	54,50	54,05	51,50	51,40	51,10
Линолевая	—	2,10	2,12	2,08	2,17	2,17	—	2,35	2,50	2,35	2,30	2,35
Линоленовая	—	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	—	0,85	0,85	0,84	0,84	
Арахидоновая	—	0,63	0,64	0,64	0,65	0,70	—	0,40	0,42	0,41	0,43	0,43
<i>В возрасте</i>		<i>180 дней</i>							<i>180 дней</i>			
Лауриновая	—	1,55	1,56	1,58	1,59	1,59	—	1,70	1,78	1,78	1,79	1,77
Миристиновая	—	0,20	0,21	0,22	0,22	0,22	—	0,32	0,35	0,35	0,34	0,33
Пальмитиновая	—	17,23	17,04	17,20	17,30	17,45	—	10,20	10,77	40,81	10,85	10,72
Пальмитолеиновая	—	1,68	1,70	1,70	1,76	1,78	—	1,90	1,95	1,94	1,95	1,94
Стеариновая	—	1,25	1,20	1,24	1,23	1,22	—	1,40	1,44	1,45	1,45	1,44
Олеиновая	—	54,00	54,13	54,29	54,12	54,04	—	54,30	55,02	55,50	55,81	55,80
Линолевая	—	2,15	2,23	2,26	2,26	2,20	—	2,35	2,40	2,42	2,43	2,40
Линоленовая	—	0,87	0,86	0,86	0,82	0,80	—	0,78	0,80	0,82	0,82	0,80
Арахидоновая	—	0,74	0,72	0,73	0,74	0,74	—	0,44	0,43	0,43	0,44	0,44
<i>В возрасте</i>		<i>240 дней</i>							<i>240 дней</i>			
Лауриновая	—	1,64	1,64	1,61	1,62	—	—	1,78	1,79	1,84	1,85	—

Окончание табл. 99

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Миристино- вая	—	0,24	0,23	0,24	0,23	—	—	0,33	0,35	0,36	0,34	—
Пальмити- новая	—	18,08	18,34	18,26	18,33	—	—	10,38	10,58	10,88	10,84	—
Пальмито- леиновая	—	1,69	1,70	1,80	1,84	—	—	2,00	2,09	2,14	2,14	—
Стеариновая	—	1,30	1,31	1,30	1,37	—	—	1,54	1,52	1,54	1,55	—
Олеиновая	—	54,93	54,93	54,81	54,85	—	—	53,00	53,30	53,30	53,10	—
Линолевая	—	2,20	2,25	2,25	2,25	—	—	2,40	2,40	2,41	2,40	—
Линолсновая	—	0,88	0,90	0,98	1,00	—	—	0,80	0,83	0,80	0,83	—
Арахидоновая	—	0,78	0,80	0,82	0,85	—	—	0,42	0,43	0,44	0,44	—
<i>В возрасте</i>		<i>270 дней</i>				<i>270 дней</i>						
Лауриновая	—	1,67	1,66	1,70	1,76	—	—	1,90	1,95	1,98	1,98	—
Миристи- новая	—	0,25	0,24	0,23	0,22	—	—	0,30	0,32	0,34	0,33	—
Пальмити- новая	—	18,50	18,55	18,84	18,95	—	—	10,89	10,92	10,90	10,90	—
Пальмито- леиновая	—	1,75	1,75	1,80	1,78	—	—	2,05	2,10	2,15	2,12	—
Стеариновая	—	1,40	1,41	1,48	1,49	—	—	1,60	1,59	1,61	1,62	—
Олеиновая	—	54,30	54,38	54,60	54,30	—	—	57,13	57,54	56,44	56,56	—
Линолевая	—	2,25	2,33	2,40	2,50	—	—	2,45	2,50	2,50	2,45	—
Линоленовая	—	0,90	0,91	0,92	0,91	—	—	0,80	0,82	0,85	0,87	—
Арахидоновая	—	0,80	0,81	0,82	0,81	—	—	0,42	0,44	0,44	0,43	—

что в этих показателях в зависимости от изучаемых факторов существенной разницы не установлено.

Витаминный состав мяса. Витамины – это органические соединения различной химической природы, обладающие высокой биологической активностью. Основная пищевая ценность витаминов заключается в том, что они участвуют в образовании ряда ферментов и даже ферментных систем, являющихся специфическими регуляторами биохимических реакций, происходящих в организме человека. Поэтому изучение витаминного состава мяса имеет важное значение (табл. 100).

В зависимости от возраста свиней и изучаемых условий кормления в содержании витаминов в длиннейшей мышце спины практической разницы не было и в среднем по всем группам составило: витамина Е в возрасте 21 день – 5,95 мг/кг; 60 дней – 5,94; 120 – 6,02; 180 – 6,04; 240 – 6,04 и 270 дней – 6,01 мг/кг; соответственно по возрастным периодам: В₁ – 6,00; 6,06; 6,13; 6,09; 5,98 и 6,14 мг/кг; В₂ – 2,71; 2,64; 2,72; 2,71; 2,75 и 2,60 мг/кг; В₃ – 4,88; 4,90; 4,63; 4,48; 4,23 и 4,12 мг/кг; В₅ – 4,95; 4,85; 4,85; 4,43; 4,38 и 4,25 мг/кг; В₆ – 5,54; 5,37; 5,55; 5,48; 5,44 и 5,44 мг/кг; В₁₂ – 12,90; 11,82; 12,51; 12,35; 12,25 и 12,21 мкг/кг.

Содержание витаминов в фарше по сравнению с мышцей было меньше: Е – на 0,9–1,0; В₁ – на 1,0–1,1; В₂ – на 1,0–1,1; В₃ – на 1,5–1,9; В₅ – на 2,2–2,9; В₆ – на 3,0–3,1 мг/кг; В₁₂ – на 1,7–3,0 мкг/кг, без значительных различий между группами. В то же время можно указать как на тенденцию, что с возрастом и увеличением содержания жира в мышце и фарше эти показатели несколько снижаются.

Химический состав печени. При контрольном убое кастратов в 9-месячном возрасте были взяты образцы печени для исследований, так как она играет важную роль в процессах пищеварения и обмена веществ. В ней происходит синтез различных органических веществ: белков, углеводов, жиров, фосфатидов и биологически активных веществ.

Печень является центральным местом обезвреживания ядовитых продуктов азотистого обмена, в первую очередь ам-

Таблица 100

Витаминный состав мяса по возрастным периодам поросят, мг/кг

Показатель	Длиннейшая мышца спины						Мясо-фарш					
	начальный	группа					начальный	группа				
		контрольная	опытная					контрольная	опытная			
			I	II	III	IV			I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>В возрасте 21 день</i>		<i>60 дней</i>					<i>21 день</i>		<i>60 дней</i>			
A	След.	След	След.	След.	След.	След.	След.	След.	След.	След.	След.	След.
E	5,95	6,00	5,90	5,93	5,90	5,95	5,06	5,00	5,05	5,06	5,02	5,01
B ₁	6,00	6,00	6,10	6,00	6,10	6,10	5,00	5,00	5,05	5,00	5,03	5,04
B ₂	2,71	2,70	2,70	2,65	2,60	2,55	1,72	1,70	1,70	1,71	1,72	1,70
B ₃	4,88	4,90	4,85	4,90	4,95	4,90	3,00	2,95	3,00	3,05	3,00	2,95
B ₅	4,95	4,90	4,80	4,90	4,85	4,80	2,05	2,03	2,05	2,05	2,00	2,00
B ₆	5,54	5,50	5,45	5,40	5,30	5,20	2,48	2,45	2,45	2,48	2,50	2,48
B ₁₂ , мкг/кг	12,90	12,00	12,00	11,95	11,95	11,20	10,38	10,24	10,10	10,00	10,15	10,10
<i>В возрасте</i>		<i>120 дней</i>					<i>120 дней</i>		<i>120 дней</i>			
A	—	След.	След.	След.	След.	След.	—	След.	След.	След.	След.	След.
E	—	6,05	6,01	6,00	6,04	6,02	—	5,00	5,00	5,05	5,05	5,01
B ₁	—	6,15	6,10	6,20	6,10	6,10	—	5,15	5,10	5,10	5,10	5,10

