

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ,
ПОСЛЕУБОРОЧНОГО
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПОДСОЛНЕЧНИКА, СОИ И РАПСА**

Аналитический обзор



Москва-2020

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство @ Переработка @ Агротехсервис @ Агробизнес

ЖУРНАЛ

«ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» –

ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ежемесячный полноцветный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI.

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2020 г. с доставкой по Российской Федерации – 8712 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9936 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО);

ИНН 5038001475/КПП 503801001

ФГБНУ «Росинформагротех», п/с 20486X71280,

р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000.

В назначении платежа указать код КБК (000 0000 00000000 000 440),

ОКТМО 46758000.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефонам: (495) 993-44-04, (496) 531-19-92;

E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ,
ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ХРАНЕНИЯ
И ПЕРЕРАБОТКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА,
СОИ И РАПСА**

Аналитический обзор

Москва 2020

УДК 633.854.78:631.56

ББК 41.47:42.14

Б 90

Рецензенты:

М.Н. Московский, гл. науч. сотр., зав. отделом «Технологии и оборудование для селекционных работ», д-р техн. наук, проф. РАН;

В.М. Бейлис, вед. специалист (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

С.А. Масловский, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)

Буклагин Д.С., Мишуров Н.П. Технологии возделывания, послеуборочного хранения и переработки подсолнечника, сои и рапса: анализ. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 120 с.

ISBN 978-5-7367-1560-2

Приведены состояние и развитие современных технологий производства основных масличных культур, технологии и системы контроля показателей качества семян подсолнечника, сои и рапса в процессе хранения.

Дан анализ отечественных и зарубежных технологий переработки масличных культур, машин и оборудования, применяемых в производственной цепочке: производство, хранение, переработка.

Предназначен для работников агропромышленного комплекса, научных работников, специалистов сельскохозяйственного производства, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов.

D.S. Buklagin, N.P. Mishurov Technologies for Cultivation, Post-Harvest Storage and Processing of Sunflower, Soybean and Rapeseed, Analytical Overview (Moscow: Rosinformagrotekh) 120 (2020).

The state and development of modern technologies for the production of basic oilseeds, processes and systems for monitoring quality indicators of sunflower seeds, soybeans and rapeseed during storage are described.

The analysis of domestic and foreign technologies for the processing of oilseeds, as well as of machinery and equipment used in the production chain, such as production, storage, processing, is provided.

It is designed for agricultural workers, scientists, agricultural specialists, teachers and students of agricultural universities.

УДК 633.854.78:631.56

ББК 41.47:42.14

ISBN 978-5-7367-1560-2

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (далее – ФНТП) разработана в соответствии с Указом Президента Российской Федерации № 350 от 21 июля 2016 г. и утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996. Она включает в себя мероприятия по увеличению объемов производства семян новых отечественных сортов сельскохозяйственных культур [1, 2].

Ключевыми задачами ФНТП являются внедрение технологий возделывания и производства высокопродуктивных семян масличных культур, снижение уровня зависимости от зарубежных аналогов, разработка технологий хранения семян подсолнечника, сои и рапса с применением новых средств контроля, разработка технологий переработки семян масличных культур.

В Российской Федерации в основном возделывают яровые однолетние масличные травянистые растения, дающие семена в первый год посева, – подсолнечник, соя, рапс, лен масличный, горчица, клецелина, а также озимые – рапс, рыжик, сурепица, которые сеют осенью, а семена получают на следующий год. Основные районы возделывания – Северный Кавказ, Центрально-Черноземная зона, Поволжье, Западная Сибирь и Дальний Восток. Площадь, занятая масличными культурами в нашей стране, составляет 13,9 млн га, или около 15% всех посевных площадей. Доминируют три масличные культуры: подсолнечник, соя и рапс. Другие культуры занимают около 10% посевных площадей, отведенных под масличные [3, 4].

Отходы переработки масличных культур – жмых и шрот, а также само зерно – являются ценным концентрированным кормом для животных. У большинства масличных масел накапливается в семенах. Например, в подсолнечнике содержится до 56% масла, сое – 18-24, рапсе – 41-50%.

В жмыхе и шроте содержится более 50% белка и почти все жизненно необходимые аминокислоты. В северных районах подсолнечник также выращивают на силос и зеленый корм, а корзинки используют в производстве муки, силосования в чистом виде и смеси с другими кормами [5].

Расширение мощностей по производству растительного масла в России и повышенный спрос на отраслевых мировых рынках стимулируют развитие отечественных конкурентоспособных технологий выращивания, хранения и переработки подсолнечника, сои и рапса.

Производство конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, освоение эффективных технологий размножения семян и гибридов, сохранение хозяйственно ценных признаков семян предусматривают повышение плодородия почв и продуктивности севооборотов при возделывании масличных культур, внедрении инновационных форм минеральных, бактериальных и комплексных удобрений и биологически активных препаратов; разработку технологий хранения семян с применением новых средств контроля масличности, влажности и массовой доли специфических жирных кислот в масле, а также эффективных технологий переработки подсолнечника, сои и рапса [6].

В обзоре рассмотрены технологии возделывания, послеуборочного хранения и переработки основных масличных культур, машины и оборудование, применяемые в цепочке производства, хранения и переработки семян подсолнечника, сои и рапса.

1. СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

За последние 10 лет мировое производство сои и подсолнечника выросло в 1,6 раза, рапса – в 1,4 раза. Мировое производство масличных культур в 2017/2018 сельскохозяйственном году составило 574,5 млн т, в том числе подсолнечника 46,1 млн т, сои – 340,9, рапса – 74 млн т, в 2019/2020 сельскохозяйственном году будет произведено 584,3 млн т [4, 7, 8].

Согласно прогнозу фирмы «MarketsandMarkets™», мировой рынок масличных культур в 2019 г. оценивался в 250,0 млрд долл. США, и к 2025 г. достигнет 335,0 млрд долл. Отмечается, что рост мирового рынка масличных культур в среднем на 5% в течение прог-нозного периода будут стимулировать такие факторы, как растущий спрос на белковые продукты и не содержащие ГМО масличные культуры [9]. Этот рост обусловлен также ролью масличных культур в решении ряда важных задач [10]:

- повышается спрос на качественное растительное масло, так как в развитых странах идет переориентация потребления жиров с животных на растительные как по медицинским, так и по экономическим соображениям;
- растет спрос на растительное масло в наиболее густонаселенных районах мира;
- семена масличных культур являются источником растительного пищевого белка;
- интенсификация животноводства требует увеличения доли масличных шротов и жмыхов в концентратах для современных рационов;
- растет спрос на семена масличных культур для производства биотоплива и на другие технические нужды.

Все это ведет к увеличению потребностей отечественного и зарубежного рынка в масличных культурах, посевах, производства и экспорта подсолнечного и соевого масел из Российской Федерации. Их посевы в нашей стране составили около 15% всех посевных площадей. Доминируют три масличные культуры: подсолнечник, соя и рапс. Другие культуры занимают менее 10% посевных площадей, отведенных под масличные (табл. 1, 2) [3].

**Площади посева масличных культур в Российской Федерации
(в хозяйствах всех категорий), тыс. га**

Культура	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Масличные культуры, всего	11211	11516	12320	12630	13941
В том числе:					
подсолнечник	6911	7012	7606	7994	8160
соя	2012	2130	2237	2636	2949
рапс яровой	913	876	881	851	1386
рапс озимый	276	145	98	154	189
другие	1099	1353	1498	995	1257

Таблица 2

**Валовые сборы масличных культур в Российской Федерации
(в хозяйствах всех категорий), тыс. т**

Культура	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Масличные культуры, всего	12870	13854	16271	16497	19525
В том числе:					
подсолнечник	8481	9289	11015	10481	12756
соя	2371	2716	3143	3622	4027
рапс	1336	1013	1001	1510	1989

Производство других масличных культур в Российской Федерации в среднем за год составляет около 1 млн т (6,6% общего объема производства) [3]. Учитывая планы по расширению посевов масличных, конкуренция между их производителями может обостриться, что потребует эффективных технологий выращивания [11]. По данным Масложирового союза, Россия может выйти на ежегодное производство 35 млн т масличных и обеспечить большую долю их переработки внутри страны [12].

В настоящее время экспортные возможности России оцениваются достаточно высоко, так как ее конкуренты достигли предела производства. Такие страны, как Индия и Китай, будут наращивать импорт, а российские производители экспортируют туда продукцию пока небольшими объемами.

В Российской Федерации порядка 9 млн т недогруженных мощностей, поэтому в ближайшие два-три года можно наращивать производство благодаря только их дозагрузке. Учитывая это, площади под масличными культурами могут вырасти к 2024 г. с 12 до 19 млн га, а общий потенциал России для размещения посевных площадей масличных культур оценивается в 33,5 млн га [13].

Производство сои может увеличиться за счет программ развития мелиорации. Введение до 2024 г. порядка 466 тыс. га мелиоративных земель позволит рассчитывать на 350 тыс. га под соей, что даст около 1,5 ц/га дополнительно.

Имеется также значительный потенциал по подсолнечному маслу и шроту, Россия может стать первой в мире по экспорту этой продукции. При наличии необходимого объема сырья страна способна экспортировать к 2024 г. 15,7 млн т продукции.

По урожайности масличных культур наша страна также может достигнуть хороших результатов. По мнению специалистов в области селекции и семеноводства, посев некондиционных семян снижает урожайность на 20-30% [10], что является значительным резервом в повышении объемов производства масличных культур. Средняя урожайность по масличным в России за 2014-2018 гг. составила по подсолнечнику 1,45 т/га, сое – 1,37, рапсу яровому – 1,16, рапсу озимому – 1,94 т/га (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность масличных культур за 2014-2018 гг.
в хозяйствах всех категорий, ц/га**

Культура	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Подсолнечник	13,1	14,2	15,1	14,5	16,0
Соя	12,3	13,0	14,8	14,1	14,7
Рапс яровой	11,2	9,8	10,2	14,5	12,4
Рапс озимый	16,8	19,3	18,2	22,7	19,8

Приведенные данные свидетельствуют о значительном отставании урожайности масличных культур в Российской Федерации от мировых показателей. Так, урожайность подсолнечника ниже мирового уровня в 1,6 раза, сои – в 2, рапса – в 1,3-2 раза. В то же время в регионах со значительными земельными ресурсами, отведенными

под возделывание подсолнечника, получена высокая урожайность. Например, в Краснодарском крае она зафиксирована на уровне 2,47 т/га, максимальная урожайность семян подсолнечника получена в Брянской области (опытные сорта) – 3,49 т/га [14].

Эксперты отмечают, что на продуктивность выращивания масличных в первую очередь влияет качество посевного материала, а также выбор средств защиты растений, удобрений и подбор техники, которая должна соответствовать особенностям региона и минимизировать затраты на уборку [15].

Увеличение посевных площадей под масличными культурами, развитие мощностей по производству растительного масла в России и повышенный спрос на отраслевых мировых рынках сопровождаются развитием экспорта-импорта семян масличных культур, а также соответствующим увеличением потока сортов и объемов производства семян, поставляемых на рынок селекционными учреждениями [16].

Сведения о количестве сортов масличных культур, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (далее – Госреестр) в 2014-2019 гг., приведены в табл. 4 [17-22].

Таблица 4

**Количество сортов масличных культур, включенных
в Государственный реестр селекционных достижений,
допущенных к использованию**

Годы	Количество сортов масличных культур	В том числе					
		новых	охраняемых	подсолнечник	соя	рапс	
						яровой	озимый
2014	1165	70	342	720	144	99	97
2015	1292	152	381	810	170	110	108
2016	1087	93	363	554	181	115	107
2017	1177	127	379	586	210	123	109
2018	1255	126	434	631	223	130	109
2019	1327	83	477	672	239	140	108

Приведенные данные показывают, что за последние пять лет количество селекционных достижений по масличным культурам, допущенных к использованию в Российской Федерации, по подсолнечнику

и рапсу озимому существенно не изменяется, по сое и рапсу яровому – имеет тенденции к росту. В 2019 г. в Госреестр было включено 1327 наименований сортов и гибридов масличных культур, в том числе по подсолнечнику 672 (50%), сое – 239 (18%), рапсу – 248 (19%).

Доля сортов зарубежной селекции, допущенных к использованию, составляет по подсолнечнику 59%, сое – 29, рапсу яровому – 49, рапсу озимому – 87% [4]. По данным [16], доля зарубежных селекционных достижений в России составляет не менее чем 56% посевных площадей рапса ярового, 76 – озимого, 74 – подсолнечника и 26% сои. Таким образом, масличные культуры, особенно подсолнечник и рапс, относятся к импортозависимым.

Лидерами среди зарубежных фирм, сорта которых включены в Госреестр, являются по подсолнечнику «Euralis Semences» (Франция), сое – «Semences Prograin Inc.» (Канада), рапсу яровому – «Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG» (Германия), по рапсу озимому – «Deutsche Saatverdelung AG» (Германия).

Анализ показывает, что отечественным компаниям пока трудно конкурировать с зарубежными производителями гибридов, но положительный опыт уже имеется. В качестве примера можно привести компанию «Росагротрейд», которая использует передовой опыт в селекции подсолнечника и других культур отечественных (Краснодарский НИИСХ) и французских селекционеров («RAGT Semences», «Florimond Desprez»). Выращивает семена, доводит их до посевных кондиций на своем заводе «Cimbria» в Краснодарском крае, применяя наукоемкие проекты. Стоимость такой продукции на 2-3 тыс. руб. за одну посевную единицу ниже, чем у зарубежных производителей [23].

Зависимость отечественного производства масличных культур от импортных семян объясняется следующими причинами [24-26]:

- отсутствие организационно-экономических механизмов для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства на современном уровне;
- низкий уровень господдержки и слабая заинтересованность в инвестициях со стороны бизнеса;
- устаревшая материально-техническая и приборно-аналитическая база, не обеспечивающая необходимого качества семян при их подготовке, а также при сортовом и семенном контроле.

2. ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Получение высокого урожая во многом зависит от качества посевного материала, отвечающего требованиям стандарта ГОСТ Р 52325-2005, в соответствии с которым семена делятся на категории в зависимости от этапа воспроизводства сорта [27]:

- оригинальные семена (ОС) – семена первичных звеньев семеноводства, питомников размножения и суперэлиты, произведенные оригинатором сорта или уполномоченным им лицом и предназначенные для дальнейшего размножения;
- элитные семена (ЭС) – семена, полученные от последующего размножения оригинальных семян;
- репродукционные семена (РС) – семена, полученные от последовательного пересева элитных семян (первое и последующие поколения – РС1, РС2 и т. д.).

Репродукционные семена, предназначенные для производства товарной продукции, обозначают РСт. Гибридные семена товарного назначения (первое поколение) относят к категории репродукционных семян.

Элитные семена получают из оригинальных, они предназначены для семеноводческих посевов в научных учреждениях или семеноводческих хозяйствах. Первая и вторая репродукции используются для товарных посевов.

Семена второй репродукции используют для промышленной переработки. Семена выше второй репродукции не производятся, так как все семеноводство товарных семян – второй репродукции.

В обзоре рассматриваются технологии возделывания масличных культур на товарные посевы. Их применение призвано реализовать генетический потенциал современных сортов и гибридов масличных культур.

2.1. Подсолнечник

Урожайность подсолнечника может зависеть не только от изменения структуры сортовых посевов, но и от различий в технологии возделывания культуры, а также от климатических процессов. По-

этому в [28] предлагается условно разделить влияние на урожайность гибрида агротехники и погодных условий в соотношении 40, 30 и 30% соответственно (по другим источникам вклад генетических методов в прибавку урожая составляет 50%, остальное приходится на использование усовершенствованных приемов обработки земли и достижений агрохимии [29]).

При возделывании подсолнечника используются как сорта, так и гибриды. Гибриды подсолнечника имеют более высокую урожайность и другие преимущества, поэтому они получили широкое распространение в мировом сельском хозяйстве.

Подсолнечник требователен к температурному режиму и наличию влаги, это засухоустойчивое растение, устойчивое к заморозкам. Минимальная температура прорастания семян – 5°C, а при проведении посева температура почвы должна быть не ниже 6-8°C. Наиболее устойчивы всходы и растения на поздних этапах развития. В весенний период подсолнечник выдерживает кратковременные заморозки от -2 до -4°C. В поздние этапы развития, поздней осенью, подсолнечник может выдерживать и более низкие кратковременные температуры. В зависимости от температуры, влажности, генетических особенностей и других факторов фазы развития растений имеют определенную продолжительность (рис. 1).

Продолжительность вегетационного периода у подсолнечника обычно составляет от 70 до 180 дней. Это зависит от генетики растений и условий окружающей среды. У большинства современных гибридов подсолнечника, произрастающих в умеренном континентальном климате, вегетационный период составляет от 104 до 127 дней [30].

Подсолнечник размещают в севообороте после кукурузы, озимых или яровых зерновых на чистых от сорняков полях – после ячменя, яровой пшеницы и др. Нежелательно сеять подсолнечник после сахарной свеклы, люцерны и суданской травы, так как они сильно и глубоко иссушают почву, не следует сеять его после любых широколистных, крестоцветных и масличных культур, а также после овощей – картофеля, рапса, гороха, сои, фасоли, потому что эти культуры имеют с ним ряд общих заболеваний (склеротиниоз, белая, серая гнили и др.).

Чтобы предотвратить накопление в почве семян заразики и развитие инфекционных болезней подсолнечник в севообороте нужно возвращать на прежнее поле не ранее чем через 6-9 лет. Наиболее распространенным предшественником для подсолнечника, является озимая пшеница и кукуруза (табл. 5) [31]. В обычных многопольных севооборотах подсолнечник должен занимать 8-12% площади, тогда вероятность поражения его наиболее вредоносными болезнями снижается до минимума.

Таблица 5

Предшественники подсолнечника

Регион возделывания	Колосовые культуры		Кукуруза		Сахарная свекла	Горох, соя	Суданская трава
	озимые	яровые	на силос	на зерно			
Северный Кавказ	++	++	++	+	-	-	-
Центрально-Черноземный район	++	++	++	+	-	-	-
Поволжье	++	++	++	-	-	-	-
Урал, Западная Сибирь	++	++	++	-	-	-	-

Примечание. ++ – лучшие; + – допустимые; -- недопустимые.

Мероприятия по обработке почвы должны создавать благоприятные условия для прорастания и развития семян, обеспечивать оптимальный воздушно-водный и питательный режим в почве и быть направленными на:

- устранение вредных уплотнений в пахотном слое, на плужной подошве и в подпочве, создавая условия для беспрепятственного проникновения корней в пахотном и подпахотном горизонтах;
- создание гомогенной структуры почвы оптимальной агрегации;
- равномерное распределение в пахотном слое органических остатков предшественника (солома, жнивье и др.) и промежуточных культур;
- провоцирование сорняков к прорастанию и их уничтожение в процессе обработки почвы;

- сохранение почвенной влаги, поглощение и сохранение почвой осадков, предотвращение водной и ветровой эрозии;
- подготовку ровной поверхности поля для качественного посева подсолнечника.

По экологическим и экономическим причинам требования при обработке почвы должны достигаться как можно меньшим числом рабочих операций и интенсивностью ее обработки.

Главное требование к основной обработке почвы – полное подавление многолетних сорняков, хорошее выравнивание поверхности поля и сохранение влаги. На полях, где присутствуют однолетние сорняки, применяют полупаровую обработку зяби.

На полях, засоренных многолетними сорняками (бодяк, осот, латук, вьюнок и др.), применяют послонную (улучшенную) обработку почвы. В начале лушат стерню на глубину 6-8 см дисковыми орудиями (ЛДГ-10, ЛДГ-15, БД-10), после отрастания многолетних сорняков почву обрабатывают на глубину 10-12 см плугами-луцильниками ППЛ-10-25 или культиваторами КПШ-5, КПШ-9 с одновременным внесением фосфорных и калийных удобрений. Тем самым углубляется слой почвы, имеющий комковатую структуру, достигается физическая спелость большей части пахотного слоя. После повторного отрастания сорняков зябь пашут в сентябре-декабре на глубину 25-27 см.

В традиционных регионах выращивания подсолнечника на практике применяют разные системы основной обработки почвы, в значительной мере отличающиеся от системы улучшенной зяби. Как показывают исследования, применение различных технологий обработки почвы оказывает влияние на урожайность и качественные свойства семян подсолнечника [32, 33].

В условиях Ростовской области исследования четырех видов технологий – экстенсивной, нормальной, интенсивной и экологической, различающихся в основном уровнем минерального питания и защитой растений, показали, что использование вспашки в качестве основной обработки почвы при интенсивной технологии дает наибольшую урожайность, однако лучшие экономические показатели были получены при возделывании подсолнечника по экологической технологии с применением комбинированной обработки почвы. При этом в качестве основной обработки почвы применя-

лась вспашка на глубину 23-25 см, поверхностной – на 8-10 и комбинированной – на 16-18 см. При интенсивном орошении наилучшую рентабельность показывают безотвальный способ обработки почвы и внесение полной нормы минеральных удобрений [34].

Исследования различных систем обработки почвы при возделывании подсолнечника в условиях юга России (табл. 6) показали, что экономически наиболее эффективной можно считать нормальную технологию с применением безотвальной системы обработки почвы [35].

Таблица 6

**Последовательность технологических операций
возделывания подсолнечника**

Виды обработки почвы		
отвальная	безотвальная	поверхностная
1	2	3
<i>Экстенсивная технология</i>		
1. Дискование (6-8 см) 2. Вспашка (27-30 см) 3. Две культивации весной 4. Посев 5. Междурядная обработка	1. Дискование (6-8 см) 2. Обработка почвы АКП (16-18 см) 3. Две культивации весной 4. Посев 5. Междурядная обработка	1. Дискование (6-8 см) 2. Культивация (8-10 см) 3. Две культивации весной 4. Посев 5. Междурядная обработка
<i>Нормальная технология</i>		
1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение аммофоса (150 кг/га) под вспашку 3. Вспашка (27-30 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Две междурядные обработки	1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение аммофоса (150 кг/га) 3. Обработка почвы АКП (16-18 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Две междурядные обработки	1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение аммофоса (150 кг/га) 3. Культивация (8-10 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Две междурядные обработки

1	2	3
<i>Экологическая технология</i>		
1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение Агровит-Кор (350 кг/га) под вспашку 3. Вспашка (27-30 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Обработка стимуляторами роста в течение вегетации 8. Две междурядные обработки	1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение Агровит-Кор (350 кг/га) 3. Обработка почвы АКП (16-18 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Обработка стимуляторами роста в течение вегетации 8. Две междурядные обработки	1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение Агровит-Кор (350 кг/га) 3. Культивация (8-10 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Обработка стимуляторами роста в течение вегетации 8. Две междурядные обработки
<i>Интенсивная технология</i>		
1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение аммофоса (300 кг/га) под вспашку 3. Вспашка (27-30 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Обработка стимуляторами роста в течение вегетации 8. Две междурядные обработки	1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение аммофоса (300 кг/га) 3. Обработка почвы АКП (16-18 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Обработка стимуляторами роста в течение вегетации 8. Две междурядные обработки	1. Дискование (6-8 см) 2. Внесение аммофоса (300 кг/га) 3. Культивация (8-10 см) 4. Две культивации весной 5. Посев 6. Прикатывание посевов 7. Обработка стимуляторами роста в течение вегетации 8. Две междурядные обработки

В районах, подверженных ветровой эрозии, надежным средством защиты почвы от сноса является обработка No-Till, сохраняющая большую часть пожнивных остатков на поверхности. Осенью, после уборки предшественника и отрастания сорняков, проводят

обработку общеистребительным гербицидом. Остающаяся на поверхности поля стерня способствует снегозадержанию и накоплению влаги в зимний период. Осеннюю культивацию можно совмещать с внесением различных видов минеральных, а также жидких удобрений. Посев с внесением полной нормы удобрений проводится весной сеялками типа Horsch Maestro.

Технология Strip-Till – новая система обработки почвы, совмещающая преимущества классической систем обработки почвы и No-Till. Эта технология предусматривает осеннюю обработку почвы полосами (рис. 2), можно одновременно с обработкой вносить в эти полосы минеральные или жидкие (или гранулированные) органические удобрения. Весной точно в эти полосы с помощью GPS погрешностью не более 2 см сеют подсолнечник (можно сеять с одновременным внесением удобрений и полосовым внесением гербицида). Растения получают оптимальное питание, так как основные удобрения вносятся на глубину 18-20 см. Стартовая доза удобрений дается в рядки при посеве. Иногда все операции выполняются весной.



Рис. 2. Почвозащитная технология выращивания подсолнечника Strip-Till

При такой технологии почва в обработанных полосах весной быстрее нагревается, ускоряется развитие растений. Применяется техника в основном зарубежных фирм – «Horsch», «John Deere», «Great Plains», «Sunflower», «Kinze» и др.

Предпосевная обработка почвы под подсолнечник проводится при наступлении физической спелости почвы боронованием и выравниванием зяби сцепками зубowych борон под углом 45-50° к направлению вспашки и позднее ранней культивацией на глубину 8-10 см в агрегате с боронами.

На высококачественной зяби (почва рыхлая, поверхность поля ровная, без корнеотпрысковых сорняков) обычно ограничиваются одной предпосевной культивацией в период массового появления проростков и всходов сорняков.

Предпосевную культивацию проводят на глубину посева семян подсолнечника 3-4 см (не глубже 4 см), используя для этого культиватор в агрегате с боронами и шлейфами. При возделывании сортов подсолнечника, у которых семена крупнее, чем у масличных гибридов, культивацию перед посевом проводят на глубину 5-6 см.

Предпосевную обработку почвы надо проводить с учетом конкретных почвенных и погодных условий, чтобы во время сева достигнуть состояния почвы, оптимального для роста и развития растений. Работа на сырой почве вызывает уплотнение пахотного и подпахотного слоев и приводит к тому, что уменьшаются большие поры, в которых аккумулируются доступные для корней вода и воздух. Растения при засухе страдают от недостатка воды и, следовательно, питательных веществ, а в условиях переувлажнения – от недостатка воздуха.

Посев подсолнечника осуществляется сеялками точного высева с использованием качественного семенного материала в хорошо подготовленное семенное ложе. Протравливание семян позволяет бороться с болезнями, которые после всходов уже не удастся уничтожить. Оно обеспечивает высокую полевую всхожесть и нормальное развитие молодых посевов. На урожайность сорта или гибрида существенное влияние оказывают норма высева, время посева, глубина заделки семян, распределение их по рядам и междурядьям, а также техника посева.

Для посева используют семена сортов первой репродукции и гибридов первого поколения, откалиброванные, крупные с массой 1000 семян 80-100 г для сортов и не менее 50 г для гибридов, со всхожестью не ниже 85%.

Густота растений в зависимости от влагообеспеченности к началу уборки должна составлять 30-60 тыс. растений на 1 га (табл. 7)

[31]. При возделывании гибридов подсолнечника густоту растений рекомендуют повышать на 10-15%, но не выше чем до 55-60 тыс/га. Рекомендуемую густоту посева по гибридам подсолнечника необходимо устанавливать в соответствии с рекомендациями оригинатора соответствующего гибрида.

