

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»)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ
И СЕМЕНОВОДСТВЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
СОРТОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Научный аналитический обзор



Москва 2018

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, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

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 2018 г. с доставкой по Российской Федерации – 7524 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 8580 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», л/с 20486Х71280,
р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000
В назначении платежа указать код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46647158.

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

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Научный аналитический обзор

Москва
2018

УДК 635-13:635.11

ББК 41.3:42.343

Ф 33

Рецензенты:

Н.Н. Лазарев, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства
и луговых экосистем (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева);

В.И. Славкин, д-р техн. наук, проф.,
проф. кафедры «Механика и технические системы» (ФГБОУ ВО РГАЗУ)

Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Щеголихина Т.А. Современные технологии и оборудование в селекции и семеноводстве отечественных сортов сахарной свеклы: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2018 – 88 с.

ISBN 978-5-7367-1412-4

Приводятся основные показатели производства сахарной свеклы, такие как посевная площадь, урожайность, хозяйственные качества, сахаристость. Проведена оценка нахождения ее сортов и гибридов в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации. Названы российские семенные заводы и организации, проводящие селекционную работу, а также зарубежные фирмы-поставщики семян сахарной свеклы. Рассмотрены селекционно-генетические методы и технологии ведения семеноводства данной культуры. Приведены краткие технические характеристики машин, применяемых в селекционно-семеноводческом процессе.

Предназначен для руководителей и специалистов агропромышленного комплекса, свекловодов, преподавателей и студентов вузов, учебно-методических центров, научных работников, слушателей академий повышения квалификации.

Fedorenko, V.F., Mishurov, N.P., Shchegolikhina, T.A. Modern technologies and equipment in breeding and seed-growing of sugar beet domestic varieties: Scientific and Analytical Review. – Moscow, Rosinformagrotekh Federal State Budgetary Scientific Institution, 2018 – 88 pp.

The main indicators of sugar beet production, such as sowing area, yield, economic qualities, sugar content, are given. An assessment of location of its varieties and hybrids in the State Register of Breeding Achievements that are approved for use in the Russian Federation. Russian seed plants and organizations conducting breeding work, as well as foreign suppliers of sugar beet seeds are described. The selection-genetic methods and technologies of seed-growing of this crop are considered. Brief specifications of machines used in the selection-seed-growing process are given.

It is intended for managers and specialists of the agribusiness, beet growers, teachers and students of higher educational institutions, educational and methodological centers, scientists, and students of advanced training academies.

УДК 635-13:635.11

ББК 41.3:42.343

ISBN 978-5-7367-1412-4

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Сахарная свекла является одной из важнейших технических культур, единственным в России источником производства белого сахара. В новой редакции Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, подготовленной Минсельхозом России и рассмотренной на заседании Общественного совета при министерстве 12 февраля 2018 г., предлагается повысить уровень самообеспеченности сахаром с 80 до 90% [1].

В последние годы посевные площади и объем производства сахарной свеклы увеличивались и в 2017 г. составили 1,2 тыс. га и 51 млн т при урожайности 435,8 ц/га [2]. При этом доля семян отечественной селекции в посевах культур неуклонно падала и в 2017 г. составила всего 0,7% от общего количества [3]. Российские аграрии находятся в зависимости от импортных семян. Это объясняется отсутствием организационно-экономических механизмов для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства сахарной свеклы на современном уровне, низким уровнем господдержки, слабой заинтересованностью в инвестициях со стороны бизнеса в этот сектор сельскохозяйственного производства.

В целях обеспечения устойчивого роста производства семян сахарной свеклы современных конкурентоспособных гибридов отечественной селекции на основе применения высокотехнологических российских разработок, включающих в себя элементы полного комплексного научно-технического цикла, Правительством Российской Федерации был предложен проект подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2018-2025 гг. Основными задачами данной подпрограммы являются:

- формирование современного научного задела в области свекловодства, достигаемого за счет проведения комплексных научных исследований фундаментального и прикладного характера, в том числе совершенствования и разработки агротехнологий, технологий клас-

сической и геномной селекции, геномного редактирования, создания новых отечественных гибридов сахарной свеклы;

- организация системы первичного семеноводства с целью производства суперэлитных и элитных семян, а также системы репродуктивного семеноводства с целью промышленного выращивания семенного материала (F1) новых гибридов сахарной свеклы с конкурентоспособными хозяйственно ценными признаками;

- создание новых средств защиты и диагностикумов для выявления возбудителей заболеваний и вредителей; сохранение, изучение и пополнение биоресурсных коллекций сортов, линий и гибридов сахарной свеклы, коллекций возбудителей заболеваний сахарной свеклы и симбиотических микроорганизмов; разработка и применение высокоэффективных технологий первичного и репродуктивного семеноводства с целью крупномасштабного размножения современных гибридов культуры с применением методов биотехнологии и молекулярной биологии, позволяющих контролировать генетические паспорта гибридов и наследование хозяйственно ценных генов;

- увеличение доли годового объема производства родительских компонентов (суперэлита и элита) и репродуктивных (F1) семян современных гибридов сахарной свеклы отечественной селекции; реализация комплексных научно-технических проектов по созданию конкурентоспособных гибридов сахарной свеклы отечественной селекции;

- совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования для селекции и семеноводства сахарной свеклы, привлечение молодых специалистов, ориентированных на быструю адаптацию к требованиям научно-технического прогресса [4].

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЕКЦИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РОССИИ

Селекция (лат. *selectio* «выбирать») – наука о методах создания новых и улучшения существующих пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов с полезными для человека свойствами. В селекционном процессе выделяют несколько этапов: обоснование цели и задач селекции, создание и подбор исходного материала, разработка схемы селекции, селекционный процесс (включая разнообразные методы селекции) и сортоиспытание.

В Российской Федерации селекция представлена в основном селекционными центрами Отделения сельскохозяйственных наук РАН, а также негосударственными селекционными центрами (подразделения крупных семеноводческих компаний). До середины 1990-х годов семеноводством сахарной свеклы занималось более 100 предприятий, расположенных в 12 территориально-административных образованиях Российской Федерации, причем до 80% семян производилось высадочным способом. В настоящее время созданием сортов и гибридов сахарной свеклы занимаются ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова (п. ВНИИСС Воронежской области), ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» (п. Гулькевичи Краснодарского края) и ООО НПССП «Рамонские семена» (Воронежская область).

Поскольку селекция и семеноводство сахарной свеклы являются основой для формирования сырьевой базы при производстве сахара, то основная их задача – создание новых высокоурожайных конкурентоспособных, характеризующихся повышенной (18-19% и более) сахаристостью и устойчивостью к стресс-факторам, обеспечивающих устойчиво высокие выход сахара на единицу площади и качество сырья при переработке гибридов культуры.

Сахарная свёкла (*Beta vulgaris* L.) двухлетнее растение семейства маревых. Светолюбива, требовательна к влаге и чувствительна к кислотности почвы. Вегетационный период в первый год жизни длится 160-170 дней, во второй – 100-130 дней. Данная культура относится

к числу перекрёстно-опыляемых растений, имеющих признак самосовместимости, что определяет сложность генетических, селекционных и семеноводческих работ. Все ее сорта и гибриды относятся к одному виду, имеют белый цвет мякоти и кожуры. По хозяйственным качествам и содержанию сахара сорта делят на три основные группы: урожайные – имеют среднее и пониженное содержание сахара в корнеплодах (17,9-18,3%); урожайно-сахаристые – имеют высокое содержание сахара в корнеплодах (8,5-18,7%) и высокую урожайность культуры; сахаристые – имеют самое повышенное содержание сахара в корнеплодах (18,7-19,0%), но урожайность при этом занижена по сравнению с урожайно-сахаристыми видами.

Большинство сортов и гибридов относятся к группе урожайно-сахаристых (N-Normal), сочетающих высокий урожай корнеплодов с высокой сахаристостью и обеспечивающих наибольший сбор сахара с единицы площади. Сорта и гибриды урожайного направления (E-Ertrag) дают высокий урожай корнеплодов средней сахаристости, а потому выход сахара с единицы перерабатываемого сырья у них небольшой. Сорта и гибриды сахаристого направления (Z-Zucker) отличаются высокой сахаристостью, но пониженным урожаем корнеплодов. Выход сахара с единицы сырья зависит от особенностей сорта, уровня агротехники и условий среды.

В период созревания у сахарной свеклы различают техническую, биологическую и ботаническую спелость.

Техническая спелость – сочетание в корнеплоде первого года жизни наивысшей сахаристости с наивысшей доброкачественностью сока (процент сахара в сухом водорастворимом веществе). К моменту технической спелости возрастает отношение массы корнеплода к массе листьев до 3:1. Перед ее наступлением рядки свеклы размыкаются, листья становятся светло-зелеными, частично желтеют.

Биологическая спелость сахарной свеклы первого года жизни связана с затуханием жизненных процессов растения к концу вегетационного периода. Для нее характерны отмирание старых листьев, медленное нарастание массы корнеплодов и накопление в них сахара, повышение доброкачественности сока, уменьшение содержания воды и золы в корнеплодах.

Ботаническая спелость наступает на второй год жизни при созревании семян, когда плоды и соплодия становятся бурыми, семена в них – вишнево-красными с мучнистой консистенцией на изломе.

Географически в свеклосахарном комплексе Российской Федерации можно выделить четыре макрорегиональных кластера:

- Центральное Черноземье – охватывает все регионы Центрально-Черноземного района (Воронежская, Тамбовская, Белгородская, Курская и Липецкая области), а также Саратовскую, Пензенскую, Рязанскую, Орловскую, Тульскую, Брянскую и Волгоградскую области;

- Южный – Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область, республики Чечня, Карачаево-Черкесская и Адыгея. До недавнего времени выращиванием сахарной свеклы (фабричной) в незначительных масштабах занимались также республики Кабардино-Балкарская, Северная Осетия-Алания, Калмыкия, Дагестан и Астраханская область;

- Волга-Урал – республики Татарстан, Башкортостан, Мордовия, Чувашская, Ульяновская, Нижегородская, Самарская и Оренбургская области. Ранее выращивали сахарную свеклу на небольших площадях также в республиках Марий-Эл и Удмуртской, а также в Кировской области;

- Западная Сибирь – Алтайский край. В середине 1990-х годов сахарная свекла выращивалась также в Новосибирской и Омской областях.

В соответствии с Федеральным законом «О семеноводстве» нахождение сорта в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию (далее – Госреестр), дает право размножать, ввозить на территорию Российской Федерации при соблюдении требований законодательства в сфере карантина растений и реализовывать в соответствующих регионах семена и посадочный материал сорта. Семенные посевы (насаждения) данных сортов подлежат апробации, а на семена выдается сертификат, удостоверяющий их сортовую принадлежность, происхождение и качество. Краткая характеристика наиболее распространенных отечественных сортов и гибридов сахарной свеклы представлена в табл. 1.1 [5, 6]. Тип растения указан в прил. 1

Краткая характеристика наиболее распространенных отечественных сортов сахарной свеклы

Сорта	Рекомендуемый регион возделывания	Категория	Тип рас- тения	Масса корнепло- да, г	Средняя уро- жайность при испытании, т/га	Содержа- ние саха- ра, %	Выход сахара, ц/га	Устойчивость к вредителям и болезням
Азимут	6	F1	n	618	49,6	16,2	80,4	Устойчив к корнееду, мучнистой росе, церкоспорозу
Вектор	6	F1	n	532	40,1	16,5	72,8	Устойчив к корнееду, мучнистой росе, церкоспорозу
Каскад 3	3, 4, 5, 6	F1	e	521-532	36,1-37,5	17,5-18,3	53,9-66,8	Среднеустойчив к мучнистой росе
Конкурс	5, 6	F1	n	548-563	42,1-46,6	17,2-18,2	74,0-84,0	Устойчив к корневым гнилям
Кубанский МС 74	6	F1	n	Н. д.	40,0	17,5	Н. д.	Устойчив к церкоспорозу
Кубанский МС 81	6	F1	n	578	39,7	16,5	70,0	Устойчив к корнееду, церкоспорозу
Кубанский МС 83	6	F1	n	471	38,5	16,5	66,6	Устойчив к корнееду, церкоспорозу
Кубанский МС 90	6	F1	n	535	39,9	17,3	70,0	Устойчив к корнееду, мучнистой росе
Кубанский МС 91	6	F1	n	564	43,5	17,5	76,9	Устойчив к корнееду, мучнистой росе
Кубанский МС 92	6	F1	n	535	43,4	17,5	77,6	Устойчив к корнееду

Кубанский МС 95	6	F1	n	444	25,5	19,4	54,0	Устойчив к корнееду, церкоспорозу
Кулон	6	F1	n	534	40,0	17,4	78,4	Устойчив к корнееду, церкоспорозу
Курский МС	5	F1	n	443	35,5	17,8	64,5	-
Лада	3, 4, 5, 9	F1	n	428-469	34,5-37,2	17,6-19,1	65,7	-
ЛБМС 65	5, 6, 7, 8, 9, 10	F1	nz	341-500	32,0-34,9	17,9-18,1	61,0-68,0	Устойчив к корневым гнилям и церкоспорозу
Линейный МС-05	6	F1	n	3	36,0	17,2	Н. д.	Устойчив к церкоспорозу
ЛМС 29	5, 7	F1	n	Н. д.	50,2	17,7	75	Устойчив к корнееду, корневым гнилям
ЛМС 94	5	F1	n	Н. д.	52,6	17,8	120	Устойчив к корнееду, корневым гнилям и церкоспорозу
Льговская односемянная 52	5, 7, 8, 9	Н. д.	n	Н. д.	48,6	16,7	Н. д.	Устойчив к цветущности
ЛМС 2009	8	F1	n	787	43,4	16,7	70,2	Устойчив к корнееду, церкоспорозу и корневым гнилям
Рамоза	4, 5, 6, 10	F1	n	495-556	45,7-49,6	18,4-19,5	84,2-99,1	Устойчив к корневым гнилям
Рамонская односемянная 47	3, 4, 5, 7, 8, 9	F1	n	Н. д.	32,0-44,0	18,1-18,6	68,0-75,0	Устойчив к корнееду, ложной мучнистой росе
РБМС 77	4, 10	F1	n	430-467	23,6-33,8	19,1-19,7	58,0-74,0	Устойчив к церкоспорозу, корневым гнилям