Продолжение табл. 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B ₂	—	2,70	2,70	2,80	2,70	2,70	—	1,75	1,77	1,77	1,72	1,80
B ₃	—	4,64	4,64	4,60	4,64	4,65	—	2,95	2,92	2,95	2,91	2,96
B ₅	—	4,85	4,90	4,86	4,83	4,83	—	2,15	2,14	2,17	2,20	2,15
B ₆	—	5,55	5,60	5,53	5,55	5,50	—	2,49	2,45	2,41	2,40	2,43
B ₁₂ , мкг/кг	—	12,50	12,54	12,55	12,49	12,50	—	10,30	10,38	10,35	10,35	10,30
<i>В возрасте</i>		<i>180 дней</i>						<i>180 дней</i>				
A	—	След.	След.	След.	След.	След.	—	След.	След.	След.	След.	След.
E	—	6,09	6,04	6,03	6,02	6,01	—	5,01	4,92	4,97	5,02	5,01
B ₁	—	6,10	6,05	6,10	6,10	6,10	—	5,00	5,00	5,00	5,10	5,10
B ₂	—	2,70	2,67	2,74	2,70	2,73	—	1,77	1,70	1,70	1,69	1,65
B ₃	—	4,47	4,48	4,45	4,48	4,50	—	2,65	2,46	2,56	2,68	2,65
B ₅	—	4,43	4,44	4,48	4,34	4,47	—	2,14	2,17	2,02	2,05	2,04
B ₆	—	5,50	5,46	4,49	5,46	5,48	—	2,45	2,35	2,30	2,30	2,32
B ₁₂ , мкг/кг	—	12,33	12,29	12,47	12,32	12,33	—	10,23	10,25	10,19	10,13	10,22
<i>В возрасте</i>		<i>240 дней</i>						<i>240 дней</i>				
A	—	След.	След.	След.	След.	—	—	След.	След.	След.	След.	—
E	—	6,00	6,06	6,01	6,10	—	—	5,00	5,00	4,95	5,00	—
B ₁	—	5,90	6,00	6,00	6,00	—	—	5,00	5,00	5,00	5,00	—
B ₂	—	2,75	2,73	2,77	2,75	—	—	1,70	1,67	1,65	1,70	—

Окончание табл. 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B ₃	–	4,25	4,27	4,24	4,17	–	–	2,85	2,85	2,86	2,88	–
B ₅	–	4,37	4,41	4,38	4,35	–	–	2,06	2,03	2,04	2,00	–
B ₆	–	5,40	5,45	5,47	5,42	–	–	2,55	2,52	2,56	2,53	–
B ₁₂ , мкг/кг	–	12,20	12,26	12,27	12,27	–	–	10,25	10,28	10,30	10,30	–
<i>В возрасте</i>		<i>270 дней</i>						<i>270 дней</i>				
A	–	След.	След.	След.	След.	–	–	След.	След.	След.	След.	–
E	–	5,95	5,97	6,01	6,10	–	–	5,00	5,00	5,01	5,01	–
B ₁	–	6,05	6,10	6,20	6,20	–	–	5,00	5,00	5,00	5,00	–
B ₂	–	2,60	2,60	2,61	2,60	–	–	1,60	1,60	1,59	1,61	–
B ₃	–	4,10	4,15	4,13	4,11	–	–	2,67	2,64	2,58	2,63	–
B ₅	–	4,25	4,23	4,28	4,25	–	–	2,00	2,00	2,00	2,00	–
B ₆	–	5,40	5,47	5,40	5,47	–	–	2,36	2,43	2,39	2,40	–
B ₁₂ , мкг/кг	–	12,10	12,25	12,22	12,24	–	–	9,18	9,10	9,24	9,22	–

миака, который превращается в мочевины или идет на образование амидов кислот. Кроме того, в печени происходит обезвреживание ядовитых веществ (индол, скатол, крезол, фенол), поступающих из толстого отдела кишечника, образованных в результате гниения белков. Она принимает активное участие в обмене жирорастворимых витаминов и является главным их депо в организме животных.

Печень может задерживать в себе излишнюю воду и тем самым не допускать разжижения крови, она хранит запасы минеральных солей. Поэтому изучение химического состава печени свиней в зависимости от рационов, содержащих белок животного или растительного происхождения, имеет большое научное значение (табл. 101).

У свиней, имевших более высокую живую массу и содержание сухого вещества в туше, было больше питательных веществ в печени. Так, содержание сухого вещества в печени свиней опытных групп было больше на 0,19%, в том числе жира – на 0,09% и белка – на 0,10% по сравнению с контрольной.

Однако у кастратов контрольной группы, имевших более постное мясо, содержание аминокислот было незначительно выше: изолейцина – на 0,02%; треонина – на 0,03%; глицина, аланина, валина, лейцина, пролина – на 0,01%; метионина – на 0,02; фенилаланина – на 0,03; лизина – на 0,07 и аргинина – на 0,03%.

Аналогичная картина наблюдается и в содержании в ней витаминов и макро- и микроэлементов. Так, содержание витамина А (каротина) было больше на 0,32 мг/кг; В₃ – на 0,30; Е, В₁, В₂, В₁₂, железа, марганца, меди и цинка – на 0,01 мг/кг, а по остальным показателям в зависимости от изучаемых факторов существенных различий не установлено.

Масса и размер внутренних органов. Известно, что развитие внутренних органов изменяется в зависимости от уровня кормления, структуры рационов и т. д. Рост внутренних органов происходит неравномерно и заканчивается в различные возрастные периоды. А поскольку внутренние органы животных представляют питательную ценность для человека, то их

Химический состав печени

Показатели	Группа			
	контрольная	опытная		
		I	II	III
Сухое вещество, %	26,77	27,02	26,96	26,90
Жир, %	2,74	2,80	2,88	2,80
Белок, %	22,81	23,01	22,83	22,90
Зола, %	1,22	1,21	1,25	1,20
Аминокислоты, %:				
изолейцин	0,89	0,88	0,85	0,85
треонин	0,88	0,86	0,84	0,85
серин	0,97	0,97	0,96	0,97
глицин	1,01	1,01	0,99	1,01
аланин	1,00	1,00	0,98	1,00
валин	1,16	1,16	1,13	1,16
метионин	0,47	0,46	0,45	0,44
лейцин	1,82	1,80	1,84	1,80
глутамин	1,93	1,95	1,95	1,95
пролин	1,05	1,05	1,02	1,05
фенилаланин	0,98	0,96	0,92	0,96
лизин	1,59	1,55	1,54	1,48
аргинин	1,28	1,27	1,25	1,24
Витамины, мг/кг:				
А	36,78	36,52	36,62	36,29
Е	4,08	4,05	4,03	4,14
В ₁	3,06	3,04	3,08	3,10
В ₂	18,38	18,24	18,70	18,63
В ₃	55,55	55,28	56,00	56,27
В ₅	12,60	12,50	12,50	12,60
В ₆	2,45	2,43	2,44	2,48
В ₁₂ , мкг/кг	30,06	60,04	30,20	30,10
Макро- и микроэлементы:				
калий, г/кг	0,71	0,72	0,70	0,71
натрий, г/кг	0,70	0,70	0,71	0,70
магний, г/кг	0,18	0,19	0,19	0,19
железо, мг/кг	249,9	250,1	253,7	250,8
марганец, мг/кг	2,90	2,86	2,85	2,80
медь, мг/кг	24,30	23,40	23,50	22,90
цинк, мг/кг	63,20	63,20	62,90	63,20

развитие также необходимо оценить. Особенно это касается субпродуктов первой и второй категорий (табл. 102, 103).

Таблица 102

**Количество субпродуктов I категории по возрастным периодам
поросят, кг**

Показатель	Началь- ное	Группа				
		кон- трольная	опытная			
			I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7
<i>В возрасте</i>	<i>21 день</i>	<i>60 дней</i>				
Масса						
печени	0,14	0,47	0,50	0,50	0,50	0,50
почек	0,003	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
сердца	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
языка	0,03	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
хвоста	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
мясной обреси	—	0,22	0,24	0,23	0,24	0,24
Итого	0,24	0,99	1,06	1,05	1,06	1,06
<i>В возрасте 120 дней</i>						
Масса						
печени	—	0,87	0,87	0,85	0,85	0,85
почек	—	0,16	0,18	0,18	0,17	0,17
сердца	—	0,12	0,15	0,15	0,14	0,15
языка	—	0,12	0,13	0,14	0,13	0,13
хвоста	—	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
мясной обреси	—	0,45	0,55	0,60	0,55	0,55
Итого	—	1,75	1,91	1,95	1,87	1,88
<i>В возрасте 180 дней</i>						
Масса						
печени	—	1,53	1,47	1,53	1,45	1,45
почек	—	0,22	0,23	0,24	0,23	0,23
сердца	—	0,18	0,20	0,22	0,20	0,20
языка	—	0,22	0,23	0,22	0,22	0,22
хвоста	—	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
мясной обреси	—	0,75	0,90	0,92	0,90	0,90
Итого	—	2,94	3,07	3,17	3,04	3,04

1	2	3	4	5	6	7
<i>В возрасте 240 дней</i>						
Масса						
печени	—	1,45	1,49	1,50	1,60	—
почек	—	0,24	0,26	0,26	0,25	—
сердца	—	0,24	0,24	0,24	0,23	—
языка	—	0,28	0,29	0,30	0,29	—
хвоста	—	0,04	0,04	0,05	0,04	—
мясной обрез	—	1,00	1,10	1,15	1,10	—
Итого	—	3,25	3,42	3,50	3,51	—
<i>В возрасте 270 дней</i>						
Масса						
печени	—	1,77	1,80	1,88	1,86	—
почек	—	0,30	0,34	0,36	0,35	—
сердца	—	0,30	0,39	0,40	0,36	—
языка	—	0,31	0,32	0,34	0,33	—
хвоста	—	0,04	0,04	0,05	0,04	—
мясной обрез	—	1,15	1,30	1,35	1,35	—
Итого	—	3,87	4,19	4,38	4,29	—

Анализ данных в возрастном аспекте свидетельствует о том, что масса печени увеличилась на 1,69, почек — на 0,33, языка — на 0,29, хвоста — на 0,03, мясной обрез — на 1,06 и всего субпродуктов I категории на 3,96 кг, или соответственно в 13,0; 12,0; 12,0; 10,7; 4,0; 5,6 и 17,5 раза.