Таблица 7

**Оптимальная густота стояния растений подсолнечника
по основным регионам России**

Регион	Преобладающие почвы	Количество растений к уборке, тыс. шт/га
Центрально-Черноземный	Черноземы	40-60
Поволжье	Черноземы, темно-каштановые	30-40
Северо-Кавказский		30-60
Западно-Сибирский		30-50

По данным исследований Сибирской опытной станции ВНИИМК и других научных учреждений, повышение густоты стояния растений до 80-90 тыс. шт/га ведет к снижению урожайности подсолнечника, что объясняется снижением таких показателей, как диаметр корзинки, масса семян с одной корзинки, масса 1000 семян, понижается продуктивность отдельных растений. Для получения максимального сбора масла сорта масличного типа необходимо возделывать при густоте стояния растений не более 70 тыс. шт/га и ширине междурядий 70 см. Полученные экспериментальные данные урожайности и сбора масла позволяют констатировать некоторое преимущество ширины междурядий 70 см [36].

Оптимальная густота стояния – одна из важных предпосылок высоких урожаев. Для достижения оптимальной густоты стояния подсолнечника, от которой зависят в большой мере размер корзинок и высота растения, первостепенное значение имеет правильный выбор нормы высева.

Норма высева семян позволяет формировать заданную густоту стояния растений, которая зависит от влагообеспеченности почвы и значительно колеблется от времени и полей севооборота. Следовательно, количество растений на одной единице площади должно быть различным в каждом конкретном случае. ВНИИМК и его

опытной сетью было установлено, что в степных районах страны оптимальной густотой стояния растений для сортов является 40-50 тыс. шт/га, а для гибридов – не выше 55-60 тыс. Увеличение этих значений приводит к загущению посевов и снижению урожайности [37].

Поправки к нормам высева устанавливаются с учетом полевой всхожести семян (на 10-15% ниже лабораторной), гибели растений при бороновании посевов по всходам (5-10%) и естественного отхода растений (до 5%). При использовании высокоэффективных гербицидов, когда нет нужды в бороновании по всходам, норму высева семян увеличивают на 20-25% по отношению к оптимальной густоте стояния растений. Если гербициды не используют, а сорняки уничтожают механическим путем, в том числе боронованием по всходам, то норму высева повышают на 30-35%. При этом загущение посевов снижает урожайность. Кроме того, норма высева семян подсолнечника зависит от величины семян и запланированной густоты стояния растений и составляет 6-10 кг/га.

Для посева подсолнечника наиболее распространены простые сеялки точного высева УПС-8, СКПП-12, а также сеялки точного высева СПБ-8К, СПБ-12К «АгросДон», СТВ-107, СТВ-109 «Аист», СУПН-8, УПС 8 и 12, а также сеялки зарубежных фирм «John Deere», «Kinze», «Horsch» (Horsch Maestro 36.45 SW), «Kverneland Optima» (Kverneland Optima TF profi SX) и др.

При посеве подсолнечника сплошным способом с помощью посевных комплексов и зерновых сеялок урожайность снижается на 15-50% [30].

Современная технология возделывания подсолнечника полностью исключает ручные прополки посевов. Уход за посевами проводят преимущественно механизировано (безгербицидный вариант) при необходимости в сочетании с использованием гербицидов или только с использованием гербицидов.

Гербициды при возделывании подсолнечника применяют путем опрыскивания почвы до посева под культивацию, во время посева и до всходов – под боронование и по всходам. Экономично вносить гербициды ленточным способом одновременно с посевом. В этом случае обрабатывают полосу вдоль рядка шириной 30-35 см, а гектарную дозу гербицида уменьшают в 2 раза. Гербициды вно-

сят штанговыми опрыскивателями ОПШ-15, ОП-200-2-01, ПОУ, ПОМ-630, которые регулируют на заданную норму и равномерность внесения рабочего раствора каждой форсункой в отдельности и всей штангой.

К числу общих мер защиты подсолнечника следует отнести соблюдение севооборота, выполнение требований семеноводства, протравливание семян, выращивание двух-трех сортов или гибридов, различающихся по продолжительности вегетационного периода и устойчивости к болезням.

Ускорить созревание растений, сократить сроки уборки, значительно снизить вредоносность белой и серой гнилей, получить более сухие и качественные семена, повысить производительность уборочных машин, а также уменьшить на 1,5 ц/га потери семян позволяет своевременная и качественная десикация посевов.

Десикацию необходимо проводить на посевах подсолнечника поздних сроков сева или пересева; при неблагоприятных погодных условиях осенью; на сильно засоренных высокорослыми сорняками, пораженных прикорневыми и корзиночными формами гнилей. Более быстрое и сильное действие десиканты проявляют при среднесуточной температуре воздуха выше 14°C.

Уборка урожая начинается, когда влажность семян достигает 10-12%, на семенных участках – 8-10%. В Центрально-Черноземной зоне, Поволжье, Сибири, где в период созревания подсолнечника бывает неустойчивая погода, уборку начинают при влажности семян 17-19%. Однако при таком сроке уборки необходимо организовать немедленную активную сушку и очистку семян в одном потоке с уборочными работами, иначе влажные семена начинают согреваться, усиливается действие сапрофитных микроорганизмов. В итоге повысится кислотное число масла в семенах, потеряются его пищевые и семенные показатели качества.

Убирают подсолнечник зерноуборочными комбайнами «Асрос», «Vector», «Торум», РСМ-161, оборудованными соответствующими приспособлениями ПСП-810. Находящиеся в эксплуатации комбайны «Дон» и «Енисей» работают с приспособлениями ПСП-10МП, РСМ-810-05, «Falcon». Для уменьшения травмирования семян подсолнечника частоту вращения барабанов в комбайнах уменьшают до 300-350 мин⁻¹.

2.2. Соя

Лучшими предшественниками сои являются раноубираемые озимые зерновые культуры и кукуруза на силос. Не следует размещать посевы сои после других зернобобовых культур и многолетних бобовых трав из-за опасности распространения одноклеточных грибных, бактериальных, вирусных заболеваний и вредителей: акациевой огнёвки, хлопковой совки и лугового мотылька. Не рекомендуется сеять сою после подсолнечника, горчицы и рапса из-за опасности проявлений эпифитотий общих болезней [38].

Современные сорта сои хорошо приспособлены к механизированному возделыванию и уборке. Они характеризуются дружностью созревания, достаточной для качественной уборки высотой прикрепления нижних бобов, высокой устойчивостью к растрескиванию бобов и осыпанию семян. Эти особенности сои позволяют широко возделывать её как в крупных коллективных, так и крестьянских (фермерских) хозяйствах с использованием имеющейся в наличии техники.

Для повышения урожайности необходима адаптация существующих технологий под сою, предъявляющую свои специфические требования к набору и качеству проведения технологических операций. Разнообразие условий ее производства обуславливает необходимость использования различных способов обработки почвы, от которых во многом зависят влагообеспеченность, режим питания, фитосанитарное состояние посевов, и в итоге урожайность культуры [39].

Среди всех факторов, влияющих на формирование урожая, на обработку почвы приходится до 20%. В [39] показано, что система обработки почвы играет важную роль в технологии возделывания сои и требует дифференцированного подхода к своей оптимизации, даны рекомендации по использованию систем обработки почвы для различных природно-климатических условий и регионов Российской Федерации.

Технология возделывания сои по зяблевой вспашке является наиболее энерго- и ресурсозатратной, так как для проведения всех агротехнических операций в оптимальные сроки требуется больший парк техники. Ресурсосберегающие технологии позволяют умень-

шить количество агроприемов, сокращают издержки, связанные с использованием техники.

Наиболее активно внедряют ресурсосберегающие технологии в южной зоне Амурской области, где сосредоточена основная часть соесеющих хозяйств. Достоинствами таких технологий являются сокращение числа технологических операций по обработке почвы, повышение почвенного плодородия, снижение подверженности почвы эрозии, улучшение экологии и снижение текущих затрат. В основе ресурсосберегающего земледелия лежит отказ от применения плуга. Выделяют два вида ресурсосберегающих технологий – минимальную (Mini-Till) и нулевую (No-Till) [40].

При технологии No-Till посев семян производится в почву, которая не подвергалась обработке. Важная особенность этой технологии – ненарушенная структура почвы до посева. No-Till позволяет оптимизировать производственные процессы, уменьшить расходы на ГСМ, существенно снизить производственные затраты и получить высокие качественные урожаи с низкой себестоимостью, улучшая при этом плодородие почвы.

Минимальная технология (Mini-Till), с которой часто начинают при переходе к технологии No-Till, представляет собой неглубокую обработку с незначительным разрушением верхнего слоя почвы. Разница между этими системами заключается в количестве пожнивных остатков на поверхности почвы после посева. Mini-Till подразумевает уход от плуга и глубокого рыхления почвы и посев на глубину 5 см. Это дает возможность создать мульчирующий слой, чтобы сохранить влагу и подготовить почву под посев. Обычно минимальную технологию рассматривают как промежуточный этап между традиционной технологией и нулевой.

Работы по внедрению ресурсосберегающих технологий возделывания сои в условиях Приамурья, выполненные на базе ФГБНУ ВНИИ сои, показали, что наибольший биологический эффект был получен с применением минимальной технологии – 1,74 т/га. По нулевой технологии урожайность составила 1,58, традиционной – 1,21 т/га.

В современных условиях в технологии возделывания сои все большее внимание уделяется применению бактериальных препаратов и регуляторов роста, разнообразие которых как отечественного,

так и зарубежного производства достаточно велико. **Инокуляцию** эффективно осуществлять методом комплексного предпосевно-го инкрустирования семян (КПИС), используя для их увлажнения пленкообразующее вещество (пленкообразователь), молибденовое микроудобрение и стимуляторы роста растений (гуматы, альбит). Применение КПИС повышает технологичность этой операции, так как позволяет проводить обработку крупных партий семян с сохранением жизнеспособных бактерий на них до 7-10 дней [41]. Препараты для обработки семян сои подбираются непосредственно для конкретных почвенно-климатических условий. Затраты на проведение инокуляции в 5-10 раз окупаются стоимостью прибавки урожая.

Способ **посева** сои зависит от условий влагообеспеченности, биологических особенностей сорта, степени и характера засоренности поля, технической оснащенности хозяйства. Соя может высеваться междурядьями 70, 60 или 45 см пропашными сеялками или обычным рядовым способом зерновыми или стерневыми сеялками. Выбор способа посева обусловлен также механическим составом почвы. Широкорядный посев междурядьями 70 см предпочтителен на тяжелосуглинистых и глинистых заплывающих почвах, что позволяет провести 2-3 рыхления почвы в междурядьях. Такой способ сева сои обеспечивает также повышение засухоустойчивости посева, поэтому он наиболее распространен в производстве.

Обычный рядовой посев сои применим на хорошо окультуренных полях со слабой степенью засоренности и, как правило, требует внесения эффективных гербицидов для уничтожения сорняков. Рядовой посев предпочтителен для раннеспелых слабоветвистых невысоких сортов. Высокорослые сорта при таком посеве сильнее полегают, что может привести к снижению урожая.

Норма высева для скороспелых сортов – 600 тыс., для раннеспелых – 500 тыс. и среднеспелых – 400 тыс. всхожих семян на 1 га. При этом норма высева семян должна превышать установленную оптимальную густоту стояния растений на 25-35% в широкорядном посеве и на 35-45% в обычном рядовом посеве. Конкретная норма высева уточняется с учетом не только посевных качеств семян, но и состояния почвы и качественных параметров сеялки.

Для поддержания чистоты посевов сои от сорняков наиболее эффективный прием – **боронование посевов до всходов и по**

всходам. Довсходовое боронование целесообразно проводить сразу после посева, причем на широкорядных посевах вдоль рядков так, чтобы гусеницы трактора проходили по междурядью. По всходам посевы сои можно бороновать 2-3 раза в период от примордиальных листочков до образования 2-3 настоящих тройчатых листьев. Междурядные обработки пропашными культиваторами решают две задачи: уничтожение сорняков и улучшение строения верхнего слоя почвы его разрыхлением [26]. Первую междурядную обработку проводят на глубину 5-6 см при появлении четких рядков, вторую и последующие – вплоть до смыкания рядков.

Чистоты посевов сои можно достичь также применением эффективных гербицидов различного действия, которые позволяют уничтожать практически все виды сорной растительности, произрастающие в посевах [31].

Десикацию проводят при побурении бобов нижнего и среднего яруса и влажности семян не более 40-45% для ускорения созревания сои, подсушивания сорняков и облегчения уборки. При этом снижается влажность зерна, за счет чего сохраняется качество и уменьшаются расходы на сушку семян [42]. Посевы сои за 7-10 дней до уборки опрыскивают препаратом Реглон Супер, с нормой внесения 1,5-2 л/га.

Уборку сои на семена проводят прямым комбайнированием в фазу полной спелости семян при влажности 14-16%, при которой обеспечивается наибольшая урожайность, лучшие технологические и посевные качества семян. Для предотвращения потерь высота среза не должна превышать 7-8 см. Убирают сою зерновыми комбайнами отечественного и зарубежного производства, обеспечивающими частоту вращения молотильного барабана 400-500 мин⁻¹. Регулировки молотильного аппарата устанавливают в зависимости от влажности семян и типа комбайна. Суммарные потери зерна при правильной настройке комбайна не должны превышать 2-3%, травмирование зерна – не более 3%, наличие сорных примесей и почвы в семенах – не более 4-5%. Скорость движения комбайна необходимо снизить до 4-5 км/ч.

Комплекс основных машин для возделывания сои представлен в табл. 8.

Комплекс основных машин для возделывания сои

Технологическая операция	Применяемая техника
Обработка почвы	Комплексные комбинированные агрегаты для пропашных культур зарубежного производства, обеспечивают одновременное выполнение 5-7 технологических операций (подготовка почвы, посев, внесение удобрений и почвенных гербицидов, прикатывание и подборонка). Для междурядной обработки почвы после посева используются культиваторы, а также машины и орудия отечественного производства: выравниватели ВПН-5,6, зубовые бороны БЗСС-1,0, культиваторы КПС-4, опрыскиватели ПОУ, установка АПР «Темп» и др.
Посев	Пневматические сеялки СПЧ-6 или СПЧ-8, УПС-8, УПС-12, сеялка СУПН-8А, оборудованная механическим приспособлением для высева семян сои, СЗУ-12, «Kinze» и др. Глубина заделки семян 4-6 см, в условиях засушливой весны – до 10 см
Уход за посевами	Культиваторы КРН-4,2, КРН-5,6
Уборка	Зерноуборочные комбайны «Acros», «Vector», «Torgum» или любые зарубежные комбайны с обязательной настройкой жатки на низкий срез, а барабана – на пониженную частоту вращения. Только прямое комбайнирование
Послеуборочная доработка	Вентилируемые бункеры БВ-12,5, БВ-25 и др. (при влажности более 15% – зерноочистительные агрегаты ЗАВ-20 (40) с приставками СП-10, СМ-4, ОВА-1, ОС-5А, пневмосортировальная машина ВИМ-3, «Петкус-Гигант»). Окончательную очистку семян проводят на агрегатах «Петкус-Гигант» К-531

Постоянно совершенствуются техника и технологии возделывания сои. Так, для повышения производительности сеялок УПС-8 во ВНИИМК разработано специальное приспособление, позволяющее работать на повышенных скоростях (до 11-13 км/ч) и улучшить точность высева семян [43].

Для производства сои в условиях орошения разработан новый способ, предусматривающий широкорядный посев семян, полив, уход за растениями и уборку. Посев осуществляют нормой 380-400 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. При этом влажность активного

слоя почвы поддерживают по схеме: 67% НВ в период всходы-цветение; 80 – от цветения до налива семян; 63% – в период налив-полная спелость семян, а последний полив проводят в первой декаде августа [44].

Для системы семеноводства сои компанией «Щелково Агрохим» разработана технология возделывания с использованием системы управления вегетацией (CVS) [45]. Она подразумевает оптимизацию минерального питания, систему протравливания семян, надежную защиту растений по вегетации, использование листовых подкормок. В комплексе эти элементы обеспечивают стабильно высокие урожаи и максимальную доходность. Результативность технологии достигается гарантированным увеличением продуктивности растений сои минимум на 0,3-0,8 т/га.

Из всех зернобобовых культур соя является наиболее влаголюбивой. В начальные фазы развития она потребляет мало воды и отличается достаточно высокой засухоустойчивостью. С нарастанием вегетативной массы потребность во влаге увеличивается. Поэтому одним из способов снижения себестоимости сои и повышения рентабельности ее производства является разработка ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих получение высоких урожаев порядка 2,7-3,0 т/га и экономию ресурсов на возделывание.

В засушливых условиях Ростовской области с большим дефицитом водного баланса успешное возделывание сои возможно при ресурсосберегающих режимах орошения, создающих благоприятные условия для роста и развития растений, которые увеличивают период вегетации и продуктивность сои на 51% по сравнению с вариантом без орошения.

Оценка влияния влагообеспеченности на продуктивность сои проводилась в ОАО «Нива» Веселовского района Ростовской области с неустойчивым умеренно-континентальным и недостаточно увлажненным климатом. Среднегодовое количество осадков за вегетационный период культуры составляет 3000 мм, сумма положительных температур за вегетационный период культуры составляет 3000°C, сумма осадков – 200-240 мм. Высевался районированный для условий Ростовской области сорт Зерноградская 2 по следующим схемам полевых опытов – с орошением и без орошения (табл. 9). Поливы осуществлялись дождевальными машинами ДДА-100 МА. Опытные делянки имели площадь 10 га [46].

**Анализ продуктивности и экономической эффективности
производства сои**

Показатели	Варианты	
	с орошением	без орошения
Площадь, га	10	10
Урожайность, т/га	2,7	1,31
Валовой сбор, т	27,0	13,1
Цена, руб/т	15000,0	15000,0
Стоимость продукции, тыс. руб.	405,0	196,5
Рентабельность, %	274,0	154,0

Анализ продуктивности сои в зависимости от влагообеспеченности показал, что на опыте с орошением был получен максимальный урожай – 2,7 т/га. Отсутствие орошения привело к потере урожайности на 1,39 т/га, или на 51%. Таким образом, применение орошения при выращивании сои способствовало росту рентабельности на 43,7%.

Исследования, выполненные ВНИИОЗ, показали, что оптимизация технологий возделывания адаптированных и разноспелых сортов сои региональной селекции в сельскохозяйственном производстве Нижнего Поволжья в условиях орошения также подтвердила их высокую результативность. С учетом характеристики морфолого-биологических особенностей созданных сортов сои разработаны приемы агротехники для каждого сорта, обеспечивающие наиболее полную реализацию генетического потенциала и повышение продуктивности в 2-3 раза [47].

2.3. Рапс

Производство рапса является высокорентабельным, имеет огромный экспортный потенциал, открывает реальные перспективы импортозамещения зарубежного соевого шрота на рапсовый, что является важным моментом для развития российского животноводства.

Урожайность озимого рапса, как правило, выше, чем ярового, потому он более привлекателен для выращивания, однако у озимого рапса имеется существенный недостаток – риск неперезимовки.

Этот риск минимален в регионах с благоприятными климатическими условиями (Калининград, Ставрополь, Краснодар, Ростов-на-Дону). В регионах с более континентальным климатом и, соответственно, с более жесткими условиями перезимовки (Воронежская, Липецкая, Белгородская, Московская, Кемеровская области и др.) предпочтительно выращивание ярового рапса, это более стабильная инвестиция для хозяйств [48].

Урожайность рапса, как и других масличных культур, связана не только с качеством посевного материала, но и с погодными условиями, плодородием и подготовкой почвы, внесением удобрений и другими факторами, т.е. рапс требователен к соблюдению технологии возделывания.

Типаж технических средств для производства этой культуры примерно такой же, как для возделывания и уборки зерновых колосовых культур, однако рапс очень сильно реагирует на дефицит влаги. Поэтому средства механизации должны способствовать накоплению и сохранению запасов влаги, особенно в пахотном слое [49].

Рапс озимый

Место в севообороте. Хорошими предшественниками озимого рапса являются культуры, рано освобождающие поле: многолетние травы после первого укоса, однолетние травы на зеленый корм, ранний картофель, зернобобовые и раноубираемые зерновые. Рапс – хороший предшественник для всех зерновых культур. На прежнее поле посеvy рапса озимого возвращают не раньше чем через 3-4 года. В качестве его предшественника нельзя сеять сахарную свеклу или другие крестоцветные (капустные), так как данные культуры поражаются теми же болезнями, что и рапс [50].

Требования к почве. Озимый рапс возделывают на плодородных дерново-подзолистых супесчаных, легко- и среднесуглинистых почвах, подстилаемых моренным суглинком. Малопригодны дерновоподзолистые супесчаные почвы, подстилаемые глубокими песками. Непригодны песчаные почвы с легкопроницаемым подстилающим горизонтом и близким залеганием грунтовых вод, а также торфяники. Для возделывания озимого рапса используют почвы с рН 5,8-6,5, содержание подвижного фосфора и обменного калия –

не менее 150 мг/кг почвы, гумуса – не ниже 2%. Для успешной перезимовки посевы озимого рапса следует размещать преимущественно на северных, восточных и северо-восточных склонах.

Система обработки почвы. Включает в себя вспашку с прикатыванием, которая проводится не позднее, чем за две недели до посева. Предпосевная обработка почвы осуществляется непосредственно в день посева, для нее используют комбинированные агрегаты АКШ-6, АКШ-7,2 или применяют комбинированные машины в сцепке: культиватор-борона-каток непосредственно перед посевом.

Озимый рапс плохо реагирует на минимальную обработку почвы по зерновому предшественнику с измельчением соломы. Недобор урожая составляет 6-10 ц/га. Предпосевная обработка почвы проводится в день посева или не раньше чем за один день до посева. Основное условие обработки: верхний слой почвы должен быть рыхлым, а с глубины 2-3 см – уплотненным. Для данной обработки применяются комбинированные агрегаты, а также комбинированные посевные агрегаты с активными рабочими органами типа Amazone, Horsch, Lemken, АПП-6 и др.

Подготовка семян к посеву. Для посева используют семена районированных и перспективных сортов озимого рапса двунулевого качества (содержание эруковой кислоты – не более 1%, глюкозинолатов – 15-20 мкмоль/г сухого вещества или не более 0,6-0,7%). Для посева используют кондиционные семена, откалиброванные, здоровые, вызревшие, чистые. Перед посевом семена озимого рапса протравливают препаратами, которые разрешены к применению на территории Российской Федерации.

На почвах с нейтральной реакцией среды протравливание рекомендуется проводить в сочетании с микроэлементами В – 200 г/т (борная кислота), Мп – 300 г/т семян, Эколист Моно Бор – 1,0 л/т, Эколист Стандарт – 2,0 л/т и др. После инкрустации семена должны быть равномерно покрыты препаратами, их влажность не должна превышать 12-14%.

Посев. Оптимальным сроком сева озимого рапса является первая-вторая декада августа, в случае аномальных погодных условий сроки сева ежегодно уточняются.

Оптимальная густота стояния растений перед уходом в зиму должна составлять 40-80 шт/м². Для получения такой плотности

стеблестоя рекомендуется высевать 0,6-1,0 млн всхожих семян на 1 га. Превышение нормы посева семян озимого рапса ведет к снижению урожайности и перезимовки, увеличивает вероятность гибели посевов. Оптимальная густота после перезимовки – 30-60 растений на 1 м² при равномерном размещении 20-25 шт/м² хорошо развитых здоровых растений рапса.

Глубина заделки семян зависит от механического состава почвы: на легких супесчаных почвах их заделывают на глубину 2-3, на суглинистых – 1,5-2,0 см. Способ посева озимого рапса – сплошной рядовой. Для посева используют комбинированные посевные агрегаты типа Amazone, Horsch, Lemken, АПП-6, АППА-6 или сеялки СПУ и СПР-6.

Перед уходом в зимовку растения рапса должны иметь хорошо развитую корневую систему и розетку листьев.

Применение удобрений. Озимый рапс отличается повышенным выносом элементов питания. Дозы минеральных удобрений рассчитывают балансовым методом с учетом планируемого урожая и содержания элементов питания в почве.

Органические удобрения вносят под предшествующую культуру. Минеральные удобрения – фосфорные, калийные либо азотно-фосфорно-калийное комплексное (АФК). Также при посеве по зерновому предшественнику или на бедных почвах – до 1/6 (до 30-40 кг/га) нормы азотных под основную или предпосевную обработку почвы, оставшуюся часть азотных удобрений вносят весной в 2-3 приема.

Первая весенняя азотная подкормка проводится с наступлением весенней вегетации при установлении успешной перезимовки с наличием не менее 15 шт/м² живых хорошо развитых равномерно размещенных растений. В первую подкормку вносится основная доза азота – 80-120 кг/га. Вторая подкормка проводится в фазе стеблевания – начало бутонизации в норме 40-80 кг/га. При внесении более 200 кг/га д.в. азота проводят третью подкормку в норме 30-60 кг/га. Лучшая форма азотных удобрений – аммиачная селитра и карбамид (КАС). КАС и сульфат аммония вносят только в первую основную подкормку. Вторую подкормку сульфатом аммония из-за существенного роста содержания глюкозинолатов в семенах проводить не рекомендуется.

Основным способом внесения микроэлементов в посевах рапса являются внекорневые подкормки, которые совмещают с внесением азотных удобрений и обработкой средствами защиты растений. Микроудобрения (200-250 г/га борной кислоты, 100-150 – молибдата аммония, 300-350 г/га сульфата меди) предварительно растворяют в небольшом объеме теплой воды, смешивают с раствором азотных удобрений и (или) пестицидов или используют комплексные хелатные и органоминеральные формы микроэлементов. Применяют штанговые опрыскиватели – ОП-2000, ОП-2500, ОП-3000 и др., а также Мекосан, Berthud Boxer, Rau, Rall, Jecto и др.

При повышенной кислотности почву следует обязательно известковать перед посевом предшественника. Известкование проводят с предпочтением известковых удобрений содержащих магний. Озимый рапс положительно реагирует на внесение серы, источниками которой являются удобрения: фосфогипс, простой суперфосфат, сульфат аммония, сульфат калия. Серу вносят в качестве основного удобрения, оптимальная норма внесения – 45-60 кг/га д.в.

Борьба с сорной растительностью. При высокой численности многолетних сорняков поле обрабатывается заблаговременно (за 1,5 месяца) до посева озимого рапса глифосатсодержащими препаратами. В посевах озимого рапса применяются гербициды, разрешенные к применению на территории Российской Федерации. Условия проведения химической прополки озимого рапса: температура – 15-20°C, скорость ветра – до 5 м/с. При температуре воздуха ниже 10 и выше 20°C эффективность химической прополки значительно снижается.