Продолжение табл. 1

Сорта	Рекомендуемый регион возделывания	Категория	Тип рас-тения	Масса корнеплода, г	Средняя урожайность при испытании, т/га	Содержание сахара, %	Выход сахара, ц/га	Устойчивость к вредителям и болезням
РК 1	5	F1	n	560	41,8	18,2	69,0	Устойчив к церкоспорозу и корневым гнилям
РК 7	6	F1	n	536	42,1	18,1	81,0	Устойчив к болезням листового аппарата
РМС 70	4, 5, 7, 10, 11	F1	n	Н. д.	49,6	18,6	Н. д.	Устойчив к цветущности и корневым гнилям
РМС 73	4, 5, 7, 8	F1	n	Н. д.	37,0-48,2	16,6-18,9	69,0-86,2	Устойчив к корнееду, кагатной гнили
РМС 89	5, 7	F1	n	530	46,4	18,2	68,8	Устойчив к корнееду, церкоспорозу и корневым гнилям
РМС 121	4, 5, 6, 7	F1	n	475-625	41,2-50,1	18,8	80,4-82,4	Устойчив к корнееду, корневым гнилям
РМС 127	3, 4, 5, 6	F1	n	498-774	32,5-72,1	17,6-22,4	71,6-160,6	Устойчив к болезням, корневым гнилям
РМС 130	5	F1	e	719	52,8-59,1	14,6-17,4	86,7-92,0	Устойчив к корневым гнилям, болезням листового аппарата, цветущности
Смена	5, 6	F1	n	531-556	42,7-51,2	16,9-18,1	74,5-84,2	Устойчив к церкоспорозу и корневым гнилям
Успех	6	F1	n	521	39,5	17,8	75,9	Устойчив к корнееду
Финал	5	F1	n	598-643	50,1-51,7	16,2-16,9	82,4-83,8	Устойчив к церкоспорозу и корнееду

Отечественные семена поставляются товаропроизводителям инкрустированными или дражированными, обработанными микроэлементами, стимуляторами роста, средствами защиты от вредителей и болезней. Лабораторная всхожесть – 92-95%, однородность – 94-96, выравненность – 99%.

Госреестр в 2017 г. включал в себя 419 наименований сахарной свеклы, среди которых 333 сорта являются гибридами первого поколения. За последние 5 лет было внесено 103 новых сорта данной культуры, из них 98 – зарубежной селекции и 5 отечественных, что составляет 95,1 и 4,9% соответственно. Однако за период с 2008 по 2012 г. доля сортов, выведенных отечественными селекционерами, составляла 13,4%, что является отрицательной динамикой и доказывает необходимость дальнейшего развития отечественной селекции сахарной свеклы (табл. 1.2). Всего зарегистрировано 86 родительских компонентов гибридов, 50 из которых – в период 2013-2017 гг., с 2008 по 2012 г. – 11 и 25 – ранее. В основном родительские компоненты (82,6%) являются зарубежными, принадлежащими бельгийской фирме «SesVanderhave».

Таблица 1.2

**Динамика включения сортов сахарной свеклы в Госреестр
в 2008-2017 гг.**

Годы	Сорта				Доля сортов отечественной селекции, %
	всего	новые	зарубежные	отечественные	
2008-2012	230	127	110	17	13,4
2013	251	21	20	1	4,7
2014	271	20	19	1	5
2015	291	20	20	-	0
2016	322	31	28	3	9,7
2017	333	11	11	-	0

В 2017 г. в Госреестре не зарегистрировано ни одного наименования российского сорта сахарной свеклы, в 2016 г. из 31 нового гибрида агрокультуры, включенных в Госреестр, только 3 выведены отечественными селекционерами (табл. 1.3). Регионы Российской Федерации, входящие в Госреестр, указаны в прил. 2.

Таблица 1.3

**Характеристики отечественных сортов сахарной свеклы,
внесенных в Госреестр в 2016 г.**

Сорт или гибрид	Рекомендуемый регион возделывания	Средняя урожайность, ц/га	Содержание сахара, %	Выход сахара, ц/га
Азимут (ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» (Краснодарский край)	Северо-Кавказский	496	16,2	80
Конкурс (ФГУП «Льговская опытно-селекционная станция» (Курская область)	Центрально-Черноземный	421	18,2	74
	Северо-Кавказский	466	17,2	84
РМС 127 (ФГБНУ ВНИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова (Воронежская область)	Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский	324-720	18,3-22,4	71-160

На первом месте среди зарубежных фирм, занимающихся селекцией сортов сахарной свеклы, находятся «KWS» и «Strube» (Германия), «Betaseed INC» (США, Германия). Их доля в Госреестре по зарубежной селекции в 2013-2017 гг. составила от 14,6 до 17,5%. Далее – фирмы «Syngenta Seeds» (Швейцария), «SesVanderhave» (Бельгия), «Maribo Seed» (Дания), «Florimond Desprez» (Франция), имеющие от 5,8 до 11,2% допущенных сортов сахарной свеклы для возделывания в России. Наименьший процент (1-3,9%) приходится на фирмы «Kutnowska hodowla buraka cukrowego spolka z.o.o.» (Польша), «Lion Seeds» (Великобритания), «Auroga s.p.a.» (Италия) и Белорусскую опытную научную станцию по сахарной свекле (табл. 1.4) [7].

Таблица 1.4

**Динамика включения сортов семян сахарной свеклы
зарубежной селекции в Госреестр в 2013-2017 гг.**

Название фирмы	Годы					Всего	Доля, %
	2013	2014	2015	2016	2017		
«KWS» (Германия)	4	2	4	7	1	18	17,5
«Strube» (Германия)	4	4	3	3	2	16	15,5
«Betaseed INC» (США, Германия)	-	7	3	4	1	15	14,6
«Syngenta Seeds» (Швейцария)	2	1	3	4	2	12	11,2
«SesVanderhave» (Бельгия)	4	2	-	3	2	11	10,7
«Maribo Seed» (Дания)	-	2	3	1	1	7	6,8
«Florimond Desprez» (Франция)	2	-	1	2	1	6	5,8
«Kutnowska hodowla buraka cukrowego spolka z.o.o.» (Польша)	-	1	-	2	1	4	3,9
«Lion Seeds» (Великобритания)	-	-	3	-	-	3	2,9
«Aurora s.p.a.» (Италия)	-	-	-	1	-	1	1,0
РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» (Беларусь)	-	-	-	1	-	1	1,0

Допуск сортов сахарной свеклы к использованию на территории Российской Федерации производится по 10 регионам, многие из них районированы по нескольким зонам. Количество зарегистрированных сортов по регионам возделывания приведено в табл. 1.5.

Таблица 1.5

**Распределение сортов сахарной свеклы
отечественной и зарубежной селекции
в Госреестре по годам и регионам возделывания**

Регионы Российской Федерации, обозначенные в Госреестре	Сорта сахарной свеклы, ед.			
	отечественной селекции		зарубежной селекции	
	число	в том числе 2013-2017 гг.	число	в том числе 2013-2017 гг.
Северо-Западный	2	-	-	-
Центральный	12	1	25	3
Волго-Вятский	7	1	3	3
Центрально-Черноземный	40	3	123	60
Северо-Кавказский	24	3	88	60
Средневолжский	19	-	33	25
Нижневолжский	12	1	1	-
Уральский	14	-	57	21
Западно-Сибирский	8	-	12	6
Восточно-Сибирский	2	-	-	-

Наибольшее число сортов отечественной селекции, включенных в Госреестр, районированы для Центрально-Черноземного (26,6%), Северо-Кавказского (17,1%) регионов, 13,6 и 10% сортов могут выращиваться в Средневолжском и Уральском регионах соответственно. Для Центрального и Нижневолжского регионов районировано по 8,6% наименований. Незначительное количество сортов сахарной свеклы предназначено для Западно-Сибирского (5,7%), Волго-Вятского (5,0%), Северо-Западного и Восточно-Сибирского (по 1,4%) регионов. Гибриды зарубежной селекции по регионам возделывания распределены в Госреестре следующим образом: 36,1% допущено к использованию в Центрально-Черноземном, 25,7 – Северо-Кавказском, 16,7 – Уральском, 9,6 и 7,3% – Средневолжском и Центральном регионах соответственно. Наименьший процент (0,3-3,5%) приходится на сорта, допущенные к использованию в Нижневолжском, Волго-Вятском и Западно-Сибирском регионах. Зарубежные сорта для Северо-Западного и Восточно-Сибирского регионов отсутствуют. За период с 2013 по 2017 г. доля сортов,

выведенных отечественными селекционерами для основных регионов возделывания, уступает зарубежным в 20 и более раз, тогда как по сравнению с предыдущими годами эта разница составляла от 1,7 до 3,6 раза.

Анализ сортов сахарной свеклы, зарегистрированных в Госреестре, по типу растений показал, что из 73 отечественных сортов, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, большая часть – 62 гибрида (85,0%) относится к урожайно-сахаристому среднеспелому типу, по два сорта (или 2,7%) – сорта урожайно-раннеспелого и сахаристого позднеспелого типа и один (1,4%) – сахаристый среднепоздний сорт. Сахарная свекла зарубежной селекции, допущенная к использованию в России, представлена 260 наименованиями: 97 (37,3%) – урожано-сахаристые среднеспелые гибриды, 69 (26,5%) – сахаристые среднепоздние, 30 (11,5%) – сахаристые позднеспелые, 23(8,8%) – урожайные среднеспелые и 6 (2,3%) – урожайные раннеспелые (табл. 1.6). Из всех сортов, зарегистрированных в Госреестре, 41 сорт не определен по признаку «тип растений» [8].

Таблица 1.6

Тип растений сортов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции, допущенных к использованию в Российской Федерации в 2007 г.

Тип растений	Сорта сахарной свеклы, ед.	
	отечественной селекции	зарубежной селекции
Урожайный раннеспелый (е)	2	6
Урожайный среднеспелый (пе)	-	23
Урожайно-сахаристый среднеспелый (п)	62	97
Сахаристый среднепоздний (пз)	1	69
Сахаристый позднеспелый (з)	2	30

В целях полного импортозамещения сахарной свеклы отечественным сельхозпроизводителям необходимо дополнительно производить 2,9 тыс. т семян [3]. В России за последние 10 лет появились три современных семенных завода: ООО «Бетагран Рамонь» (Воронежская область), ООО «СесВандерхаве-Гарант» (Белгород-

ская область) и ООО «КубаньСемАгро» (Краснодарский край), которые осуществляют высококачественную предпосевную обработку семян в соответствии с европейскими стандартами. Однако из всего объема перерабатываемых ими семян доля российских незначительна. Так, компания «Щелково Агрохим», занимающая первое место в России по производству семян сахарной свеклы, реализует около 0,7% семян гибридов отечественной селекции (РМС 120, РМС 121, Каскад-3, Рамоза, Финал).

Согласно принятой Программе по развитию селекции и семеноводства сахарной свеклы предусмотрено довести объем производства семян до 650 посевных ед. в год, или 50% от общей потребности. Приоритетной является задача создания не менее 8 новых конкурентоспособных гибридов культуры. В связи с этим в феврале 2017 г. «ГК Русагро» и «Щелково Агрохим» учредили новую селекционную компанию «СоюзСемСвекла». К 2020 г. планируется представить на регистрацию ряд гибридов, обладающих устойчивостью к различным заболеваниям, высокой засухоустойчивостью и хорошей сохранностью в послеуборочный период в полевых и заводских кагатах. Затем их семеноводство будет проводиться в Краснодарском, Ставропольском краях, ЦЧР, Республике Крым [9].

Для обеспечения защиты отечественного свеклосахарного производства необходимо повышение исходных технологических качеств свекловичного сырья, в частности сахаристости корнеплодов, что станет возможным за счет селекционного улучшения культуры и совершенствования технологии выращивания.

Особую значимость приобретает вопрос выявления хозяйственно полезных признаков (урожайность, сахаристость, сбор сахара) отечественных гибридов в сравнении с зарубежными аналогами.

Для унификации существующих правил и методов определения хозяйственно полезных признаков гибридов сахарной свеклы, позволяющих оптимизировать сортовой состав зоны свеклосеяния по критерию максимального сбора очищенного сахара с единицы площади, сотрудниками ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова были разработаны Методические указания по организации производственных испытаний сортообразцов.

В Методических указаниях приведены правила проведения комплексной оценки гибридов сахарной свеклы, касающиеся требований к закладке участков для производственных испытаний, наблюдениям за физиологическими показателями вегетирующих растений и фитопатологическим состоянием посевов, более детальной оценке продуктивности и технологических качеств заготавливаемого сырья; приложения, которые содержат примерную форму полевого журнала, акты фиксации производственных испытаний, характеристику основных заболеваний листового аппарата и корнеплодов сахарной свеклы, методики определения технологического качества свекловичного сырья.

Основой проведения производственных испытаний является схема размещения участка для наблюдений, включающая в себя совокупность всех вариантов, сравниваемых между собой. Установлено, что из существующих методов размещения вариантов в полевых условиях (стандартный, систематический, рендомизированный) для производственных испытаний гибридов сахарной свеклы наиболее рациональным и эффективным является стандартный метод. В качестве контроля или стандарта выбирают лучший гибрид культуры отечественной или зарубежной селекции, районированный в месте проведения испытаний и хорошо проявивший себя в предшествующие годы.

Вариант – участок поля, используемый для посева одного исследуемого (испытываемого) гибрида культуры. Рекомендуемая площадь каждого варианта составляет не менее 10000 м² (1 га). Для минимизации влияния невыравненности почвенного плодородия и рельефа следует закладывать стандарты через каждые два варианта посевов испытываемых гибридов. Стандартный вариант должен иметь те же размеры, форму и расположение, что и опытные. С целью повышения достоверности результатов производственных испытаний количество повторений с полным набором всех вариантов должно быть не менее двух (рис. 1.1).

Для проведения наблюдений за развитием растений и учета в каждом из вариантов опыта, включая стандарт, выбираются учетные делянки, которые размещаются не менее чем в двукратной повторности по длине гона. Рекомендуемая площадь учетной делянки как в стандартном, так и в изучаемых вариантах должна быть не ме-

нее 300 м². Предпочтительна удлиненная форма делянки. Ширина делянки должна определяться кратностью ширины захвата используемой сельскохозяйственной техники.