Масса субпродуктов II категории увеличилась: легких — на 1,35, селезенки — на 0,23, ног — на 1,63, ушей — на 0,44, головы — на 4,97, желудка без содержимого — на 0,98, тонких кишок без содержимого — на 1,55 и всего субпродуктов II категории на 11,14 кг, или соответственно в 19,29; 24,00; 13,54; 12,00; 11,35; 25,50; 12,92 и 13,38 раза.

В 9-месячном возрасте свиней в среднем по всем группам масса печени составила 1,45%, почек — 0,28, сердца — 0,28; языка — 0,25, хвоста — 0,03, легких — 1,12, селезенки — 0,19, ног — 1,39, ушей — 0,38, головы — 4,31, желудка без содержимого — 0,81 и тонких кишок без содержимого 1,33% от живой массы животных.

Таблица 103

**Количество субпродуктов II категории по возрастным периодам
поросят, кг**

Показатель	Началь- ное	Группа				
		кон- трольная	опытная			
			I	II	III	IV
I	2	3	4	5	6	7
<i>В возрасте</i>	<i>21 день</i>	<i>60 дней</i>				
Масса						
легких с гортанью	0,07	0,32	0,40	0,40	0,40	0,40
селезенки	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
ног	0,13	0,35	0,40	0,40	0,40	0,40
ушей	0,04	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10
головы	0,48	1,00	1,05	1,05	1,05	1,05
желудка						
без содержимого	0,04	0,30	0,35	0,35	0,35	0,30
тонких кишок без						
содержимого	0,13	0,47	0,50	0,50	0,50	0,50
Длина тонких кишок, м	9,30	12,67	14,50	14,50	14,55	14,50
Итого	0,90	2,62	2,86	2,85	2,85	2,80
<i>В возрасте 120 дней</i>						
Масса						
легких с гортанью	—	0,54	0,55	0,60	0,65	0,65
селезенки	—	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
ног	—	0,71	0,78	0,77	0,77	0,77
ушей	—	0,20	0,20	0,22	0,20	0,20
головы	—	1,80	1,80	1,87	1,77	1,77
желудка						
без содержимого	—	0,37	0,41	0,43	0,40	0,42
тонких кишок						
без содержимого	—	1,00	0,98	1,07	1,05	1,03
Длина тонких кишок, м	—	17,93	18,57	18,57	19,00	19,00
Итого	—	4,69	4,79	5,02	4,90	4,90
<i>В возрасте 180 дней</i>						
Масса						
легких с гортанью	—	0,88	0,90	0,96	0,97	0,98
селезенки	—	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17
ног	—	1,03	1,17	1,17	1,10	1,07
ушей	—	0,33	0,33	0,35	0,35	0,35

Окончание табл. 103

1	2	3	4	5	6	7
головы	—	2,93	3,23	3,17	3,17	3,20
желудка						
без содержимого	—	0,60	0,65	0,69	0,62	0,63
тонких кишок						
без содержимого	—	1,10	1,10	1,07	1,08	1,08
Длина тонких кишок, м	—	20,33	21,17	21,50	20,67	21,33
Итого	—	7,02	7,53	7,56	7,46	7,48
<i>В возрасте 240 дней</i>						
Масса						
легких с гортанью	—	1,18	1,23	1,27	1,30	—
селезенки	—	0,19	0,19	0,18	0,19	—
ног	—	1,25	1,28	1,30	1,25	—
ушей	—	0,43	0,47	0,40	0,40	—
головы	—	5,00	4,97	5,00	5,00	—
желудка						
без содержимого	—	0,83	0,90	0,87	0,88	—
тонких кишок						
без содержимого	—	1,53	1,53	1,63	1,63	—
Длина тонких кишок, м	—	10,41	10,57	10,65	10,65	—
Итого	—	10,41	10,57	10,65	10,65	—
<i>В возрасте 270 дней</i>						
Масса						
легких с гортанью	—	1,30	1,42	1,48	1,460	—
селезенки	—	0,24	0,25	0,24	0,24	—
ног	—	1,67	1,72	1,83	1,83	—
ушей	—	0,46	0,46	0,50	0,48	—
головы	—	5,13	5,42	5,63	5,63	—
желудка						
без содержимого	—	1,00	1,07	1,00	1,00	—
тонких кишок						
без содержимого	—	1,63	1,63	1,73	1,73	—
Длина тонких кишок, м	—	23,78	24,17	23,82	24,05	—
Итого	—	11,43	11,97	12,41	12,37	—

Масса субпродуктов I категории в опытных группах была практически одинакова, а по сравнению с контрольной больше: в 60 дней — на 7,1; 120 — 8,6; 180 — 4,8; 240 — 7,1 и 270 — на 10,8%, а количество субпродуктов II категории в опытных

группах также было больше соответственно возрасту убоя животных на 8,3; 4,3; 6,9; 2,0 и 7,2%.

Масса органов пищеварения тесно коррелирует с их размерами. Так, длина тонких кишок с 21- до 60-дневного возраста животных увеличилась на 5,21 м; с 60 до 120 – на 4,27; с 120 до 180 – на 2,39; с 180 до 240 – на 1,6 и с 240 до 270 – на 1,19 м. В опытных группах длина тонкого отдела кишок была больше на 14,5; 4,7; 4,1; 3,4 и 1,0%. Следует отметить, что наиболее интенсивное развитие пищеварительных органов происходит до 60–120-дневного возраста животных. Установлено, что масса и размеры их зависят от возраста и живой массы свиней и в меньшей степени от условий кормления.

Характеристика шкур подопытных животных. Шкура выполняет ряд важных функций. Прежде всего, являясь внешним покровом всего тела животного, предохраняет глубже лежащие ткани от всякого рода внешних неблагоприятных воздействий. Через здоровую, неповрежденную шкуру не могут проникнуть микроорганизмы. Она служит одним из главных регуляторов внутренней температуры тела животного. Кроме того, шкура выполняет важную роль как выделительный орган. После убоя животного она является ценным сырьем для промышленности.

Масса шкуры принадлежит к числу возрастных признаков, которые подобно массе костей сравнительно мало подвержены влиянию кормления животных. Это связано, видимо, с тем, что шкура подобно костной ткани за эмбриональный период продвигается в развитии на более высокую ступень, чем другие ткани. После рождения интенсивность роста и обмена веществ, а следовательно, и потребность шкуры в питательных веществах для синтетических процессов сравнительно не велики, поэтому тормозящее влияние недостаточного кормления малозаметно (табл. 104).

Следует отметить, что при убое в 21- и 60-дневном возрасте поросят шкуры с животных не снимали, а удаление волосяного покрова осуществляли путем термической обработки. В среднем по всем группам со 120- до 180-дневного возраста свиней масса

Масса шкур поросят по их возрастным периодам

Показатель	Группа				
	конт- рольная	опытная			
		I	II	III	IV
В возрасте 120 дней					
Предубойная живая масса, кг	43,17	52,17	54,33	51,38	52,00
Масса парной шкуры, кг	3,78	4,00	4,03	3,90	3,87
От живой массы, %	8,76	7,67	7,42	7,60	7,44
В возрасте 180 дней					
Предубойная живая масса, кг	75,50	90,67	92,33	90,83	89,67
Масса парной шкуры, кг	6,30	6,43	6,60	6,45	6,40
От живой массы, %	8,34	7,10	7,15	7,10	7,14
В возрасте 240 дней					
Предубойная живая масса, кг	102,00	111,67	113,67	110,67	—
Масса парной шкуры, кг	9,67	9,83	9,93	9,77	—
От живой массы, %	9,48	8,80	8,74	8,83	—
В возрасте 270 дней					
Предубойная живая масса, кг	115,67	130,33	136,00	132,00	—
Масса парной туши, кг	11,77	12,97	13,00	13,07	—
От живой массы, %	10,18	9,95	9,56	9,90	—

шкуры увеличилась на 2,52 кг (1,64 раза); соответственно со 180- до 240 дней – на 3,36 кг (1,52 раза); с 240 до 270 дней – на 2,90 кг (1,30 раза); а со 120 до 270 дней – на 8,78 кг (3,24 раза). Масса шкур в опытных группах была практически одинакова, а по сравнению с контрольной – больше на 2,0–10,0% и составила от 7,5 до 9,9% от живой массы животных по их возрастным периодам.