Борьба с вредителями и болезнями. В посевах озимого рапса наиболее вредоносны: рапсовый цветоед и скрытнохоботники, крестоцветные блошки, а из болезней – альтернариоз, склеротиниоз, серая гниль, пероноспороз, фомоз, черная ножка и тифулез.

Для борьбы с вредителями и болезнями используют инсектициды и фунгициды, разрешенные к применению на территории Российской Федерации. Обработку посевов проводят опрыскивателями – Мекосан, Berthud Boxer, Rau, Rall, Jecto и другими, отдавая предпочтение самоходным высококлиренсным агрегатам. Рабочий раствор готовят на АПЖ-12 и др. Норма расхода рабочей жидкости – 200-300 л/га. При работе опрыскивателей штанги располагают

над растениями на расстоянии, обеспечивающем смыкание факелов распыла, расположенных рядом распылителей (500-700 мм).

Уборка. С целью снижения потерь озимого рапса в период созревания и при уборке проводят обработку посевов препаратами для предуборочной обработки **Нью-Филм 17** (0,7-1,0 л/га) или Грипил (1,0–1,3 л/га), которые препятствуют растрескиванию стручков и способствуют сохранению урожая на 15,7-32,5%, содействуют повышению масличности. Уборку озимого рапса проводят однофазным и двухфазным способом. На чистых, неполегших, равномерно созревших посевах озимого рапса, когда семена приобрели свойственную темную окраску, влажность которых составляет 14-18% и ниже, наиболее целесообразно прямое комбайнирование.

Скашивание посевов в валки проводится при чрезмерном засорении, неравномерном созревании и влажности семян в стручках 30-35%. Семена, убранные двухфазным способом, обычно не требуют досушивания. Скошенные посевы в валках досыхают в течение 5-7 дней, семена дозревают в стручках, их влажность снижается до 9-12%.

При неравномерном созревании посевов, высокой степени засоренности, а также неблагоприятных погодных условиях в период уборки для подсушивания растений рапса на корню и с целью обеспечения быстрого и равномерного созревания семян проводят десикацию посевов. Уборка проводится в утренние и вечерние часы. Высота среза – 20-35 см от земли или ниже первого бокового ответвления.

Рапс яровой

Место в севообороте. Оптимальные агрохимические показатели почв для получения семян: содержание гумуса – не ниже 2,0%, подвижного фосфора и обменного калия – не менее 150 мг/кг почвы, pH – 5,8-6,5. Лучшим предшественником для ярового рапса являются пропашные культуры, под которые вносили органические удобрения. Хорошие предшественники – клевер, люпин, бобово-злаковые смеси, силосные, пропашные и озимые зерновые культуры. Яровой рапс, возделываемый в звене севооборота между двумя зерновыми культурами, обогащает почву органическими остатками

и препятствует развитию корневых гнилей у этих культур, повышая их урожайность на 17-34%. Не рекомендуется возвращать яровой рапс на прежнее место раньше чем через четыре года из-за возможного накопления возбудителей болезней и вредителей [51, 52].

Обработка почвы. Обработка почвы под яровой рапс должна быть направлена на максимальное очищение поля от сорной растительности, выравнивание, создание оптимальной плотности пахотного горизонта.

Перед посевом ярового рапса после зерновых колосовых с измельчением соломы вслед за их уборкой проводят лущение стерни на глубину 6-8 см. При слабом засорении поля однолетними сорняками такую обработку почвы проводят один раз, после появления сорняков пашут на глубину 20-22 см плугами с предплужниками. На полях, сильно засоренных многолетними сорняками, лущение стерни проводят 2 раза на глубину 8-10 см. После вторичного отрастания сорняков необходима осенняя вспашка на глубину 20-22 см. При засоренности многолетними корнеотпрысковыми сорняками (бодяк, осот, вьюнок полевой и др.) применяют систему улучшенной обработки зяби, а именно: раннее лущение на глубину 6-8 см и лемешное рыхление плугами-луцильниками ППЛ-10-25 и ППЛ-5-25 на глубину 10-12 см, осеннюю вспашку плугами ПН-8-35У, ПН-4-35М на глубину 25-27 см с последующей культивацией [53].

Система противоэрозионных мероприятий включает в себя обработку культиваторами-плоскорезами КСО-4,5Б, КТП-4, КПЭ-3,8, КТП-6, КСТ-5,5 и безотвальное рыхление чизельными плугами ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, ПРК-8-45. При отрастании многолетних сорняков перед безотвальным рыхлением необходимо вносить соответствующие гербициды.

На связных почвах рапс положительно отзывается на проведение глубокого чизелевания – до 40 см. На посевах ярового рапса по весновспашке урожайность культуры в засушливый год снижается на 20-30%.

Предпосевная подготовка осуществляется культиваторами КШУ-12, КШУ-8, КППШ-6, КПК-8, КПС-4У, КПЗ-9,7 и другими на глубину 4-5 см и должна обеспечивать уплотненное семенное ложе, необходимое для формирования дружных всходов. При этом подготовленная почва, находящаяся над семенным ложем, должна

быть хорошо разрыхленной и мелкокомковатой. Наиболее целесообразно предпосевную подготовку почвы проводить широкозахватными и комбинированными агрегатами, выполняющими за один проход сразу несколько операций – выравнивание, культивацию и прикатывание.

Технология предпосевной подготовки почвы может меняться в зависимости от способов и качества основной обработки почвы. При высококачественной зяблевой обработке (вспашка) можно ограничиться ранневесенним боронованием в два следа и сразу проводить посев.

Внесение удобрений. При возделывании ярового рапса органические удобрения вносят под предшествующую культуру. Непосредственно под яровой рапс навоз можно вносить для покрытия только 50% потребности в азоте. Дозы минеральных удобрений рассчитывают в зависимости от уровня обеспеченности почв элементами питания и величины планируемого урожая. Азотные удобрения вносят под предпосевную культивацию. При дозе азота более 150 кг/га д.в. это происходит в два приема: 3/4 дозы – перед посевом в виде КАС, мочевины или аммиачной селитры (в зависимости от уровня рН почвы), остальное количество – в подкормку в период стеблевания до начала бутонизации в виде аммиачной селитры, мочевины, КАС при разведении его водой в соотношении не менее 1:3. При использовании КАС необходимо строго соблюдать концентрацию раствора, не проводить обработку в фазу цветения ярового рапса. Фосфорные и калийные удобрения вносят:

- на тяжелых почвах – в полной дозе осенью под вспашку;
- легких – 2/3 дозы калийных осенью, остальную часть весной вместе с фосфорными удобрениями под предпосевную культивацию.

На мелкозалежных торфяниках используются удобрения: азотные – 50-60 кг/га д.в., фосфорные – 40-60, калийные – 100-140 кг/га д.в. Обязательно внесение бор- и медьсодержащих удобрений или протравливание семян с этими микроэлементами, эффективно использование борно-медных композиций.

Рапс отличается повышенной требовательностью к обеспеченности почв микроэлементами (бором, цинком, молибденом, марганцем). При низкой обеспеченности почвы микроэлементы вносят в подкормку не менее двух наиболее дефицитных согласно картограм-

ме. На известкованных почвах молибден не вносят. Вместо солей микроэлементов могут использоваться жидкие комплексоны.

Обязательна некорневая подкормка бором в фазу бутонизации. Используют борную кислоту – 200-250 г/га, Эколист Моно Бор – 1,5-3 л/га, Эколист Рапс – 315, Басфолиар12-4-6 – 3-12 л/га и др. Некорневые подкормки посевов ярового рапса микроэлементами (до фазы цветения) можно совмещать с азотными или обработкой пестицидами. Расход рабочей жидкости – 250-300 л/га воды.

Растворы мочевины и жидкие комплексные удобрения применяют совместно со средствами защиты растений при совпадении сроков обработки. Яровой рапс положительно реагирует на внесение серы. Источниками серы являются упомянутые выше удобрения. Высококачественные «канольные» сорта рапса нельзя подкармливать сульфатом аммония. При планируемой урожайности 30 ц/га требуется 30-40 кг/га д.в. серы.

Известкование кислых почв проводят непосредственно под предшествующую культуру или после ее уборки под осеннюю вспашку по стерне.

Подготовка семян к посеву. Семена ярового рапса протравливают во время хранения, но не позднее чем за две недели до посева. Протравливание семян проводят препаратами фунгицидного действия для защиты всходов рапса от болезней или инсектицидно-фунгицидного действия от вредителей и болезней. Для этого используют протравочные машины типов КПС-10А, Мобитокс-Супер и др. Протравленные семена должны быть равномерно покрыты препаратом, их влажность не должна превышать 10-12%.

Посев. Рапс яровой высевают в ранние сроки в спелую, прогретую и непереуплотненную почву. Оптимальный срок сева – при прогревании почвы до 5-8°C на глубине заделки семян. Продолжительность сева при созревании почвы – не более 5 дней. К посеву не допускаются семена щуплые, очень мелкие, недоразвитые, с наличием карантинных сорняков, вредителей и болезней. В производственных условиях гибриды благодаря их более быстрому развитию, большей жизнеспособности и устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов лучше приспособлены к поздним срокам сева. Рекомендуемая норма посева ярового рапса в зависимости от сроков посева и типа сортов и гибридов:

- гибриды – от 70 до 80 всхожих семян/м²;
- линейные сорта – от 80 до 100 всхожих семян/м².

Оптимальная густота стояния растений в период всходов в зависимости от уровня плодородия почвы и уровня азотного питания должна составлять 90-140 шт/м², что соответствует норме высева 6-8 кг/га. Способ посева – сплошной рядовой с шириной междурядий 12,5-15 см, а в случае применения сеялок точного высева (расстояние между семенами в рядке 5-7 см) междурядья можно увеличить до 25 см. Используются комбинированные агрегаты с активными рабочими органами, а также пневматические сеялки типа СПУ-6, СЗТ-3,6 и др. Глубина заделки семян в зависимости от типа почвы – 1-2,5, 3-4 см на легких по механическому составу почвах или при иссушении верхнего слоя.

Борьба с сорной растительностью. Для борьбы с сорной растительностью в посевах ярового рапса проводят довсходовое боронование (в сухую погоду легкими боронами по диагонали участка), послевсходовое боронование (при высокой засоренности в фазе 2-3 настоящего листа средними боронами перпендикулярно направлению посева) и используют соответствующие гербициды. Мероприятия по химической защите рапса от сорняков могут включать в себя осеннее внесение гербицидов в системе основной обработки почвы под предпосевную культивацию, сразу после посева и в период вегетации.

Борьба с вредителями и болезнями. Яровой рапс повреждается теми же болезнями, что и озимый, но в результате короткого вегетационного периода они не причиняют ему такого вреда. Яровому рапсу наиболее существенный урон наносят крестоцветные блошки (фаза всходов), рапсовый цветоед, скрытнохоботники, рапсовый пилильщик и тля. Для борьбы с вредителями используют инсектициды, против болезней (альтернариоз, пероноспороз, черная ножка, склеротиниоз, серая гниль и фузариоз) – соответствующие фунгициды.

Уборка. Способ уборки зависит от множества факторов: засоренности, равномерности созревания, природно-климатических условий зоны возделывания, состояния сушильного хозяйства и др. Признаками оптимального срока уборки рапса являются окраска и влажность семян в стручке или показатель технологического созре-

вания (содержание хлорофилла – менее 25 мг/кг семян) при влажности семян 15% и менее и созревании 70% стручков.

Раздельную уборку применяют при чрезмерном засорении многолетними сорняками, неравномерном созревании, повреждении вредителями и болезнями. Высота среза максимально высокая – 30-35 см, но не выше первого бокового ответвления. Валки досыхают в течение 5-7 дней, семена дозревают в стручках и их влажность снижается до 10-12%. Валки подбирают и обмолачивают зерноуборочными комбайнами «Acros», «Vector», «Togum», «Полесье», «Славутич», а также на комбайнах импортного производства – «John Deere», «Claas Dominator Mega», «Lexion», «New Holland» (ТС-56 и ТС-65), «Case IH», «Samro» и других, оборудованными подборщиками.

К уборке прямым комбайнированием приступают при полном созревании семян на чистых, неполегших и равномерно созревших посевах. Для подсушивания растений рапса на корню для обеспечения более быстрого и равномерного созревания семян, а также уничтожения пырея и других сорняков в фазу их интенсивного роста проводят десикацию посевов. При прямом комбайнировании, чтобы снизить количество разрушаемых стручков, мотовило жатки должно быть смещено несколько назад и вверх, что позволяет предотвратить падение скошенных стеблей по ходу жатки и их потерю. Окружная скорость мотовила должна соответствовать поступательной скорости уборочной машины или несколько превышать ее, но не более чем в 1,05 раза. Высота среза при прямом комбайнировании – 30-40% от средней высоты растений, но не выше первого бокового ответвления.

Особое внимание должно быть уделено герметизации перехода от жатки к наклонной камере и от наклонной камеры к молотильной части зернового и колосового элеваторов. Рабочая скорость комбайна – 4-6 км/ч, частота вращения вала молотильного барабана – 600-800 мин⁻¹. Для уборки семян рапса прямым комбайнированием наиболее целесообразно использование комбайнов, оборудованных «рапсовым столом», который выступает в роли приставки к жатке комбайна с целью увеличения ее длины (ширины стола).

Подробный перечень технологических операций агротехнологий производства семян подсолнечника, сои, и рапса, разработанных ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, приведен в [4].

3. ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

3.1. Подсолнечник

Ворох семян, получаемый после обмолота корзинок подсолнечника, содержит различные сорные примеси, имеет повышенную влажность, поэтому обычно не пригоден для хранения. Самосогревание таких семян протекает особенно быстро, нужны своевременная и не менее чем двукратная очистка от примесей, имеющих еще более высокую влажность (первичная от крупных и легких примесей и от насекомых, вторичная – от мелких частиц) и сушка. В зависимости от целевого назначения урожая его подвергают первичной (промышленное сырье) и вторичной (семенной материал) очистке. Временное (до очистки и сушки) хранение свежубранного подсолнечника допустимо лишь в пределах установленных сроков безопасного хранения, либо при его влажности менее 12% при активном вентилировании.

Для предварительной очистки вороха подсолнечника применяют разнообразные сепараторы типа ЗСМ, САД, ПДП, КДМ, ЗАВ и другие, машины МПО-50 и МПО-100 в составе зерноочистительно-сушильных комплексов типа КЗС или ОВС-25, а также скальператоры Р1-БК301.300 и А1-Б30.

Для сушки семян подсолнечника промышленного и семенного назначения применяются сушилки С-10, С-20 и С-40, сушилки карусельные типа СКУ [31], передвижные сушилки СМС-8, АТМ, М 300К и др., а также бункеры СЗЦ-1,5, ВБ-25, ОБВ-50 и др. При этом температура теплоносителя при обработке товарного вороха должна быть не выше 150-200°C, семенного – 60-65, а температура нагрева семян – 65 и 36°C соответственно. После доведения семян до влажности 6-8% они могут храниться без порчи в течение длительного времени.

Дальнейшие первичная и вторичная очистки семян подсолнечника осуществляются машинами ЗВС-20А, ОВС-25С, ОВС-50Ш, МС-5 (10, 20), СВУ-5Б и др. Очищенные семена должны отвечать базисным кондициям: сорная примесь – 1, масличная примесь – 3%. В последние годы все более широкое распространение полу-

чают прогрессивные сортировочные технологии с использованием фотосепараторов (серии ZORKIY, OPTIMA, САПСАН и др.), которые сортируют практически любые культуры, в том числе масличные, быстро отделяя годный продукт от самых разнообразных засорителей [54, 55]. Это могут быть поврежденные, испорченные, недозревшие или зараженные зерна, семена дикорастущих и культурных растений, частицы стеблей и др. Главное преимущество таких технологий – в возможности добиться высокой степени очистки исходного сырья от примесей и загрязнителей с наименьшими затратами ресурсов и на выходе получить чистоту годного продукта, равную или максимально приближенную к 99,99%.

Технология послеуборочной обработки семян масличных культур является сложной многофункциональной системой, оказывающей всестороннее влияние на их качество. Неудовлетворительное качество семенного материала приводит к существенному снижению его урожайности и большому перерасходу посевного материала, поэтому мероприятия в области улучшения качества семенного материала относятся к категории первоочередных. Достигается это за счет оптимизации последовательности выполнения технологических операций, максимально учитывающих свойства вороха семян, поступающего на обработку [56].

Существующие зерноочистительные агрегаты и комплексы для подготовки семенного материала типа ЗАВ осуществляют обработку материала путем последовательной обработки на всех зерноочистительных машинах. Возврат на любой этап не предусмотрен, для этого необходимо проводить повторную обработку по всей цепочке машин, что приводит к уменьшению выхода семян, снижению производительности и повышенному травмированию семенного материала.

Для устранения перечисленных недостатков во ВНИИ масличных культур разработана контейнерная технология, которая реализована в универсальном семяочистительном комплексе, позволяющая при необходимости закончить обработку семенного материала в момент соответствия семян требованиям ГОСТ на любом этапе [57]. Эта технология включает в себя бункеры, норрии, машины ОЗС-50, БТЦ-700, МВУ-1500, МОС-9Н. Результаты обработки семян подсолнечника сорта СПК по описанной схеме на универсаль-

ном семяочистительном комплексе (по схеме: завальная яма-нория-ОЗС-50-МВУ-1500-контейнеры) представлены в табл. 10.

Таблица 10

Показатели качества работы универсального семяочистительного комплекса при обработке семян подсолнечника сорта СПК

Наименование выхода	Выход фракции, %	Семена основной культуры, %		Отход, %			Масса 1000 семян, г
		всего	в том числе об-рушенные	всего	в том числе		
					органичес-кая примесь	битые	
Исходный	-	93,28	2,14	6,72	6,30	0,42	110
ОЗС-50							
Основной выход	93,20	97,96	0,90	2,04	1,54	0,50	112
Отход	6,80	22,85	17,80	77,15	76,77	0,44	-
МВУ-1500							
Основной выход	91,80	98,05	0,94	1,95	1,58	0,37	121
Отход	8,20	91,27	4,28	8,73	8,32	0,41	-
МОС-9Н							
Легкие примеси	10,30	96,87	0,15	3,13	2,96	0,17	115
Основной выход	85,90	98,98	1,07	1,02	0,91	0,11	130
Тяжелые примеси	3,80	96,59	2,50	3,41	3,36 (2,02)	0,05	136
Фотосепаратор							
Основной выход	91,20	99,84	-	0,16	0,16	-	130
Отход	8,80	90,98	2,12	9,02	6,95	2,07	-

Для повышения качества семенного материала был применен фотоэлектронный сепаратор Ф 5.1 с последующим разделением семян подсолнечника на размерные фракции (Ø7-8 мм, Ø8-9 мм). В результате фракционирования семян подсолнечника на фотосепараторе чистота их изменялась от 99,80 до 99,98% в зависимости от их размеров Ø7-8 мм и Ø8-9 мм соответственно. Содержание

семян основной культуры в отходе колебалось от 65,60% (фракция Ø7-8 мм) до 68,83% (фракция Ø8-9 мм). Масса 1000 семян изменялась от 117 г (фракция Ø7-8 мм) до 146 г (фракция Ø8-9 мм). Полученные семена во фракциях соответствуют требованиям ГОСТа. Выход очищенных семян при фракционировании изменялся от 93,20% (фракция Ø7-8 мм) до 92,90% (фракция Ø8-9 мм).

Результаты исследований контейнерной технологии с последующим фракционированием семян подсолнечника на фотосепараторе на конечной стадии их обработки позволили повысить выход высококондиционных семян с 92,9 до 93,2% по сравнению с 91,2% (без фракционирования) и уменьшить содержание их в отходе с 68,83 до 65,6% по сравнению с 85,52% (без фракционирования) в зависимости от размерной фракции.

Сортовые и посевные качества семян подсолнечника должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 11 [27].

Таблица 11

Сортовые и посевные качества семян подсолнечника

Категория семян	Типичность, не менее, %	Панцирность, не менее, %	Степень стерильности, не менее, %	Чистота семян, не менее, %	Содержание семян			Всхожесть, не менее, %	Влажность, не более, %
					облущенных, не более, %	других растений, не более, шт/кг			
						всего	в том числе сорных		
Сорта									
РС, РСт	98,0	97	-	98	2	15	5	85	10
Гибриды товарного назначения (первое поколение)									
РСт	98,0	97	-	98	3	15	5	85	10

Влажность семян подсолнечника, заготавливаемых в страховые фонды, должна быть не более 7%.

3.2. Соя

Без дополнительной обработки семена сои после комбайна нельзя закладывать на хранение. От вороха до формирования пар-

тии семян необходимо пройти очистку, сушку и сортирование [58]. Семенной ворох сои содержит много примесей: невымоленные бобы, дробленые семена, части стеблей и створок, семена сорняков, комки земли, в отдельные годы морозобойные семена. Примеси чаще всего имеют повышенную влажность, способствуют самосогреванию, и как следствие, снижению качества. Семена сои пропускают через зерноочистительные машины ЗАВ-25, ОВС-25, ОС-4,5А, ОВП-20А, Петкус, зерноочистители VibroMAX (Чешская Республика) и др. Очистители вороха относятся к машинам воздушно-решетного типа для работы на открытых токах. При обработке потери семян с отходами не должны превышать 0,1%. После обработки семена по чистоте должны соответствовать заготовительным базисным кондициям.

В Дальневосточном регионе уборку проводят при наступлении осенних заморозков, которые способствуют быстрому высушиванию растений и снижению влажности семян до 10-15%. Поэтому семена сои в большинстве случаев не нуждаются в сушке, но если в ней есть необходимость, то они должны быть доведены до кондиционной влажности 11-12%. При невысокой влажности досушивание проводят в солнечную теплую погоду на открытых площадках тока. Более высокую влажность снимают, используя специальные зерносушилки (чаще всего сушилки непрерывного действия или силосные сушилки) и бункеры активного вентилирования. Сушка семян предотвращает рост микроорганизмов, замедляет ферментативные изменения и значительно продлевает срок хранения. Термическая сушка зерна усложняется тем, что оболочка семян высыхает быстрее, чем ядро с семядолями и зародышем. Поэтому в начале и конце сушки определяют всхожесть семян.

Температура сушки соевых семян для использования в виде пищевых продуктов и масла не должна превышать 49°C, а для использования в виде семян – 43°C. Максимальная безопасная температура при сушке семян, хранимых насыпью на складе, составляет 38°C. Семенной материал очищают на комплексных машинах зерноочистительных пунктов КЗС-20К, ОС-3, подбирая соответствующие решета с круглыми и продолговатыми отверстиями, триерные установки. Для выделения трудноотделимых примесей в линию включают пневмосепараторы ПС-0,5.

Требования, предъявляемые к категориям семян сои, представлены в табл. 12 [27].

Таблица 12

Параметры посевных качеств семян сои

Показатели	РС	РСт
Сортовая чистота или типичность, не менее, %	98,5	98,0
Чистота семян (не менее), %	96,0	95,0
Примесей других семян, не более, всего (в том числе сорняков), шт/кг	15 (8)	25 (15)
Всхожесть, не менее, %	82,0	80,0
Влажность, не более, %	14	14

Как для подсолнечника, во ВНИИ масличных культур разработана контейнерная технология, которая реализована в универсальном семяочистительном комплексе, позволяющая при необходимости закончить обработку семенного материала в момент соответствия семян требованиям ГОСТа. Основные показатели качества работы универсального семяочистительного комплекса при очистке семян сои приведены в табл. 13 [56].

Таблица 13

Основные показатели качества работы универсального семяочистительного комплекса при очистке семян сои сорта Альба

Наименование материала	Выход фракций, %	Семян основной культуры, %	Отход, %			Масса 1000 семян, г
			всего	в том числе		
				битые семена	органическая примесь	
1	2	3	4	5	6	7
Исходный	-	91,70	8,30	6,84	1,46	157,6
ОЗС-50						
Первая аспирация	1,76	65,40	24,60	16,07	8,53	-
Подсев первого решета	0,66	4,77	95,23	2,88	92,35	-

1	2	3	4	5	6	7
Подсев вто- рого решета	1,73	32,77	67,23	12,56	54,67	-
Крупные примеси	1,34	98,25	1,75	1,1	0,65	-
Вторая аспира- ция	0,47	94,24	5,76	5,34	0,42	-
Основной выход	94,13	95,99	4,01	3,66	0,35	162,9
МВУ-1500						
Первый аспира- ционный канал	0,86	4,57	95,43	85,15	10,28	-
Второй аспира- ционный канал	1,58	97,20	2,80	2,67	0,13	-
Подсев верх- него стана	2,46	-	100	98,14	1,86	-
Подсев ниж- него стана	7,54	64,89	35,11	33,80	1,31	-
Основной выход	87,56	99,15	0,85	0,76	0,09	173,7

Разработанные схемы контейнерных технологий послеуборочной обработки семян масличных культур (соя, подсолнечник) позволяют получить высококачественный семенной материал, благодаря применению отечественных семяочистительных машин нового поколения.

3.3. Рапс

Поступающий от комбайна ворох семян рапса немедленно очищают в потоке с уборкой. Даже кратковременное согревание вороха приводит к резкому снижению посевных и технологических (товарных) качеств семян рапса. Для послеуборочной подработки семян используют агрегаты типа ЗАВ и передвижные машины для первичной очистки. Они должны иметь набор решет для мелкосемянных куль-

тур: для рапса – верхние с круглыми отверстиями Ø2,6-2,8 мм, нижние с продолговатыми отверстиями шириной 1,0-1,1 мм [59].

Семена рапса повышенной влажности после предварительной очистки необходимо высушить до кондиционного состояния. Для этих целей лучше использовать сушилки напольного типа, бункеры активного вентилирования или любые другие сушилки с предварительной герметизацией. Нагрев семян допускается не выше 30-35°C. При сушке рапса на товарные цели температуру нагрева семян можно повысить, но не более 40-45°C. При отсутствии сушилок семена подвергаются естественной сушке методом настила на площадке при слое в 5-10 см и постоянном перелопачивании. Окончательная очистка семян рапса проводится на машинах «Пектус-Селектра», ОС-4, 5А, СМ-4, К-531/1, К-218 с триерными цилиндрами. Диаметр ячеек триерных цилиндров для выделения длинных примесей для рапса – 3,0-3,6 мм.

В соответствии с ГОСТ Р 52325-2005 посевные качества семян рапса должны соответствовать данным табл. 14, в товарных семенах содержание эруковой кислоты не должно превышать 3%, а глюкозинолатов – 20 мкмоль/г.

Таблица 14

Параметры посевных качеств семян рапса

Рапс	Категория семян	Сортовая чистота или типичность (не менее), %	Чистота семян, не менее, %	Содержание примесей других семян, не более, всего (в том числе сорняков), шт/кг	Всхожесть, не менее, %	Влажность, не более, %
Озимый	РС, РСт	97,0	96	400 (280)	85	12
Яровой	РС, РСт	97	96	520 (320)	80	10

В соответствии с [60] при определении необходимого количества оборудования для сушки подсолнечника, сои и рапса принимают следующую конечную влажность семян: для подсолнечника – 7%, рапса – 8, сои – 12%.