Дегустационная оценка мяса и бульона. Объективными методами оценки мяса являются биохимические, физические и другие, которые позволяют установить состав и питательную ценность продукта. Но характеристика мяса не будет полной без его дегустации, при которой определяющими являются вкус и аромат мяса, которые зависят от многих факторов: породы, пола, возраста животных, условий хранения мяса, способа приготовления блюд, наличия жира в мясе.

Нами после контрольного убоя боровков в 9-месячном возрасте была проведена дегустационная оценка мяса и бульона по методике ВНИИМП (1977) по 9-балльной шкале. Для дегустации брали мясо длиннейшей мышцы спины в области 6–9-го позвонков массой 1 кг. В дегустации участвовали 12 человек (табл. 105).

Мясо и бульон длиннейшей мышцы спины боровков всех опытных групп имели хорошие вкусовые качества и получили довольно высокую оценку. В то же время прослеживается тенденция в том, что вареное мясо свиней, получавших ЗЦМ «Леви-та» и соевое молоко, имело несколько более высокую (на 0,02–0,06 балла) оценку, чем у животных контрольной и III опытной групп. Аналогичная картина наблюдается и по оценке бульона. Так, бульон мяса боровков I и II опытных групп был оценен на 0,02–0,09 балла выше, чем остальных групп. Результаты проведенной дегустационной оценки длиннейшей мышцы спины

Таблица 105

Результаты дегустации мяса и бульона

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		I	II	III
Мясо вареное:				
внешний вид	7,88	8,07	8,08	8,03
аромат	7,00	7,08	7,08	7,00
вкус	7,92	7,93	8,07	8,05
консистенция (нежность, жест- кость)	7,68	7,53	7,51	7,50
сочность	7,52	7,47	7,55	7,50
Общий балл	7,60	7,62	7,66	7,62
Бульон:				
внешний вид	7,88	8,08	8,00	7,92
цвет	7,75	7,92	7,83	7,75
прозрачность	7,88	7,92	7,92	7,90
аромат	7,43	7,50	7,50	7,47
вкус	7,67	7,68	7,83	7,72
наваристость	7,87	7,92	7,85	7,87
Общий балл	7,75	7,84	7,82	7,77

опытных животных согласуются с данными химического состава их мяса.

Экономическая оценка полученных результатов. Экономическую эффективность использования соевого молока в рационах молодняка свиней определяли из фактической себестоимости прироста живой массы поросят: расхода комбикормов (СК-4 – 5520; СК-7 – 2200 р./т), стоимости обрат (2,5 р./кг), ЗЦМ «Левита» (30 тыс. р./т), соевого молока, стерильных (12 тыс. р./т) и реализационной цены 1 ц прироста (2868 р./ц).

В общей стоимости скормленных кормов в зависимости от компонентов молочных кормов имеются значительные различия между группами. Так, в первом научно-хозяйственном опыте поросята опытных групп расходовали кормов больше на 19,4% по сравнению с контрольной группой. Следует отметить, что эти различия связаны с различной стоимостью молочных кормов, а стоимость скормленного комбикорма была во всех группах одинакова.

На 1 кг прироста поросята I опытной группы затратили обрат на сумму 4,26 р.; II опытной – ЗЦМ «Левита» – на 4,54 (больше на 0,28 р.); III и IV опытных – соевое молоко и стерильные – на 1,84–1,83 р. (меньше на 2,42 и 2,43 р.), или в процентах соответственно группам больше на 6,6% и меньше на 56,81 и 57,04% относительно I опытной.

Из общей стоимости затрат на корма приходится 85–90%, а на зарплату, накладные расходы и прочие затраты – 10–15%, поэтому в себестоимости продукции общие расходы зависели от стоимости молочных кормов и интенсивности прироста молодняка.

Прибыль от реализации продукции составила: в контрольной группе – 393 р.; I опытной – 497 р.; II опытной – 506 р.; III опытной – 716 р. и IV опытной – 721 р., а рентабельность соответственно группам: 24,3; 25,8; 25,9; 41,6 и 41,9%.

Во втором научно-хозяйственном опыте стоимость фактически скормленных кормов была аналогична первому опыту.

Затраты молочных кормов на 1 кг живой массы во II и

**Экономическая эффективность выращивания поросят
на различных заменителях молочных кормов**

Показатель	Группа				
	кон- трольная	опытная			
		I	II	III	IV
Опыт I (с 21- до 180-дневного возраста)					
Скормлено кормов на сумму, р.:	1369	1729	1759	1525	1525
В том числе комбикорм СК-4	1369	1369	1369	1369	1369
обрат	—	360,0	—	—	—
ЗЦМ «Левита»	—	—	390,0	—	—
соевая мука	—	—	—	156,0	127,2
стерины	—	—	—	—	28,8
Расход молочных кормов на 1 кг живой массы, р.	—	4,26	4,54	1,84	1,83
Затраты молочных кормов на 1 кг живой массы к I опытной, %	—	100,0	106,6	43,19	42,96
Затраты на выращивание 1 головы: (з/плата, накладные, прочие), р.	246	196	195	196	196
Всего затрат, р.	1615	1925	1954	1721	1721
Себестоимость 1 ц прироста, р.	2306	2279	2278	2025	2021
Стоимость реализованной продукции, р.	2008	2422	2460	2437	2442
Прибыль	393	497	506	716	721
Рентабельность, %	24,3	25,8	25,9	41,6	41,9
Опыт II (с 120- до 270-дневного возраста)					
Скормлено кормов на сумму, р.:	957	1407	1137	1137	—
В том числе комбикорм СК-7	957	957	957	957	—
ЗЦМ «Левита»	—	450,0	—	—	—
соевая мука	—	—	180,0	126,0	—
стерины	—	—	—	54,0	—
Расход молочных кормов на 1 кг живой массы, р.	—	4,83	1,96	1,96	—
Затраты молочных кормов на 1 кг живой массы, к I опытной, %	—	100,0	40,58	40,58	—
Затраты на выращивание 1 головы (з/плата, накладные, прочие), р.	224	187	190	190	—
Всего затрат, р.	1181	1594	1327	1327	—
Стоимость реализованной продукции, р.	2291	2675	2634	2628	—
Прибыль, р.	1110	1081	1307	1301	—
Рентабельность, %	94,0	67,8	98,5	98,5	—

III опытных группах были меньше на 2,87 р. (59,42%) по сравнению с I опытной.

Несмотря на то, что в опытных группах общие затраты были больше на 413; 146 и 146 р., от реализации продукции получено больше дохода на 384; 343 и 337 р. Прибыль соответственно группам составила 1110; 1081; 1307 и 1301 р., а рентабельность – 94,0; 67,8; 98,5 и 98,5%.

Таким образом, по экономической эффективности использование соевого молока со стерилизацией взамен обрат и ЗЦМ «Левита» является экономически выгодным, так как оно обеспечивает одинаковую интенсивность роста и развития поросят при меньшей стоимости на 60%. Применение импортных дорогостоящих заменителей молочных кормов в рационах молодняка свиней, с целью восполнения белка и жира, при наличии полножирной сои, является экономически невыгодным, так как при этом увеличивается себестоимость прироста из-за высокой их стоимости (30–35 тыс. р./т).

Внедрение в производство описанной схемы выращивания поросят позволяет снизить расход кормов на единицу прироста на 10–15%, экономить на каждом поросенке до 200 л обрат на сумму 400–500 р., а для таких свинокомплексов, как «Чистогорский» Кемеровской и «Кудряшовский» Новосибирской областей с производством 100 тыс. поросят в год, экономический эффект составит 25–30 млн р./год для каждого свинокомплекса.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛНОЖИРНОЙ СОИ

В СибНИПТИЖ СО РАСХН разработана экспериментальная технологическая линия переработки полножирной сои методом микронизации для приготовления заменителя молочных кормов (соевого молока) и внедрена на Кудряшовском комбикормовом заводе Новосибирской области (рис. 26).

Технологическая линия состоит из двух участков: 1) предва-

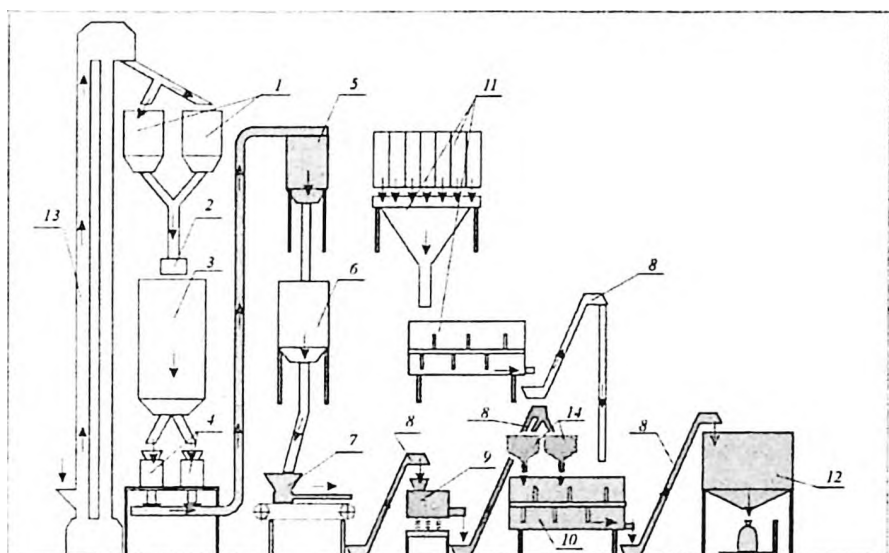


Рис. 26 Принципиальная схема переработки полножирной сои: 1 – расходные бункера зернового сырья; 2 – магнитный уловитель; 3 – зерноочистительный сепаратор; 4 – шелушильные машины; 5 – циклон-разгрузитель; 6 – колонка аспирационная; 7 – микроизмельчитель; 8 – транспортеры шнековые; 9 – дробилка; 10 – сепаратор; 11 – линия приготовления премикса; 12 – бункер готовой продукции; 13 – нория; 14 – бункера-термосы для дробленой сои

рительной обработки сои; 2) производства концентрированного заменителя молочных кормов.

Участок предварительной обработки сои функционирует следующим образом. Неочищенная насыпная соя перегружается из автотранспорта или из складского помещения в завальную яму, оборудованную норией (13), и перегружается в расходные бункера (1). Оттуда самотеком поступает в зерноочистительный сепаратор А1-БИС-12 (3), пройдя через магнитный уловитель БКМ 4-5 (2), где происходит отделение бобов сои от инородных примесей.

Затем соя поступает на шелушильную машину А1-ДШЦ(4), где она подвергается интенсивному трению абразивными кругами и ситовым цилиндром. Сою обрабатывают при полностью заполненном кольцевом зазоре. Продукт, продвигаясь сверху вниз, направляется к выпускному патрубку. Полученные в процессе обработки соя, мучка и лузга отсасываются вентилятором в

циклон разгрузителя РЕФ-8 (5) и в аспирационной колонке (6) разделяются на два потока: чистых бобов и мучки с лузгой с выводом последних наружу.

Поток чистых бобов самотеком поступает в теплолучевую установку (7), осуществляющую облучение семян сои инфракрасными лучами с целью устранения антипитательных факторов. Отсюда соя подается шнековым транспортером (8) на линию участка для приготовления заменителя молочных кормов.

Участок производства концентрированного заменителя молочных кормов включает вибрационную мельницу ВЦМ-10 (9) для тонкодисперсного измельчения микронизированной сои. Затем полученная мука микронизированной сои конвейером (8) загружается в смеситель периодического действия СК-1 (10). Сюда же самотеком дозированно подается заранее приготовленный премикс, состоящий из макро- и микроэлементов, витаминов. После тщательного перемешивания полученный соевый концентрат подается конвейером (8) в бункер для хранения готовой продукции с последующей расфасовкой и затариванием в мешки по 25 кг. Взвешивание производится на платформенных весах с последующей зашивкой и транспортируется для отправки потребителю или в зону для хранения готовой продукции. Срок пригодности к употреблению данного заменителя – не менее 6 мес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адамень Ф.Ф., Письменов В.Н.** Технология получения искусственного молока из сои // Информ. листок Крым. МТЦНТИ. – 1989. – 4 с.
- Ала А.Я.** Происхождение сои *Glycine Max (L.) Merrill*. // Биология, генетика и микробиология сои: Науч. тр. – Новосибирск, 1976. – С. 35–40.
- Алиев А.А. и др.** Профилактика нарушений обмена веществ у сельскохозяйственных животных / Пер. со словац. К.С. Богданова, Г.А. Терентьевой; Под ред. и с предисл. А.А. Алиева. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 88.
- Асанов А.М.** Сравнительная продуктивность и основные агротехнические приемы выращивания скороспелых сортов сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1998. – 16 с.
- Бабич А.А.** Проблемы белка в животноводстве // Зоотехния. – 1991. – № 6. – С. 18–20.
- Бабич А.А.** Соя – культура XXI века // Вестник с.-х. науки. – 1991. – № 7. – С. 21–37.
- Бабич А.А.** Соя на корм. – М.: Колос, 1974. – С. 5–10.
- Баранов В.Ф.** Интенсивная технология возделывания сои и пути ее совершенствования // Приемы регулирования продуктивности сои: Сб. науч. тр. – Новосибирск, 1987. – С. 154–160.
- Бригс Ф., Ноулз П.** Научные основы селекции растений. – М.: Колос, 1977. – 400 с.
- Вавилов Н.И.** Ботанико-географические основы селекции // Избр. соч. – М.: Колос, 1966. – С. 176–226.
- Васютин А.С.** Сое – достойное место на полях России // Технические культуры. – 1994. – № 21. – С. 2–4.
- Васякин Н.И.** Зернобобовые культуры в Западной Сибири. – Новосибирск, 2002. – С. 84–137.
- Васякин Н.И.** О возможности возделывания сои в Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1982. – № 4. – С. 38–42.
- Васякин Н.И.** Перспективы возделывания и селекции сои в Западной Сибири // Бюл. ВИР. – Л., 1985. – Вып. 153. – С. 66–68.
- Васякин Н.И.** По зональной технологии // Зерновое хозяйство. – 1983. – № 11. – С. 31–33.
- Васякин Н.И.** Селекция зернобобовых – важный резерв пищевого и кормового белка // Вестн. РАСХН. – 1995. – № 3. – С. 28–29.
- Возделывание сои в Алтайском крае: Рекомендации / Г.П. Гамзиков, Н.И. Васякин, Н.И. Дробышев и др.; АНИИЗиС. – Барнаул, 2000. – 29 с.**

Возделывание сои в Западной Сибири: Рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние; Сост.: Кашеваров Н.И., Горин В.Е., Лях А.А. и др.; / СибНИИ кормов. – Новосибирск, 1999. – 73 с.

Выращивание сои и кукурузы на зерно в полосных посевах. / Останов В.И., Буряков Ю.П., Ульяницкий А.Ф. и др.; ГСП. – М.: Агропромиздат, 1987. – 8 с.

Гаврилюк И.А., Зайцева Л.Н., Телеуца А.С. и др. Иммунохимический анализ в оценке качества белка сои // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1981. – Т. 70. – Вып. 2.

Гаврилюк П.П. и др. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1981. – Т. 70, вып. 2.

Гамзиков Г.П., Шотт П.Р. Сравнительная оценка азотофиксирующего потенциала у зернобобовых культур // Материалы научных чтений, посвященных закладке первых полевых опытов И.И. Жилинским. – Новосибирск, 1997. – С. 37–40.

Гончаров П.Л. Творцы сибирских сортов. – Новосибирск, 1998. – 248 с.

Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – С. 7–9.

Гордезиони В.С. Производство заменителей цельного молока. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 267–270.

Гордниенко В.А., Либерштейн И.И. Кладовая белка. – М.: 1967. – С. 38.

Горин В.Е. Новый сорт сои для условий Сибири // Исходный материал и результаты селекции кормовых культур: Науч.-техн. бюл. – Новосибирск, 1984. – Вып. 1. – С. 6–12.

Гусев В.Н., Дементий В.А., Горшкова Л.М. и др. Способ приготовления соевого молока для телят: Авт. св-во СССР, № 1386144, кл. А 23. С 11/00, 1988.

Джонсон Г., Бернард Р. Генетика и селекция сои // Соя. – М.: Колос, 1970. – С. 11–98.

Дмитроченко А.П., Пшеничный П.Д. Кормление сельскохозяйственных животных. – Л.: Колос, 1975. – С. 150–175.

Дэвис Д., Джованеллан Дж., Рис Т. Биохимия растений / Пер. с англ. – М.: Мир, 1966. – С. 319–320.

Елькин Н., Кирдяшкин В. Инфракрасные технологии для обработки зерна // Комбикорма. – 2002. – № 6. – С. 25–26.

Енкен В.Б. Соя. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 180 с.

Енкен В.Б. Соя. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 622 с.

Ересько Г.А., Гуляев-Зайцев С.С., Янковский Д.С. и др. Способ производства соевого молока: Патент СССР, № 58474-2, кл. А, 25. С 11/00, 1973.

Ересько Г.А., Гуляев-Зайцев С.С., Янковский Д.С. и др. Способ производства соевого молока: Патент США, № 4241100, 1980.