4. ХРАНЕНИЕ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Хранение семян – завершающая и самая продолжительная операция в сложном технологическом процессе их производства. Она обеспечивает сохранность высокой всхожести семян в соответствии с требованиями стандартов, высокую силу роста и способность дружно прорасти в полевых условиях, формировать урожай, определённый сортовым потенциалом данной культуры [61].

Общим для всех масличных культур является повышенное содержание в них липидов. В связи с этим они имеют пониженную равновесную и критическую влажность по сравнению с зёрнами, богатыми крахмалом. Для большинства семян масличных культур критическая влажность находится на уровне 8-9%, для некоторых (высокомасличный подсолнечник) – 6-8%.

Семенам масличных при хранении свойственны все процессы, характерные для зерновых и бобовых культур: послеуборочное дозревание, покой, повышенная физиологическая активность и прорастание. Опытное хранение партий различных семян масличных культур показало, что факторами, влияющими на ход этих процессов, являются температура и влажность окружающей среды и самого материала. Однако специфика семян различных масличных культур по составу и содержанию в них различных липидов приводит к большому многообразию изменений в составе семян, особенно их липидного комплекса. В процессе хранения происходит не только гидролиз жира и рост его кислотного числа, но и образование других соединений.

Присутствие семян сорных растений, обладающих повышенной интенсивностью дыхания, приводит к повышению температуры зерновой массы, тем самым интенсифицируя протекание биохимических процессов в ней, в частности гидролитических и окислительных. Таким образом, значения перекисных и кислотных чисел в семенах подсолнечника во многом зависят от климатических зон выращивания, условий уборки, очистки, сушки и хранения семян перед переработкой.

Для сохранения семян масличных культур в лучшем состоянии требуется обеспечить их послеуборочное дозревание сушкой или

активным вентилированием, а затем охладить. Правильно проведенное вентилирование атмосферным воздухом в течение 200 ч приводит к повышению качества семян и снижению их влажности.

При хранении семян масличных культур существенную роль играют микроорганизмы. Жиры являются благоприятной питательной средой для многих микроскопических грибов, в результате чего уменьшается содержание жира и особенно резко ухудшается его качество. Происходят при этом изменения и в других соединениях (белки, углеводы и др.).

Если нет условий для обеспечения послеуборочного дозревания, то должно быть организовано быстрое снижение температуры насыпей применением активного вентилирования, вплоть до использования искусственно охлажденного воздуха. Последний способ получил широкое распространение при хранении семян подсолнечника [62].

Быстрое охлаждение насыпей масличных культур необходимо и потому, что процесс самосогревания в них развивается быстрее, чем в насыпях зерновых, и достигает более высоких температур (до 80°C, а иногда и более) и полной порчи семян.

В период хранения посевного материала должна быть исключена возможность его засорения, увлажнения, снижения всхожести. За 10-12 дней до посева проверяют влажность и всхожесть посевного материала. Нарушение условий хранения приводит к снижению не только посевных, но и товарных, и кормовых качеств семян масличных культур.

Подготовленные к посеву и реализации семена хранят в обеззараженных от амбарных вредителей семеновохранилищах напольного, закомного, контейнерного или силосного типов в условиях, предотвращающих их увлажнение, засорение и порчу.

В нашей стране основные типы зернохранилищ – одноэтажные склады с горизонтальными или вертикальными полами вместимостью от 500 до 5000 т и элеваторы. Семеновохранилище очищают, дезинфицируют и хорошо проветривают. В хранилищах семена с кондиционной влажностью размещают отдельно по культурам, сортам, категориям, партиям и хранят при естественно устанавливающихся температуре и относительной влажности окружающего

воздуха. Протравленные семена хранят в изолированном помещении с соблюдением установленных санитарных правил.

Существуют два способа хранения семян – насыпью и в таре. Первый способ – для крупных производственных партий товарного зерна, он позволяет максимально использовать объем зернохранилищ, полностью механизировать загрузку и выгрузку семян, вести наблюдения за хранением и эффективно выполнять необходимые профилактические и оздоровительные мероприятия.

При хранении семян в мешках (пакетах, контейнерах) их укладывают в штабеля на деревянные настилы или поддоны, отстоящие от пола не менее 15 см и от наружных стен хранилища – не менее 70 см. Мешки укладывают в штабель «двойником» или «тройником».

Длина штабеля определяется площадью хранилища и размером партии. Высота должна быть не более: для зернобобовых культур и сои – 8 рядов; других масличных культур – 6 рядов. Для подсолнечника влажностью 8% – 8 рядов, а влажностью 7% – до 12 рядов. Проходы между штабелями для проведения технологических операций, наблюдения за состоянием семян, приема и отпуска их должны быть не менее 1,5 м, а при использовании механизированных средств укладки и транспортирования мешков – не менее 2,5 м. Уложенные в штабели мешки перекалывают через 4-6 месяцев, при этом верхние ряды мешков укладывают в нижний ряд, а нижние – в верхний. При хранении семян насыпью ее высота не должна превышать для масличных и эфиромасличных культур 1,5 м, для остальных – 2 м. В семеновых хранилищах с активной вентиляцией высота насыпи семян зерновых и зернобобовых культур допускается в закромах до 3 м, в силосах – до 5 м.

При хранении семян сои насыпью высота насыпи, в соответствии с техническими требованиями, допускается до 2 м, в бункерах – до 12 м. В мешках хранят семена сои высоких репродукций и из селекционных питомников. Мешки зашивают и укладывают на хранение в штабеля высотой до 8 мешков. Ширина штабеля не должна превышать 2,5 м, а проходы между штабелями и стенами должны быть не менее 0,7 м. Высота слоя насыпи и штабеля мешков зависит от влажности семян сои и не должна превышать следующие пределы (табл. 15) [63].

**Высота слоя насыпи и штабеля мешков семян сои
в зависимости от влажности**

Влажность зерна, %	Высота слоя, м	Число мешков в штабеле
До 12 (сухие)	2,0	6-8
12-14 (средней сухости)	1,5	5-6
14-16 (влажные)	0,7	3-4
Свыше 16 (сырые)	0,3	1

Качество семян рапса, которые были повреждены в результате воздействия неблагоприятных погодных условий или имеют механические повреждения, будет ухудшаться во время хранения быстрее, чем во время хранения высококачественных семян. Такие отрицательные процессы, как окисление, прогрессируют и их трудно замедлить. Здоровые и качественные семена рапса имеют темный, почти черный цвет, иногда черный с синеватым отливом. Блеклый серый и коричневый (или бурый) цвет семян рапса является одним из показателей их повреждения в результате воздействия неблагоприятных погодных условий [64].

В поврежденных семенах образование свободных жирных кислот (FFA) и привкусов (прогоркание) в масле будет происходить более быстрыми темпами. При уровне свободных жирных кислот более 1% рапс труднее сохранить, такая продукция может быть не принята потребителем.

Семена рапса при содержании влаги 8% еще более чувствительны к потере качества и требуют более оперативного охлаждения путем аэрации (принудительного вентилирования). Рапс, хранящийся при высокой влажности или/и с высоким содержанием масла, также подвержен угрозе самовозгорания. При этом процессы порчи в семенах происходят очень быстро – убранный урожай можно потерять за несколько часов. Процессы порчи и плесневения в семенах рапса протекают намного быстрее, чем у зерновых культур.

На рис. 3 показано безопасное содержание влаги для рапса, хранящегося при температуре 25°C, в зависимости от содержания в нем масла. Например, рапс с содержанием масла 35% мож-

но безопасно хранить при 8,5%-ной влажности и температуре около 25°C. Но для рапса с более высоким содержанием масла – около 50% – влажность семян может быть ниже 6,5%, а температура – 25°C.

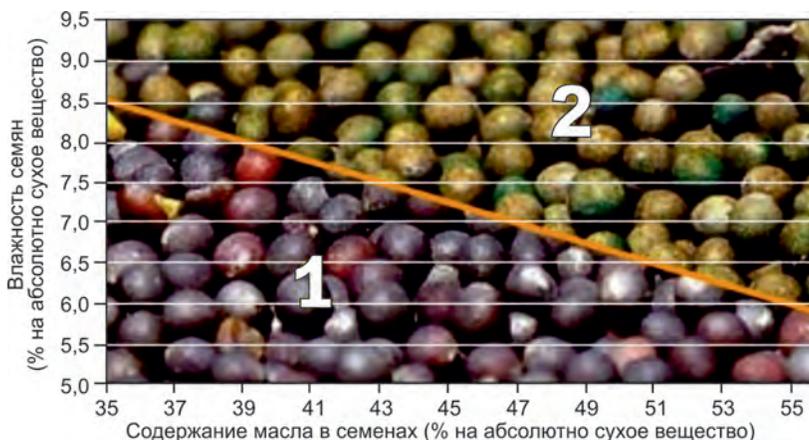


Рис. 3. Оптимальное содержание влаги в рапсе, хранящемся при температуре 25°C, в зависимости от количества масла в нем: 1 – качественные семена рапса; 2 – некачественные семена рапса (бурая или серая окраска)

Для борьбы с насекомыми, повреждающими урожай рапса при хранении, необходимы тщательная очистка бункеров и хранилищ, исключение источников корма и мест для размножения насекомых-вредителей. Снижение температуры семян с помощью охлаждения аэрацией в большинстве случаев останавливает размножение вредителей при охлаждении до 18°C. Для уничтожения насекомых на всех стадиях развития в мировой практике при хранении семян рапса проводят фумигацию.

Идеальным для хранения семян рапса и других масличных культур является силос с коническим основанием и установленными вентиляторами для сушки и аэрации, обеспечивающий газонепроницаемые условия, достаточные для успешной фумигации. Современный силос для хранения рапса в Канаде представлен на рис. 4 [65].



Рис. 4. Современные специализированные силосы для хранения рапса

В процессе хранения семян происходят различные физические явления, поэтому при отсутствии контроля семена могут испортиться и потерять свои качественные показатели. Порядок хранения подготовленных к посеву либо реализации семян определен ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия, согласно которому семена должны храниться в обеззараженных от амбарных вредителей семенохранилищах, в условиях, предотвращающих их увлажнение, засорение и порчу.

Самые распространенные амбарные вредители – клещ, долгоносик могут причинить большой вред семенам во время хранения. Важно помнить, что заражение семян является следствием несоблюдения профилактических мер. Чтобы исключить появление вредителей в посевном материале, следует устранять причину зараженности при хранении.

Стандартами ГОСТ 12036-85 Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб и ГОСТ 12046-85 Семена сельскохозяйственных культур. Документы о качестве установлено, что качество семян, засыпанных в семенные фонды хозяйств, должно быть подтверждено документами, которые выдают на партии, проверенные и соответствующие всем показателям, установленным стандартами.

Положением о сортовом и семенном контроле сельскохозяйственных растений в Российской Федерации определено, что сортовой и семенной контроль проводится в отношении посевов и семян, принадлежащих физическим, а также юридическим лицам, независимо от формы собственности и ведомственной подчиненности, которые осуществляют деятельность по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян сельскохозяйственных растений.

Согласно стандарту ГОСТ Р 52325-2005 для посева используются семена сортов и гибридов, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в определенном регионе. Семена, предназначенные для посева, должны быть проверены на сортовые и посевные качества и удостоверены соответствующим документом [66].

Качество семян высоких репродукций постоянно контролируют в процессе выращивания, послеуборочной обработки, заготовки, хранения, реализации и использования. Контроль бывает сортовой и семенной. Государственный контроль возлагается на специализированный орган – ФГБУ «Россельхозцентр», его областные филиалы и районные отделы.

В процессе семенного контроля, руководствуясь действующим ГОСТом, определяют посевные качества, совокупность свойств семенного материала, характеризующих их пригодность для посева: чистоту, энергию прорастания, лабораторную всхожесть или жизнеспособность, влажность, массу 1000 семян и др.

Для определения посевных качеств от партии семян или ее части (контрольной единицы) отбирают объединенную пробу, которая представляет собой совокупность точечных проб, отобранных от партии семян (контрольной единицы), а из нее – среднюю пробу, для определения качества семян.

К посеву допускаются семена, отвечающие требованиям ГОСТ Р 52325-20005. Запрещается использовать семенной материал, в котором обнаружены семена карантинных сорняков, ядовитых растений, а также живые вредители и их личинки (кроме клещей для РСт не более 20 шт/кг).

Партия семян, предназначенная для рынка, должна иметь Сертификат соответствия, удостоверяющий сортовые и посевные качест-

ва семян. Его получают в системе добровольной сертификации Россельхозцентра путем оценки сортовых и посевных качеств семян в соответствии с международными правилами, действующим на товарном рынке семян в России и международной торговле. Сертификат может выдаваться на партию семян, исключенных из Госреестра, в течение двух лет после исключения [67].

Основными характеристиками, за которыми нужно следить во время хранения семян, являются влажность, температура, состояние по зараженности вредителями и показатели свежести.

Чтобы правильно отобрать образцы для анализа, применяются специальные пробоотборники, которые позволяют определять характеристики семян с поверхностных и глубоких слоев. Для отбора, формирования проб и выделения навесок применяют пробоотборники и щупы различных конструкций по действующей нормативно-технической документации [68].

Аппаратура, используемая для отбора и выделения проб, приведена в приложении А (ГОСТ 29142-91 Семена масличных культур. Отбор проб). Существует много различных типов и вариантов оборудования для отбора проб и их последующего деления, определяемого способами такого отбора.

Также разработаны пробоотборники, предназначенные для отбора проб непосредственно из мешков или промышленных упаковок, которые сразу переносятся в ёмкость для образцов [69, 70].

В целях снижения травмирования семян в процессе перемещения при проведении послеуборочной обработки зерна крупяных, бобовых и масличных культур необходимо руководствоваться инструкцией № 9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы, предусматривающей наименьшее количество перемещений зерна подъемно-транспортными механизмами, недопущения обратной сыпи зерна в нориях, снижение высоты прямых участков падения зерна и другие меры [71].

Влажность является одним из важнейших показателей качества и состояния семян и определяется на всех этапах их производства. Этот показатель служит основанием для установления сроков послеуборочной обработки семян, режимов их хранения и переработки в соответствии с требованиями нормативных документов.

Влажность семян является (независимо от технологий производства) определяющим информативным параметром их состояния, от которого зависят качество, потери, затраты производства и хранения, т.е. экономика хозяйства [72]. Уровень влажности при хранении семян до одного года не должен превышать: для семян подсолнечника, рапса – 7%, сои – 12% [71].

Температура хранения семян – также один из наиболее важных показателей его сохранности. Низкая температура во всей массе семян помогает консервированию урожая и его долгосрочному хранению. Напротив, повышение температуры, которое не подкреплено изменениями наружной температуры, свидетельствует о начале самосогревания, что в скором времени приведет к порче урожая.

При повышении температуры хранящегося зерна, свидетельствующем о возможности развития самосогревания, принимают меры к его охлаждению или сушке, используя для этих целей всю имеющуюся технику по очистке, сушке и активному вентилированию, а также пониженные ночные температуры воздуха. Охлаждение греющегося зерна проводят независимо от метеорологических условий до достижения им температуры, близкой к температуре наружного воздуха.

Учитывать температуру зерновой массы необходимо в разных слоях, которые условно можно разделить на верхний, средний и нижний. Для измерения температуры зерна в насыпях зернохранилищ и на складах применяют термоштанги (например, термоштанга ТШЭ-1-3,5 с цифровым электронным блоком), термощупы с техническими термометрами, индикаторы температуры типа ИТЭ, в элеваторах – электротермометрические установки дистанционного контроля температуры типа ДКТЭ, МАРС М-5 и др.

Если масса хранящегося зерна занимает большие территории, ее необходимо разделить на контрольные зоны (секции) по 100 м² и установить в каждой по три термометра на разной глубине (слоях). К зонам хранения стоит относиться тщательно с так называемой повышенной опасностью. Такое зерно расположено на уровне 40-50 см от пола, 40-75 см от поверхности, а также вдоль стен. Именно в этих слоях чаще всего происходит самонагревание зерна.

При высоте насыпи в складах более 1,5 м в каждой секции устанавливают три термоштанги на разных уровнях (верхний, средний

и нижний). При высоте насыпи не более 1,5 м температуру измеряют в двух слоях – верхнем и нижнем. После очередного измерения температуры зерна термоштанги переставляют в пределах секции на расстоянии 2 м от точки предыдущего измерения в шахматном порядке, изменяя уровень погружения штанги.

Температуру подсолнечника, рапса и мелкосемянных масличных культур проверяют в сроки, указанные в табл. 16 [71].

Таблица 16

Контроль температуры семян подсолнечника, рапса и других мелкосемянных масличных культур

Состояние семян по влажности	Свежеубранные семена	Семена масличных культур, прошедшие послеуборочную обработку, при температуре, °С		
		от 20 до 25	от 20 до 10	10°С и ниже
Сухое и средней сухости	Один раз в 3 дня	Один раз в 5 дней	Один раз в 10 дней	Один раз в 15 дней
Влажное	Ежедневно	-	-	-
Сырое	Ежедневно	-	-	-

Состояние по зараженности вредителями. Этот контроль позволяет вовремя уничтожить опасных вредителей. Для исследования зерновой массы необходимо брать точечные пробы зерна по слоям. Это можно выполнить с помощью щупа или пробоотборника, применения ловчих зондов, ультразвука и других методов [73].

Показатель свежести определяется запахом и цветом зерна. Так, спиртовой запах свидетельствует об интенсивном анаэробном дыхании зерновой массы. Запах плесени – активное развитие пагубных микроорганизмов. Солодовый запах указывает на прорастание зерна и семян, потемнение зерна может быть свидетельством начавшегося процесса самосогревания. Для того чтобы сохранить урожай семян, необходимы регулярные проверки качества и технологических режимов хранения семян [74].

4.1. Приборы контроля качества семян при хранении

Для контроля влажности семян масличных культур в процессе производства и хранения разработано и применяется значительное

количество средств измерений, выпускаемых многими отечественными и зарубежными (Япония, США, Финляндия, Германия и др.) фирмами [75].

Ряд российских предприятий выпускают универсальные и портативные влагомеры для определения массовой доли влаги и температуры зерновых, масличных и других культур (табл. 17).

Таблица 17

Отечественные приборы для определения влажности зерновых и масличных культур

Модель влагомера	Основные характеристики			
	диапазон измерения влажности, %	время измерения, с	абсолютная погрешность измерения, %	масса прибора, кг
АТПАЗ-01	6-43	45	0,8-2	2,0
Фауна-М	3-38	10	0,5-1	0,33
Эвлас-5 (со штангой)	10-23	30	1,2-2,5	1
Эвлас-2М	0,1-99,8		0,2	6,3

Значительное количество современных приборов для измерения влажности зерновых и масличных культур выпускают зарубежные фирмы. Так, **анализаторы влагосодержания серии МС** фирмы «Ohaus» (Швейцария) созданы специально для быстрого измерения показателя влажности зерновых и бобовых культур и других семян. Выпускаемые модели имеют диапазон измерения влажности 3-35% (МС1000) и 3-45% (МС2000), а также позволяют определять температуру семян в пределах 0-50°С.

Анализаторы влажности зерна РМ-650 и РМ-610 фирмы «Kett» (Япония) предназначены для оперативного измерения влажности зерновых, бобовых культур, семян, продуктов их переработки в условиях уборки, при послеуборочной обработке, сушке, хранении и переработке.

Влагомер зерна РМ-650 (рис. 5) – один из лучших приборов среди экспресс-влагомеров, так как располагает большим количеством заложенных градуировок сельскохозяйственных культур (до 99) в память прибора, в том числе подсолнечника, сои, рапса,

и наибольшим набором функций. Прибор имеет диапазон измерения влажности от 1 до 40% (погрешность измерения 0,2-0,5%), автоматическую корректировку погрешности, возникающую из-за возможной разности температур зерна и датчика, позволяет определять натуру в г/л, подключать принтер для распечатки полученных показаний.



*Рис. 5. Анализаторы влажности зерна:
PM-650 (а) и Аквататик 5200 (б)*

Предлагаемый фирмой «Pertен Instruments» (Швеция) влагоанализатор с блоком определения натуры Аквататик **5200** (см. рис. 5) позволяет быстро и точно измерять содержание влаги в зерне, соевых бобах, масличных и других культурах на основании их диэлектрической постоянной, измеряемой на определенной частоте. При этом нет необходимости размола исследуемого материала. Прибор позволяет за несколько секунд определять с высокой точностью не только влажность, но и натуру. Время определения влажности – 10 с, точность – 0,25% [76].

Высокоточные, многофункциональные микропроцессорные экспресс-влагомеры WILE-78 WILE-55 и WILE-65 (табл. 18) выпускает фирма «Farmcomp» (Финляндия) [77]. Приборы «запоминают и усредняют» до 99 результатов измерений. Пользователь имеет возможность подстраивать калибровку приборов по показаниям сушильного шкафа.

Техническая характеристика экспресс-влажмеров WILE

Показатели	WILE 78	WILE 65	WILE 55
Общий вид			
Назначение	Экспресс-измерение влажности с размолом семян 23 культур, в том числе подсолнечник, соя, рапс	Экспресс-измерение влажности и температуры при уборке, хранении и переработке, 16 культур, в том числе подсолнечник, соя, рапс	
Диапазон измерения влажности, %	Подсолнечник – 4,4-43 Соя – 4-36 Рапс – 5-28,2	Для масличных культур – 5-25	
Диапазон измерения температуры, °С	-	0-70	-
Точность измерения влажности в рабочем диапазоне, %	0,1	0,5-1,0	
Число встроенных калибровок	23	16	
Масса, кг	0,92	0,8	

Для повышения точности влагомер зерна с размолом WILE 78 предназначен для экспресс-измерения влажности зерновых, зернобобовых и масличных культур (всего 23 культуры), оснащен двумя термодатчиками, которые измеряют температуру окружающего воздуха и непосредственно исследуемого образца. Это позволяет исключить влияние разности температур во время замера и получить наиболее точный результат.

WILE 65 с алфавитно-цифровым дисплеем измеряет содержание влаги в цельных зернах и семенах, а также температуру в диапазоне от 0 до 70°C с помощью зондового датчика WILE 651. Длина датчика – 100 см, погрешность измерения температуры – 2°C.

WILE 55 с цифровым дисплеем откалиброван на каждый из 16 продуктов, в том числе рапс, семена подсолнечника и соевые бобы. В памяти прибора хранятся результаты измерений и последний режим работы, предусмотрено возвращение к заводской калибровке.

Быстродействующий влагомер зерна HE Lite фирмы «Pfeuffer» (Германия) предназначен для измерения влажности (экспресс-анализ) зерновых, бобовых и масличных культур в условиях уборки, послеуборочной обработки, хранения и переработки.

Многофункциональный влагомер зерна HE Lite имеет расширенный диапазон измерения влажности зерновых культур, механизм ручной мельницы для размола зерна, который позволяет получить более точные результаты, автоматическую компенсацию температуры зерна [75].

Диапазон влажности влагомером HE Lite для масличных культур: подсолнечник – 5-25%, соевые бобы – 5,5-24, рапс 6-34%.

Влагомер HE-50 фирмы «Pfeuffer» (рис. 6) представляет собой микропроцессорный электронный прибор, имеющий свыше 150 калибровок для различных, в том числе масличных, культур. Диапазон измерения влажности масличных – 4,5-29 %, масса – 3,2 кг.



Рис. 6. Влагомеры зерна HE Lite (а) и HE-50 фирмы «Pfeuffer» (б)

Новейшие микропроцессорные технологии для измерения влажности используются в продукции фирмы «Singar Technology» (Великобритания).

Так, портативный погружной влагомер Грейнспиер 6300 (Grain-spear 6300) Singar позволяет определять влажность и температуру в насыпи сельхозпродукции на глубине до 2 м и в мешках. Результат фиксируется без взятия пробы, взвешивания и измельчения. Управляемый микропроцессором зерновой влагомер-термоштанга позволяет производить измерения различных культур, включая подсолнечник, сою и рапс в широком диапазоне влажности [77]. Анализатор влагосодержания поставляется с калибровками на ряд культур, включая масличные.

Анализатор AP6060 применяется для определения содержания влаги в различных зерновых и масличных культурах без предварительной пробоподготовки в диапазоне 1-35%. Позволяет одновременно измерять содержание влаги, насыпную плотность (натуру) зерна, массу и температуру цельного зерна всего за 6 с. Прибор поставляется с готовыми калибровками на зерновые, горох, бобы, лён и масличные культуры (подсолнечник, соя, рапс). Память прибора рассчитана на 25 калибровок на различные культуры, прибор может подключаться к портативному принтеру или ПК для выгрузки результатов анализа, а также для проверки, переноса и обновления калибровок.

Экспресс-анализатор влагосодержания в цельном зерне AgriPro 6095 Singar позволяет определять влажность зерновых и масличных культур без предварительной подготовки образцов. В прибор можно загрузить до 19 калибровок на разные культуры. Диапазон измерения: влажность – 5-45%, точность – 0,5%, время – 10 с.

Для измерения влажности компанией «CEM Corp.» (США) разработан микроволновый влагомер нового поколения SMART 6, в котором весь образец нагревается равномерно, благодаря чему повышается точность измерения влажности. Время измерения составляет 60-90 с. Кроме того, влагомер SMART 6 может работать в комплекте с ЯМР-анализатором жира ORACLE компании «CEM Corp.» [78, 79].

Кроме 1-2-компонентных измерителей влажности и температуры разработано большое количество приборов, позволяющих

измерять и анализировать одновременно несколько показателей, определяющих качество масличных культур: влажность, белок, масличность, содержание кислот и другие показатели. Как правило, это аналитические приборы, основанные на методе ИК-спектроскопии. Такие приборы выпускает компания «ЭКАН» (Россия). Анализаторы ИНФРАСКАН (мод. 1050, 1350, 210) применяются для определения целого ряда показателей качества масличных и других культур: влажность, белок (протеин), жир (масличность), белизна, зольность, клетчатка, кальций и др.

Для анализаторов ИНФРАСКАН разработано значительное количество калибровок по расчету показателей по градуировочным уравнениям для различных культур и компонентов, обновляемых через Интернет.

Компанией «ЛЮМЭКС» (Россия) разработана линейка инфракрасных анализаторов ИнфраЛЮМ® ФТ-40, ИнфраЛЮМ® ФТ-12. За одно измерение в течение 1,5 мин без предварительной пробоподготовки можно определить комплекс таких показателей, как содержание белка, жира, крахмала, клетчатки, влажность и др. (табл. 19).

Таблица 19

**Диапазоны измерения компонентов с помощью анализаторов
ИнфраЛЮМ ФТ®-12**

Показатели	Диапазон измерений, %
Подсолнечник	
Масличность	32-55
Влажность	4,5-7,5
Белок	13-24
Олеиновая кислота	40-90
Масличность	38-50
Рапс	
Влажность	5-24
Протеин	18-26
Глюкозинолаты, ммоль/кг	11-64
Эруковая кислота	0-5,3

Показатели	Диапазон измерений, %
Соя	
Белок	28-48
Влажность	8-17
Жир	16-23
Клетчатка	5-11

Кроме показателей качества семян анализаторы ИнфраЛЮМ ФТ®-12 позволяют измерять влажность, жир, протеин и клетчатку в жмыхе и шроте подсолнечника, сои и рапса.