Жуковский П.М. Растения, дающие белки // Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос. – С. 329–365.

Журавлев М.З. Вопросы агрохимии сои в степных районах Западной Сибири. – Новосибирск, 1935. – 42 с.

Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 432 с.

Заверюхин В.И. Дешевый белок // Корма. – 1978. – № 4. – С. 37–38.

Заверюхин В.И., Левандовский И.Л. Производство и использование сои. – Киев: Урожай, 1988. – 112 с.

Зверев С.В. и др. Высокотемпературная микронизация соевых бобов // Тез. докл. науч.-техн. конф. «Пищевая промышленность России на пороге XXI века» / МГАПП. – М., 1996. – С. 12–13.

Зенкевич Н.Ю., Бауко И.А., Степанов П.Н. Заменитель цельного молока для сельскохозяйственных животных: Авт. св-во СССР, № 784049, кл. А/С 1/18, 1983.

Зобкова В.Е., Подарян И.М., Сергеева В.Ф. Способ производства заменителя молока: Патент Великобритании, № 1440182, кл. А 2 В., 1976.

Иваницкий С.Б., Иваницкий С.И., Суруханов Б.Б. Способ приготовления соевого молока: Патент США, № 422945, кл. А 23, 1/14, 1980.

Иванов А.М. Соевый шрот и соевая мука для кормления кур-несушек // Аграрная наука. – 1999. – № 4. – С. 9–12.

Индустриальная технология возделывания сои: НТС МСХ СССР. – М.: Агропромиздат, 1985. – 48 с.

Исасв З.Г. Влияние основных приемов возделывания на урожайность семян и зеленой массы сои в условиях лесостепной зоны Алтайского края: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1995. – 19 с.

Использование соевого молока в кормлении сельскохозяйственных животных: Рекомендации / Огуй В.Г., Ли С.С., Майоров А.А. и др. – Барнаул, 1998. – 19 с.

Казанин В.В. Растениеводческие программы края: итоги и решения // Третья регион. науч.-практ. конф. «Повышение устойчивости АПК Алтайского края»: Тез. докл. – Барнаул, 2000. – С. 98–103.

Казмин Г.Т. Соя и решение проблемы белка // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1975. – № 3 (27). – С. 1–5.

Калашников А.П. Кормление молочного скота. – М.: Колос, 1978. – 225 с.

Ким А.Д., Карибаев К.К. Выращивание телят на соевом молоке // Тр. УзНИИЖ. – 1988. – Т. 53. – С. 19–29.

Комник Г., Роляков Ю. Экструдирование – верный путь к повышению качества // Комбикормовая промышленность. – 2000. – № 7. – С. 19–21.

Комплексная система защиты посевов сои от сорняков, вредителей и болезней: Рекомендации / Сост.: Васильев Д.С., Тихонов О.И., Подкина Д.В. и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 48 с.

Коротких А.А., Шевлягина Е.А. Производство, переработка и использование соевых бобов // Аграрный сектор США в конце XX века. – М.: РИЦ «Пилигрим», 1997. – С. 178–189.

Корсаков Н.И. Соя (Систематика и основы селекции): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1973. – 44 с.

Кочегура А.В. Селекция сортов сои разных направлений использования: Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Краснодар, 1998. – 47 с.

Красовская А.В. Агробиологическое обоснование приемов возделывания сои на среднесуглинистых лугово-черноземных почвах южной лесостепи Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2003. – 16 с.

Кретович В.Л. Обмен азота в растениях. – М.: Наука, 1972. – С. 69–70.

Крюков В., Бизезюк В., Полунина С. Выбор кормов с высоким содержанием протеина // Птицеводство. – 1977. – № 6. – С. 14–16.

Кузин В.Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке. – Благовещенск: Хабар. кн. изд-во. Амур. отд-ние, 1976. – 248 с.

Кузин В.Ф., Русаков В.В. Состояние и задачи научного обеспечения производства сои и продуктов ее переработки на кормовые цели // Сборник научных трудов Всероссийского НИИ кормов. – 1992. – Вып. 48. – С. 43–51.

Лавриненко Г.Т. Соя / Сост. Г.Т. Лавриненко. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 189 с.

Лазарев Т.М. Возможность культуры сои в южной части Омской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1937. – 21 с.

Лебезова Е.В. Условия минерального питания и продуктивность сои при размещении в севообороте и монокультурой // Проблемы земледелия и растениеводства на Дальнем Востоке: Тр. ДальНИИСХ. – 1976. – Т. 19. – С. 83–86.

Левницкий А.П. Классификация, номенклатура и биохимические свойства протеолитических ферментов зерна пшеницы и ячменя // Протеолитические ферменты и их ингибиторы в семенах зерновых и зернобобовых культур: Сб. науч. тр. – Одесса, 1982. – С. 9.

Лещенко А.К. Культура сои. – Киев: Наук. думка, 1978. – 236 с.

Липс В.К., Туров В.Ф., Крапивин Г.И. и др. Опыт использования соевого молока при выращивании телят. Соя – это ваше будущее! – Кемерово, 2000. – С. 1–4.

Лусас Э.В., Ки Чун Ри. Производство и использование соевых белков // Руководство по переработке и использованию сои / Под ред. В.Р. Ключкина и М.Л. Деморощенко. – М.: Колос, 1998. – 55 с.

Майоров А.А., Киц О.А., Туров В.Ф. Использование соевых заменителей молока в кормлении телят // Современные технологии пищевых продуктов нового поколения и их реализация на предприятиях АПК: Тез. докл. науч.-практ. конф. 19–20 сент. 2000 г. – Углич, 2000. – С. 298–299.

Малыш К.К., Рязанцева Т.П. Некоторые вопросы биологии цветения сои, связанные с методикой гибридизации // Тр. Амур. с.-х. опыт. ст. – Хабаровск: Кн. изд-во, 1968. – Т. 2, вып. 1. – С. 38–48.

Мартьянов С.В. Факторы, лимитирующие использование сои в рационах животных, и пути их устранения // Сельское хозяйство за рубежом. – 1984. – № 9. – С. 41.

Марьинич А.Б., Кокурин И.О., Злыднев Н.З. Способ производства соевого молока: Авт. св-во СССР, № 1386144, кл. А 23, С 11/00, 1988.

Маслова А.А., Красильников В.Н. Динамика применения аминоксарилов и активностей некоторых ферментных систем семян сои в процессе набухания // Масложировая пром-сть. – 1992. – № 2. – С. 34–37.

Мессина М., Мессина В., Сетчелл К. Обыкновенная соя и ваше здоровье. Пер. «Ассая». – Майкоп, 1994. – 24 с.

Месяс И.И. Возделывание сои в странах Европы: Обзор. информ. – М., 1984. – 69 с.

Миндсэл Э. Соевое чудо. – М.: Медицина и питание, 1997. – 240 с.

Миниш Г., Фокс Д. Производство говядины в США: мясное скотоводство. Пер. с англ. О.В. Мишихи. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 323–326.

Мир соевых бобов // Земля и люди. – 1993. – № 51 (311). – С. 4–5.

Мир соевых бобов // Земля и люди. – 1992. – № 44 (303). – С. 3–6.

Мироненко И.М., Киз О.А., Туров В.Ф. Кормление телят соевыми заменителями молока // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Экономические, технологические и экономические аспекты производства продуктов питания». – Семей, 2000. – С. 112.

Монари С. Справочник по использованию необезжиренной (полножирной) сои в кормлении животных, птиц и рыб. – М., 1992. – 44 с.

Моранд-Фер и др. Справочник по использованию необезжиренной (полножирной) сои в кормлении животных, птиц и рыб. – М., 1992. – С. 33. (1987).

Мосолов В.В. Растительные белки – ингибиторы ферментов // Растительные белки и их биосинтез. – М.: Наука, 1975. – С. 179.

Мякушко Ю.П., Баранов В.Ф. Соя / Под ред. д-ра с.-х. наук Ю.П. Мякушко, канд. с.-х. наук В.Ф. Баранова; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. – М.: Колос, 1984. – 332 с.

Мякушко Ю.П., Кочегура А.В. Культура сои в европейской части СССР: Обзор // С.-х. биология. – 1976. – № 1. – С. 23–30.

Нечаева В.У. О гибридизации сои в условиях Омска // Науч. тр. / СибНИИСхоз. – 1972. – Т. 3 (18).

Оргпроект производства сои по интенсивной технологии на Дальнем Востоке: Рекомендации. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 80 с.

Пак А.В. Соя – ценная кормовая культура / А.В. Пак, В.М. Попов. – Фрунзе: Кыргызстан, 1983. – 52 с.

Паронян В.К., Мазняк Ф.И., Кафиев Н.М. и др. Технология жиров и жирозаменителей. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 352 с.

Патрухин И.В. Корма и кормовые добавки. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 527 с.