Значительное количество анализаторов содержания влаги, белка и масла разработано зарубежными компаниями: «Perten Instruments» (Швеция), «FOSS» (Дания), «BUCHI» (Швейцария) и др. Характерной особенностью таких анализаторов является небольшое время измерений, широкий спектр калибровок масличных культур, построенных на основе глобальной базы данных, наличие **системы самодиагностики** [75].

Комплексным планом научных исследований «Развитие селекции и семеноводства масличных культур» подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства масличных культур в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы предусмотрена разработка современных инструментальных экспресс-способов определения показателей качества (масличность, влажность и массовая доля специфических жирных кислот в масле) семян подсолнечника, сои и рапса. Поэтому значительный интерес представляет универсальный инфракрасный анализатор DA 7250 выпускаемый компанией «Perten Instruments» (рис. 7), предназначенный для измерения содержания влаги, белка, жиров/масел, различных кислот, золы в сырье, клетчатки, крахмала и других параметров в масличных и зерновых культурах, а также другой сельскохозяйственной и пищевой продукции. Анализатор имеет малое время измерений (6 с) и широкий спектр калибровок для измерения показателей качества масличных культур (табл. 20) [80].



Рис. 7. Экспресс-анализатор DA 7250 компании «Perten Instruments»

Таблица 20

**Калибровки для масличных культур
анализатора DA 7250 (фрагмент)**

Показатели	Диапазон, %	Подготовка пробы
<i>Семена рапса</i>		
Влажность	3,6-16,8	Нет
Масличность	27,7-52,8	Нет
Протеин	15,2-32	Нет
Зольность	3,2-5	Нет
Хлорофилл (ppm)	0,7-34	Нет
Олеиновая кислота*	11,5-66,7	Нет
Линолевая кислота*	11,3-29,9	Нет
Линоленовая кислота*	2,6-14,8	Нет
Пальмитиновая кислота*	3-5,6	Нет
Стеариновая кислота*	0,9-3	Нет

Показатели	Диапазон, %	Подготовка пробы
Эйкозеновая кислота*	0,6-12,1	Нет
Эруковая кислота*	0,04-3,1	Нет
Насыщенные жирные кислоты*	4,7-7,1	Нет
Глюкозинолаты (мкмоль/г)*	6,3-123	Нет
<i>Соевые бобы</i>		
Влажность	3-16	Нет
Масличность	15,8-24,3	Нет
Протеин	32,5-53,6	Нет
Зольность	4,6-6,2	Нет
Клетчатка	4,2-8,6	Нет
Олеиновая кислота*	13,8-47,3	Нет
Линолевая кислота*	38,8-71,2	Нет
Линоленовая кислота*	1,1-14,2	Нет
Пальмитиновая кислота*	3,3-13,7	Нет
Стеариновая кислота*	2,5-5,3	Нет
Пролин*	1,5-3,2	Размол
Глицин*	1,3-4,9	Размол
Аланин*	1,4-3	Размол
Цистеин*	0,01-1,1	Размол
Валин*	1,4-3,7	Размол
Метионин*	0,4-1	Размол
Изолейцин*	1,1-2,6	Размол
Лейцин*	1,5-4,2	Размол
Тирозин*	0,8-2,5	Размол
Фенилаланин*	1,4-3,1	Размол
Лизин*	1,1-3,4	Размол
Гистидин*	0,8-4	Размол
Аргинин*	2,2-4,5	Размол
Триптофан*	0,2-0,6	Размол
<i>Семена подсолнечника</i>		
Влажность	4,1-11,4	Нет
Масличность	36,2-52,7	Нет
Олеиновая кислота*	19,9-92	Нет
Линолевая кислота*	2,4-67,6	Нет

*Калибровки входят в расширенную версию пакета.

Кроме показателей семян масличных культур для анализатора DA 7250 разработаны соответствующие калибровки для измерения показателей шротов и жмыхов подсолнечника, рапса и сои, а также соевой муки, лузги, соевых хлопьев и других продуктов переработки масличных культур.

Одним из наиболее перспективных методов для целей количественного анализа в масложировой отрасли считается метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В настоящее время в России и странах СНГ активно используется комплекс инструментального контроля масличности и влажности семян, жмыха, шрота и лузги на основе ЯМР-анализаторов АМВ-1006М, разработанных и выпускаемых во ВНИИМК. Данный комплекс обеспечивает экспрессность, повторяемость и воспроизводимость результатов измерений для предприятий и организаций, занимающихся селекцией, семеноводством, производством масличных семян, а также их заготовкой, хранением и переработкой.

Для сокращения времени подготовки пробы образцов с 30-60 до 1 мин при измерении показателей в холодное время года, разработана экспресс-методика подготовки анализируемых проб с использованием предварительной СВЧ-обработки образцов [81].

Помимо определения содержания твердых фаз в жирах, масличности и влажности, методы ЯМР позволяют контролировать и ряд других показателей качества, например, содержание олеиновой кислоты в масле семян, кислотного числа растительных масел лецитинов и др.

Таким образом, создание новых методик на основе ИК- и ЯМР-анализаторов позволяет расширить возможности использования и повысить точность результатов измерений в области контроля показателей при хранении масличных культур и в масложировой отрасли [82].

5. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Содержание и качество масла зависит от видовых и сортовых особенностей масличных культур, места и условий выращивания, применения удобрений, сроков созревания, уборки и хранения.

Масло из семян извлекают двумя основными способами:

- механическим, в основе которого лежит прессование измельченного сырья;
- химическим (экстракционным), при котором специально подготовленное масличное сырье обрабатывают органическими растворителями.

Но чаще всего используется комбинированный способ, при котором часть масла предварительно отжимают на прессе, а полученный жмых экстрагируют растворителем.

Принципиальная технологическая схема переработки маслосемян: очистка семян от примесей; подсушивание в сушильных агрегатах; шелушение; разделение рушанки; измельчение ядра в мятку; влаготепловая обработка в специальных аппаратах при температуре 105-120°C, при которой происходит денатурация белков, появляющиеся вещества, придающие маслу специфические вкус и запах, а также более интенсивная окраска; извлечение масла прессованием или экстракцией; очистка масла [83].

Для очистки семян масличных культур применяют сепараторы различных конструкций. Сушку семян до оптимальной влажности, необходимой для нормального течения технологического процесса, проводят в пневматических, барабанных или шахтных сушилках с соблюдением установленных режимов.

5.1. Механические способы переработки

Масло из мятки получают путем механического отжима под высоким давлением – прессованием. Применяют два способа прессования – холодное и горячее. При холодном прессовании мятку прессуют без предварительной тепловой обработки. Выделенное таким способом масло имеет более светлый цвет, сохраняет натуральный вкус и запах масличного сырья. Однако масло получается

мутным в связи с переходом в него белковых и слизистых веществ; оно менее стойко в хранении.

При горячем прессовании для увеличения выхода масла измельченные семена перед прессованием подвергают обжарке. При повышении температуры вязкость масла уменьшается, оно быстрее и полнее выделяется, белковые и слизистые вещества коагулируют и легко отделяются фильтрацией, в результате чего масло получается прозрачным. Вкус и аромат его усиливается за счет веществ, образующихся при жарке, но натуральный вкус ослабевает или полностью исчезает, масло приобретает более темный цвет, в нем увеличивается количество свободных жирных кислот.

Чтобы ослабить неблагоприятное действие повышенных температур, не снижая выхода масла, применяют двукратное прессование. Перед прессованием мятку увлажняют паром до содержания в ней 10-12% воды, нагревают до 80-90°C и производят предварительное прессование на прессах при относительно небольшом давлении. При этом из семян выпрессовывается большая часть масла в виде высокоценного продукта. Оставшуюся маслянистую массу высушивают при 115-120°C до влажности 5% и подвергают окончательному прессованию при более высоком давлении. Масло, полученное в результате окончательного прессования, имеет более темную окраску и повышенную кислотность. В жмыхе остается 5-7% жира и более.

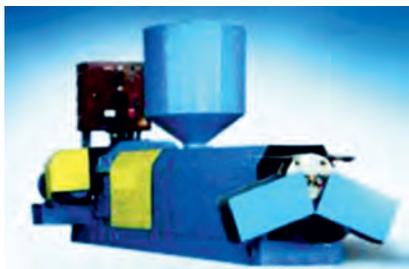
Отечественной промышленностью для переработки масличных культур выпускается большое количество различных машин и оборудования: сушильно-очистительное оборудование, оборудование для шелушения, обрушивания и измельчения маслосемян, машины и оборудование для производства растительных масел (маслопрессы различной производительности, экструдеры, технологические линии, машины для очистки масел и др.) [84].

Маслопрессы для производства растительного масла представляют собой двухвальный шнековый пресс-экструдер, предназначенный для одновременного измельчения и нагрева необрушенных семян масличных культур с непрерывным сжатием этой массы и разделением ее на растительное масло и жмых.

Так, для переработки семена практически всех масличных культур (подсолнечник, соя, рапс, клещевина, горчица и др.) маслич-

ностью не ниже 15%, доведенные до складской кондиции (средней сухости, очищенные от сорных примесей) пригодны маслопрессы горячего прессования УЭП-100, 150, 250, 450 (рис. 8а) производительностью до 450 кг/ч (ООО «Спецпродмаш», г. Белгород) [85].

Маслопрессы серии ПХП (ПХП-100, 200, 500 и 1000, Украина) (рис. 8б) предназначены для отжима растительного масла из семян рапса, подсолнечника (обрушенного и необрушенного), сои, льна, горчицы и других масличных культур методом холодного прессования. Процесс экстракции масла происходит при температуре не более 50°C, сохраняя таким образом практически все ценные вещества и витамины. Маслопрессы работают как с цельнозерновым материалом, так и с частично обрушенным, с большой степенью обрушки. Допускается использование в качестве сырья жмыха для повторного отжима, что позволяет добиться высокого процента выхода масла и показателя содержания протеина [86].



а



б

Рис. 8. Маслопресс УЭП-450 (а) и маслопрессы ПХП-1000 (б)

Компания «Агроинжиниринг» (г. Новосибирск) на основе маслопресса АР-500 комплектует различные линии: двукратного отжима (холодный отжим), двукратного отжима с экструдированием (холодный + горячий отжим), однократного отжима с экструдированием, однократного холодного отжима [87].

ЗАО «АДМ-ДЕМЕТРА» (Россия) выпускает комплекты оборудования на основе маслопрессов малой (табл. 21), средней (табл. 22) и высокой производительности (рис. 9, табл. 23) для холодного отжима растительных масел из семян практически любых масличных культур, а также другое оборудование для маслозаводов.

Маслопрессы малой производительности

Культура	АМ100		АП12		ПШМ250		АМ500	
	кг/ч*	%**	кг/ч*	%**	кг/ч*	%**	кг/ч*	%**
Подсолнечник	40-80	10-12	60-70	12-14	200-250	18-20	350-400	10-12
Рапс	-	-	-	-	-	-	350-400	10-12
Соя	-	-	-	-	-	-	350-400	8-10

* Производительность.

** Остаточная масличность жмыха.

Маслопрессы средней производительности

Культура	АМГОМ500		АММ750		АА77	
	кг/ч*	%**	кг/ч*	%**	кг/ч*	%**
Подсолнечник	400-450	8-10	450-500	9-11	450-500	8-10
Рапс	400-450	8-10	450-500	9-11	450-500	8-10
Соя	350-400	6-8	450-500	7-9	450-500	6-8

* Производительность.

** Остаточная масличность жмыха.

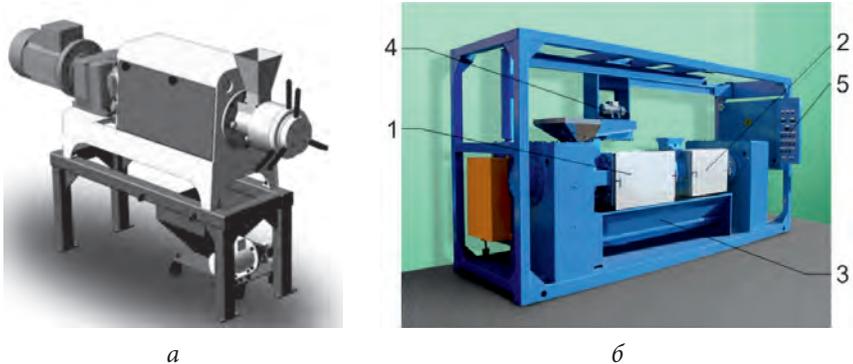


Рис. 9. Маслопресс АР-500: производительность в сутки – 7-21 т, остаточная масличность жмыха – от 4,8% (а); маслопресс АА80: 1 – пресс предварительного отжима АП80; 2 – пресс окончательного отжима АМ80; 3 – маслосборник механизированный; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – пульт (б)

Маслопрессы высокой производительности

Культура	АА80		АМ1000	
	кг/ч*	%**	кг/ч*	%**
Подсолнечник	500-600	10-12	1000-1100	11-13
Рапс	500-600	10-12	1000-1100	11-13
Соя	500-600	8-10	-	-

* Производительность.

** Остаточная маслячность жмыха.

Промышленные маслопрессы предназначены для переработки семян масличных культур на масло и жмых способом тройного прессования с использованием схемы «глубокого» отжима, которая предусматривает: двойное предварительное прессование семян; охлаждение жмыха; дожим охлажденного жмыха и осыпи, поступающей с фильтра очистки масла, прессом окончательного отжима. Технология «холодного» прессования исключает предварительную термообработку и пригорание продукта и обеспечивает высокие вкусовые качества полученного масла, сохраняя природный минеральный и витаминный состав [88].

При переработке масличных культур особое внимание уделяется технологии и оборудованию для горячего двукратного отжима, предлагаемым компанией «Oilpress» (Украина), которые используются в основном для переработки семян подсолнечника, рапса и позволяют получить максимальный выход масла.

Технологические линии горячего двукратного отжима (без использования технологии экстракции) компании «Oilpress» позволяют произвести растительное масло с высокими потребительскими показателями (пищевая ценность, срок хранения, внешний вид). Масла, полученные горячим двукратным отжимом, окрашены интенсивнее, чем масла холодного отжима, и более ароматизированы за счет продуктов распада, которые образуются во время нагревания.

При такой технологии мятку увлажняют паром до содержания влаги в ней до 10-12%, нагревают до 80-90°C и предварительно прессуют при небольшом давлении в форпрессе. Из семян выходит

большая часть масла. Оставшаяся маслянистая масса высушивается при 120°C до содержания влаги 5% и подвергается окончательному прессованию при более высоком давлении в экспеллере. В жмыхе содержание масла снижается до 6%.

Такой комплект оборудования позволяет получить не только масла, но и ценный высокобелковый продукт – жмых, используемый в основном при производстве корма для животных. Кроме того, в процессе производства образуется лузга, которую можно переработать на топливные брикеты [89].

Компанией «Oilpress» выпускаются также оборудование для переработки сои и линия холодного отжима. При технологии однократного холодного прессования мятка отжимается без предварительной тепловой обработки. Масло, полученное холодным способом прессования, сохраняет натуральный вкус, запах и имеет светлую окраску. Масла холодного отжима, произведенные при температуре не выше 50°C, гарантируют сохранность в них ценных элементов (например витамины Е, К, провитамин А, полисахариды и моносахариды), содержащихся в маслосеменах, без которых не может обходиться ни один организм. Однако такая технология имеет существенный недостаток – произведенное таким образом масло не может долго храниться, быстро мутнеет и прогоркает.

Для совершенствования процесса отжима и увеличения объема получаемых масел применяют специальное оборудование – экструдеры, оснащенные вращающимся шнеком, проходящим через закрытую камеру, которая на конце сужается и переходит в концевую форсунку. Материал, поступающий в экструдер, сжимается с помощью шнека, интенсивно перемешивается и разминается. Трением выделяется тепло, поэтому материал также нагревается. Таким образом, он оказывается сжатым под высоким давлением в малом пространстве камеры и одновременно нагревается до требуемой температуры. Все необходимые процессы превращения белков и угнетения антипищевых веществ протекают благодаря давлению и температуре необыкновенно быстро (несколько секунд).

Важным моментом является выход (вылет) материала из напорной камеры экструдера. Содержащаяся в семенах вода при рабочей температуре экструдера около 120°C и благодаря давлению внутри экструдера находится все еще в жидком состоянии. Но как только

материал выйдет за пределы камеры через выходную форсунку, давление резко падает и вода мгновенно испаряется (экспандирует). Эта экспансия очень интенсивна и охватывает воду внутри клеток обрабатываемого материала. Таким образом, клетки интенсивно разрушаются, и из них легче высвобождается содержащееся внутри масло [90].

Этот процесс позволяет продезинфицировать сырье, устранить все вредные вещества, увеличить объем зернового продукта и улучшить его усвояемость животными до 90%, повысить до 72 % растительного масла от исходного содержания.

Компания «Oilpress» выпускает экструдеры для сои, рапса и других масличных культур производительностью 50-6000 кг/ч, а также маслопрессы производительностью от 200 кг/ч до 200 т в сутки, которые встраиваются в производственные линии.

Экструдирование сои позволяет получать экструдированную полножирную сою, соевое масло, а с использованием маслопресса – соевый жмых и подготовить сырье для дальнейшей переработки в технологической цепочке. Переработка сои может производиться разными современными технологиями для получения соевого масла и высокопротеинового жмыха.

В экструдере соя подвергается воздействию температуры (130-160°C) и резкому перепаду давления (от 20 до 80 атм.) в момент выброса продукта из экструдера. Далее она перемещается в форпресс, при этом влага частично испаряется. Из маслопресса выходит высокопротеиновый жмых, который отправляется в специальную дробилку. Поддробленный жмых поступает в экспеллер, а затем его охлаждают и отправляют на хранение.

Соевое масло, после форпресса и экспеллера проходит через вибросито на маслофильтр, где происходит фильтрация продукта.

Маслопресс для сои производит качественный высокопротеиновый жмых. Экструдер позволяет подготовить сырье и, соответственно, улучшить результаты технологического процесса. Много зависит от влажности культуры. Если целью производства является экструдированная соя, то в технологической линии пресс не используется.

Экструдеры выпускают разные фирмы. Эти машины широко применяются не только для производства масла при переработке

масличных культур, но и при производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы, а также для изготовления полножирного шрота сои с повышенной усваиваемостью и очисткой от вредных микроорганизмов и веществ.

Компания «Агроинжиниринг» производит несколько модификаций экструдеров для переработки сои и зерновых культур (табл. 24), а также технологические линии экструдирования на их основе.

Таблица 24

Экструдеры для переработки сои и зерновых культур

Показатели				
	ES-380	ES-500	ES-1000	ES-1250
Производительность, кг/ч	330-380	400-500	800-1000	1000-1250
Мощность привода, кВт	37	45	90	110
Масса, кг	650-720	720	2050	2130

Экструдер ES-1250 работает как в автоматическом, так и в ручном режиме. Запуск экструдера осуществляется от одной кнопки, система управления сама переводит экструдер в рабочий режим (добавляет воду, регулирует подачу сырья) [91].

Оборудование для экструдирования сои и использования в кормопроизводстве или последующего отжима соевого масла на прессах выпускается на Украине (пресс-экструдер ПЕС-250, производительность – 250-300 кг/ч), в Чехии (соевые экструдеры, производительность – от 20 до 1000 кг/ч) и др. [92, 93].

Российская компания «ЖАСКО» производит прессы маслоотжимные шнековые серий МШ (производительность – 60-220 кг/ч), ПМ (до 3 т/ч), МПШ (300-800 кг/ч), а также пресс дожима (экспеллер) ПДМ (500 кг/ч) и др. (рис. 10).

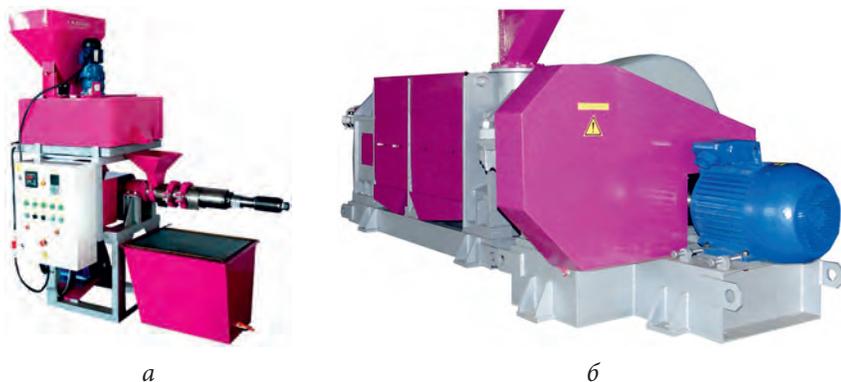


Рис. 10. Пресс маслоотжимной шнековый МШ-200 методом холодного прессования с подогревом сырья производительностью 200-220 кг/ч (а); пресс шнековый МПШ-300, 500, 800 для холодного или горячего прессования масличных культур по схемам одно- или двукратного прессования производительностью 300-800 кг/ч (б) [95]

Компанией производится линии отжима растительного масла по различным технологиям (однократное холодное прессование, однократное горячее прессование, двукратное горячее и холодное прессование, двукратное горячее и холодное прессование с экструзией) и другое оборудование [94].

Для переработки масличных культур значительный интерес представляют системы ExPress® компании «Insta-Pro International®» (США), работающие без использования химических веществ, которые подходят для всех масличных культур. Это наиболее эффективная технология переработки семян сочетает в себе сухую экструзию с непрерывным механическим отжимом масла и позволяет эффективно получать высококачественное масло и белковый продукт из различных масличных культур для использования в пищевых и кормовых целях [97].

При обычной технологии получения масла сырье подвергается значительному многократному нагреванию. В итоге жмых теряет цвет, иногда в результате перегревания белок разлагается, что снижает его питательную ценность. Технология сухой экструзии устраняет этот недостаток, поскольку сырой продукт находится под воздействием высоких температур очень незначительное время

(5-6 с). При этом температура, получаемая в экструдере INSTA-PRO в результате трения, позволяет подвергнуть семена тепловой обработке, стерилизовать, стабилизировать, дегидратировать, а также изменить структуру продукта. При экструдировании цельной сои, рапса, подавляются их антипитательные свойства. Это дает возможность использовать жмых этих культур в рационах животных без дополнительной тепловой обработки. После экструзии активность ингибитора трипсина в сое подавляется более чем на 90% с сопутствующим понижением уровня растворимости белка с 88 до 12-13%, что имеет большое значение для жвачных животных. Содержание фермента мирочинаяза, гидролизующей глюकोзинолаты в рапсе подавляется на 92% и он перестает быть неактивным.

Количество полученного масла зависит от многих факторов: содержания масла и влаги в сырье; регулировки пресса; температуры и влажности сырья, поступающего на пресс. Резкий перепад давления при выходе сырья из экструдера (в процессе экструдирования создается давление до 40 атм.) способствует разрыву стенок клеток, в том числе и жировых, поэтому масло легко отжимается на горизонтальном маслопрессе INSTA-PRO (до 70% от исходного за один проход через пресс).

Масло, выходящее из-под горизонтального пресса, в течение нескольких часов отстаивается, осадок оседает и отфильтровывается чистый продукт.

При **переработке подсолнечника** процесс отжима масла проводится по технологии Пресс/ЭксПресс™, которая предусматривает холодный отжим, экструдирование жмыха и последующий отжим масла из экструдата (рис. 11).

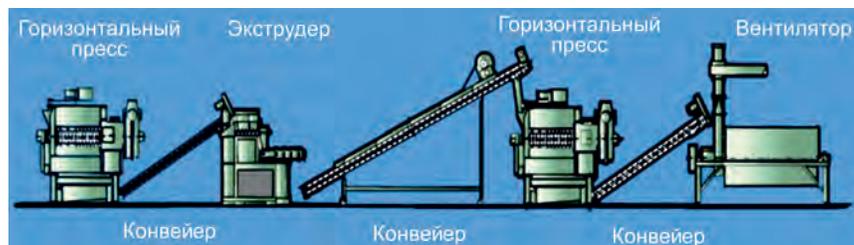


Рис. 11. Схема процесса отжима масла подсолнечника по технологии Пресс/ЭксПресс™

Семя подсолнечника экструдировать при температуре 116-127°C, на пресс оно поступает при 82-88°C, выходная температура жмыха – 82-88°C. Полученные по технологии INSTA-PRO подсолнечный жмых и масло характеризуются следующими показателями качества (табл. 25, 26).

Таблица 25

**Химический состав и энергетическая ценность
экструдированного подсолнечного жмыха**

Показатели	Экструдированные	
	семена	жмых
Влажность, %	3,65	5,34
Сырой жир, %	39,49	9,52
Сырой протеин, %	17,54	24,57
Клетчатка, %	16,00	29,90
Зола, %	3,34	4,74
Сумма углеводов, %	35,98	55,80
БЭВ, %	19,98	25,93

Таблица 26

Показатели качества экструдированного подсолнечного масла

Показатели	Значение	Показатели	Значение
Йодное число	145	Фосфор, мг/кг	48,7
Свободные жирные кислоты, доля от масла, %	0,375	Кальций, мг/кг	27,8
		Магний, мг/кг	9,75
Влага и летучие вещества, %	0,094	Железо, мг/кг	0,614
		Цинк, мг/кг	0,165
Температура воспламенения, °С	173,6	Медь, мг/кг	0,024
		Никель, мг/кг	0,024
Перекисное число, ммоль/кг	2,43	Анизидиновое число	0,5
		Олеиновая кислота, %	14,8
Хлорофилл, мг/кг	0,27	Линолевая кислота, %	71,8

Для **переработки сои** по технологии компании «INSTA-PRO ЭксПресс™» предусматривается однократное отжатие масла из соевых бобов, после их экструдирования (рис. 12).



Рис. 12. Схема процесса отжима соевого масла по технологии компании «INSTA-PRO ЭксПресс™»

При выходе из экструдера соевые бобы нагреваются до 145-150°C при давлении 40 атм. Время пребывания сои в экструдере – менее 30 с. Экструдированная соя поступает на пресс при температуре 82-93°C. Полученные по технологии INSTA-PRO соевый жмых и масло имеют следующие показатели качества (табл. 27, 28).

Таблица 27

Показатели качества экструдированного соевого жмыха

Показатели	Соя		ЭксПресс жмых
	сырая	экструдированная	
Влажность, %	11,04	5,62	6,26
Жир, %	17,60	18,78	6,04
Сырой протеин, %	37,96	38,44	45,67
УреазарН	2,00	0,09	0,02-0,06
Активность ингибитора трипсина, мг/г	34,00	Менее 4,4	Менее 4,4

Таблица 28

Показатели качества экструдированного соевого масла

Показатели	Соя		ЭксПресс жмых
	сырая	экструдированная	
Неомыляемые вещества, %	0,98	1,60	0,30
Перекисное число, ммоль/кг	0-1,0	2,40	0,00
Влага и летучие вещества, %	0,03	0,30	0,06
Йодное число	1,33	1,32	1,33
Свободные жирные кислоты	0,14	0,3-0,7	0,05
Фосфатиды, %	0,20	1,5-2,5	0,01-0,5

Процесс отжима масла из семян рапса по технологии Пресс/Экспресс™ предусматривает холодный отжим, экструдирование жмыха и последующий отжим масла из экструдата (рис. 13).



Рис. 13. Схема процесса отжима рапсового масла по технологии компании «INSTA-PRO Экспресс™»

По имеющимся данным [98], экструдированное масло в сравнении с маслом, получаемым по обычной технологии, содержит больше токоферолов, меньше фосфолипидов, хлорофилла, свободных жирных кислот и перекисей, поэтому имеет более длительный срок хранения, обладает хорошей текучестью, легко рафинируется.

Для получения масла и жмыха используется «сухой» экструдер INSTA-PRO и горизонтальный маслопресс INSTA-PRO. Наиболее мощные экструдер и маслопресс из линейки оборудования компании «INSTA-PRO International®», представлены на рис. 14 [99, 100].

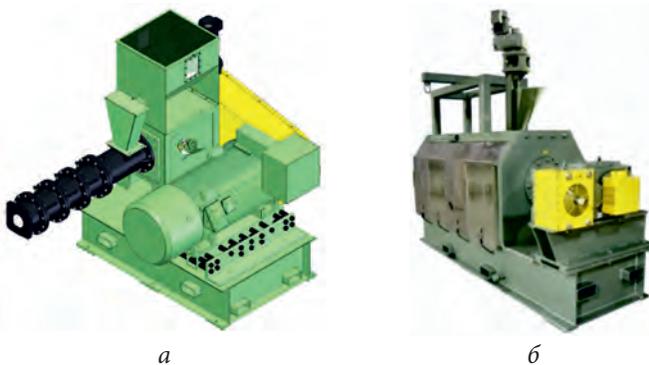


Рис. 14. Экструдер серии 9000 производительностью 3,4-3,6 т/ч (а) и пресс-модели 5005 производительностью 1,7-1,9 т/ч (б) компании «INSTA-PRO International®»

Компания «FARMET» (Чешская Республика), разрабатывает различные варианты технологических решений по переработке трех основных масличных культур: подсолнечника, сои и рапса (табл. 29) и выпускает линейку шнековых маслопрессов и экструдеров разной производительности [101].

Таблица 29

Технологии переработки масличных культур компании «FARMET»

Обозначение	Технология	Особенности технологии
EP1	Однократное прессование с экструзией	Технология разработана для переработки сои. Комбинация экструдирования и прессования позволяет получить жмых высшего качества. Отжим масла сразу после экструзии очень эффективен, поэтому в жмыхе остается действительно минимальное количество остаточного масла
EP2	Двукратное прессование с экструзией	Используется для переработки масличного рапса и подсолнечника. Сочетает преимущества экструзионной подготовки – после предварительного холодного прессования семян жмых из первой ступени поступает в экструдер, в котором сжимается, нагревается и благодаря экспансии на выходе экструдера происходит разрушение структуры клеток, что вместе с высокой температурой упрощает отжим масла на второй ступени прессования
CWP	Холодногорячее прессование	Первое прессование осуществляется холодным способом, полученное масло не нагревается чрезмерно и в нем сохраняются все ценные биологические вещества. Кроме того, в него попадает только небольшое количество фосфолипидов, что упрощает дальнейшую переработку. Вторая ступень прессования включает в себя термическую обработку материала, что позволяет максимально упростить освобождение масла из клеток. Нагрев материала перед прессованием способствует изменению свойств клеточных структур, изменению структуры белков и скапливанию масла на клеточном уровне. С повышением температуры также значительно падает вязкость масла. В совокупности все эти факторы существенно увеличивают эффективность отжима масла

Обозначение	Технология	Особенности технологии
WP1	Однократное горячее прессование	<p>Самая универсальная и наиболее распространенная технология переработки масличных семян. Подходит для семян с низким содержанием масла (сои) и культур с высокой масличностью (рапс и подсолнечник).</p> <p>После предварительной подготовки семян и нагрева они проходят вальцовку на вальцовом станке с образованием тонких хлопьев – мятки. Мятка хорошо нагревается, сушится и способна легко «отдавать» масло. Она поступает в ярусные жаровни для влаготепловой обработки. Такая подготовка материала намного упрощает отжим масла на следующем этапе – прессовании</p>
WP2	Двукратное горячее прессование	<p>Обеспечивает наибольший выход масла. Включает в себя термическую обработку семян перед каждым этапом прессования для максимального освобождения масла из клеток семян. Нагревание семян перед прессованием изменяет свойства клеточных структур и структуру белков, оказывает влияние на скопление масла на клеточном уровне. Повышение температуры также существенно снижает вязкость масла. Сочетание всех этих факторов приводит к тому, что отжим масла намного упрощается</p>
CP1	Однократное холодное прессование	<p>Исходный материал дозируется прямо в пресс. Преимущества – низкая энергоемкость, простота установки и технологии, небольшие строительные размеры, и соответственно, низкие инвестиционные расходы, не требуется источник пара. Материал перерабатывается в максимально щадящем режиме, поэтому полученное масло обладает качеством «экстра вирджин», с низким содержанием фосфолипидов</p>

Обозначение	Технология	Особенности технологии
WPP	Горячее предварительное прессование	<p>Эффективный способ подготовки масличных семян к химической экстракции, при котором часть масла выжимается механическим путем. Технологию можно использовать для многих видов масличных семян, чаще всего для рапса и подсолнечника. Пригодно для семян с показателем масличности выше 25% (для сои обычно не используется).</p> <p>После предварительной подготовки и нагрева семян, в вальцовом станке эффективно разрушается их целостность и формируются тонкие хлопья (мятка). Мятка эффективно нагревается, сушится, легко «отдает» масло. Она поступает в многоярусную жаровню для подогрева и подсушивания. Такая подготовка материала упрощает отжим масла на следующем этапе предварительного прессования</p>
CPP	Холодное предварительное прессование	<p>Семена поступают в шнековый пресс, который настроен на предварительное прессование, т.е. на относительно быстрое прохождение материала с меньшей силой давления.</p> <p>Применяется в качестве первой ступени перед следующим прессованием или если необходимо отжать только часть масла, а большую его часть оставить в жмыхе для улучшения качества корма.</p> <p>Преимущества способа – небольшая энергоемкость, простота установки, небольшие инвестиционные расходы. Полученное масло обладает всеми полезными свойствами «экстра вирджин» с низким содержанием фосфолипидов</p>

Для реализации технологий переработки масличных культур компанией разработаны шнековые маслопрессы FL 200 (производительность – 200 кг/ч), FS 1010 (1-4 т/ч), FS 4010 (4-10 т/ч), а также экструдеры различной производительности: FE 250 (200-350 кг/ч), FE 500 (400-800 кг/ч), FE 1000 (800-1400 кг/ч). Среди новых разработок компании – прессе FS 4015 производительностью 20 т/ч, а также экструдер FE 4000 – 3-5,6 т/ч.

Реализованные на базе маслопрессов и экструдеров варианты компоновки технологических линий приведены в табл. 30 [102].

Технологии и параметры переработки масличных культур

Состав линии	Диапазон производительности		
	т/ч	в сутки, т	в год, т
<i>Двукратное прессование холодным способом</i>			
FL 200 + FS 1010	1-7	24-168	7920-55440
FS 1010 + FS 1010	1,8-12,6	43,2-300	14256-99000
FS 4010 +FS 1010	5,5-22,0	132-528	43560-174240
<i>Двукратное прессование холодно-горячим способом</i>			
FS 1010 + FS 1010	12-12,0	48-288	15840-95040
FS 4010 + FS 1010	6,0-30,0	144-720	47520-237600
<i>Двукратное прессование с экструзией</i>			
FL 200 + FL 250 + FL 200	0,3-1,8	7,2-43,2	2400-14250
FS 1010 + FE 1000 + FS 1010	1,8-12,6	43,2-302,4	14256-99972
<i>Двукратное прессование горячим способом</i>			
FS 1010 + 2 FS 1010	4-28	96-672	31680-221760

Созданный компанией на базе прессов FL 200 (производительность – 200 кг/ч) и экструдеров FE 250 (200-350 кг/ч) (рис. 15) маслоцех «Сотраст» производительностью 180-700 кг/ч предназначен для внутрихозяйственной переработки семян масличных культур, а разработанные маслопрессовые заводы «FARMET» рассчитаны на промышленные объемы производства масла методом прессования [103-105].



а



б

Рис. 15. Пресс FL200 (а) и экструдер FE250 (б) компании «FARMET»

Универсальный маслоцех «Сомраст» модульного типа осуществляет полный цикл переработки, включая фильтрацию масла, по одной из четырёх технологий: однократное прессование холодным способом (СР1), двукратное прессование холодным способом (СР2), прессование с экструзией (ЕР1) и двукратное прессование с экструзией (ЕР2). Производительность 180-700 кг/ч. Подходит для хозяйств, собирающих в год 2-5 тыс. т семян любых масличных культур.

Перспективной технологией, по мнению компании, является двукратное прессование с экструзией (ЕР2) как альтернатива горячему прессованию. Технология характеризуется высоким выходом масла, причем двух видов – после выхода из первого пресса получается 2/3 части масла холодного отжима и после пресса окончательного отжима – 1/3 часть масла горячего отжима, например, для кормовых целей. Масло холодного отжима можно успешно реализовывать на экспорт. Позволяет перерабатывать 443 тыс. т семян в год.

Компанией «FARMET» созданы также системы автоматического управления технологическим процессом переработки масличных семян с визуализацией процессов на мониторе ПК, передачей данных по Интернету, дистанционным управлением в режиме реального времени.

5.2. Экстракционные способы переработки

Более совершенным и экономичным способом получения растительных масел, чем прессование, является экстракция – извлечение масла из мятки жирорастворителем. В качестве растворителя используют бензин или гексан, которые не растворяют смолистые соединения, продукты окисления жиров, нежировые и красящие вещества, что позволяют получить более чистое масло. Экстракционный способ способствует выделению масла в больших количествах, в отходе, называемом шротом, остается до 1% масла (табл. 31). Однако масло, полученное экстракцией, содержит следы растворителя и имеет неприятный вкус, поэтому для пищевых целей без предварительной очистки оно не пригодно.

Сравнительные показатели жмыха и шрота

Жмых	Шрот
Является результатом прессования семян	Получается при экстрагировании
Остаточная масличность 5-12%	Остаточная масличность 1-2%
Имеет вид пластин, порой довольно крупных	Состоит из хлопьев
Насыщен жирами	Содержание масла минимальное
Меньше протеина	Богат протеином

После экстракции обычно следует очистка, благодаря которой из масла удаляются запах, вкус, горечь и красители, а также многие загрязняющие вещества, такие как пестициды, остатки плесени и тяжелые металлы. Кроме того, очищенные масла имеют более длительный срок годности и высокую термостойкость, поскольку часть ненасыщенных жирных кислот, содержащихся в масле, превращается путем переработки в насыщенные жирные кислоты. Недостатком рафинированных масел, является то, что удаляются многие ценные вкусовые и содержащиеся составляющие, такие как витамины, каротиноиды и минералы [106].

В извлеченном масле, кроме жира, содержатся пигменты, свободные жирные кислоты, белковые и слизистые вещества, которые удаляют из масла различными способами очистки: механическим, гидротацией, щелочной обработкой и др. [107].

Общая схема экстракционного процесса представлена на рис. 16.

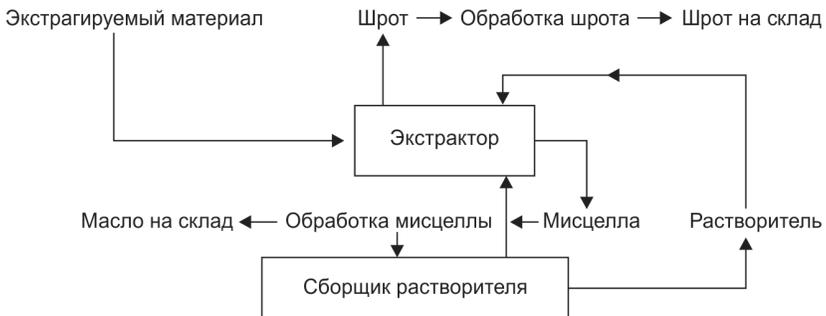


Рис. 16. Схема экстракционного метода получения растительного масла

Экстрагирование масла производится в специальных аппаратах – экстракторах с помощью органических растворителей. В результате получается раствор масла в растворителе (мисцелла) и обезжиренный твёрдый остаток, смоченный растворителем (шрот). Из мисцеллы и шрота растворитель отгоняется в дистилляторах и шнековых испарителях. Содержание масла в шроте зависит от структуры частиц шрота, продолжительности экстракции и температуры, свойств растворителя (вязкости, плотности), гидродинамических условий. По смешанному способу производства осуществляется предварительный съём масла на шнековых прессах (форпрессование), после чего производится экстрагирование масла из жмыха [108].

Существует два метода экстракции: настаивания и последовательного обезжиривания. По первому методу материал загружается в экстрактор и заливается порцией растворителя. Через определенный промежуток времени растворитель путем непосредственного растворения, а также за счет диффузии извлекает определенные количества масла. По второму – экстракция осуществляется по принципу противотока.

В настоящее время выпускаются роторные карусельные экстракторы одно- и двухъярусного исполнения. Наиболее эффективны и экономичны экстракторы, работающие по смешанному способу. Для процессов экстракции и отделения мисцеллы от экстрагируемого материала используются отдельные аппараты.

Примерами экстракторов, использующих различные способы экстракции, являются экстрактор вертикальный шнековый НД-1250 (производительность в зависимости от схем экстракции при переработке подсолнечника и сои – 160-500 т в сутки), ленточный экстрактор МЭЗ-350 (производительность экстрактора по семенам в сутки, т: подсолнечника –380, сои – 140), двухъярусный роторный карусельный экстрактор (производительность в зависимости от вида семян и способа подготовки материала – 280-500 т в сутки) [109].

В настоящее время экстракторы для масличных культур кольцевого и барабанного типов производительностью в сутки от 300 кг до 100 т выпускает китайская компания «Henan Kingman M&E Complete Plant Co. Ltd» (КМЕС) [110].

Также производятся экстракционные линии с суточной производительностью 20, 50, 100 т и выше по жмыху (до 2000 т). При этом

используются две технологии – пакетная и непрерывная. При производительности до 200 т в сутки обычно используется пакетная обработка, для более высокой производительности – полунепрерывная или непрерывная технология [111].

Экстрактор масла, выпускаемый предприятием «ТАН» (Украина), представляет собой цилиндрический аппарат с внутренним ротором, состоящим из ряда сегментных ячеек, в которых находится экстрагируемый материал. Ячейки открыты сверху и снизу – они непрерывно загружаются с транспортера, установленного наверху корпуса экстрактора.

Материал падает в ячейки, которые непрерывно медленно движутся со скоростью, регулируемой с помощью электронной системы управления (PLC). Она синхронизирует скорость загрузочного шнека, самого экстрактора и разгрузочного шнека таким образом, чтобы очередная ячейка была заполнена почти доверху к моменту, когда следующая подходит под питающий транспортер [112].

Экстракторы для переработки масличного сырья выпускает компания «Crown Iron Works» (США). Отгонка растворителя из шрота, сушка и охлаждение шрота осуществляется на комбинированном противоточном аппарате Ø до 5,5 м и производительностью 200-4000 т в сутки.

Экстракторы «Crown» имеют следующие преимущества [113]:

- обработка в тонком слое материала (толщина – не более 600-700 мм);
- неподвижное дренирующее днище – благодаря непрерывному движению материала практически никогда не засоряется и остается чистым даже при самом высоком содержании воды в растворителе;
- переворачивание всего слоя материала – обеспечивает промывку каждой частицы материала растворителем с трех сторон и исключает возможность каналообразования внутри слоя и перетекания мисцеллы по поверхности слоя материала;
- автоматическое управление скоростью подачи материала – для поддержания постоянной толщины слоя материала при изменении производительности и др.

Ленточный экстрактор фирмы «DeSmet» (Бельгия) представляет собой горизонтальный аппарат прямоугольной формы, в котором слой экстрагируемого материала движется от одного конца к дру-

гому на верхней ветви ленточного транспортера. Транспортер выполнен как ряд рам, покрытых мелкой сеткой или решетками из стержней трапецевидного профиля, с опорами на роликах по двум сторонам. Слой материала на транспортере удерживается боковыми стенками верхней части экстрактора. Секции транспортера после разгрузки экстрагированного материала возвращаются обратно пустыми для получения следующей порции материала.

Рабочая ширина экстрактора может быть от 1,8 до 3 м и более, высота слоя материала 2-3,6 м, производительность 500-3000 т в сутки по цельным соевым бобам. Общая длина экстрактора 12-28 м, высота – до 5,5 м.

Так как ленточный экстрактор «DeSmet» – экстрактор с большой высотой слоя материала, критическим для него является прохождение растворителя через слой материала. Улучшение проблемы с перколяцией требует дополнительных расходов.

Петлевой экстрактор фирмы «Crown», в отличие от ленточного экстрактора фирмы «DeSmet», позволяет увеличить производительность до 50% путем несложных конструктивных изменений [114].

Итальянская компания «Andreotti Impianti S.p.A.» проектирует и изготавливает линии по обрушению и экстракции растворителем маслосемян, рафинации пищевых масел и жиров, производству олеохимикатов (жирные кислоты, глицерин, биотопливо), а также весь спектр оборудования, необходимого для экстракции масел растворителем из подготовленных хлопьев маслосемян или фор-пресованных семян, для обработки шрота после отгонки растворителя.

Процесс экстракции включает в себя четыре основных этапа:

- экстракция масла растворителем из маслосемян. В ходе данного процесса образуются два продукта: мисцелла (субстанция масло-растворитель) и шрот с содержанием растворителя;
- отделение мисцеллы;
- восстановление растворителя из шрота;
- адсорбция воздуха с содержанием растворителя.

Маслосемена после соответствующей обработки в цехе предварительной подготовки (очистка, предварительное обрушение, дробление, нагрев, лепесткование и прессование) поступают в экстрактор, где материал равномерно распределяется вдоль фильтровальной ленты с помощью автоматических устройств контроля

уровня. Фильтровальная лента движется внутри экстрактора, принимая жмых с маслом из подающего бункера. По мере движения ленты происходят орошение жмыха растворителем через специальные форсунки и последующая выгрузка обезжиренного жмыха в распределительный бункер, где посредством шнекового конвейера и цепного элеватора жмых переходит на следующий этап обработки.

Растворитель (гексан) поступает в экстрактор с противоположенной от выгрузки маслосемян стороны, распыскивается на ленту, проходит сквозь нее и собирается в бункере под экстрактором, откуда потом перекачивается насосом для следующего этапа орошения; количество этапов промывки материала растворителем зависит от мощности. Растворитель с экстрагированным маслом перекачивается насосом на следующий этап для промывки жмыха и постепенного насыщения растворителя маслом.

Компания «Andreotti Impianti S.p.A.» производит несколько видов экстракторов: ленточный (тип В) и ротационный (тип R). Выбор экстрактора зависит от особенностей применения и планируемой мощности завода [115].

Компания также выпускает линии и современное оборудование для масложировых производств – для подготовки маслосемян, экстракции, рафинации и дезодорации масла, глубокой переработки масла (олеохимия). Так, линия производительностью 12 т в сутки занимает площадь 50 м² [116].

5.3. Глубокая переработка масличных культур

Растительное масло является высококалорийным пищевым продуктом, его используют во многих отраслях пищевой промышленности (кондитерской, консервной, маргариновой, хлебопекарной и др.) и кулинарии, применяют для производства моющих средств, олифы, лаков и красок, непромокаемых тканей, клеенчатых материалов, пластических масс, искусственных кож, линолеума и других товаров химической и текстильной промышленности. Масло и продукты его переработки используют для приготовления фармацевтических, косметических и лекарственных препаратов. Ценным высокобелковым концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных служат отходы, получаемые при переработке

семян – жмых и шроты, которые входят в состав многих комбикормов, используются при производстве клея и иных белковых продуктов [117].

Содержание жиров растительных масел в семенах масличных культур колеблется от 23 до 56%, белковых веществ может изменяться от 9 до 42%, большая часть белков приходится на долю глобулинов. Из углеводов в оболочках семян содержатся в основном клетчатка (до 60-70%) гемицеллюлозы, пектиновые вещества и пентозаны, а в ядрах семян обычно находится 2-5% растворимых сахаров (в основном сахарозы) и 2-3% других углеводов. В семенах масличных культур 3-5% составляет зола, в которой содержится (от массы золы), %: соединений фосфора – 40, калия – 27, кальция – 11, магния – 10, серы – 3 и железа – 2. Они богаты витаминами группы В, токоферолами и другими биологически активными веществами.

Маслопрессовые и маслоэкстракционные заводы, перерабатывая семена масличных культур, производят растительное масло, а в качестве побочных продуктов и отходов получают жмыхи, шроты, фосфатиды, соапсток, мезгу и др. Если масло извлекают прессованием на шнековых или гидравлических прессах, в остатке получают жмыхи, содержащие 6-9% жира. При обезжиривании семян экстракцией с помощью растворителей получают отходы с еще меньшим содержанием жира (около 1,0-2,5%) – шроты. При этом в шротах количество клетчатки (13-18%) в 1,5 раза больше, чем в жмыхах. Поскольку жмыхи и шроты содержат много белка (до 30-50%), их в основном используют для повышения уровня протеина в комбикормах. Эти отходы получили широкое применение при производстве белково-витаминных добавок.

Считается, что, кроме масла, такие компоненты семян, как клетчатка и белковые субпродукты, обладают значительным потенциалом для пищевых, кормовых и промышленных применений, поэтому маслоэкстракционные предприятия ищут пути повышения рентабельности производства растительных масел (как пищевого продукта, так и для растущего рынка биопродукции), белка, шрота, а также производства таких компонентов, как лецитин, токоферолы, растительные стерины, мыла и другой продукции глубокой переработки масличных культур.

Глубокая переработка сои – переработка семян сои одновременно на рафинированное масло, лецитин, пищевые высококонцентрированные белки, высококачественные корма, биологически активные препараты, выделение витаминов и побочных продуктов. На предприятиях глубокой переработки применяются экологически чистые безотходные технологии, выпускается разнообразный ассортимент высококачественных пищевых продуктов. В настоящее время такие технологии освоены в большинстве развитых стран: США, Японии, Бельгии, Дании, Нидерландах, Германии и др. [118].

Эксперты отмечают, что из-за недостаточного развития глубокой переработки сои в России и низкого уровня потребления обезжиренной соевой муки мощности по производству белого лепестка не в полной мере востребованы рынком. В то же время выпуск концентратов в мире увеличивается на 10-15% в год, заметно опережая рост объемов производства шрота, поэтому глубокая переработка актуальна для комбикормовой промышленности, гарантирует быстрый рост и большую отдачу для бизнеса [119].

В России основная масса соевых бобов идет на переработку с целью получения масла и шрота, а также соевых молочных и других продуктов (рис. 17).

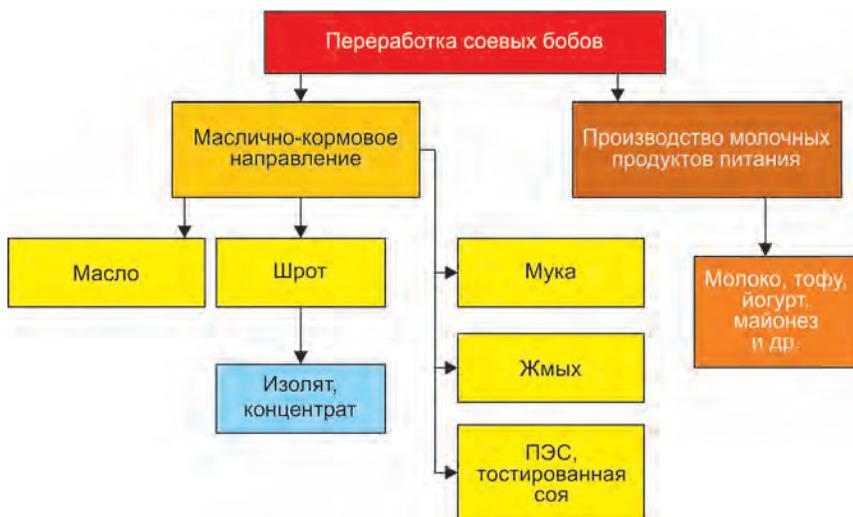


Рис. 17. Основные способы и продукты переработки сои

К основным продуктам переработки соевых бобов относятся:

- **молоко.** Представляет собой эмульсию из размоченной мякоти. Ценится за высокое содержание аминокислот, изофлавоноидов;
- **текстураты.** Воссоздают структуру мяса, не уступают ему по питательности. Производятся из размоченной цельной мякоти с последующей сушкой;
- **мука.** Универсальная белковая добавка в полуфабрикаты, колбасную продукцию, кондитерские изделия;
- **протеиновые концентраты.** Отличаются высоким содержанием белка (65%). Семена обрабатывают экструзией с использованием воды или кислотных растворов;
- **изолят.** Выделенный белок концентрацией в массе не ниже 92%, используется в лечебном и спортивном питании.

Из соевых бобов также изготавливают другие продукты, предназначенные для питания человека: соевый сыр (тофу), соевое мясо, соевый соус, соевое молоко (сухое и разливное), соевую сырковую массу и др. [120]. Также соя может перерабатываться для кормовых целей без выделения масла, с получением экструдированной или тостированной сои [121].

При этом тостированная соя, прошедшая термическую обработку с остаточным количеством уреазы до 0,20 рН, имеет преимущества перед соей экструдированной или экспандированной: масляная клетка не раскрывается, т.е. масло находится внутри клеток, не окисляется и не прогоркает, поэтому соя долго хранится, имеет хорошую сыпучесть [122].

Одним из основных направлений увеличения ресурсов продовольствия и кормов, совершенствования структуры питания населения является производство концентрированных белковых продуктов из растительного сырья, в частности сои. В большинстве промышленно развитых стран уже накоплен практический опыт по переработке сои с получением соевых белков и разнообразного ассортимента высококачественных пищевых продуктов на их основе. Как правило, эти производства, помимо пищевых высококонцентрированных белков, также выпускают высококачественные корма и биологически активные препараты.

Для российской пищевой промышленности наибольший интерес представляют белковые продукты из соевого шрота (изоляты, концентраты, обезжиренная мука, текстурированные белки). Обезжи-

ренные соевые продукты можно разделить на три основные группы, которые различаются по содержанию протеина: обезжиренная мука и крупа – 52-59%, концентраты белка – 65-72, изоляты белка – 90-92% (сырой протеин в пересчете на сухое вещество).