Перспективы производства и переработки сои в Амурской области: Материалы науч.-практ. конф. 27 нояб. 1997 г. / ВНИИ сои. – 1997. – С. 17–21.

Пирогов М.А., Ремезов Л.В., Толмачева Г.О. и др. // Информ. листок / Донец. ЦНТИ. – Донецк, 1993. – № 86–93.

Подобед Л.И. Влияние уровня включения в рацион ЗЦМ с соей на эффективность использования концентрированных и объемистых кормов телятами // Пути снижения расхода зерновых концентратов при производстве говядины: Тез. докл. науч.-практ. конф. – 1989. – С. 32–34.

Подобед Л.И. Продуктивность и обмен веществ у телят при скармливании соевого заменителя молочных кормов (СЗМК) // Совершенствование продуктивных и племенных качеств животных юга Украины: Сб. науч. тр. / Одесский СХИ. – Одесса, 1986. – С. 71–75.

Подобед Л.И. Пути совершенствования производства ЗЦМ // Вестн. с.-х. науки. – 1986. – № 17. – С. 136–139.

Подобед Л.И. Рекомендации по использованию соевого заменителя молочных кормов (СЗМК) в питании телят. – Одесса, 1986. – 23 с.

Подобед Л.И. Соевое молоко в рационах телят-молочников // Информ. листок / Одес. ЦНТИ. – Одесса, 1984. – 2 с.

Подобед Л.И. Соевый заменитель молока для телят // Животноводство. – 1986. – № 11. – С. 50–52.

Подобедов А.В. Эффективность использования соевого молока при откорме молодняка животных и птицы // Аграрная наука. – 1989. – № 4. – С. 6–8.

Подобедов А.В., Парушкин В.И. Мировое производство сои // Аграрная наука. – 1998. – № 6. – С. 8–11.

Подобедов А.В., Парушкин В.И. Мировое производство сои // Аграрная наука. – 1998. – № 4. – С. 3–7.

Поздняков В.Г. Экономические и технологические аспекты производства сои. – М., 1990.

Просина Р.М. Производство сои в США // Сельское хозяйство за рубежом. – 1983. – № 5. – С. 7.

Пыльнева П.Н., Шерemet А.М. Активность ингибитора трипсина у обычных и высокобелковых форм ячменя // Протеолитические ферменты и их ингибиторы в семенах зерновых и зернобобовых культур: Сб. науч. тр. – Одесса, ВСГИ, 1982. – С. 51–54.

Рекомендации по возделыванию сои на зерно / Сост.: Лупашку М.Ф., Голбан Н.М., Коробко В.Д. и др. – Кишинев, 1977. – 16 с.

Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Гончаров П.Л. Кормовые растения России. – М., 1999. – 370 с.

Рубцова В.В. К вопросу о культуре сои в Западной Сибири // Бюл. Гл. ботсада АН СССР. – 1954. – Вып. 17. – С. 89–90.

Свидо М., Михайлов В. Соя, покоровшая мир // Наука в Сибири. – Новосибирск, 1998. – С. 11–13.

Селянников Г.Т. К вопросу о классификации сельскохозяйственных культур по климатическому признаку // Тр. по прикл. с.-х. метеорологии. – 1932. – Вып. 21, № 2. – С. 133–171.

Семененко Ю. Индустрия переработки сои // Земля и люди. – 1992. – № 25 (285). – С. 5.

Семенов С.А., Фесина Б.Е. Необезжиренные соевые продукты для свиней // Зоотехния. – 1990. – № 10. – С. 46–47.

Серкл С.Д., Смит А.К. Соевые бобы: переработка и продукты: Источники пищевого белка / Под ред. Сойфера В.Н. – М.: Колос, 1979.

Симмондс Д.Х., Кэмпбелл У.П. Морфология и химия зерна ржи // Рожь: производство, химия и технология / Пер. с англ. В.И. Дажевского и Н.А. Емельяновой. – М.: Колос, 1980. – С. 109–110.

Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры. – Л.: Колос, 1969. – 479 с.

Сироткин В.И. Кормление молодняка крупного рогатого скота. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 239 с.

Сироткин В.И. Кормовые достоинства сои // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1975. – № 3. – С. 47–50.

Сичкарь В.И. Содержание, характеристика и генетические особенности ингибиторов трипсина в зерне сои в связи с селекцией на улучшение питательных качеств // Протеолитические ферменты и их ингибиторы в семенах зерновых и зернобобовых культур: Сб. науч. тр. – Одесса, ВСГИ, 1982. – С. 55–60.

Сладков Д.М., Ульянов А.Н., Викторов П.И. и др. Использование сои и продуктов ее переработки в кормлении сельскохозяйственных животных. – Краснодар, 1980. – 26 с.

Смекалов Н.А. Сравнительное выращивание телят на регенерированном молоке и на ЗЦМ фирмы «Спектрал сои Оверсис» // Бюл. науч. тр. – 1985. – Вып. 80. – С. 15.

Смекалов Н.А., Вишняков М.И. Эффективность использования растительного белка в составе ЗЦМ // Бюл. науч. тр. – 1985. – Вып. 80. – С. 20.

Смекалов Н.А., Зельнер В.Р. Использование заменителей цельного молока при выращивании и откорме телят: Обзор. информ. – М., 1976. – 69 с.

Соколов В.С. Эффективность различных приемов возделывания кукурузы с соей / В.С. Соколов, Л.Н. Шубина // Интенсификация полевого кормопроизводства в Сибири: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние. – Новосибирск, 1984. – С. 173–182.

Солошенко В.А., Рогачев В.А., Мухачев В.И., Ломовский О.И. Способы подготовки сои к скармливанию // СибНИПТИЖ в научном обес-

печении АПК Сибири: Сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ. – Новосибирск, 2000. – С. 140–144.

Соя – источник белка // Корма. – 1987. – № 4. – С. 36.

Соя / Под ред. Мякушко Ю.П. – М.: Колос, 1984. – 332 с.

Степанова В.М. Климат и сорт (soя) – Л.: Гидрометеониздат, 1985. – 183 с.

Сунь-Син-дун. Соя / Пер. с кит. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 248 с.

Сычев Н.Ф. Экономическая эффективность программы «Новосибирская соя» // Сельский округ. – 2003. – № 1–2. – С. 59–61.

Таланов Г.А., Хмелевский Б.Н. Санитария кормов: Справ. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.

Таранов М.Т., Сабилов А.Х. Биохимия кормов. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 224.

Таранов М.Т., Сабилов А.Х. Биохимия кормов. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 184.

Технология возделывания сои в лесостепи Западной Сибири: Рекомендации / АНИИЗиС. Сиб. соевая компания; Под ред. Г.П. Гамзикова. – Новосибирск, 1998. – 24 с.

Технология возделывания сои на зерно в Омской области: Рекомендации / А.Н. Силантьев, В.Е. Ковтунов, Р.М. Гительман и др. – Омск, 1997. – 32 с.

Технология выращивания сои на корм и семена при орошении: Рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние. НИИАП Хакасии. – Абакан, 1993. – 18 с.

Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства). – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.

Томе Д., Вальдебур П., Кремпор М. Основные проявления нежелательных соединений, связанных с растительными белками // Растительный белок / Пер. с фр. В.Г. Долгополова; Под ред. Т.П. Микулович. – М.: Агропромиздат, 1981. – 684 с.

Томмэ М.Ф. Кормовые рационы и нормы кормления сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1963. – 384 с.

Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Чулкина В.А. Эпифитотимологические основы систем защиты растений / Под ред. В.А. Чулкиной. – Новосибирск, 2002. – 578 с.

Трунова Л. Подготовка бобовых культур для ввода в комбикорма // Комбикорма. – 2002. – № 4. – С. 22–23.

Туров В.Ф., Загитов Х.В. Использование соевого молока взамен обрата в рационах телят с 2- до 6-месячного возраста // СибНИПТИЖ в научном обеспечении АПК Сибири: Сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ. – Новосибирск, 2000. – С. 144–150.

Туров В.Ф., Мироненко И.М., Кип О.А. Введение соевых компонентов в заменитель молока для телят // Тез. конф. «Молочная промышленность Сибири», 30 окт. – 1 нояб. 2000 г. – Барнаул, 2000 – С. 111–114.

Химический состав пищевых продуктов. – М.: Пищевая пром-сть, 1979. – 247 с.

Храмцов А.Г. Проблемы и перспективы реализации принципов безотходной технологии промышленной переработки молочного сырья в условиях рыночной экономики // Сб. науч. тр. Сер. Продовольствие: Молочная промышленность / Сев.-Кавказ. гос. техн. ун-т. – Ставрополь, 1999. – № 2. – С. 10–13.

Храмцов А.Г. Молочная сыворотка. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.

Черноголовин В.П. Соя в восточных районах страны. – Благовещенск, 1971. – 223 с.

Шерепитко В.В. и др. Соя: Аспекты устойчивости, методы оценки и отбора / В.В. Шерепитко, А.Г. Жакотэ, Л.С. Павлова и др. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 177 с.

Шишкин А.И., Трофимов Ю.П. и др. Способы смешанного посева кукурузы и сои / Труды НСХИ. – Т. 84. – Новосибирск, 1975. – С. 174–179.

Шубин Ю.И., Шубина Л.Н. Смешанные посевы кукурузы с соей в звене силосного конвейера // Интенсификация полевого кормопроизводства: Науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИК. – 1984. – Вып. 17. – С. 69–73.

Шубина Л.Н. Особенности роста и развития кукурузы и сои в смешанном посеве // Интенсификация полевого кормопроизводства: Науч. техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИК. – 1984. – Вып. 17. – С. 43–47.

Шубина Л.Н. Особенности формирования урожая смешанных посевов кукурузы с соей в лесостепной зоне Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1984. – С. 5–11.

Щетов В.В., Боярский Л.Г. Корма: приготовление, хранение, использование: Справ. – М.: Агропромиздат, 1990. – 255 с.

Яковлев В.В., Васякин Н.И. Неиспользованные резервы алтайской сои // Третья регион. науч.-практ. конф. «Повышение устойчивости АПК Алтайского края»: Тез. докл. – Барнаул, 2000. – С. 108–119.

Яндоло Д.С. Соя. – Новосибирск, 1932. – 32 с.

Aguilera J.M. Development and evaluation of an extrusion – texturized peanut protein. // J. Food Science. – 1980. – 45. – 246–250.

Applebaum S.W. The presense of a *Tribolium* – protease inhibitor in Wheat / S.W. Applebaum, A.M. Konijn // J. Insect Physiol. – 1966. – №12.

Boot A.N. Effect of raw soybean meal and amino acids on panereatic hypertrophy in rats // Proc. Soc. Experimental Biol. and Med. – 1960. – Vol. 104. – P. 681–683.

Bray D.J. Panereatic hypertrophy in laying pullets induced by unheated soybean meal // Poultry Science. – 1964. – Vol. 43. – P. 382–384.

Chernick S.S. A dietary factor regulating the enzyme content of the pancreas: changes induced in size proteolytic activity of the chick pancreas by ingestion of raw soybean meal//Amer. J. Physiol. – 1948. – Vol. 155. – P. 33–41.

Daniels D.G. Hydrolysis of the phytate of wheat flour during breadmaking / D.G. Daniels, N. Fisher // Brit. J. Nutrition. – 1981. – Vol. 46, № 1. – P. 1–6.

Dodu E.V. Grain abortions in soybeans. // Grana J. Agr. Science. – 1976. – № 9. – P. 49–54.

Escueta E.E. Preextraction boiling of soybeans as a pretreatment in soy-milk preparation/E.E. Escueta, I.Banzon // Philippine Agr. – 1977. – Vol. 61, № 3–4. – P. 104–114.

Fallon R.J. Calf feeding and management standards // Qtatas. – 1989. – № 42. – P. 29–31.

Glick Z. Effect of tannic acid and related compounds on the absorption and utilization of proteins in the rat / Z.Glick, A. Joslyn // J. Nutrition. – 1970. – Vol. 100. – P. 516–520.

Hartweg E. Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans / E. Hartweg, K. Hinson // Crop Science. – 1972. – Vol. 12, № 6. – P. 829–830.

Jaffe W.G. Hemagglutinnus // Liener J.E. Toxic constituents of plant foodstuffs. – Acad. New York: Acad. Pres., 1980. – P. 73–102.

Jeunink J. Chemical and physicochemical changes in field bean and soybean proteins texturized by extrusion / J. Jeunink, J.C. Cheftel // J. Food Science. – 1979. – Vol. 44. – P.1322–1325.

Jiener J.E. Protease inhibitors / J.E. Jiener, M.L. Kakade // Jiener J.E. Toxic constituents of plant foodstuffs. – New York: Acad. Pres., 1980. – P. 7–71.

Jinot A. Metabolic transit of early and advanced Maillard products / A. Jinot, E. Magnenat // Progress Food Nutrition Science. – 1981. – № 5. – P. 193–207.

Karasova K. Crossing experiments with Glycine soja and G. Ussuriensis // Jap. J. Bot. – 1936. – Vol. 8, № 1. – P. 113–118.

Liener J.E. Significance for human of biologically active factors in soybeans other good legumes // J. Amer. oil Chem. Soc. – 1979. – Vol. 56. – P.121–129.

Lis H. The biochemistry of plant lectins (Phytohemagglutinins / H. Lis, N. Sharon // Ann. Rev. Biochem. – 1973. – Vol. 42. – P. 541–574.

Martin R.J. Heritability of lowest pod height in Soybeans / R.J. Martin, J.R. Wilcox // Crop Science. – 1973. – Vol. 13, № 2. – P. 201–203.

Mitjavila M.T. Augmentation de la quantite a azote fecal metabolique, chez le rat, a la suite de l'ingestion de regimes contenant de l'acide tannique // Ann. Nutrition Aliment. – 1974. – Vol. 28. – P. 189–198.

Mitjavila S. Problemes nutritionnels lies a la presence de tannins dans les aliments // Compte rendu de l'Assemblee General 1979 du Groupe Polyphenols. – 1979. – P. 5–14.

Mosso D. Temperature, pression et temps de sejour dun mélange alimentaire dans un cuiseur – extrudeur bavis. Influence des parametres operationes/D. Mosso, Jeunink, J.C. Cheftel // Jnd. Aliment. Agr. – 1982. – Vol .99. – P. 5–18.

Mwandemele O.D. Relationship between flavour and oligosaccharide content of soybean varieties. // J. Food Science and Technology. – 1986. – Vol. 23, № 3. – P. 131–132.

Rackis J.J. Biological and Physiological Factors in Soybeans // J. Amer. oil Chem. – 1974. Vol. 51. – P.161– 174.

Reshey G. Effect of alfalfa saponins on the growth and some aspects of lipid metabolism of mice and guails // J. Science Food. Agr. – 1976. – Vol. 27. – P. 63–72.

Roy D.M. Effect of soy protein, casein and trypsin inhibitor on cholesterol, bile acids and pancreatic enzymes in mice / D.M. Roy, B.O. Schneeman // J. Nat. – 1981. – Vol. 111. – P. 878–885.

Roy Y.B. Protein in milk replacers for calves // Science Food Agr. – 1970. – Vol. 21, № 7. – P. 346–351.

Sattar A. Effect of radiation and soaring an phytate content of soybean/A. Sattar, A.Neilotar, M.A.Far // Acta alim. – 1990. – Vol.19, № 4. – P. 331–336.

Shiraiwa M. Compostkon and content of (saponins in soybean seed according to vartety, cultivation year and naturity / M. Shiraiwa, K. Harada , K. Okubo // Agr. and Biol. Chem. – 1991. – Vol. 55, № 2. – P. 323–331.

Siy K.D. Preparation of low phytate rapeseed protein by ultrafiltration: 1 – The aqueous extraction of phytate from deoiled rapeseed meals / K.D. Siy, F.D. Talbot // J. Amer. oil Chemists Society. – 1982. – Vol. 29 . – P.191–194.

Suschetet M. Repercussions nutritionnels de l'ingestion de tannins: modifications de l'efficacite de certaines vitamins/ M. Suschetet, M. Lhussier// Compte rendu de l'Assemblee General 1979 du Groupe Polyphenols. – 1979. – P.15–23.

Vohra P. The growth depressing and toxic effects of tannins to chicks // Poult. Science. – 1966. – Vol. 45. – P.135–142.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ	5
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОИ	11
ХИМИЧЕСКИЙ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА И ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ СОИ	33
ИНТРОДУКЦИЯ СОИ И СОЗДАНИЕ СОРТОВ СИБИРСКОГО ЭКОТИПА	43
ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ	60
ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СОИ	115
Болезни	115
Вредители	120
СЕМЕНОВОДСТВО СОИ	124
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	130
Способы подготовки сои к скармливанию	138
Эффективность использования соевого молока в рационах телят- молочников	159
Результаты научно-хозяйственных опытов, проведенных на свиньях	191
Технологическая линия переработки полножирной сои	242
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	245

Николай Иванович Кашеваров
Владимир Андреевич Солошенко
Николай Иванович Васякин
Анатолий Афанасьевич Лях

С О Я
В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Редактор Н.П. Барышникова
Корректор А.А. Сорокиной
Компьютерная верстка В.С. Галеев
Дизайн обложки А.С. Дряхлов

Подписано к печати 30.07.04 Формат 60 x 90 ¹/₁₆.
Усл.-печ. л. 16,25, уч.-изд. л. 21,7. Тираж 500 экз. Заказ № 94

ИПЦ «Юпитер»
630501, Новосибирская область, пос. Краснообск