Изоляты и концентраты – более очищенные формы соевых белков. Они используются в питании без каких-либо ограничений и в совокупности с другими пищевыми компонентами могут служить основным источником белка в рационе человека. До настоящего времени большинство соевых белковых продуктов в мире производили из белого лепестка (БЛ) – обезжиренного гексаном лепестка, полученного из пищевых сортов, очищенных от оболочки соевых семян.

Белый лепесток – основной продукт, получаемый из мякоти плодов. Это хлопья с жирностью 1%, содержанием белка не ниже 50%, не имеющие запаха, вкуса, светлые – кремового или желтоватого оттенка. Белый лепесток может быть использован как готовый товарный продукт для реализации потребителям, так и в виде сырья для дальнейшей переработки с получением такой продукции, как соевая мука, соевый концентрат, соевый изолят, соевый текстурат и др.

Муку получают из семян, жмыха, шрота и белого лепестка. В промышленных масштабах производят полужирную и полубезжирную соевую муку, используемую в процессах производства различных пищевых и диетических продуктов.

В настоящее время в Российской Федерации действует стандарт на соевый пищевой шрот, применяемый для производства пищевой соевой муки, – ГОСТ 8056-96 Шрот соевый пищевой. Технические условия. ВНИИЖ разработал специальные требования к соевому шроту для получения концентратов и изолятов соевых белков.

Продукты глубокой переработки сои получили широкое применение в промышленном производстве пищевых продуктов. При использовании белковых продуктов, получаемых в процессе переработки соевых зерен, повышается питательная и биологическая ценность, достигается высокий экономический эффект, так как себестоимость продукта и производственные потери снижаются.

Так, компания ООО «Ингредиенты. Развитие» (Санкт-Петербург) производит текстурированный соевый белок в виде хлопьев, гранул, гуляша; текстурированный концентрат в гранулах, а также высокобелковые функциональные смеси для мясопереработки [123].

Белок соевый текстурированный Оптима М-03 – продукт экструзии соевого сырья, имеющий пористую структуру, которая позволяет связывать и удерживать большее количество влаги. Воссоздает текстуру наиболее ценных пищевых продуктов – мяса, рыбы, грибов – в зависимости от гаммы вкусовых и ароматических добавок; может использоваться в качестве продовольственного сырья для частичной замены (15-30%) мясного сырья, а также в качестве самостоятельного блюда. Пищевая ценность на 100 г продукта: белки – 48 г, жиры – 1, углеводы 30 г. Энергетическая ценность на 100 г продукта – 321,0 ккал/1365 кДж.

Белок соевый текстурированный Оптима С-200 – продукт экструзии обезжиренного соевого шрота, имеющий пористую структуру. При добавлении воды приобретает структуру, подобную кускам мяса [24]. Пищевая ценность на 100 г продукта: белки – 48 г, жиры – 1, углеводы – 30 г. Энергетическая ценность на 100 г продукта – 321,0 ккал/1365 кДж.

Смесь соевая белковая Эмульгофикс 25 – уплотнитель текстуры на основе белков растительного происхождения. Её использование позволяет повысить плотность и улучшить текстурные показатели готовых изделий. Применяется при производстве как эмульгированных, так и грубоизмельченных мясных продуктов: колбас (вареной, варено-копченой, полукопченой и др.), консервов с измельченным мясом, полуфабрикатов (пельмени, фрикадельки, котлеты, блинчики с мясом) и др. Рекомендуемая норма закладки – 1-3% (сухим способом). Пищевая ценность на 100 г продукта: белки – 65 г, жиры – 5, углеводы – 17,5 г. Энергетическая ценность на 100 г продукта – 375 ккал.

Мука соевая обезжиренная дезодорированная Соянта-200 производится из отборных семян на ОАО «Иркутский масложиркомбинат». Использование современных технологий, а также тщательный контроль на всех стадиях производства позволяют управлять диапазоном функциональных параметров продукции, в том числе: повысить выход и снизить себестоимость готового продукта; обеспечить стабилизацию эмульсии, улучшение текстуры продукта, обогащение продукта белком; уменьшить содержание холестерина.

Соевая мука обладает возможностью образовывать устойчивые водожировые эмульсии и используется при производстве различ-

ных видов колбас (вареных, полукопченых и др.), сосисок и сарделек, фарша и других рубленых полуфабрикатов, паштетов (печеночных, мясных, куриных и пр.), как функциональный компонент вместо дорогих соевых концентратов и еще более дорогостоящих изолятов. Благодаря высокой биологической ценности, эмульгирующим и водопоглощающим свойствам соевая мука находит широкое применение в хлебопекарной, кондитерской и масложировой промышленности, используется в качестве пищевой добавки в мучных кондитерских изделиях, при производстве обычных и специальных сортов макаронных изделий. Пищевая ценность на 100 г продукта: белки – 48 г, жиры – 2, углеводы – 21,0 г. Энергетическая ценность на 100 г продукта – 310 ккал.

В условиях насыщенности рынка растительным маслом перспективным направлением становится получение лецитина – смеси фракций фосфолипидов, которая получается при рафинации растительного масла и является природным эмульгатором. Лецитин широко применяется в фармацевтике, различных отраслях пищевой промышленности (кондитерской, маргариновой, молочной и др.). На Россию приходится около 5% мирового рынка лецитина. Объем российского рынка достигает 20 тыс. т, из которых 8-10 тыс. т производится внутри страны. Импорт лецитина в 2017 г., по данным ФТС, составил 8 тыс. т на сумму 16 млн долл. США, в 2018 г. – 8,3 тыс. т на 14 млн долл. США.

Источником лецитина является соевое масло, реже – подсолнечное и рапсовое [124]. По имеющимся данным [125], мировой рынок лецитинов наращивает емкость от года к году и, по прогнозам, эта тенденция продлится и далее.

Компания «Cargill» начала производство лецитина на базе маслоэкстракционного завода в Волгоградской области, запущенного в конце 2018 г. До конца года предприятие поставит на экспорт 1,8 тыс. т лецитина. В случае инвестиций в этот новый сегмент рынка эмульгаторов импорт лецитина может быть полностью замещен его отечественным производством.

Развитию глубокой переработки масличных культур и расширению экспорта продукции будут способствовать инвестиции в производство экспортно ориентированной продукции маслоэкстракционных заводов.

Так, на территории Липецкой области компанией «Черноземье», которая входит в «ЭксОйл групп», начато строительство второй очереди завода по глубокой переработке масличных. Объём инвестиций в проект оценивается в 6,5 млрд руб. Новый завод при выходе на плановую мощность сможет перерабатывать 2,7 тыс. т сои или 1,4 тыс. т рапса в сутки, или 600 тыс. т сои и 154 тыс. т рапса в год. На первом этапе завод будет производить кормовой соевый шрот с различным содержанием протеина, рапсовый шрот, соевое гидратированное масло, рапсовое масло, растительный лецитин. На втором – в линейку добавятся соевые белковые концентраты [126].

Строительство заводов по глубокой переработке масличных культур планируется в Саратовской, Тверской областях и других регионах Российской Федерации.

Важнейшим приоритетом является распространение технологий, превращающих малоценные отходы в белковые продукты и компоненты с высокой добавленной стоимостью, в частности, использование растительных белков в пищевой промышленности. Разработка малоотходных эффективных технологий переработки вторичного возобновляемого растительного сырья, снижение энергоёмкости производства и соблюдение требований экологической безопасности имеют особое значение.

Например, существующие технологии выделения масложировой фракции семян подсолнечника позволяют сохранить качество протеиновой фракции. Шрот, образующийся при экстракции масла из семян подсолнечника, на сегодняшний день недооценён как источник пищевого белка. Содержание сырого протеина в шротах достигает 42%.

Развитие новых способов выделения и модификации белковых продуктов наряду с совершенствованием производства ферментных препаратов позволяет выделить белок и утилизировать образующиеся отходы. По данным исследований, микробиологические методы позволяют восстанавливать и улучшать кормовые качества вторичного сырья, дополнительно получать продукты кормового назначения повышенной биологической ценности, что является основой наиболее полной конверсии и увеличения доли переработки сельскохозяйственных отходов биотехнологическими методами [127].

С целью организации безотходного производства, повышения его рентабельности и расширения ассортимента выпускаемых со-

евых продуктов КубГТУ проведены исследования компонентного состава отходов очистки семян сои, показавшие, что из отходов очистки можно получить кормовой продукт при условии отделения от них негодных для дальнейшей переработки частиц.

Разработанная совместно со специалистами ООО ПК «Наш Продукт» технология (рис. 18) создана на базе серийно выпускаемых в Российской Федерации машин и аппаратов. Инновационный кормовой продукт по разработанной технологии превосходит по качеству предлагаемую на рынке кормовую соевую оболочку, полученную измельчением, тостированием и гранулированием. Его применение позволяет путем поэтапного пневмосепарирования соевой дробленки получать ядро с остаточным содержанием оболочки не более 2% в зависимости от качества исходных семян сои. Дальнейшее экструдирование и последующее прессование соевого ядра с указанным содержанием оболочки дают возможность получать высококачественное соевое масло и высокопротеиновый пищевой жмых, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8057-95 [128].

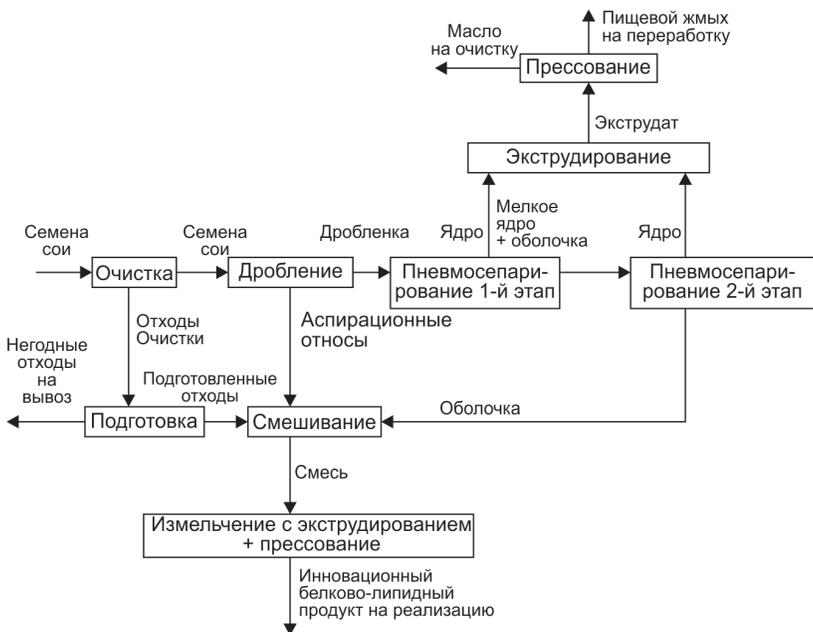


Рис. 18. Инновационная технология переработки семян сои

Инновации в области утилизации и переработки отходов масло-жирового производства способствуют существенному снижению затрат на вывоз отходов производства и улучшению экологической обстановки, а также обеспечивают дополнительную выручку от продажи новой продукции, полученной при переработке отходов очистки основных масличных культур, перерабатываемых маслодобывающей промышленностью (подсолнечник, рапс, соя).

Проведенный анализ существующих технологий утилизации, таких как сжигание, пиролиз, вермикомпостирование, санитарная засыпка земель, биотермическое компостирование, гранулирование отходов и переработка подсева, показал, что ни одна из существующих технологий не нашла широкого применения. Предложена технология переработки отходов, включающая в себя их прессование после рациональной подготовки с выделением однородных и ценных компонентов [129].

При первичной очистке масла фильтрованием на фильтрпрессах получается остаток, состоящий главным образом из механически увлеченных маслом частиц мезги, жмыха, лузги, песка и других примесей. Этот фильтрпрессный остаток – фуз – содержит до 40-65% экстрагируемых эфиром веществ и составляет 1-4% от массы фильтрованного масла. При хранении масла в сливных баках также образуются осадки, называемые отстойными фузами, которые содержат 85-95% экстрагируемых эфиром веществ. В среднем выход фильтрпрессных и отстойных фузов составляет 0,5% по отношению к массе сырья или около 2% к массе масла.

Фузы представляют собой густую коричневую или коричневато-серого цвета липкую массу, состоящую из масла, фосфатидов, белков, углеводов, клетчатки, фитина и других веществ и используемую в первую очередь для извлечения масла. Для кормовых целей применяют фосфатидные концентраты, фузовые остатки и соапсток.

Фосфатидный концентрат включает в себя до 60% фосфатидов, 36 – жира, 2% – влаги и белка, является источником фосфора, калия, железа, марганца, цинка, обладает хорошей эмульгирующей способностью, свойствами гидрофильных коллоидов, вследствие чего может использоваться в качестве связующего вещества при гранулировании комбикормов.

Фузовый остаток получают после обезжиривания отстойных фузов. Он содержит в среднем (к абсолютно сухому веществу), %: белковых соединений – 46, углеводов – 9,7, золы – 7,5, клетчатки – 6,6 и фитина – 2. Обезжиренный фузовый остаток является ценным белковым продуктом, используемым при производстве комбикормов.

Соапсток – нерастворимое в нейтральном жире мыло, получаемое при щелочной рафинации растительного масла и других жиров в процессе нейтрализации. Он представляет собой сложную эмульсию, содержащую мыло, нейтральный жир, белки, слизи, смолистые и красящие вещества. Его используют также в качестве компонента комбикормов [130].

Из соапстоков растительных масел методом гидролиза производится олеиновая кислота, которая широко используется в косметологии, входит в состав некоторых средств бытовой химии, применяется при изготовлении мыла и моющих средств, используется в производстве лакокрасочных материалов, а также в качестве эмульгаторов в составе смазочно-охлаждающих жидкостей при обработке металлов. Кроме того, олеиновая кислота может применяться в шинной, текстильной, химической промышленности, в дорожном строительстве [131].

5.4. Зарубежный опыт

Рост производства и переработки масличных культур в Канаде связан с повышением ценности пищевых масел и добавленной стоимостью фракционирования масла и побочных продуктов – шрота и его компонентов. Ежегодно в Канаде перерабатывают в среднем более 1,8 млн т соевых бобов в продукты с добавленной стоимостью для внутреннего и экспортного рынков. Переработчики выпускают масло (как пищевой продукт, а также для растущего рынка биопродукции), белок, шрот для кормления скота и такие компоненты, как лецитин, токоферолы, растительные стерины и мыло.

Для переработки соевых бобов используются достижения биологической науки через организацию «Soy 20/20», объединяющую правительственные, академические и промышленные организации, которая помогает отрасли расширять рыночные возможности и получать необходимые консультации [132].

Одной из основных тенденций в секторе переработки масличных культур в Канаде является оптимизация питательной ценности масел за счет увеличения содержания в масле n-3 (Омега-3) жирных кислот, в частности альфа-линоленовой кислоты (ALA). Существует три основных типа n-3 жирных кислот: ALA, докозагексаеновая кислота (DHA) и эйкозапентаеновая кислота (EPA). ALA является незаменимой жирной кислотой и должна использоваться в рационе питания. Считается, что рапсовое масло богато жирной кислотой ALA. Основным компонентом n-6 является олеиновая кислота, которая присутствует в больших количествах в рапсовом, среднеолеиновом подсолнечном и высокоолеиновом соевом масле. Жирные кислоты n-6 и n-3 широко применяются в медицине. Пищевая ценность рапсового масла обусловлена тем, что оно содержит мало насыщенных жиров, при этом как n-6 жирную и линолевую кислоту (LA), так и n-3 ALA в соотношении 2:1. Соевое масло имеет соотношение LA:ALA, как 8:1, тогда как подсолнечное масло имеет в основном только LA.

Усилия по переработке масличных культур сосредоточены на дальнейшем рафинировании и фракционировании жирных кислот в целях смешивания для конкретного применения и производства масел с лучшими питательными свойствами. Масла могут быть модифицированы путем увеличения концентрации определенных жирных кислот, таких как n-3 жирных кислот, с помощью методов переэтерификации, при которой жирные кислоты перераспределяются на триглицеридную структуру масла без изменения их самих.

Другие методы включают в себя избирательное фракционирование масла на основе его жирнокислотного состава. Методы фракционирования представляют собой фракционирование на основе растворимости в различных растворителях, таких как гексан или ацетон (растворяющее фракционирование), температуры плавления (сухое фракционирование), способности ненасыщенных жирных кислот к комплексу с мочевиной и выпадению осадка из масла (фракционирование мочевины 10) и путем отгонки жирных кислот (или метиловых или этиловых эфиров жирных кислот) на основе их летучести с использованием метода короткой вакуумной дистилляции. Технология фракционирования используется для увеличения содержания линоленовой кислоты ALA, потребляемой как в качес-

тве ингредиентов в продуктах питания, так и в качестве добавок в различные рационы.

Извлечение фитостеролов (растительных стеринов) из масел также имеет важное значение, поскольку они используются в медицине и как ингредиенты в продуктах питания.

Шрот, оставшийся после добычи масла, в настоящее время используется не только в качестве корма животным, в частности для получения белка, но и как волокна для промышленного применения. Белок, извлеченный из муки, также имеет рыночный потенциал в производстве растительных белковых ингредиентов, благодаря наличию незаменимых аминокислот. Он также может быть гидролизован с использованием химических или ферментативных методов для получения пептидов, которые могут иметь уникальное применение в медицине [133].

Проведенный анализ зарубежных исследований в области глубокой переработки масличных культур показал, что основные разработки имеют следующие направления:

- использование побочных продуктов переработки масличных культур – жмыха и шрота в качестве источника энергии [134];
- поиск альтернативных вариантов использования органических растворителей при экстракции масла [135, 136];
- исследование побочных продуктов в виде белковых кормов, получаемых при экстракции масла для замены более дорогих кормовых ингредиентов [137];
- поиск технологий получения продуктов питания, таких как полифенолы, изоляты и гидролизаты белков жмыха масличных культур и др. [138].

Кроме того, в связи с тем, что бóльшая часть производимого рапсового масла в мире используется на технические цели (биодизель), экологические аспекты переработки должны рассматриваться как отдельное направление селекционных программ. Другой важной тенденцией в селекции должно стать повышение кормового качества шрота за счет улучшения его переваримости и вкусовых достоинств, а также получение сырья, пригодного для глубокой переработки. Актуальным становится создание и внедрение инновационных сортов и гибридов рапса с повышенной добавленной стоимостью, например, с измененным жирнокислотным составом,

более окси- и термостабильных, образующих меньше продуктов с отрицательными свойствами с точки зрения питательной ценности пищевых продуктов и для технического использования (биосмазочные вещества, биотопливо). Прогнозируется, что в ближайшие 10-25 лет при разработке селекционных программ необходимо учитывать потребности всех звеньев производственно-сбытовой цепочки и, особенно, перерабатывающей индустрии [139].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышенный спрос на растительное масло на отечественном и мировых рынках стимулирует развитие конкурентоспособных технологий выращивания, хранения и переработки подсолнечника, сои и рапса.

Потенциал размещения посевных площадей масличных культур в России за счет освоения неиспользуемых пахотных земель, новых территорий, включая северные, оптимизации структуры севооборотов может составлять 33,5 млн га, что превысит его текущее состояние почти в 3 раза.

Значительные резервы в развитии производства масличного сырья связаны с повышением урожайности на основе применения современных технологий возделывания и достижений агрохимии, позволяющих не только реализовать генетический потенциал сортов и гибридов масличных культур, но и оказывать существенное влияние на качественные свойства семян.

Производство конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, сохранение хозяйственно ценных признаков семян масличных культур предусматривают повышение плодородия почв и продуктивности севооборотов при возделывании масличных, разработку технологий хранения семян с применением современных средств контроля масличности, влажности и других показателей, а также эффективных технологий переработки подсолнечника, сои и рапса.

На продуктивность выращивания масличных культур влияют использование инновационных технологий и способов обработки почвы, качество посевного материала, а также выбор средств защиты растений, удобрений, подбор техники, которая должна соответствовать особенностям региона и минимизировать затраты на их производство.

При хранении семян масличных культур, помимо соблюдения технологических элементов, таких как доработка, сушка, складирование, необходимо контролировать режимы хранения, особенно влажность, температуру и другие показатели. Для этих целей разработано множество отечественных и зарубежных приборов и анализаторов. Так, многоканальный анализатор DA-7250 позволяет измерять четыре показателя по подсолнечнику, которые характеризуют его качество, по рапсу – 14, сое – 24.

Одним из наиболее перспективных методов количественного анализа в масложировой отрасли считается метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР), который имеет ряд преимуществ по сравнению с большинством методов количественного анализа.

Наиболее ценным компонентом при переработке масличных семян является масло, поэтому в данном процессе целесообразно повысить его выход.

Экстракционный способ позволяет применять высокопроизводительные экстракторы непрерывного действия и другое технологическое оборудование, обеспечивающее более полное извлечение масла из семян, снижая его потери в шротах до 1%. Однако применение органических растворителей требует более тщательной очистки масла.

При механическом способе извлечения масла используют прессы различной конструкции, позволяющие разделить масличные семена на две составляющие – масло и жмых. Жмых большинства масличных культур используется в качестве ценного, богатого белком корма. Кроме этого, его можно использовать для производства биотоплива и в качестве замены древесных пеллет.

Термическая обработка положительно влияет на усвояемость белков в получаемом сырье, что является преимуществом кормов. Если необходимо получить высококачественное масло, а жмых используется для производства биотоплива, тогда применяется технология холодного прессования, которая сохраняет все необходимые свойства масла и его натуральные качества.

Весьма перспективной является комбинация из технологий холодного прессования на первом этапе и горячего прессования на втором так называемая технология комбинированного холодно-горячего прессования.

Среди различных способов переработки масличных культур наиболее перспективным в настоящее время считается метод экструзии. При переработке с использованием этого метода экструдер может работать как самостоятельное оборудование, так и в составе технологических линий по переработке семян рапса, подсолнечника и сои.

Широкое применение находит инновационный подход в построении линий переработки масличных методом двукратного прессования с экструзией. Такая технология позволяет более полно и

рационально перерабатывать масличное сырьё. Причём технология двукратного прессования с экструзией также обеспечивает повышение выхода масла не менее чем на 3% и получение более качественного жмыха.

Для увеличения выхода масла и качества жмыха при переработке семян масличных культур необходимо осуществлять следующие технологические операции:

- очистить семена от сорной примеси до засоренности на уровне 1-2 %, что уменьшает остаточную масличность жмыха и увеличивает срок службы оборудования;
- снизить удельную энергоёмкость процесса переработки сырья прессованием, повысить выход и качество масла за счет электрофизического воздействия на маслосемена;
- повысить энергетическую ценность и питательные свойства жмыха за счёт баротермической обработки материала в процессе экструзии.

Проведенный анализ показал, что побочные продукты перерабатывающих производств (жмыхи, шроты) являются ценнейшим высокобелковым кормом для сельскохозяйственных животных. Так, первичные растительные отходы рапса (стручки, солома, полова) могут быть использованы как дополнительный источник энергии (топливные пеллеты, топливные брикеты и др.) и ценное углеродсодержащее природное ежегодно возобновляемое растительное сырьё для производства биотоплива (биоэтанола), получения продукции малотоннажной химии (новых материалов).

Кроме масла, такие компоненты семян, как клетчатка и белковые субпродукты, обладают значительным потенциалом для пищевых, кормовых и промышленных применений, поэтому маслоэкстракционные предприятия ищут пути повышения рентабельности производства растительных масел (главным образом как пищевого продукта, но и для растущего рынка биопродукции), белка, шрота, а также производства таких компонентов, как лецитин, токоферолы, растительные стерины, мыла и другой продукции глубокой переработки масличных культур.

Одним из основных направлений увеличения ресурсов продовольствия и кормов, совершенствования структуры питания населения является производство концентрированных белковых продуктов,

выделение витаминов и других побочных продуктов из растительного сырья, в частности сои, путем глубокой переработки. Наибольший интерес представляют белковые продукты из соевого шрота (изоляты, концентраты, обезжиренная мука, текстурированные белки).

Перспективным направлением является получение лецитина – смеси фракций фосфолипидов, которая получается при рафинации растительного масла и является природным эмульгатором. Лецитин широко применяется в фармацевтике, различных отраслях пищевой промышленности (кондитерской, маргариновой, молочной и др.). В России производится около 5% мирового рынка лецитина, а импорт составляет почти 42% объема российского рынка.

Государственное регулирование производства и рынка маслосемян должно получить развитие на основе разработки подпрограммы «Селекция и семеноводство масличных культур» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, а также на базе региональных целевых программ, которые должны учитывать особенности региона и приоритетные направления развития производства, переработки и сбыта масличных культур.

Меры государственного регулирования должны включать в себя:

- поддержку общего уровня доходности производства семян через оказание помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям, развитие создания и производства сельскохозяйственной техники для возделывания и переработки масличных культур;
- дальнейшее развитие кооперации и интеграции сельскохозяйственных, перерабатывающих и других предприятий по всему циклу от производства, хранения до реализации семян масличных культур и продуктов их переработки;
- инвестиции в развитие глубокой переработки масличных культур, производство экспортно ориентированной продукции маслоэкстракционных заводов, белковых продуктов и компонентов для пищевой промышленности с высокой добавленной стоимостью.

Цели федеральной подпрограммы и региональных программ должны предусматривать повышение эффективности производства и переработки семян за счёт внедрения инновационных технологий глубокой переработки масличных культур, снижения потерь семян на всех стадиях технологического цикла, наиболее полного использования имеющихся производственных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 12 с.

2. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 52 с.

3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/# (дата обращения: 30.11.2019).

4. **Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Пыльнев В.В., Буклагин Д.С.** Анализ состояния и перспективы развития селекции и семеноводства масличных культур: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.

5. **Сапожников С.Н.** Генетические ресурсы растений для селекции кормовых культур: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 80 с.

6. Подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства масличных культур в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (проект). – 2019. – 41 с.

7. Мировой рынок масличных культур и продукции их переработки [Электронный ресурс]. URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/gynok-rastitelnykh-masel-v-rossii-i-zarubezhom-po-itogam-1-kvartala-2018-goda.html> (дата обращения: 10.10.2019).

8. Продовольственный прогноз (ca5040ru.pdf). Документ с сайта www.fao.org (дата обращения: 10.10.2019).

9. К 2025 году мировой рынок масличных культур значительно подорожает [Электронный ресурс]. URL: <https://farmer.blog/news/mir/10137-k-2025-godu-mirovoy-gynok-maslichnyh-kultur-znachitelno-podorozhaet.html> (дата обращения: 10.10.2019).

10. **Керимова А.Д.** Проблемы селекции семян масличных культур в России // Наукоедение: интернет-жур. – Вып. 6 (ноябрь-декабрь). – 2013.

11. Экономика масличных культур [Электронный ресурс]. URL: <http://svetich.info/publikacii/analitika/ekonomika-maslichnyh-kultur.html> (дата обращения: 23.10.2019).

12. Эксперт: РФ нарастит экспорт масличной переработки до 15,7 млн тонн в год [Электронный ресурс]. URL: <http://rosng.ru/content/ekspert-rf-narastit-eksport-maslichnoy-pererabotki-do-157-mln-tonn-v-god> (дата обращения: 26.11.2018).

13. **Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Кривошлыков К.М.** Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Вып. 4 (164). – 2015. – С. 81-102.

14. Выращивание подсолнечника [Электронный ресурс]. URL: <https://ekoshka.ru/podsolnechnik-urozhajnost-s-ga/> (дата обращения: 27.11.2018).

15. Масличное дело [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15085-maslichnoe-delo/> (дата обращения: 26.11.2018).

16. **Гончаров С.В., Горлова Л.А.** Масличные культуры: новые вызовы и тенденции их развития // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Вып. 2 (174). – 2018. – С. 96-100.

17. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.) – М.: ФБГНУ «Росинформагротех», 2014. – 456 с.

18. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.) – М.: ФБГНУ «Росинформагротех», 2015. – 468 с.

19. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.) – М.: ФБГНУ «Росинформагротех», 2016. – 504 с.

20. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.) – М.: ФБГНУ «Росинформагротех», 2017. – 484 с.

21. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.) – М.: ФБГНУ «Росинформагротех», 2018. – 508 с.

22. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1 «Сорта растений» (офиц. изд.) – М.: ФБГНУ «Росинформагротех», 2019. – 460 с.

23. Гибриды и сорта: рынок семян России в 2018 году [Электронный ресурс]. URL: <https://rynok-apk.ru/articles/plants/gibridy-i-sorta/> (дата обращения: 03.12.2018).

24. **Исламов М.Н.** Проблемы российского семеноводства [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kurgansemena.ru/news/problemy-rossiyskogo-semenovodstva/> (дата обращения: 12.11.2018).

25. **Жукова О.** Все начинается с семян [Электронный ресурс]. URL: <http://ikar.ru/articles/87.html> (дата обращения: 12.11.2018).
26. **Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Колчина Л.М.** Инновационные технологии в селекции, сортоиспытании и семеноводстве: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 200 с.
27. ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия (с поправкой).
28. **Лукомец В.М., Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Кривошлыков К.М.** Результаты и перспективы внедрения иностранных гибридов подсолнечника в Российской Федерации // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Вып. 3 (163). – 2015. – С. 3-8.
29. Методы селекции растений [Электронный ресурс]. URL: https://licey.net/free/6-biologiya/73-genetika_i_selekcija_teorija_zadaniya_otvety/stages/4423-metody_selekcii_rastenii.html (дата обращения: 22.01.2019).
30. Современная технология выращивания подсолнечника / Под ред. канд. с.-х. наук, А. Орлова [Электронный ресурс]. URL: <https://farming.org.ua/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%B2%D1%8B%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20farming.org.ua.html> (дата обращения: 22.10.2019).
31. **Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Тишков Н.М., Бушнев А.С., Пивень В.Т., Шуляк И.И.** Перспективная ресурсосберегающая технология производства подсолнечника. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 56 с.
32. **Донцов В.Г., Бельтюков Л.П., Кувшинова Е.К.** Роль технологий возделывания при производстве подсолнечника // Вестн. аграрной науки Дона. – 2013. – Т. 1. – № 21. – С. 83-89.
33. **Бельтюков Л.П., Донцов В.Г., Кувшинова Е.К.** Влияние различных технологий возделывания на водный, пищевой режимы почвы и продуктивность подсолнечника // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – № 3 (19). – 2015. – С. 126-138.
34. **Ильинская И.Н.** Продуктивность подсолнечника в условиях орошения в зависимости от элементов агротехнологии // АгроСнабФорум. – 2018. – № 7 (163). – С. 52-53.
35. **Несмиян А.Ю., Бельтюков Л.П., Хижняк В.И.** Эффективность машинных технологий возделывания подсолнечника на юге России // С.-х. машины и технологии. – 2014. – № 5. – С. 35-38.

36. **Пузиков А.Н., Суворова Ю.Н.** Совершенствование технологии возделывания подсолнечника Западной Сибири // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Вып.1 (150) – 2012.

37. **Бушнев А.С., Подлесный С.П., Хатит А.Б., Ветер В.И.** Урожайность и качество семян подсолнечника в зависимости от элементов адаптивной технологии возделывания // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Вып. 4 (172). – 2017. – С.61-71.

38. **Баранов В.Ф.** Технологии возделывания сои [Электронный ресурс]. URL: <https://refdb.ru/look/2491829-p11.html> (дата обращения: 18.12.2018).

39. **Орехов Г.И., Бушнев А.С.** Способы основной обработки почвы под сою в регионах России (обзор) // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 124-131.

40. **Синеговский М.О., Малашонок А.А.** Экономическая оценка ресурсосберегающих технологий производства сои // С.-х. науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков, ВНИИ сои (г. Благовещенск), ООО «Центр развития научного сотрудничества» (г. Новосибирск). – № 15. – 2016. – С. 125-130.

41. **Лукомец В.М., Пенчуков В.М., Тильба В.А., Зайцев Н.И., Шабалдас О.Г., Бушнев А.С.** Совершенствование технологии возделывания сои // Вестн. Ставрополья. – № 2. – 2015. – С. 88-95.

42. Адаптивные технологии возделывания масличных культур в южном регионе России / Сост. В.М. Лукомец и др. – Краснодар, 2011. – 186 с.

43. **Шафоростов В.Д., Ефимкин Н.В.** Приспособление к пневматической сеялке для механического высева семян сои // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2015. – № 1 (161). – С. 109-112.

44. **Толоконников В.В., Новиков А.А., Кошкарлова Т.С.** Современные технологии производства и переработки сои в рамках продовольственной безопасности, импортозамещения и роста экспортного потенциала РФ [Электронный ресурс]. URL: http://www.infotechno.ru/ros-soya2018/dok_tolokonnikov2018.php (дата обращения: 22.11.2019).

45. Технологии XXI века в агропромышленном комплексе России. – 3-е изд., доп. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 532 с.

46. **Гужвина Н.А., Моисеенко Ж.Н.** Эффективность возделывания сои при орошении в условиях Ростовской области // Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. (4-7 февраля 2014 г., ФГБОУ ВПО «Донской ГАУ»). – Т. 4. – 2014. – С. 26-29.

47. **Толоконников В.В., Канцер Г.П., Кошкарова Т.С., Плющева Н.М.** Особенности технологии производства сортов сои при орошении // Орошаемое земледелие. – № 1. – 2019. – С. 32-35.

48. Деликатная культура. Особенности технологии выращивания рапса [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/24760-delikatnaya-kultura/> (дата обращения: 22.11.2019).

49. **Елизаров В.П., Бейлис В.М.** Типажи технических средств для производства рапса биотоплива // Научно-технический прогресс в инженерной сфере АПК России – разработка высокоэффективных ресурсосберегающих технологий: сб. – М., 2008. – С. 26-30.

50. Современная технология выращивания озимого рапса / Под ред. канд. с.-х. наук А. Орлова [Электронный ресурс]. URL: <https://farming.org.ua.html> (дата обращения: 22.11.2019).

51. Технология возделывания рапса ярового [Электронный ресурс]. URL: <http://agrofolio.by/tehnologii-vozdelyvaniya/tehnologiya-vozdelyvaniya-rapsa-yarovogo> (дата обращения: 22.11.2019).

52. Современная технология выращивания ярового рапса [Электронный ресурс]. URL: <https://farming.org.ua.html> (дата обращения: 22.11.2019).

53. **Гольяпин В.Я.** Современные технологии и комплекс машин для возделывания и уборки рапса: науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008 – 96 с.

54. **Припоров И.Е., Шафоростов В.Д.** Классификация оптических фотосепараторов для сортирования семян подсолнечника // Вестн. Казанского ГАУ. – Т. 10. – № (35). – 2015. – С. 68-70.

55. **Стрикунов Н.И., Леканов С.В., Арапов Д.С.** Повышение эффективности работы сортировального отделения семяочистительной линии с применением фотосепаратора // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2017. – № 12 (158). – С. 147-151.

56. **Припоров И.Е., Шафоростов В.Д.** Технология послеуборочной обработки семян масличных культур // Инновации в сельском хозяйстве. – № 5 (10). – 2014. – С. 10-14.

57. **Припоров И.Е., Лазебных Д.В.** Рациональная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника // Научный журнал КубГАУ. – № 112 (08). – 2015. – С. 1-11.

58. Хранение и переработка сои [Электронный ресурс]. URL: <http://biofile.ru/bio/34333.html> (дата обращения: 22.11.2019).

59. Технология возделывания рапса ярового. Размещение по почвенно-климатическим зонам и в севообороте [Электронный ресурс]. URL: документ с сайта sibagrocentr.ru (дата обращения: 22.11.2019).

60. НТП 16-93 Нормы технологического проектирования предприятий послеуборочной обработки и хранения продовольственного фуражного зерна и семян зерновых, зернобобовых, масличных культур и трав (утв. Минсельхозпродом России 23.12.93).

61. Правила хранения семян сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rshn-kbr.ru/index.php/vse-novosti/579-pravila-khraneniya-semyan-selskokhozyajstvennykh-rastenij> (дата обращения: 22.11.2019).

62. Хранение семян масличных культур. Ч. 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://agro-portal24.ru/hranenie-zerna/3043-hranenie-semyan-maslichnyh-kultur-chast-1.html> (дата обращения: 22.11.2019).

63. Хранение и переработка сои [Электронный ресурс]. URL: <http://biofile.ru/bio/34333.html> (дата обращения: 22.11.2019).

64. **Орлов А.** Особенности хранения семян масличного рапса [Электронный ресурс]. URL: <https://farming.org.ua/Хранение%20семян%20масличного%20рапса,%20особенности%20-%20Агроконсалтинг%20.html> (дата обращения: 22.11.2019).

65. Особенности хранения семян масличного рапса [Электронный ресурс]. URL: <https://agronom.com.ua/osobennosty-hranenyua-semyan-maslychnogo-rapsa/> (дата обращения: 22.11.2019).

66. Контроль качества семян [Электронный ресурс]. URL: <https://poisk-gu.ru/s15088t11.html> (дата обращения: 22.11.2019).

67. Сертификация семян [Электронный ресурс]. URL: <https://poisk-gu.ru/s15089t11.html> (дата обращения: 22.11.2019).

68. ГОСТ 10852-86 Семена масличные. Правила приемки и методы отбора проб.

69. «КвикПикер» (QuickPicker) [Электронный ресурс]. URL: <https://mctex.ru/shop/probootborniki/kvikpiker-quickpicker/> (дата обращения: 22.11.2019).

70. Пробоотборник «Тубус» (Tubus) [Электронный ресурс]. URL: <https://mctex.ru/shop/probootborniki/probootbornik-tubus-tubus/> (дата обращения: 22.11.2019).

71. Инструкция N 9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы (с Дополнениями и изменениями).

72. **Секанов Ю.П., Степанов М.А.** Научные основы и опыт применения неразрушающего контроля качества продукции и технологических процессов в растениеводстве // Вестн. ВНИИМЖ. – 2016. – № 4 (24). – С. 110-115.

73. Особенности сушки и хранения семян сои [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agrodialog.com.ua/osobennosti-sushki-i-xraneniya-semyan-soi.html> (дата обращения: 22.11.2019).

74. Контроль качества зерна при хранении: основные моменты [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ukrnews24.net/kontrol-kachestva-zerna-pri-xranenii-osnovnyie-momenty/> UkrNews24.net (дата обращения: 22.11.2019).

75. **Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С.** Методы и инструменты контроля качества сельскохозяйственной продукции: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 292 с.

76. Лабораторное оборудование для контроля качества зерна, муки, кормов и пищевых продуктов: кат. ООО «СокТрейд Ко». – 2016 – 88 с.

77. Экспресс-анализаторы влажности сельскохозяйственных культур: просп. ООО «Диаэм». – б/г. – 2 с.

78. Экспресс-анализатор жира ORACLE [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interanalyt.ru/equipment/mikrovolnovoye-analizatory-vlagi-zhira-i-belka/item/513-ekspress-analizator-zhira-oracle> (дата обращения: 05.04.2018).

79. Микроволновой влагомер нового поколения SMART 6: просп. компании «СЭМ». – б/г. – 2 с.

80. Инфракрасный экспресс-анализатор PertenDA 7250 [Электронный ресурс]. URL: <https://labreaktiv.ru/catalog/analiticheskoe-oborudovanie/analizatory-selskohozyaystvennoy-i-pishhevoy-produktsii/analizatory-moloka/analizator-da-7250/> (дата обращения: 04.12.2019).

81. **Агафонов О.С., Лисовая Е.В., Верещагина А.П., Руснак Г.В.** Совершенствование способа определения масличности и влажности семян подсолнечника на основе метода ЯМР // Технологии пищевой и перераб. пром-ти АПК – продукты здорового питания. – № 4. – 2015. – С. 60-63.

82. **Прудников С.М., Агафонов О.С., Зверев Л.В., Руснак Г.В.** Новые возможности импульсных методов ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в аналитическом контроле масложировой промышленности // Масложировая индустрия: сб. матер. 15-й Междунар. конф. (28-29 октября). – СПб, 2015. – С. 10-11.

83. Способы переработки семян масличных культур. Зависимость между качеством масла и качеством исходного сырья [Электронный ресурс]. URL: https://studbooks.net/1130536/agropromyshlennost/sposoby_pererabotki_semyan_maslichnyh_kultur_zavisimost_kachestvom_masla_kachestvom_ishodnogo_syrya (дата обращения: 05.12.2019).

84. **Голубев И.Г., Шванская И.А.** Оборудование для переработки масличных культур: кат. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2008. – 116 с.

85. Маслопресс УЭП-100, 150, 250, 450 (линия горячего прессования) [Электронный ресурс]. URL: <https://agroserver.ru/b/maslopress-uер-100-150-250-450-liniiya-goryachego-pressovaniya-710928.htm> (дата обращения: 05.12.2019).

86. Маслопресс ПХП производительностью 100, 200, 500, 1000 кг сырья в час [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.all.biz/maslopress-php-proizvoditelnostyu-100-200-500-1000-g821466UA> (дата обращения: 05.11.2019).

87. Производим маслопрессы и линии [Электронный ресурс]. URL: <http://press.agro-i.ru/> (дата обращения: 05.11.2019).

88. Промышленный маслопресс АММ750 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.adm-demetra.com/maslopress-amm750.html> (дата обращения: 05.11.2019).

89. Линия горячего отжима [Электронный ресурс]. URL: <http://oliepres.ua/products/linii-goryachego-otzhima> (дата обращения: 09.10.2019).

90. Выбор подходящей технологии (Page 2) [Электронный ресурс]. URL: https://farmet.com.ua/?paged=2&page_id=77 (дата обращения: 09.10.2019).

91. Экструдеры и линии экструдирования для производства кормов и переработки биоотходов в корма [Электронный ресурс]. URL: <http://agro-i.ru/extrudermain/> (дата обращения: 09.10.2019).

92. Пресс-экструдер ПЕС-250 [Электронный ресурс]. URL: <https://umanfermmash.com/presc-jekstruder-pes-250/> (дата обращения 15.01.2020).

93. Экструдеры соевые [Электронный ресурс]. URL: <https://chekhiya.promportal.su/tags/34026/ekstruder-soeviy/> (дата обращения: 09.10.2019).

94. Линии отжима растительного масла [Электронный ресурс]. <http://jasko.ru/product/oborudovanie-dlya-proizvodstva-rastitelnogo-masla/linii-otzhima-rastitelnogo-masla/> (дата обращения: 09.10.2019).

95. Прессы [Электронный ресурс]. URL: <http://jasko.ru/product/oborudovanie-dlya-proizvodstva-rastitelnogo-masla/pressy/> (дата обращения: 09.10.2019).

96. Линия отжима масла, 1000 кг/ч (однократное горячее прессование) [Электронный ресурс]. URL: <http://jasko.ru/product/oborudovanie-dlya-proizvodstva-rastitelnogo-masla/linii-otzhima-rastitelnogo-masla/1goraych-1000/> (дата обращения: 08.11.2019).

97. Переработка масличных культур экструзионно-прессовым способом [Электронный ресурс]. URL: <http://basu-rus.com/stati/pererabotka-maslichnyh-kultur-ekstruzionno-pressovym-sposobom> (дата обращения: 09.10.2019).

98. Переработка масличных культур экструзионно-прессовым способом [Электронный ресурс]. URL: <http://basu-rus.com/stati/pererabotka-maslichnyh-kultur-ekstruzionno-pressovym-sposobom> (дата обращения: 09.10.2019).

99. 9000 Series Extruder [Электронный ресурс]. URL: <https://www.instagram.com/en/equipment/extruders/> (дата обращения: 09.10.2019).

100. Model 5005 Press [Электронный ресурс]. URL: <https://www.instagram.com/en/equipment/presses/> (дата обращения: 08.11.2019).

101. Переработка семян масличных культур с оборудованием FARMET: современно, экологично и экономично [Электронный ресурс]. URL: <http://svetich.info/publikacii/agrohimija/pererabotka-semjan-maslichnyh-kultur-s-o.html> (дата обращения: 09.10.2019).

102. **Пугачев П.** Инновационные технологии переработки масличных культур // Масложировая комплекс России: новые аспекты развития: матер. 8-й Междунар. конф.: документ с сайта www.grainfood.ru (дата обращения: 09.10.2019).

103. Промышленные маслопрессовые заводы Farnet (Чехия) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atkrostov.ru/catalog/oborudovanie-dlya-pererabotki-zerna/dlya-proizvodstva-masla/promyshlennoe-maslopressovoe-oborudovanie-farnet-chehiya/promyshlennye-maslopressovyie-zavody-farnet-chehiya.html> (дата обращения: 21.11.2019).

104. Экструдер (Farnet E) [Электронный ресурс]. URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_e5126d8b-8221-4293-820b-ed8c3e36143d (дата обращения: 21.11.2019).

105. Разработки компании Farnet для экструзии кормов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agrobase.ru>, <http://vestina.ru/oborudovanie-dlya-ark/108-razrabotki-kompanii-farnet-dlya-ekstruzii-kormov> (дата обращения: 21.11.2019).

106. Рапсовое масло [Электронный ресурс]. URL: <http://florapower.ru/infoteka> (дата обращения: 21.11.2019).

107. Получение растительных масел методом экстракции [Электронный ресурс]. URL: https://vuzlit.ru/757598/poluchenie_rastitelnyh_masel_metodom_ekstraktsii (дата обращения: 21.11.2019).

108. Линия экстракции растительного масла производительностью 100 т сутки (Китай) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vivas.com.ua/China/SES100.htm> (дата обращения: 21.11.2019).

109. Аппараты для экстракции растительного масла [Электронный ресурс]. URL: <https://food-mechanics.ru/?p=1202> (дата обращения: 04.12.2019).

110. Установка для экстракции масла [Электронный ресурс]. URL: <http://www.masloprecc.ru/Ustanovka-Dlya-Ekstraksii-Masla/> (дата обращения: 04.12.2019).

111. Линия экстракции по жмыху подсолнечника, рапса производительностью 150 тонн/сутки [Электронный ресурс]. URL: <http://sinaagro.agroserver.ru/tovari/207104.htm> (дата обращения: 04.12.2019).

112. Экстрактор масла [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.all.biz/ekstraktor-masla-g7215577> (дата обращения 04.12.2019).

113. Преимущества экстракционного оборудования «Crown» [Электронный ресурс]. URL: документ с сайта europascrown.ru (дата обращения: 04.12.2019).

114. **Louis Kingsbaker С.** Отчет-анализ экстракторов непрерывного действия *Extractorcomparison.pdf* [Электронный ресурс]. URL: документ с сайта europascrown.ru (дата обращения: 16.01.2020).

115. Экстракция растворителем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.andreottiimpianti.com/ru/tehnologiya/ekstraksiya-rastvoritelem> (дата обращения: 04.12.2019).

116. Оборудование для переработки подсолнечника Andreotti Impianti [Электронный ресурс]. URL: https://agrovекtor.ru/physical_product/706302-oborudovanie-dlya-pererabotki-podsolnechnika-andreotti-impianti.html (дата обращения: 04.12.2019).

117. Продукты переработки растительных масел [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroprod mash-expo.ru/ru/articles/2016/pererabotka-rastitelnyh-masel/> (дата обращения: 06.12.2019).

118. Переработка семян масличных культур и производство растительного масла. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/5611157/page:16/> (дата обращения: 06.12.2019).

119. **Белая А.** Соевый дисбаланс. Возможности переработки сои превосходят объемы ее производства // *Агроинвестор*. – № 11. – 2016.

120. Продукты переработки соевых бобов [Электронный ресурс]. URL: https://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=7686 (дата обращения: 06.12.2019).

121. Технологии переработки соевых бобов [Электронный ресурс]. URL: https://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=7628 (дата обращения: 06.12.2019).

122. Получение полножирной сои методом тостирования [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroyug.ru/news/id-28544> (дата обращения: 06.12.2019).

123. **Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Голубев И.Г., Немену-щая Л.А., Коноваленко Л.Ю., Пискунова Н.А., Масловский С.А.** Глубокая переработка сельскохозяйственного сырья; науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 160 с.

124. Cargill начал экспорт российского лецитина. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/investments/news/32207-cargill-nachal-eksport-rossiyskogo-letsitina/> (дата обращения: 06.12.2019).

125. Глубокая переработка подсолнечного масла – один из вариантов повышения прибыли маслоэкстракционных предприятий [Электронный ресурс]. URL: <https://agroserver.ru/press/3145/> (дата обращения: 06.12.2019).

126. В Липецкой области строят завод глубокой переработки масличных [Электронный ресурс]. URL: <https://agrobook.ru/news/59563/v-lipецкоy-oblasti-stroyat-zavod-glubokoy-pererabotki-maslichnyh> (дата обращения: 12.02.2020).

127. **Баурин Д.В.** Комплексная технология переработки шрота подсолнечника с получением изолята белка и углеводно-белкового корма: дис. ... канд. техн. наук: 03.01.06. – М., 2014. – 196 с.

128. Инновационная технология переработки сои [Электронный ресурс]. URL: <http://biotech2030.ru/innovatsionnaya-tehnologiya-pererabotki-soi/> (дата обращения: 15.01.2020).

129. **Смычагин Е.О., Мустафаев С.К.** Анализ состава отходов очистки масличных семян и способов их утилизации и переработки // Научный журнал КубГАУ. – № 120 (06). – 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/45.pdf/> (дата обращения: 16.01.2020).

130. Технические культуры и продукты их переработки [Электронный ресурс]. URL: <http://worldgonesour.ru/kombikorma/2148-tehnicheskie-kultury-i-produkty-ih-pererabotki> (дата обращения: 12.02.2020).

131. Олеохимическая продукция группы компаний «НМЖК» – гудрон жировой, олеиновая кислота, дистиллированные жирные кислоты [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nmgk.ru/business/soap-and-beauty-products/articles/oleokhimicheskaya-produktsiya/> (дата обращения: 12.02.2020).

132. Переработка сои в Канаде/ Soybean Processing in Canada [Электронный ресурс]. URL: <http://soycanada.ca/industry/soybean-processing/> (дата обращения: 05.12.2019).

133. Будущее канадской масличной промышленности Future of the Canadian oilseeds industry [Электронный ресурс]. URL: <http://canadianfoodbusiness.com/2013/11/07/future-of-the-canadian-oilseeds-industry/> (дата обращения: 04.12.2019).

134. **Kachel M., Kraszkiewicz A., Krajewska M.** Possibilities of Using Waste after Pressing Oil from Oilseeds for Energy Purposes / Возможности использования отходов после прессования масла из масличных культур в энергетических целях – *Agricultural engineering*. – Vol 20. – Issue 1. – 2016. – P. 45-54.

135. **Kumar S.P. J., Prasad R.S., Banerjee R., Cent J.Ch.** Green solvents and technologies for oil extraction from oilseeds / Зеленые растворители и технологии для извлечения масла из масличных культур. – 2017. – Vol. 11. – Issue 9. – Published online 2017 Jan 23.

136. **Bardeau T., Savoire R., Cansell M.** Recovery of oils from press cakes by CO₂-based technology / Извлечение масел из жмыхов по технологии CO₂. –Vol. 22. – № 4. – July-August 2015. – P. 56-59.

137. **Koeleman E. All About Feed & Dairy Global** Processing of selected oilseed by-products / Переработка отдельных масличных побочных продуктов. – Published on-line 4 Feb 2019.

138. **The S.-S., El-Din Bekhit A.** Utilization of Oilseed Cakes for Human Nutrition and Health Benefits / Использование масличных жмыхов для питания человека и пользы для здоровья // Book: Chemical Processes and Reaction By-products Involved in the Biorefinery Concept of Biofuel Production. – Publisher: Springer, Editors: Hakeem, K. R., Jawaid, M, Alothman.

139. **Gurinovich S.J., Rozhkovan V.V., Obukh G.J., Moysey S.I.** The genetic resources of cruciferae in carpathian region of naas // Научно-технический бюллетень Института олеиных культур НАА. – 2013. – Т. 18. – № 18. – С. 31-37.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ	3
1. СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР	5
2. ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР	10
2.1. Подсолнечник	10
2.2. Соя.....	22
2.3. Рапс	28
3. ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР	39
3.1. Подсолнечник	39
3.2. Соя.....	42
3.3. Рапс	45
4. ХРАНЕНИЕ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР	47
4.1. Приборы контроля качества семян при хранении.....	56
5. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР	67
5.1. Механические способы переработки	67
5.2. Экстракционные способы переработки	84
5.3. Глубокая переработка масличных культур.....	89
5.4. Зарубежный опыт	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
ЛИТЕРАТУРА	107

**Дмитрий Саввич Буклагин,
Николай Петрович Мишуров**

**ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ,
ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПОДСОЛНЕЧНИКА, СОИ И РАПСА**

Аналитический обзор

Редактор *М.А. Обознова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *Т.С. Ларёвой, Г.А. Прокопенковой*
Корректор *С.И. Ермакова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 23.05.2020 Формат 60×84/16
Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная
Печ. л. 7,5 Тираж экз. 500 Изд. заказ 34 Тип. заказ 126

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1560-2



9 785736 715602 >

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

**Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138)
и редакцию с любого месяца и на любой период,
перечислив деньги на наш расчетный счет.
Стоимость подписки на 2020 г. с учетом доставки
по Российской Федерации – 4752 руб. с учетом НДС (10%);
396 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.**

Банковские реквизиты: УФК по Московской области
(Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех»,
л/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России
по ЦФО БИК 044525000 ОКТ МО 46758000

**Журнал уже получают тысячи сельхозтоваро-
производителей России и стран СНГ**

В Информационном бюллетене Минсельхоза России
Вы можете разместить свои аналитические
и рекламные материалы, соответствующие целям
и профилю журнала. Размещение рекламы
можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех»
перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,
(495) 993-55-83,
(495) 993-44-04.

e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru