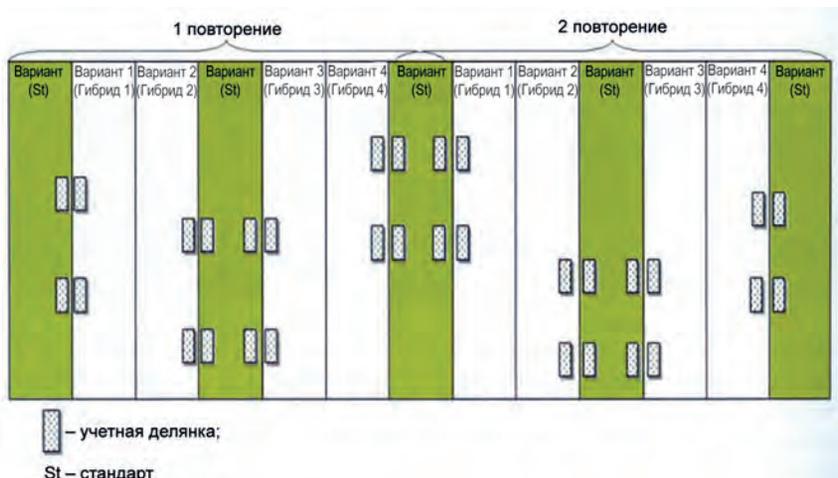


Рис. 1.1. Размещение вариантов и учетных делянок в двух повторениях на участке проведения производственного опыта

Главным при организации любого полевого опыта является правильный выбор участка, который должен отвечать следующим требованиям:

- типичность по почвенному покрову, агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте;
- выравненность почвенного плодородия и рельефа.

Семена гибридов сахарной свеклы, предназначенных для изучения, должны отвечать требованиям ГОСТР 54044-2010 «Семена сахарной свеклы. Посевные качества. Общие технические условия» и сопровождаться сертификатом соответствия и карантинным свидетельством при вводе из-за пределов региона испытаний. Семена испытываемых гибридов должны быть обработаны аналогичным комплексом защитно-стимулирующих веществ в сопоставимой концентрации.

Оценку показателей испытываемых гибридов сахарной свеклы в сравнении со стандартом проводят процентным методом, при этом стандарт берется за 100%.

Контроль за состоянием свекловичных посевов в условиях производственных испытаний гибридов сахарной свеклы осуществляется согласно плану-графику учетов (не менее пяти) и наблюдений по ряду показателей [10].

Определение показателей в процессе наблюдений (появление всходов, густота насаждения растений, наличие болезней и вредителей, биологическая урожайность) проводят на учетных делянках диагональным методом на одних и тех же учетных отрезках.

При необходимости дополнительного исследования продуктивности и технологических качеств сахарной свеклы в более поздние сроки уборки учеты проводятся аналогично со смещением учетных отрезков по оси соответствующего рядка растений (рис. 1.2). Средние показатели по варианту определяются делением суммы полученных значений с учетных делянок на их количество по повторениям варианта.

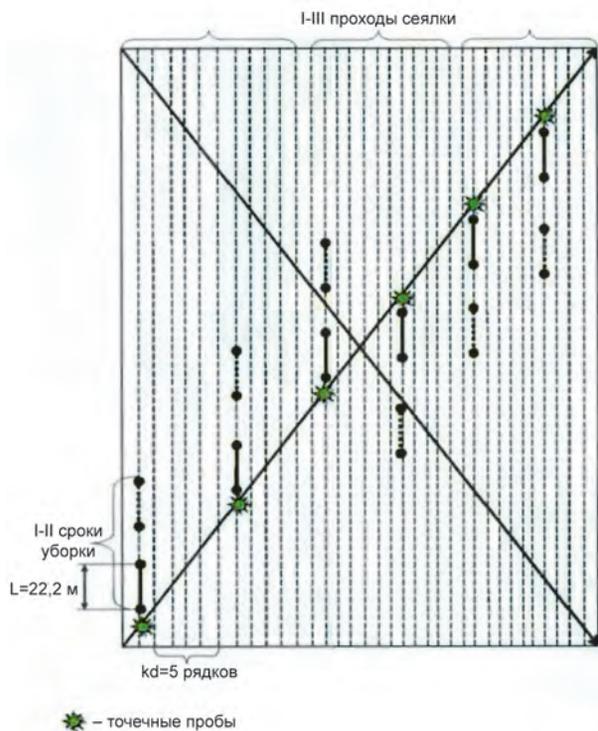


Рис. 1.2. Схема разбивки учетных отрезков по диагоналям делянки

В условиях производственного опыта при фенологических наблюдениях за состоянием посевов определяют такие показатели, как:

- густота насаждения растений сахарной свеклы (Г, тыс. шт/га).

Определяют путем замеров в постоянных точках, расположенных по диагональной линии учетной делянки. Число точек должно быть не менее шести. Расстояние между точками отбора проб определяют исходя из количества рядков посева на учетной делянке. Подсчет растений проводят в выбранных точках по оси соответствующего рядка растений на учетных отрезках, длина которых определяется в зависимости от ширины междурядья.

При определении густоты всходов в точках наблюдений последовательно накладывают рейку или шпагат, равный длине учетного отрезка, на концах которого в рядках растений устанавливают зафиксированные до последнего дня наблюдений анкеры (кольшки). Окончательно расчет густоты насаждения свекловичных растений проводят исходя из суммарного количества растений с учетных отрезков.

При определении густоты учитывают растения, находящиеся, в том числе, на уровне кольшечков. При наличии на 2 см рядка двух и более растений (двойники) их считают за одно (рис. 1.3).

В случае технологических пропусков между вариантами опыта учет и отбор проб с крайних смежных рядков не проводятся;



Рис. 1.3. Двойник

● биологическую урожайность определяют по массе корнеплодов всех проб с учетных делянок варианта с применением переводного коэффициента, диагональным методом на учетных отрезках, выделенных для подсчета густоты насаждения растений (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Разбивка учетных делянок и отрезков

Для этого между концами рейки выкапывают все корнеплоды, очищают от земли, срезают ботву так, чтобы диаметр среза на головке был равен 25-30 мм, удаляют хвостовую часть диаметром не менее 10 мм, взвешивают с точностью до 10 г;

● для учета особенностей развития гибридов и их технологичности для механизированной уборки проводят ранжирование корнеплодов с учетных отрезков по группам в процентном соотношении по размерно-массовым характеристикам (рис. 1.5).



а

б

*Рис. 1.5. Ранжирование корнеплодов по размерно-массовым характеристикам:
а – гибрид А – 2 группы; б – гибрид Б – 3 группы*

Полученные результаты позволяют судить о выравненности испытуемых гибридов, возможных потерях и травмировании слаборазвитых и крупных корнеплодов при уборке комбайнами. Оптимальным можно считать наименьшее количество групп ранжирования, так как это способствует более правильной настройке рабочих органов уборочных комплексов и снижению потерь урожая сахарной свеклы;

- повреждение растений свеклы болезнями, наземными и почвенными вредителями определяют на основании существующего справочного материала. Учеты путем наблюдения за растениями в период вегетации фиксируют распространенность и степень (интенсивность) развития болезни.

Продуктивность сахарной свеклы как сырья для производства сахара зависит не только от урожайности, но и от комплекса показателей, включающих в себя сахаристость и содержание несахаров. Оценка технологических качеств гибридов определяют по формулам, с помощью которых вычисляют вероятные потери сахара в мелассе, вероятный выход сахара на заводе, коэффициент извлечения сахара из свеклы, биологический сбор сахара, сбор очищенного сахара.

Определение качественных показателей сахарной свеклы проводят на механизированной линии типа Venema automatic, на автоматизированной системе анализа BETALYSER, а при их отсутствии определяют в специализированной лаборатории:

- сахаристость – лабораторным методом холодного водного дигерирования;

- содержание калия и натрия – методом пламенной фотометрии или потенциометрическим методом (с помощью ионоселективных электродов);

- содержание α -аминного азота – фотоколориметрическим методом.

Лучшим из сравниваемых гибридов признается образец, обеспечивший максимальный сбор очищенного сахара с единицы площади посевов [10].

В 2016 г. в сортоиспытаниях и производственных испытаниях, проводимых Минсельхозом России, отечественные гибриды (Рамоза, Конкурс, Смена, РМС 127) уступили лучшим зарубежным сортообразцам по урожайности – 5-6%, а по сахаристости были равны во всех 17 регионах.

2. МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Для селекционера определяющими показателями являются урожайность, качество продукции и рентабельность производства сахара. Эти показатели во многом зависят от генотипа, физиологии цветения, строения плодов-семян, их посевных качеств (степень развития, энергия прорастания), условий для роста и развития корнеплодов, устойчивости к болезням, вредителям и гербицидам.

Цветоносные побеги у сахарной свеклы ветвятся по моноподиальному типу: от моноподия первого порядка отходят побеги второго порядка, дающие оси третьего и иногда четвертого порядков. По всей длине побега повторяются однотипные сегменты, состоящие из междоузлия и листа (или прилистника) с пазушной почкой, из которой позже разовьется цветок. В зависимости от его расположения можно выделить две разновидности сахарной свеклы: *V.v.gamocarpa* В. (синонимы – многосемянная, сростноплодная) и *V.v.chorycarpa* В. (синонимы – односемянная, раздельноплодная). В первые дни цветения раскрываются цветки на верхушке центрального моноподия (цветонос первого порядка), а в последующие дни – на цветоносах второго и третьего порядков. В той же топографической последовательности осуществляются процессы оплодотворения и формирования семян на побегах.

Цветки у свеклы обоеполые и после раскрытия имеют ограниченную по времени функциональную активность, которая колеблется от 5 до 12 суток и зависит от температурных условий. После попадания пыльцы на рыльце цветка и завершения процесса двойного оплодотворения клетка зиготы дает начало развитию эмбриона, а из завязи цветка формируется околоплодник. Если на рыльце цветка пыльца не попала, то после 5-12 суток в завязи такого цветка наступает необратимая деформация зародышевого мешка, и образование семени становится невозможным. У неоплодотворенных цветков, так же как и у оплодотворенных, наблюдается разрастание околоплодника, и бессемянные плоды сохраняются на побегах до конца вегетации [11].

Одновременно с зиготическим (двуродительским) способом репродукции семян сахарной свекле присущ и апозиготический (одно-

родительский, или партеногенетический) способ. Впервые об этом сообщил Н.В. Фаворский (1928), описав образование нуцеллярных зародышей в цветочных семяпочках свеклы. В популяциях *Beta vulgaris* L. можно встретить самофертильные растения, сочетающие половое развитие с различными формами апомиксиса. Апомиксис (от апо... и греч. *mixis* «смешение») – тип размножения, исключающий слияние родительских гамет, а именно способ семенной репродукции, происходящий только с участием женских гамет. Самая распространенная форма апомиксиса – редуцированный партеногенез.

Механизмы такого способа у свеклы включают в себя:

- нуцеллярную эмбрионию;
- преждевременную эмбрионию – развитие зародыша в нераскрытых цветках;
- партеногенезис – развитие эмбриона из неоплодотворенных клеток зародышевых мешков.

Этот способ позволяет:

- использовать МС гибриды в качестве исходного материала для селекции, тем самым в достаточной степени расширить доступный для селекции генофонд;
- партеногенетические потомства – удобный источник для выделения гаплоидов;
- в партеногенетических потомствах наблюдается сегрегация по любым маркерным признакам, включая признак одностоквости посевных единиц;
- использовать гибридные семена в течение не одного, а нескольких поколений (закрепление гетерозиса) [12].

Апомиктическое размножение обеспечивает материнскую наследственность, однородность потомства, способствует длительному сохранению желательных признаков и высокой продуктивности, позволяет копировать ценные генотипы и фиксировать эффект гетерозиса. Гетерозис (греч. *heteroiosis* «изменение, превращение») – увеличение мощности, жизнеспособности и продуктивности (или гибридной мощности) гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

Создание высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам внешней сре-

ды с оптимальной формой корнеплода, отзывчивых на высокие дозы удобрения, адаптированных к механизированному выращиванию и уборке корнеплодов, невозможно без наличия разнообразного, хорошо изученного исходного материала. В связи с этим для характеристики родительских форм, имеющих высокий уровень развития селекционно-ценного признака, используют термины «источник» и «донор» (дающий, дарящий). При этом одним из обязательных условий для включения лучших образцов в число «доноров» является информация об их «генетической» природе. «Источниками» называют выделенные по фенотипу формы с нужными селекционно-неру значениями какого-либо признака, принадлежащие к возделываемым или родственным видам. Таким образом, должна быть известна генетическая природа донорского признака со следующими ограничениями: легко скрещиваться с улучшаемыми материалами; быть достаточно универсальными, т.е. обеспечивать желаемый эффект в возможно большем числе гибридных комбинаций; не иметь отрицательных признаков, тесно сцепленных с передаваемыми. Главным критерием отличия «донора» ценного признака от «источника» служит способность «донора» передавать потомству при гибридизации признак, не ухудшая комплекса хозяйственно ценных свойств [13].

Первичными методами селекции сахарной свеклы являются визуальные наблюдения по морфологическим признакам, которые служат маркерами контролирующих их генов, а также по измеряемым признакам, таким как урожайность. У сахарной свеклы известны более полусотни морфологических признаков. Большинство из них нейтральны, но некоторые имеют и важное хозяйственное значение, например размер и форма корня, плодность. Формы с желаемым проявлением таких признаков отбирают в качестве исходных для получения соответствующего потомства. Так, плодность имеет важное значение с экономической точки зрения, поскольку возделывание многоплодных сортов требует значительных затрат времени и средств на прореживание посевов.

Раздельноплодные, или одноростковые, растения были выявлены в посевах многоростковых и использованы в дальнейшем для создания одноростковых сортов. Отбор по форме корнеплода предполагает преимущественное использование растений с формой корня,

обеспечивающей лучшую очищаемость корнеплодов от земли при уборке. При исследованиях на цитологическом и цитозембриологическом уровнях выявляются такие важные хозяйственные признаки, как плоидность, цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС), апомиксис.

Было установлено, что триплоидные растения сахарной свеклы характеризуются более крупными корнеплодами и повышенной сахаристостью. Для их экспериментального получения требуется использование тетраплоидов, которые иногда встречаются в посевах диплоидных сортов или создаются экспериментально путем воздействия на семена диплоидных растений или их точки роста алкалоидом колхицином. Затем тетраплоиды скрещивают с диплоидами для получения триплоидного потомства. Триплоидные, а также анизоплоидные сорта, представляющие собой смесь триплоидных и диплоидных форм с преобладанием триплоидов, широко использовались в Европе в 70-х годах XX в. Среди геномных мутантов большую хозяйственную ценность представляют также гаплоиды, поскольку полученные на их основе дигаплоиды являются по существу аналогами чистых линий и могут быть использованы в селекции на гетерозис [14].

В настоящее время для получения новых гибридов используются такие селекционно-генетические методы, как внутривидовая гибридизация, инцухт (инбридинг), с использованием цитоплазматической мужской стерильности, маркер-опосредованные отборы, а в числе перспективных технологий селекционного процесса находят применение ДНК-технологии и биотехнологии *in vivo* и *in vitro*.

Внутривидовая гибридизация – наиболее простой и легкодоступный метод получения гибридных семян. Обычно в качестве одного из компонентов используется односемянный сорт. Этот метод позволяет в значительной мере восполнить отсутствие районированных для отдельных зон свеклосеяния односемянных сортов. Таким образом, удалось несколько повысить продуктивность свеклы по сравнению с односемянными сортами при достаточной односемянности таких гибридов.

Современный селекционный процесс сахарной свеклы базируется на использовании методов гибридной селекции: высокая про-

дуктивность новых гибридов основывается на эффекте гетерозиса и сверхдоминирования у ди- и триплоидных межлинейных гибридов.

Селекция на гетерозис, предусматривающая создание родительских форм, последующее скрещивание и оценку продуктивности корнеплодов гибридов, имеет важное значение при создании межлинейных гибридов сахарной свеклы на цитоплазматической мужско-стерильной основе, обладающих генетической гомогенностью, высоким эффектом гетерозиса по продуктивности корнеплодов и устойчивостью к стресс-факторам. Непременным условием является полнота их переопыления, что решается путем использования материнского компонента с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС), а также высокой комбинационной способностью скрещиваемых компонентов. Комбинационная способность – способность линии или сорта при сочетании их в гибридных комбинациях давать потомство F₁, характеризующееся различными относительно некоторого (условно принятого) уровня выражениями того или иного признака или свойства.

Различают общую и специфическую комбинационную способность. Общая комбинационная способность (ОКС) – это оценка генетического качества каждого отдельного родителя, установленная в испытаниях потомков-полусибов (англ. *sibling* «брат, сестра»). Общую комбинационную способность у сахарной свеклы изучают следующими методами:

- топкросс – скрещивание нескольких испытываемых линий с одной общей определенной линией (тестером);
- поликросс (метод свободного опыления) с модификациями, учитывающими биологическую природу этой культуры (переопыление внутри материнского сорта, так как невозможна массовая кастрация из-за технических трудностей, различия компонентов скрещивания по плоидности и др.).

Предпочтение отдается топкроссу. У линий с ЦМС меньше различий по комбинационной способности вследствие меньшей генетической дифференциации. У свеклы в качестве тестеров наиболее пригодны линии с высокой продуктивностью.

Специфическую комбинационную способность определяют путем диаллельных (парных) скрещиваний [15].

Существует несколько методов создания комбинационно-ценных опылителей. В мировой практике селекции сельскохозяйственных культур широкое применение имеет метод инбридинга (принудительное самоопыление), который позволяет создавать комбинационно-ценные, устойчивые к стресс-факторам гомозиготные линии и формы с ценными признаками. Применительно к сахарной свекле инбридинг используется для создания линий опылителей, закрепителей стерильности О-типа.

Наряду с инбридингом при создании опылителей используются индивидуально-групповой отбор полусибов и рекуррентный скрининг. Рекуррентный отбор достаточно полно разработан на кукурузе, подсолнечнике, а применительно к сахарной свекле этот метод нуждается в значительном совершенствовании. Одним из приемов создания опылителей сахарной свеклы является перевод диплоидных форм на тетраплоидный уровень. Важнейшими этапами в создании гибридов сахарной свеклы на основе ЦМС являются получение МС аналогов и простых МС гибридов посредством проведения четырех-пяти насыщающих скрещиваний игибридизации МС форм с линиями закрепителями стерильности О-типа неродственного происхождения. Оценка комбинационной способности опылителей и МС линий является завершающим этапом в создании новых гибридов сахарной свеклы. Создание гибридов на основе ЦМС позволяет не только достигать полного переопыления и использования эффекта гетерозиса по комплексу хозяйственно полезных признаков, но и сочетать в полученных биотипах устойчивость к стресс-факторам как биотическим, так и абиотическим путем подбора компонентов скрещивания [16].

Маркер – опосредованная или маркер-ассоциированная селекция – Marker assisted selection (MAS), называемая также молекулярной селекцией, – метод селекции, при котором отбор необходимых признаков и индивидуумов ведется не по морфотипам организма, а непосредственно по генотипу. Селекционеры опираются не на морфологические признаки, а на данные, полученные при анализе полиморфизмов ДНК в районах генов, детерминирующих проявление хозяйственного признака, или, иными словами, на маркеры. MAS основана на использовании современных молекулярно-генетических

методов, позволяющих изучать и идентифицировать гены или локусы, отвечающие за тот или иной фенотипический признак, и на основании этого разрабатывать молекулярные маркеры, применение которых является максимально эффективным, если речь идет о моногенном признаке.

Согласно «Словарю терминов по биотехнологии для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства» Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций – The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), «MAS-маркерная селекция – использование ДНК-маркеров для повышения эффективности селекционной работы, которое базируется на выявлении маркеров селекционных признаков». Принцип маркер-опосредованной селекции, выраженный вышеприведенным определением, достаточно прост. Если известна локализация гена, который влияет на проявление агрономически важного признака, то по этому признаку следят не за его собственным проявлением, а по наследованию гена, который его контролирует. Такой отбор особенно эффективен при работе с признаками, контролируруемыми генами с неполной пенетрантностью, а также с количественными признаками, контролируруемыми группами генов с достаточно выраженным влиянием каждого гена группы на проявление признака.

Необходимым условием любой программы MAS является наличие молекулярных маркеров. Молекулярным маркером может быть любой фрагмент ДНК, который используется для обнаружения полиморфизма и находится в тесной генетической связи с геном, который отвечает за рассматриваемый признак [17].

В настоящее время для исследования генома сахарной свеклы используют разные молекулярные маркеры: RFLP, RAPD, AFLP, SSR, ISSR, SCAR, SSCP, STS, EST. Наиболее информативными молекулярными маркерами считаются SSR и SNP.

Методами ДНК-генотипирования (RELP, SSR, RAPD) проведены работы по созданию генетической карты генома сахарной свеклы, исследованию полиморфизма видов рода Beta, идентификации геногенетических линий и др.

Одним из наиболее распространенных методов выявления генетического полиморфизма у растений является SSR-метод. Он выяв-

ляет полиморфизм тандемно организованных повторов ДНК (сателлитов). Длина повторяющейся единицы микросателлитных ДНК менее 10 п.н. Длина повторов сателлитных ДНК не имеет каких-либо ограничений. Она варьируется от 2 п.н. до нескольких сотен. Белорусскими учёными осуществлена идентификация линий и гибридов сахарной свёклы с применением 15 пар микросателлитных праймеров, составлены формулы-стандарты. Изучение эффективности и возможности использования систем молекулярных маркеров при исследовании генетического разнообразия родительских форм сахарной свёклы, выявление критериев оценки их генетической изменчивости при разработке технологии создания гетерозисных гибридов сахарной свёклы на основе MAS-селекции являются актуальными направлениями исследований [18].

Косвенный отбор на основе методов молекулярного генотипирования делает возможным детектирование желаемых аллелей и гаплотипов уже на ранних стадиях развития растения, что существенно сокращает и упрощает селекционный процесс. Маркер-ассоциированная селекция приобретает особое значение, когда речь идет о рецессивно-наследуемых, полигенных или слабонаследуемых признаках. Использование кодоминантной маркерной системы позволяет MAS-селекции исключать из селекционного процесса этап тестирования гибридного потомства для отбора выявления генотипов, несущих искомые рецессивные аллели. Методы молекулярного маркирования открывают широкие возможности для идентификации селекционных материалов сахарной свёклы, что позволяет решать проблему недостатка морфологических маркеров.

RAPD-метод (Random Amplified Polymorphic DNA) полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием короткого случайного праймера является одним из методов исследования ДНК-гетерогенности селекционного материала, позволяющего выявлять высокополиморфные «анонимные» последовательности ДНК, фланкированные инвертированными повторами декануклеотидов, в частности терминальными участками ретротранспозонов. Одно из достоинств этого метода – возможность генотипирования одновременно по многим локусам, локализованным в разных участках генома, что особенно важно.

На современном этапе актуальным является изучение возможности применения совокупности молекулярно-генетических маркеров на основе RAPD-, SSR-анализов, которые позволяют группировать изучаемый материал по степени генетического родства, выявлять генетические различия между контрастными по качественным и количественным признакам растений. Представляется перспективным применение ДНК-технологий, с помощью которых станет возможным решение таких задач современной селекции, как контроль за переносом генетического материала дикорастущих видов при отдаленных скрещиваниях.

Во ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова характеристика по молекулярным маркерам исходных родительских форм для гибридизации и полученных гибридов проводится как один из основных этапов MAS-селекции (рис. 2.1). В качестве объекта исследований использовались растения сахарной свеклы: мужскостерильные формы, многосемянные опылители кормовой свеклы и их гибриды. Для выявления структурных изменений ДНК у гибридов использовали ПЦР-анализ RAPD- и SSR-метод.

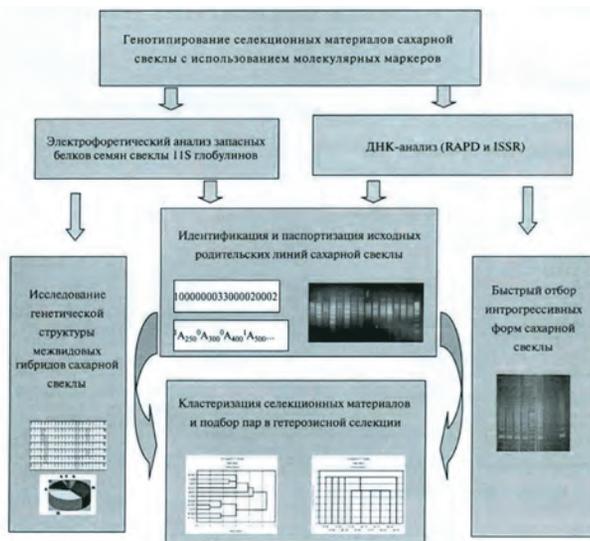


Рис. 2.1. Использование молекулярного маркирования в селекционном процессе сахарной свеклы [14]

По итогам исследований установлено, что с увеличением генетических расстояний у родительских форм повышалась и масса корнеплода у гибридов. В результате проведенного ПЦР-анализа осуществлена дифференциация исходных линий сахарной свеклы. Полученные данные о генетической удаленности селекционных материалов могут быть использованы для более обоснованного подбора пар при гибридизации сахарной свеклы.

Таким образом, разработанные во ВНИИСС имени А.Л. Мазлунова ДНК-технологии генотипирования на основе RAPD- и микросателлитного анализа позволяют надежно различать сорта и гибриды свеклы, выявлять степень генетической однородности селекционных материалов, осуществлять контроль передачи генетического материала от родительских форм в гибриды и подбор родительских пар для скрещивания.

Технологии микросателлитного анализа ДНК сортов и гибридов позволяют значительно ускорить скрининг большого числа растительных образцов и повысить воспроизводимость результатов, что представляет особую важность для селекции сахарной свеклы [19].

Биотехнология является ценным дополнением к ряду классических методов селекции и генетики. Применение методов биотехнологии способствует ускорению и улучшению селекционного процесса путем расширения генетического спектра полученного исходного материала, оценки и отбора полезных комбинаций, что ведет к получению новых сортов с высокими биологическими и хозяйственными показателями.

Биотехнология *in vivo* относится к новому направлению по созданию сортов сахарной свеклы. Это совокупность селекционно-семеноводческих технологий, связанных с промышленным воспроизводством новых сортов и гибридов у культурных растений (например, использование ЦМС для промышленного получения гибридных семян, получение полиплоидных и гаплоидных форм на ее основе, получение мутаций и др.). Основные ее элементы были разработаны в 1990-2000 гг., прошли полевые испытания и получили развитие в селекционных программах Беларуси, Казахстана и Украины в 2004-2014 гг. В биотехнологии *in vivo* используется партеногенетический способ воспроизводства семян, который базируется на автоиндук-

ции семягенеза (начало деления клеток зародышевого мешка) при отсутствии у растений пыльцевых зерен. Цитогенетический механизм партеногенеза у сахарной свеклы опирается на миксоплоидность клеточных популяций в соматических и спорогенных тканях (эпигенетическая изменчивость). Партеногенез позволяет получать семенные потомства от пыльцестерильных растений (МС гибридов) в достаточном количестве для ведения селекционных работ. Получаемые потомства в дальнейшем также могут успешно воспроизводить семена партеногенетически (поколения A_2 , A_3 и др.). В этих потомствах сохраняется признак ЦМС (наследуется по материнской линии) и одновременно возможно осуществление отбора по любым сегрегирующим маркерным признакам. В них имеет место закрепление гетерозиса.

В ФИЦ института цитологии и генетики СО РАН проведен сравнительный анализ продуктивности у МС гибрида сахарной свеклы Ирис и апозиготических потомств поколения A_2 . По его результатам следует, что продуктивность МС гибрида сахарной свеклы Ирис (урожай корней, сбор сахара с 1 га и сбор очищенного сахара с 1 га) и пяти его партеногенетических потомств либо равны, либо статистически достоверно его превосходят. Это дает возможность использовать в производстве семена не только первого, но и нескольких последующих поколений репродукции (A_1 , A_2 , A_3 и т.д.).

К числу биотехнологических приемов *in vivo* относится работа с раздельноцветковыми растениями, позволяющая получать односторонние плоды свеклы. В ходе выведения сортов нужен постоянный контроль по поддержанию РЦ признака в селекционных материалах. Эта работа проводится как при двуродительской, так и однородительской форме воспроизводства семян. На первом этапе воспроизводятся семена от многоростковых растений (поколение F_1 или A_0). В поколении A_1 и в последующих поколениях (A_2 , A_3 и др.) происходит выщепление односторонних форм, которые, как и при селекции, по стандартной технологии можно использовать в различных селекционных схемах.

Также к биотехнологиям *in vivo* относятся выделение гаплоидов в партеногенетических потомствах и последующее их использование в селекционных и семеноводческих программах. Апозиготический

способ воспроизводства семян позволяет получать достаточно высокую частоту гаплоидов в семенных потомствах сахарной свеклы. Доля гаплоидов составляет 3-10% от числа проросших семян, что примерно на четыре порядка выше, чем выход гаплоидов, получаемый при двуродительском способе воспроизводства семян у сахарной свеклы. А трудовые и финансовые затраты на получение одного гаплоидного проростка при использовании данной биотехнологии на один-два порядка ниже [12].

Существующие методы культивирования изолированных клеток и тканей *in vitro* также являются одними из перспективных биотехнологических методов массового вегетативного размножения сахарной свеклы и условно разделяются на две группы. Первая группа – вспомогательные технологии, которые не подменяют обычную селекцию, а служат ей. К ним относятся: оплодотворение *in vitro* (преодоление прогамной несовместимости), культивирование семян и гибридных зародышей (преодоление постгамной несовместимости), получение гаплоидов путем культивирования пыльников и микроспор, криосохранение изолированных клеток, тканей, органов, клональное микроразмножение отдаленных гибридов и другого материала. Вторая группа методов ведет к самостоятельному, независимому от традиционных методов селекции, получению новых форм и сортов растений: клеточная селекция с использованием каллусной ткани, соматическая гибридизация (слияние изолированных протопластов и получение неполовых гибридов), применение методов геномной инженерии. Из современных методов биотехнологии в растениеводстве интенсивно развиваются методы культуры клеток и тканей первой группы, а также генетическая инженерия [20].

В настоящее время с помощью биотехнологии *in vitro* получают гомозиготные линии сахарной свеклы методом индукции гаплоидии из неоплодотворенных семян. Практическая и теоретическая ценность данного метода состоит в том, что гаплоиды можно использовать для получения чистых линий (в течении полутора-двух лет), межвидовых гибридов, линий-восстановителей ЦМС, создания анеуплоидных форм, выявления рецессивных мутаций, проведения трансформации, геномного анализа (картирование хромосом, данные о эволюции и сцеплении генов и т.д.).

Разработанный О.А. Подвигиной (ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова) метод получения гомозиготного материала путем культивирования *in vitro* неоплодотворенных семязачатков позволил создать 12 реституционных линий сахарной свеклы, которые используются в селекционном процессе на Льговской опытной селекционной станции в Курской области [14].

Принципиальная основа культивирования меристематических тканей в условиях *in vitro* заключается в использовании свойств тотипотентности растительных клеток, способных при отделении от исходных форм восстанавливать целостность организма со всеми его признаками под влиянием комплекса экзогенных факторов, создаваемых в изолированной культуре.

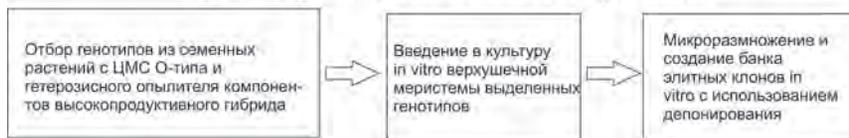
Многочисленные исследования подтвердили возможность успешного использования микроклонирования растений сахарной свеклы путем культивирования клеток и тканей вегетативных и генеративных органов. Это позволило разработать принципиально новый метод вегетативного размножения свеклы в условиях изолированной культуры на основе культивирования апикальных и пазушных меристем, включая длительное депонирование селекционного материала *in vitro*. Апикальная меристема является наиболее подходящей для микроразмножения, так как она генетически стабильна, практически свободна от вирусов и обладает высокой способностью к морфогенезу. Было показано, что данный метод дает возможность получения неограниченного количества микроклонов (коэффициент размножения – 105-106 растений в год). При этом продолжительность селекционного периода сокращалась вдвое вследствие исключения семенного воспроизведения в двухлетнем цикле развития сахарной свеклы. Реализация метода не требовала больших площадей и не была связана с сезонностью. Метод микроклонирования нашел применение в селекционной работе на этапе создания самосовместимой пистилодийной популяции О-типа с признаками гладкой поверхности корнеплода, плотным размещением плодов на цветочных побегах и высокой комбинационной способностью. Данный прием значительно снизил затраты времени и средств на создание улучшенных линий О-типа с новыми генетическими признаками. В настоящее время схема селекционно-семеноводческой работы

предусматривает получение семян для производственных целей на основе создания трехлинейных гибридов сахарной свеклы от скрещивания стерильных по пыльце линий с неродственным закрепителем стерильности и последующим скрещиванием с многосемянным опылителем. Поддержание родительских линий – компонентов гибридов – осуществляется путем самоопыления, что сопряжено с преодолением системы несовместимости. Поэтому для коммерческой реализации используют семенной материал гибридов только первого поколения. В связи с этим большие перспективы и практический выход могут иметь инновационная разработка метода массового размножения и депонирование *in vitro* компонентов высокопродуктивных гибридов, что позволяет максимально обеспечить реализацию морфогенетического потенциала селекционных линий и получать качественные семена улучшенной элиты простого гибрида и гетерозисного опылителя.

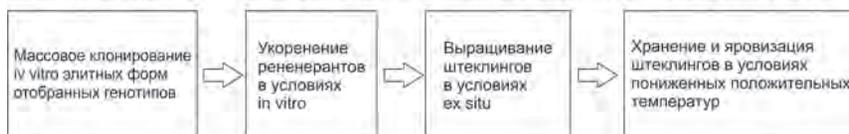
Предлагаемая ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова схема массового микроразмножения и элонгации *in vitro* компонентов высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы включает в себя трехлетний цикл селекционных, биотехнологических и агротехнических приемов для получения семян улучшенного качества (рис. 2.2).

На первом этапе осуществляют выделение элитных генотипов из трех компонентов высокопродуктивного гибрида – линий с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС), опылителем О-типа с закрепительной способностью ЦМС и фертильным опылителем (ГО), способным закреплять гетерозис. Важными признаками для отбора генотипов являются габитус куста, раздельностростноцветковость (РЦ-СЦ), фертильность пыльцевых зерен. Введение в культуру *in vitro* отобранных генотипов осуществляют с использованием в виде эксплантов верхушки цветоносных побегов размером 3,0-5,0 мм, числом 20-25 шт. с первого семенного куста. Культивирование эксплантов осуществляется при определенных условиях (температура и относительная влажность воздуха, освещенность и др.). Далее хорошо развитые регеранты линейных компонентов гибрида сохраняются в генетическом банке элитных клонов путем депонирования, где их можно культивировать до четырех-девяти месяцев без пересадки (рис. 2.3).

Первый год – получение элитных микроклонов



Второй год – массовое микроразмножение и выращивание штеклингов



Третий год – получение семян элиты улучшенных компонентов гибрида

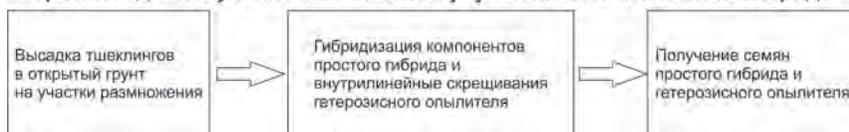


Рис. 2.2. Схема массового размножения и элонгации *in vitro* селекционного материала и получение семян сахарной свеклы улучшенного качества

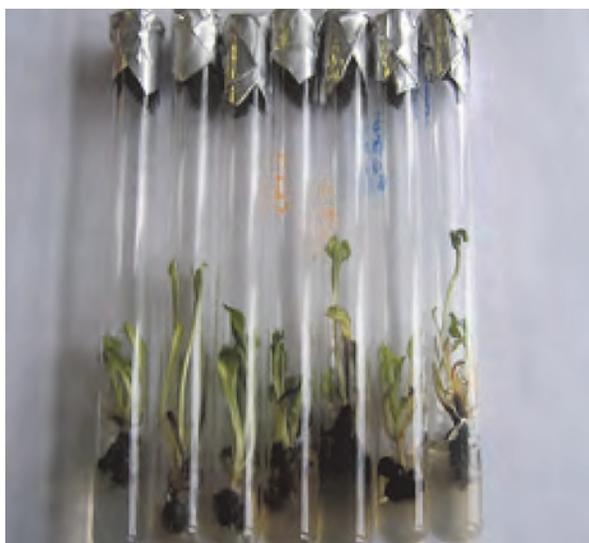


Рис. 2.3. Регенеранты сахарной свеклы

Второй этап включает в себя микроразмножение, укоренение регенерантов и получение мелких корнеплодов (штеклингов) – компонентов гибридов.

Для массового размножения элитные регенеранты, прошедшие депонирование, пересаживают на ростовую гормональную питательную среду В5, которая активизирует меристему и обеспечивает пролиферацию боковых побегов. Многократная посадка получаемых побегов (каждые полтора-два месяца) на свежую питательную среду позволяет создавать необходимое количество клонов.

Проведенные эксперименты показали достоверные различия в побегообразовании между линиями различного селекционного направления. Наибольшее количество регенерантов получают от раздельноплодных фертильных линий (в среднем 48,9 побегов на один эксплант), наименьшее – от МС линий и О-типов (15,2 и 13,2 побегов соответственно).

Для укоренения размноженные регенеранты пересаживают на новую питательную среду, которая способствует образованию корней. Процесс корнеобразования длится три-четыре недели. Укореняемость побегов у всех генотипов достаточно высокая – от 67,7 до 94,1%. Полученные микроклоны сахарной свеклы с мощной корневой системой и хорошо развитой надземной частью переводят в нестерильные условия почвенного субстрата (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Микроклоны в условиях закрытого грунта

Хорошо развитые растения линейных компонентов гибрида выращивают в условиях закрытого грунта до следующего года. За это время растения формируют небольшие корнеплоды (штеклинги) массой от 16 до 100 г. Заключительным процессом данного этапа являются уборка штеклингов и их яровизация.

На третьем этапе для получения семян элиты в полевых условиях осуществляют выращивание семенных растений из штеклингов улучшенных компонентов гибрида.

Перед проведением посадочных работ почву культивируют на глубину 4-6 см и выравнивают. Посадку штеклингов проводят в полевых условиях на двух отдельных специализированных участках гибридизации (клуббах). Штеклинги на обоих участках высаживают вручную. Посадку для получения простого гибрида осуществляют по схеме 4:1 (четыре ряда МС формы и один ряд опылителя О-типа). Данная схема посадки обеспечивает формирование оптимального габитуса семенных растений для проведения скрещиваний. На втором участке, расположенном с соблюдением пространственной изоляции, выращивают растения многосемянного гетерозисного опылителя (ГО). Уборка семян осуществляется отдельно – простой гибрид и гетерозисный опылитель с учетом одно- и многосемянности. Для дальнейшей подготовки семенного материала также проводятся сортировка и другие семеноводческие приемы.

В результате данная технология массового микроразмножения в течение трех лет позволяет получать необходимое количество семян компонентов высокопродуктивного гибрида (простого гибрида и гетерозисного опылителя) с улучшенными биологическими признаками, обеспечивающими ценные хозяйственно полезные показатели и высокую продуктивность [21].

Разработанные на сегодняшний день методики генетической трансформации сахарной свеклы позволяют переносить гены, представляющие интерес для практической селекции, и получать растения, устойчивые к гербицидам, вредителям, возбудителям болезней и абиотическому стрессу.

В 2012 г. утверждена Государственная координационная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г. – «БИО-2020», целью которой является создание конкуренто-

способного развитого сектора биотехнологий, в том числе создание МС гибридов сахарной свеклы, толерантных к гербицидам.

Технология получения трансгенных растений основывается, прежде всего, на использовании высокоэффективной системы регенерации. Существенное значение для морфогенеза сахарной свеклы имеет исходный генотип. Эффективность регенерации зависит от селекционного направления сорта (сахаристый или урожайный); сорта сахаристого направления имеют большую регенерационную способность. Как сорта и линии между собой, так и отдельные генотипы в пределах сорта различаются по своему регенерационному потенциалу. Прямая регенерация растений регенерантов из эксплантов требует меньше времени и менее генотипозависима, поэтому имеет определенное преимущество в сравнении с непрямой, включающей в себя стадию образования каллуса, из которого развиваются побеги и/или эмбриониды. Наиболее эффективными эксплантами для прямой регенерации растений сахарной свеклы являются черешки, семядоли, тонкослойные экспланты эпикотила, базальные части побегов и семядольные узлы. При непрямой регенерации критическим моментом является индукция морфогенного каллуса. Для сахарной свеклы описаны два основных вида каллуса: плотный и рассыпчатый (глобулярный, мягкий), способный регенерировать побеги. На сегодняшний день разработано несколько эффективных методик получения морфогенного каллуса из семядолей и гипокотилей проростков.

В качестве селективного гена при генетической трансформации сахарной свеклы используется *nptII*, а также гены устойчивости к гербицидам широкого спектра действия, влияющим на обмен веществ почти всех видов – фосфинотрицин, глифосат и сульфонил-мочевина.

Наиболее широко применяемым методом получения трансгенных растений является генетическая трансформация растений путем включения дополнительного гена EPSPS из грунтовой бактерии рода *Agrobacterium*, который сохраняется в потомстве [22].

Специфика сахарной свеклы заключается в том, что растения на посевах первого года не цветут и не представляют никакой угрозы для других культурных растений в силу несовместимости генотипа,

а основной продукт свекловодства – сахар – не содержит белка, что дает преимущества для проведения биотехнологических манипуляций с генотипом сахарной свеклы.

В США и других странах в основе классической селекции свеклы лежит создание МС гибридов (сингл-кроссов), которые используются в качестве материнской формы для их последующего скрещивания с комбинационно ценными гибридными по ядерной стерильности ММ опылителями, создаваемыми с использованием генной стерильности. Так формируют обладающие эффектом гетерозиса дабл-кроссы – коммерческие гибридные семена F1, исходные компоненты которых переводят на толерантность к гербицидам. Подобные гибриды уже высеваются в разных странах мира на нескольких миллионах гектаров [23].

Выведение нового сорта можно ускорить, используя следующие оборудование и сооружения: пленочная и стационарная теплица, современный фитотрон, посев в теплых странах, широкорядный посев, посев с уменьшением нормы высева.

Фитотрон (от фито... и греч. *thrónos* «местопребывание, средоточие») – лаборатория искусственного климата для выращивания растений в полностью контролируемых, регулируемых искусственных условиях с целью изучения влияния факторов внешней среды на растительные организмы, потенциальных возможностей растений в отношении их продуктивности и характера онтогенеза. Простейший фитотрон, или вегетационный шкаф, представляет собой небольшую камеру (около 1 м³), в которой уход и наблюдения за растениями осуществляются через специальный люк в боковой стенке. Другой тип фитотрона – вегетационная камера, представляющая собой небольшую комнату (около 5 м³), оборудованную стеллажами, в которую может входить человек (для ухода за растениями). Наиболее совершенный фитотрон – станция искусственного климата, состоящая из комплекса стационарных камер, размещенных в отдельном здании и позволяющих имитировать различный климат. В современных фитотронах обычно поддерживаются температура воздуха и почвы, относительная влажность воздуха и интенсивность радиации (освещения). В качестве источников излучения применяются мощные лампы накаливания, ксеноновые, ртутные и люминесцентные

лампы. Регулирование сводится к поддержанию постоянного режима (температура и влажность воздуха, облученность) либо различного в дневные и ночные часы [24].

Максимальное ускорение и эффективность селекционного процесса могут быть достигнуты в специальном селекционном фитотроне, который планируется построить в Российской Федерации. Он будет представлять собой 60-80 климатических камер, полностью изолированных от внешней среды, и сможет создавать при полевой селекции максимально урожайные сорта за 4-5 лет вместо 12-15. В каждой камере предусмотрены тонкие регуляции температуры – от -30 до 40°C с шагом в доли градуса, светодиодное освещение с регуляцией длины дня и спектров света для разных широт и разного времени суток, регуляции градиентов увлажнения субстрата в сосудах (процент от полной влагоемкости субстрата с автоматическим поливом). Установив в камерах фитотрона типичную динамику лимфаторов зоны селекции, можно будет испытывать разные сорта из коллекции ВИР. Для осуществления этого проекта предполагается использовать мощности федерального научного центра – Всероссийского НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова (коллекция ВИР), ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», обладающего опытом культивирования растений в закрытом грунте, конструирования и производства климатических камер (элементы фитотрона), Санкт-Петербургского Государственного аграрного университета и еще целого ряда вузов и предприятий России. Селекционный фитотрон должен стать сердцевиной «Центра превосходства» (Научно-технологический парк «Евразийский центр фитотронных и информационно-цифровых технологий») по управлению межрегиональной интегрированной сетью автоматизированных комплексов конструирования прорывных по урожаю и качеству сортов и гибридов растений.

Проект «Центр превосходства» включает в себя три компонента: фитомониторинг (наблюдение за почвой, погодой и т.п. с помощью спутников), фитотрон (создание новых и улучшение старых сортов) и систему S200 «Электронный агроном», выдающую команды автоматизированным системам управления поливом, подачи удобрений и др. [25].

Характерной особенностью научной работы селекционера является оперирование огромным фактическим материалом, который характеризует разные аспекты разнообразия растительного материала. В настоящее время этот оригинальный материал находится в виде бумажных архивов. Для повышения результативности селекционных работ по сахарной свёкле, согласно данным Международного института исследований сахарной свёклы (IRV, Бельгия), создан информационный банк данных генетических ресурсов этой культуры. В связи с этим в России также начинают создаваться электронные базы данных для объединения в себе свойств информационно-поисковых систем, систем обработки, анализа и интерпретации данных и конечной бумажной публикации результатов исследований. В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» разработаны компьютерные программы «Спектр» и «Изоферменты», основанные на биоморфологической характеристике образцов, описании их селекционных свойств, результатах электрофоретического анализа запасного белка семян сахарной свёклы – 11 S глобулина и изоферментных локусов.

Электронная база данных «Спектр» предназначена для осуществления надежного хранения, быстрого поиска, оперативного сравнения селекционных материалов между собой, позволяет создавать паспорта по каждому сортообразцу (линия, сорт, гибрид). После включения в базу данных названия сорта/гибрида составляют электронный каталог, где сначала приводится краткая характеристика морфобиологических признаков. Затем в электронный каталог вносятся типы электрофоретических спектров запасного белка 11S глобулина и частота их встречаемости. Для каждого образца в базе данных можно получить паспорт, содержащий краткую морфологическую характеристику материала, и данные его электрофоретического изучения.

Компьютерная база данных «Изоферменты» основывается на оценке частоты встречаемости типов изоферментных спектров (АДГ, МДГ, МЕ, ГДГ, ИДГ и др.) и вычислении на их основе индекса изоферментной гомозиготности; критерия идентичности и генетических расстояний, позволяющих определять родственные взаимосвязи изучаемых сортообразцов и их происхождение. Дальнейшая

оценка результатов осуществляется с применением методов многомерной статистики: кластерного анализа методом UPGMA. Позволяет производить контроль за однородностью сортового материала в селекционном процессе, проводить подбор родительских пар для гибридизации на основе данных молекулярно-генетического анализа, осуществлять их идентификацию и паспортизацию. Включает в себя также биоморфологическое описание изучаемых генотипов сахарной свеклы, их основные селекционно-ценные и хозяйственно полезные признаки.

Созданная электронная база данных, основанная на результатах электрофоретического анализа запасных белков и изоферментов, позволяет проводить их попарное сравнение, а также, используя вспомогательные программы, выполнять их кластеризацию, что даёт возможность систематизировать селекционные номера, сорта и гибриды в генетических коллекциях, сохранять их биоморфологические, селекционно-генетические характеристики и биохимические оценки. Использование молекулярного электронного каталога позволяет осуществлять оперативное управление информацией и проводить паспортизацию сортов и гибридов сахарной свёклы в системах семеноводства и сортоиспытания. Созданная база данных даёт возможность производить добавление, удаление и редактирование записей, а также осуществлять расчёты и вывод информации на бумажный носитель [26].

3. ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ СЕМЕНОВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Семеноводство – подотрасль растениеводства, которая служит связующим звеном между селекционной наукой и производством. В ее задачи входят размножение новых перспективных и поддержание старых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Семеноводческая работа по сахарной свекле в первичных звеньях является продолжением селекционного процесса. Это связано с необходимостью преодоления регрессии по сахаристости при размножении селекционного материала путем непрерывных поддерживающих и улучшающих отборов и использования гетерозиса в завершающем звене схемы семеноводства, дающем фабричные семена. При выращивании маточной свеклы и семенников могут также снижаться всхожесть семян, степень односемянности и ухудшаться другие признаки, подверженные сильной модификационной изменчивости. Поэтому основная задача семеноводства данной культуры состоит в сохранении всех хозяйственно полезных признаков и реализации продуктивного потенциала сорта. Селекционно-семеноводческая работа заключается в создании путем отбора высокосахаристых линий с последующим скрещиванием их между собой [27].

С созданием односемянных диплоидных и триплоидных гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и внедрением интенсивных технологий выращивания сахарной свеклы значительно возросли требования к качеству семян и методам их определения. Повышение энергии прорастания, всхожести и однородности обеспечивает технология подготовки семян для дражирования. Важными приемами этого процесса являются:

- шлифование. Проводится с использованием машин нового поколения и позволяет не только улучшить форму семян, но и повысить интенсивность прорастания. Эта предварительная операция положительно влияет на качество формирования оболочки драже и его выравненность. При дражировании шлифованных семян формируется меньшая по массе (на 27,6-41,2%) оболочка драже, чем при

использовании нешлифованных семян, что приводит к повышению энергии прорастания и всхожести;

- сортирование семян по удельной массе на гравитационных сепараторах (пневмостолах), позволяющее получить семена с максимально возможной всхожестью, удалив при этом не только пустые, но и легкие, характеризующиеся пониженными показателями энергии прорастания и продуктивными свойствами. Благодаря этому способу выделяют наиболее полноценную часть семян, пригодную для дражирования, и получают семена с высокими продуктивными свойствами.

На основании изучения физико-механических и биологических свойств семян сахарной свеклы определены оптимальные размеры и количество технологических фракций, пригодных для дражирования. Масса оболочки драже у семян фракции 3,25-3,75 мм должна составлять 50-60% от их массы, а у семян фракций 3,75-4,10 и 3,75-4,25 мм – 40-50%. Создание специальной микропористой оболочки дражированных семян обеспечивает зародыш достаточным количеством кислорода и не препятствует их прорастанию в условиях недостаточной обеспеченности влагой [28].

Главным критерием выбора зон семеноводства являются плодородие почв, достаточное количество осадков и солнечной инсоляции (сумма положительных температур за вегетационный период).

Для сохранения видовых и сортовых свойств и качества семян необходимо соблюдать пространственную изоляцию семенников сахарной свеклы: между сортами одной формы свеклы она должна быть не менее 1 км, между односемянными диплоидными или тетраплоидными формами – не менее 3 км, односемянная и многосемянная тетраплоидные формы должны быть удалены от многосемянной диплоидной не менее чем на 5 км; от других форм (столовая, кормовая, полусахарная свекла) семенники располагают на расстоянии 10 км.

Основопологающим критерием формирования высокого урожая сахарной свеклы являются сортовые качества семян, которые закладываются на стадии первичного семеноводства. При оценке посевных качеств учитывается ряд показателей:

- всхожесть семян свеклы определяют путем их проращивания в лабораторных условиях. Число нормально проросших семян на чет-

вертые сутки, выраженное в процентах, характеризует их энергию прорастания, а на 10 сутки – всхожесть. Средневзвешенная лабораторная всхожесть семян сортов популяций и гибридов сахарной свеклы до заводской обработки составляет 80-90%;

- энергия прорастания выражает активность плазмы клетки и характеризует степень устойчивости к болезням;

- масса 1000 необработанных семян у сортов и гибридов сахарной свеклы колеблется в пределах 10-15 г. Более высокая масса 1000 семян в пределах определенного сорта указывает, что такие семена имеют более крупный зародыш, обеспеченный большим количеством питательных веществ, а это признак высокого качества семенного материала;

- доброкачественность семян сахарной свеклы – отношение числа проросших плодов (типа Н) к числу плодов с нормально развитыми семенами (типа Н, Б, В), выраженное в процентах;

- сила роста – способность ростков преодолевать сопротивление определенного слоя почвы. Отражает качество биологической активности семян (зародыша) и количество запасных питательных веществ, имеет важное значение для характеристики выживаемости растений в полевых условиях и выражается количеством ростков, вышедших на поверхность (%), от высеванных семян и ростковостью – частное от деления числа ростков на число проросших семян;

- к выполненным относят все плоды с нормально развитыми семенами, у которых семя не сморщенное и заполняет все гнездо.

По наличию и состоянию семян (в ботаническом понимании) плоды сахарной свеклы бывают четырех типов:

- тип Н – плоды с нормально развитыми, способными прорасти и давать нормальные проростки семенами;

- тип А – плоды без семян или со слабо развитыми семенами;

- тип Б – плоды с нормально развитыми жизнеспособными, но не прорастающими семенами;

- тип В – плоды с нормально развитыми, но нежизнеспособными, мертвыми семенами.

Согласно проведенным в лабораторных условиях Львовской ОСС и ВНИИСС исследованиям по определению качества семян

и их химического состава в зависимости от норм основного удобрения, внесенного под семенники сахарной свеклы, посевные качества семян зависят от обеспеченности растений элементами питания [29].

Также на качество семян значительное влияние оказывают и способы ведения семеноводства. Высадочный способ предусматривает в первый год посев семян, выращивание маточной свеклы, выкопку, очистку и хранение, а во второй год – весеннюю посадку корнеплодов в поле непосредственно для выращивания семенных растений. Семена для посева маточников используются только элитные или I репродукции и первого класса по посевным качествам.

Для маточников сахарной свеклы лучшими предшественниками являются озимые зерновые культуры, посеянные по чистому или занятому удобренному пару, и озимые бобово-злаковые на зеленую массу, озимые зерновые на зерно, озимый рапс и другие рано убираемые культуры, многолетние травы одно-двухгодичного использования. Механический состав почвы не должен быть песчаным, щебенистым, а также подстилаемым галечником. Непригодны для посева участки, зараженные болезнями, передающимися через почву, а также низины, западины и места с близким стоянием грунтовых вод (до 1 м).

При возделывании маточной свеклы применяется пунктирный способ посева. Он состоит в том, что семена в рядке располагаются на равных расстояниях, что исключает необходимость в проведении дополнительных работ по формированию густоты и равномерности стояния растений. За последние годы этот способ получил широкое распространение при возделывании сахарной свеклы. Благодаря производству сеялок точного высева и селекции одноростковых сортов он позволяет экономно расходовать семена.

Посадочный материал выращивают при большой густоте стояния, после прореживания должно быть 120-130 тыс. и к началу уборки 110-120 тыс. растений на 1 га. Во время уборки и очистки маточной свеклы тщательно выбраковывают корни с признаками столовой и кормовой свеклы, зараженные болезнями, с механическими повреждениями головки или более одной трети хвостовой части, неправильной формы (вильчатые и др.), дуплистые, цветущие

щие и крупные (массой 1 кг и более). Хранят маточные корнеплоды тремя способами: траншейным, полундземным и стационарным (в подвалах и специально построенных хранилищах). Наиболее распространен траншейный способ. Корнеплоды закладывают в кагаты (ширина – 80-90 см, глубина – 60-70 см) без земляных перемычек и прослоек земли, насыпью, укрывают мелкокомковатой землей слоем 15-30 см. Полное укрытие землей проводят при снижении температуры в верхней части кагата до $-4\dots-5^{\circ}\text{C}$. Высота укрытия в зависимости от региона составляет 50-150 см. В течение всей зимы ведут наблюдения за температурным режимом, в зависимости от которого принимают меры по охлаждению или утеплению кагатов. Раскрытие кагатов начинают за один-два дня до выборки и посадки корнеплодов, чтобы оставшийся слой почвы смог подсохнуть.

К лучшим предшественникам для маточных корнеплодов второго года жизни (семенники, высадки) сахарной свеклы относят пласт или оборот пласта многолетних трав, озимые по удобренному пару и зерновые бобовые культуры. Почву обрабатывают по типу полупара. Весной поле боронуют в два следа, а перед посадкой семенников его культивируют на глубину 14-16 см или проводят безотвальную вспашку. При посадке головки корней должны находиться на 2-3 см ниже уровня поверхности почвы. После посадки проводится уплотнение почвы катками [30].

Высадки массой 300-375 г, 5-10 см в диаметре сначала образуют розетку листьев, а затем – цветоносные побеги высотой до 1,5 м. Их корни углубляются в почву до 150-180 см. Зацветают они в середине июня. На цветоносных побегах образуются цветки, а затем и плоды или соплодия (клубочки). У односемянных сортов и гибридов в клубочке формируются один плод (коробочка) и одно семя, у многосемянных – от двух до пяти.

Уход за высадками состоит из рыхления почвы в междурядьях, подкормок растений, чеканки (обрезка верхушек побегов на 10-12 см на одностебельных кустах) и пинцировки (прищипывание верхушек соцветий всех стеблей, отходящих от корня). За период вегетации проводят не менее трех междурядных обработок, которые сочетают с подкормками. Подкормки вносят преимущественно в жидком

виде, первую (органические или минеральные удобрения) – в период отрастания розетки листьев, вторую (фосфорно-калийные удобрения) – перед началом цветения.

Пинцировка проводится в период цветения. В настоящее время применяют химический способ. Дополнительное опыление семенников свеклы является одним из резервов повышения и улучшения качества семян. Его проводят 3-4 раза с промежутками от двух до пяти суток в период массового цветения семенников. В районах орошения проводятся поливы.

Созревание семян сахарной свеклы происходит неравномерно (20-40 дней). К уборке семенников приступают при побурении 40-50% соплодий у большей части растений – вручную или переоборудованными зерноуборочными комбайнами. При ручной уборке растения срезают и связывают в рыхлые снопики. Во время механизированной уборки семенники скашивают жатками и укладывают их в непрерывный валок. В сухую погоду валки высыхают за 5-6 дней, их подбирают зерновыми комбайнами после соответствующего переоборудования.

Перспективным способом уборки семенников свеклы является прямое комбайнирование после подсушивания десикантами. Обмолот проводят зерновыми комбайнами, оборудованными полотняно-планчатыми подборщиками. Обмолоченные семена доставляют на ток, немедленно очищают от примесей и сушат до влажности 15%. Дальнейшая обработка до требований посевных кондиций осуществляется в семеноводческих хозяйствах и на семенных заводах. В хозяйствах семена проходят предварительную грубую очистку и сортирование, а на заводах их окончательно очищают, затем калибруют и протравливают. Хранят семена в сухих, хорошо проветриваемых складах и мешках, сложенных в штабеля. Влажность семян, заложенных на хранение, должна быть не более 13% [31].

Такой способ ведения семеноводства предопределяет низкий коэффициент выхода маточных корнеплодов, наличие на семеноводческих плантациях в основном третьего типа куста семенных растений, неравномерность сроков созревания семян, полеглость стеблей растений и большую разнокачественность по посевным характеристикам урожая семян [32].

Безвысадочный способ семеноводства применяют в регионах с мягкими климатическими условиями (Молдова, Средняя Азия, Венгрия, Германия, Болгария, Франция, предгорная зона Крыма, южные регионы России, США, Канады и т.д.). Сущность данного способа заключается в том, что семена свеклы высеваются с междурядьями 75-90 см в летний или ранне-осенний период, когда создаются благоприятные условия для насыщения почвы влагой. К концу вегетации свекла первого года жизни имеет небольшой сформировавшийся деревянистый корнеплод с высоким содержанием сухих веществ и хорошо развитой сосудисто-проводящей системой. Осенью посадки свеклы с помощью двухкорпусных плугов закрывают почвой слоем 30-35 см. Верхняя часть листьев при этом остается неукрытой. Маточные корнеплоды на зиму не выкапывают. Весной розетки листьев освобождают от почвенного укрытия боронованием по диагонали (бороны перевернуты вверх зубьями). Перезимовавшие корнеплоды рано начинают вегетировать, образуя розетку листьев, семенные побеги и семена, продуктивно используют осенне-зимние запасы влаги в почве. Урожай семян при безвысадочном способе несколько ниже, чем при обычной агротехнике, но значительно дешевле. Также этот способ связан с большими рисками от вымерзания в российских условиях, а различия в площади питания перезимовавших растений ведут к неравномерному наступлению фаз развития и снижению посевных качеств сырья свекло-семян [32].

Способ семеноводства с использованием мелкого посадочного материала (штеклинги) включает в себя двухлетний цикл технологических и агротехнических приемов (рис. 3.1):

- летний (июль-август) загущенный посев элитных семян производится овощной сеялкой точного посева (ширина междурядий – 22,5-27,5 см, норма посева – 14-16 семян на 1 м рядка, количество семян при этом составляет около 420 тыс. шт. на 1 га) в подготовленные гряды. Это является наиболее эффективным способом повышения коэффициента выхода посадочных корнеплодов и рационального использования пашни. При этом организация посева родительских компонентов происходит следующим образом: высевают материнский компонент и отцовский опылитель в соотношении 3:1 (в сеялке материнский компонент засыпают в шесть высевających аппаратов, опылитель – в два);

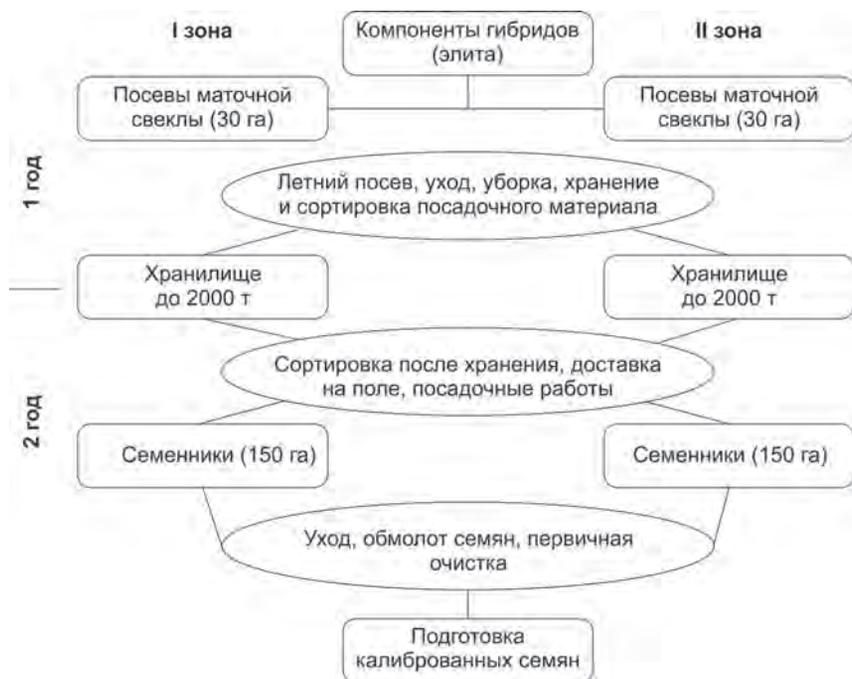


Рис. 3.1. Схема семеноводства сахарной свеклы [33]

- поливы проводят при необходимости. Перед посевом (посадкой) – влагозарядковые и предпосевные нормой до 200-400 м³/га; вегетационные – в соответствии с типом почв и строго в пределах допустимых значений предельной полевой влагоемкости (ППВ); освежающие – нормой 100-200 м³/га;

- выращивание посадочного материала (штеклинги) массой до 150 г, устойчивых к перезимовке (по типу безвысадочной культуры) (рис. 3.2);

- уборку штеклингов начинают после понижения дневной температуры до 8-10°С (рис. 3.3). Для их выкопки целесообразнее использовать комбайны, оснащенные ботвосрезающим аппаратом и приставками для уборки мелких корнеплодов. Для предохранения корнеплодов от подвяливания расстояние до корневранилища должно быть минимальным;



Рис. 3.2. Маточные растения в процессе вегетации



Рис. 3.3. Механизированная уборка штеклингов

- перед закладкой на хранение посадочный материал сортируется по размеру и сортовой чистоте на калибровочных столах для клубнеплодов. Из около 1 млн штетклингов, собранных с 1 га, 300-350 тыс. растений пригодны для дальнейшего применения. Оптимальный штетклинг имеет вес от 80 до 120 г, диаметр верхушки – 3-5 см (рис. 3.4). Хранение осуществляется в контейнерах емкостью 300-400 кг;



Рис. 3.4. Оптимально развитые штетклинги сахарной свеклы

- перед проведением посадочных работ производится повторная отбраковка корнеплодов, пораженных болезнями во время хранения. Ранневесеннюю уплотненную (60×30 см, 70×30 см, 70×35 см) посадку проводят на новом культивированном (на глубину 4-6 см) и выравненном участке навесными четырехрядными посадочными машинами типа МПШ-4, обслуживаемыми сажальщиками по схеме 1:4 (два рядка опылителя и восемь рядков МС формы) (рис. 3.5);

- уход за семенными растениями (рис. 3.6) включает в себя прикапывание и боронование почвы, культивацию междурядий, вегетационные поливы, защиту от сорняков, вредителей и болезней, чеканку и пинцировку. Во время чеканки верхушки материнского компонента

обрезают сверху на 6-8 см для крупности семян. Отцовский компонент (опылитель) после завершения цветения и опыления удаляют косилками типа КИР-1,5 или комбинированными орудиями, включающими в себя скашивающие и дисковые почвообрабатывающие рабочие органы;



Рис. 3.5. Посадка штеклингов



Рис. 3.6. Семенная плантация

- уборка семян проходит в два этапа: после побурения 50-60% семян проводят скашивание семенных растений на свал. Подборку и обмолот осуществляют в течение пяти-шести дней после подсушивания и дозревания семян. Затем следует первичная очистка полученного вороха свеклосемян от примесей на воздушно-решетных машинах (ОВС 25, ЗАВ 40).

Способ семеноводства с использованием мелкого посадочного материала испытывает потребность в специализированной технике и оборудовании:

- в первый год – комбинированные почвообрабатывающие агрегаты (грядобразователь, фрезы), поливочные комплексы, сеялки для загущенного посева, уборочные комплексы для корнеплодов, корневохранилище с сортировальным оборудованием и микроклиматом;

- во второй год – поливочный комплекс, посадочные машины, устройства для удаления опылителя и чеканки семенных растений, жатки (для зернобобовых культур), подборщики, семяочистительные машины для первичной очистки, калибровочный комплекс и прочие расходы (контейнеры для хранения, решета и др.) [34].

Выращивание семян методом штеклингов позволяет снизить затраты на ведение семеноводства, повысить качество посевного материала за счет равномерности наступления фаз развития семенных растений преимущественного первого типа куста, а также увеличить коэффициент выхода посадочного материала и коэффициент размножения семян. Однако для внедрения данного способа семеноводства в ЦЧР необходимо провести дополнительные исследования, включающие в себя определение норм полива, сроков сева родительских компонентов, оптимальной густоты насаждения маточной свеклы, способов уборки, хранения и посадки штеклингов. Переход семеноводства на получение семян гибридов сахарной свеклы с использованием штеклингов требует усовершенствования методики определения эффективности применяемых агротехнических и технологических операций при выращивании семян гибридов сахарной свеклы [35].

Завершающим этапом селекционной работы является государственное испытание созданных в различных странах и регионах сортов и гибридов культурных растений, основные задачи которого – объективная и всесторонняя оценка созданного сортового разнообразия для различных почвенно-климатических условий, выявление наиболее ценных сортов по урожайности, качеству продукции и другим полезным признакам для их районирования и внедрения в производство на конкретной территории возделывания. Система государственного сортоиспытания работает независимо от селекционных научно-исследовательских учреждений.

4. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Агротехника полевых работ в селекционном процессе зависит от обеспечения селекционных центров специализированной техникой. В настоящее время их оснащенность нельзя считать удовлетворительной. Имеющийся парк специализированной техники не отвечает современным методам полевых испытаний. За рубежом для селекционных целей используются порционные селекционные сеялки и специальные быстроочищающиеся деляночные комбайны; российские испытатели по-прежнему работают на бункерных сеялках и семеноводческих комбайнах марки «Сампо». Комплексная механизация селекционно-опытных процессов позволит существенно расширить масштабы работ, повысить их качество и тем самым ускорить выведение новых более урожайных, устойчивых к неблагоприятным условиям сортов сахарной свеклы. Для этого необходимо оснастить существующие селекционные центры современной техникой. Так, например, минимальная потребность ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» и элитно-семеноводческих хозяйств, производящих базисные (элитные) семена сахарной свеклы высадочным способом в специальной технике и лабораторном оборудовании для селекционно-семеноводческого процесса, представлена в табл. 4.1 [36].

Обработка почвы (лущение жнивья, вспашка, внесение удобрений, предпосевная обработка) выполняется машинами общего назначения в соответствии с технологией, принятой в данной климатической зоне. В ряде случаев перед посевом селекционного материала необходимо осуществлять дополнительную предпосевную подготовку почвы, а также обработку почвы в междурядьях и на межделяночных дорожках (табл. 4.2).

Таблица 4.1

**Минимальная потребность в специальной технике
и лабораторном оборудовании для селекционно-
семеноводческого процесса сахарной свеклы**

Наименование	Число, ед.
<i>ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы»</i>	
Техника	
Трактор МТЗ-952. По заказу к нему дополнительно: при- ставка сдваивания колес, кронштейны с передними грузами, грузы задних колес, прицепное устройство, буксировочное устройство, гидрокрюк, шины 11,2×20; 15,58×38; 18,4	2
Трактор «Беларусь 132 Н» малогабаритный с комплектом ма- шин и оборудования	2
Селекционный комбайн «Сампо SR-2010»	1
Свеклоуборочный комплекс:	
ботвоуборочная машина МСБ-3 (МБС-6А);	1
корнеуборочная машина МКР-3	1
Комбинированный агрегат для обработки почвы «Евро- пак-3000» (дискатор и компактор К-450А)	1
Сеялка свекловичная селекционная	1
Опрыскиватель навесной	1
Оросительная установка катушечного типа «RAINSTAR» (Beinlich Monsum II)	1
Шлифовальная машина	1
Штеклинг-посадочная машина	2
Комбайн по уборке корнеплодов-штеклингов	1
Лабораторное оборудование	
Контрольно-семенная лаборатория	1
Термостат «Биндер КВШ-240» для проращивания семян	2
Холодильно-компрессорный агрегат (установка) для корне- хранилища «BITRER»	2
Молотилка МПСУ-500	1

Продолжение табл. 4.1

Наименование	Число, ед.
Установка для инкрустирования и дражирования семян до 3000 кг «HEGE-6»	1
Горка для очистки семян	2
Набор лабораторных сит	5
Приобретение и оборудование селекционной линии по определению сахаристости сахарной свеклы	1
Мобильный комплекс для агрохимического исследования почв и растений	1
Эксерсор мобильного определения состояния посевов	1
<i>Элитно-семеноводческие хозяйства, производящие базисные (элитные) семена сахарной свеклы высадочным способом</i>	
Трактор МТЗ-82,1	1
Трактор МТЗ-320	1
Плуг «Lemken-3» корпусный	1
Комбинированный агрегат КППШ-6	2
Культиватор КСМ-5,4	1
Культиватор КПС-4У	1
Культиватор КСК-4,2	1
Штеклингопосадочная машина (Италия)	2
Комбайн «Сампо SR-2010»	1
Самоходный агрегат для скашивания семенников КПС-5Г с жаткой ЖБВ-4,2	2
Корнештеклингоуборочная машина (Италия)	2
Ботвоуборочная машина БМ-6Б	1
Опрыскиватель навесной ОН-12	1
Опрыскиватель прицепной ОП-2000	1
Оросительный агрегат типа «RALNSTAR»	2
Пневматический сортировальный стол	1
Семяочистительная машина «Петкус Селектра» с триерным блоком	2
Шлифовальная машина семян	1
Шкаф для проращивания семян «Биндер КВШ-600	1

**Машины для дополнительной обработки почвы
на селекционных участках**

Марка	Техническая характеристика						
	назначение	производительность, га/ч	рабочая скорость, км/ч	ширина, м	глубина обработки, см	габаритные размеры, мм	масса (в зависимости от комплектации), кг
МПМ-1	Для рыхления верхнего слоя почвы на глубину посева семян, дробления комьев, выравнивания поверхности почвы и разметки рядов в ярусе на первом этапе селекционных работ	0,22-0,4	1,8-2,6	Захвата – 1,0; междурядий – 0,15; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6	2-8	4840×2080× x2410	378, 387, 400
ВИП-2,0	Для предпосевной обработки почвы под посев зерновых, технических и других культур на селекционно-опытных участках	0,97	4,2	Захвата – 2,0	До 8	3195×2930× x910	1095

РФ-4	Для обработки почвы с уничтожением сорняков в междурядьях деленок в питомниках II и III этапов селекционных работ	0,48	0,9-5,0	Обрабатываемых междурядий – 0,45; 0,5; 0,6, поворотной полосы – 0,62	4-8	1700×2405× x1250	358
КБМ-2,1	Для обработки почвы под посев зерновых, технических и других культур на селекционно-семеноводческих участках	2,1	9-12	Захвата – 2,1	4-12	Н. д.	450
КНУ	Для обработки почвы под посев овощных, зерновых, технических и других культур на селекционно-семеноводческих участках	2,5	8-11	Захвата – 2,5	4-10	Н. д.	250
КСН-1,5	Для выполнения полевых работ в селекционных питомниках и семеноводческих хозяйствах	Н. д.	Н. д.	Захвата – 1,5	4-12	Н. д.	Н. д.

Семена сахарной свеклы сложной формы с шероховатой поверхностью, перед посевом калибруют на две фракции – мелкую (3,5-4,5 мм) и крупную (4,5-5,5 мм). Посев осуществляется пунктирными сеялками с механическими высевальными аппаратами в виде вертикально установленных ячеистых дисков, отбирающих семена из бункера. Возможность точного посева такими аппаратами зависит от вариабельности размерных параметров обычных семян, а также диаметра и глубины ячеек диска. Дrajированные семена высевают пунктирными сеялками преимущественно с пневматическими высевальными аппаратами.

Навесная сеялка пунктирного посева «Monoseed GP»

Предназначена для пунктирного посева семян зерновых, рапса, кукурузы, свеклы и других культур. При традиционном посеве семена раскладываются в семяложе с помощью двухдискового сошника. При использовании двухдискового сошника «GREAT PLAINS» возможны междурядья до 19,5 см. Расстояние между семенами в одном ряду настраивается вручную на редукторе.

Агрегируется с тракторами тягового класса 2,0.



Техническая характеристика

Число рядов, шт.	до 8
Ширина междурядий, см	от 19,5
Габариты Д×Ш×В, мм	2300×2500-3000×2500
Масса (в зависимости от комплектации), кг	1500-1800

Разработчик-изготовитель – компания «Wintersteiger» (Австрия).

Сеялка селекционная «КЛЕН-2,8»

Предназначена для пунктирного пневматического однозернового посева семян свеклы, кукурузы, подсолнечника, сои, сорго на селекционно-семеноводческих делянках и участках. Оснащена электроприводом, гидравлическими маркерами. Оборудована центральным дозатором посевного материала для распределения семян одного сорта по всем рядкам делянки; устройством продолжительного посева (зерновые бункеры, установленные на каждой высевальной секции); пультом управления посевного цикла и контроля за посевом; датчиком движения и скорости, установленным в ступице колеса.

Обеспечивает оптимальные условия для проведения исследований, селекции, поддерживающей селекции, сортоиспытания и размножения сельскохозяйственных, а также специальных культур на высоком техническом уровне.

Агрегируется с тракторами тягового класса 0,9.

Техническая характеристика

Ширина захвата, м	2,8
Рабочая скорость, км/ч	до 7
Число высевальных аппаратов, шт.	4
Ширина междурядий, мм	45; 70
Норма высева семян одним аппаратом, шт/пог.м.	1-60
Глубина заделки семян, см	0-80
Масса, кг	850±50



Разработчик-изготовитель – ООО «Клен» (г. Ростов-на-Дону).

Машина ботвоудаляющая полуприцепная РБМ-6

Предназначена для удаления ботвы сахарной или кормовой свёклы перед уборкой свеклоуборочными комбайнами (прицепными или самоходными). Состоит из коробчатого корпуса, внутри которого параллельно почве установлены три ротора, оснащенные эластичными билами. Часть бил имеет шипы из твёрдого сплава.

Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4; 2.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	1,85
Ширина захвата, м	2,7
Число обрабатываемых рядков, шт.	6
Ширина междурядий, мм	450 +/- 30
Рабочая скорость, км/ч	9
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	5400×3500×1250
Масса, кг	2250



Разработчик-изготовитель – завод «РИТМ» (г. Белгород).

Косилка роторная КИР 1,5М К

Предназначена для скашивания, измельчения и погрузки трав в транспортное средство. Также выполняет скашивание, измельчение и разбрасывание по полю пожнивных остатков сорго, подсолнечника, кукурузы, ботвы картофеля, сахарной свеклы и других культур.

Агрегируется с тракторами тягового класса 0,9.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	9,6
Рабочая ширина, м	1,43
Ширина захвата, м	1,5
Рабочая скорость, км/ч	7-10
Высота среза (минимальная), мм	70
Число роторов, шт.	1
Число ножей, шт.	28
Число молотильных барабанов, шт.	1
Погрузочная высота, м	до 3,5
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	4800×2400×3920
Масса, кг	960



Разработчик-изготовитель – ОАО «КОРММАШ» (Ростовская область)

Машина корнеуборочная полуприцепная «Ритм КПС-6»

Предназначена для уборки корней сахарной свеклы (после предварительного удаления ботвы), доочистки их от земли и погрузки в рядом идущий транспорт. Выкапывание свеклы производится регулируемыми дисковыми копачами без отрыва нижней части корнеплода (хвоста); очистка от земли – роторным (турбинным) сепарирующим устройством и двойным прутковым вертикальным транспортером. Имеет бункер-накопитель, позволяющий производить смену транспорта для загрузки корней без остановки.

Агрегатируется с тракторами тяговых классов 2; 3.



Техническая характеристика

Производительность, га/ч	до 2,0
Ширина захвата, м	2,7
Рабочая скорость, км/ч	до 9,0
Число дисковых копачей, шт.	6
Число убираемых рядков, шт.	6
Ширина междурядий, мм	450 +/- 30
Емкость бункера, м ³	5
Масса, кг	9450

Разработчик-изготовитель – завод «РИТМ» (г. Белгород).

Высадкопосадочные машины ВПШ-4Р; ВПШ-4РУ; ВПШ-5РУ

Предназначены для высадки маточных корнеплодов сахарной и кормовой свеклы, моркови, маточников капусты, а также клубнеплодов для получения семян. Могут работать по нескольким технологическим схемам с установкой:

- дополнительных рыхлителей на переуплотненных почвах;

- сошников анкерного типа для посадки корнеплодов массой более 150 г;
- ротационных лункообразователей для посадки корнеплодов массой до 150 г.

Машины ВПШ-4РУ (см. рис.) и ВПШ-5РУ оборудуются дополнительными лемешковыми рабочими органами и шагоуказателями. Основной тип посадочного аппарата – ротационный лункообразователь. Загрузка посадочного материала осуществляется в бункеры и на стеллажи. Обслуживают четыре сажальщика и машинист-оператор [37].

Агрегируется с тракторами тягового класса 1,4.



Техническая характеристика

	ВПШ-4Р	ВПШ-4РУ	ВПШ-5РУ
Число рядков, шт.	4	4	5
Шаг посадки, см	35; 45	35; 45	35; 45
Ширина между- рядий, см	70	60-70	60-70+100
Масса посадочно- го материала, г	10-100	10-300	10-300
Габаритные раз- меры Д×Ш×В, мм	3100×2450×1600	3100×2450×1600	4400×2450×1600
Масса, кг	730	790	870

Разработчик-изготовитель – ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова.

Высадкопосадочная машина ВПС-2М

Предназначена для высадки маточных корнеплодов сахарной и кормовой свеклы, моркови на селекционных и семеноводческих плантациях. Оборудована конусными посадочными аппаратами. Привод посадочных аппаратов осуществляется от ВОМ трактора. Обслуживают – три человека.

Техническая характеристика

Число рядков, шт.	2
Шаг посадки, см	50; 70
Ширина междурядий, см	70
Масса посадочного материала, г	80-350
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	1600×2100×1750
Масса, кг	560

Разработчик-изготовитель – ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова.

Скашивающее устройство СУР-4,8

Предназначено для чеканки семенников сахарной свеклы. Обеспечивает увеличение крупной фракции в составе сырья свеклосемян, их доброкачественности и урожайности. Устройство удаляет (на 6-8 см) верхушки центральных стеблей растений с помощью ротационных режущих рабочих органов.

Агрегируется с тракторами тягового класса 1,4.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	2,5
Число скашиваемых рядков, шт.	8
Ширина междурядий, см	70
Ширина обрабатываемой полосы, м	4,6
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	4800×210×1500
Масса, кг	6500

Разработчик-изготовитель – ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова.

Комбинированное устройство для удаления растений опылителя

Предназначено для скашивания растений опылителя гибрида сахарной свеклы после окончания цветения и ботвы маточной свеклы перед началом уборки. Устройство может дополнительно оснащаться дисковыми рабочими органами для более полного удаления стеблей опылителя. Скашивающие рабочие органы тросового типа.

Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4.

Техническая характеристика

Число скашиваемых рядков, шт.	4
Ширина междурядий, см	70
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	3100×1700×1200
Масса, кг	540

Разработчик-изготовитель – ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова.

Очиститель вороха самопередвижной ОВС-25

Предназначен для очистки полученного вороха свеклосемян от примесей на специальных приспособлениях.



Техническая характеристика

Производительность, т/ч	25
Ширина захвата, м	4,3
Установленная мощность, кВт	9,5
Габаритные размеры Д×В, мм	5090×3280
Масса, кг	1923

Разработчик-изготовитель – ООО «Завод «Агротек» (г. Воронеж).

Зерноочистительные комплексы ЗАВ-20, ЗАВ-40

Представляет собой стационарную конструкцию для очистки и сортировки семян различных культур, не требующих применения специальных машин.



Зерноочистительный комплекс ЗАВ-20

Техническая характеристика

	ЗАВ-20	ЗАВ-40
Производительность (на подготовке семян после воздушно-решетной очистки), т/ч	1,1	2,2
Вместимость бункера, м ³	15	30
Установленная мощность, кВт	60	98
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	22500×11000×13000	

Разработчик-изготовитель – ООО «ГСКБ «Зерноочистка» (г. Воронеж).

Зерноочистительная и сортировочная машина «Петкус К-541 (Супер)»

Предназначена для очистки и сортировки семян сельскохозяйственных и овощных культур от разных примесей, щуплого и дробленого зерна, сорняков.



Техническая характеристика

Производительность на очистке, т/ч:	
семенной	1,25
первичной	1,75
Рабочая ширина, мм	630
Установленная мощность, кВт	3,0
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	4714×1325×2100

Разработчик-изготовитель – компания «PETKUS Technologie GmbH» (Германия).

Пневмосортировочный стол «Клен-ПС-2,5»

Предназначен для очистки и калибровки семян различных культур от трудноотделимых примесей, отличающихся от основной массы семян формой, свойствами поверхности, удельным весом. Сортирует семенной материал по плотности семян. Состоит станины, вентилятора, приемного устройства, виброрамы с рабочей поверхностью (стол), механизмов регулировки продольного и поперечного углов наклона стола, выгрузного устройства. Может регулироваться по продольному и поперечному углу наклона стола, расходу приемного материала, воздушному потоку, частоте колебаний, потокам схода материала.



Техническая характеристика

Производительность (по пшенице), т/ч	2,5
Частота колебаний стола, кол/мин	300-700
Площадь поверхности деки (стола), м ²	1,8
Амплитуда колебаний стола, мм	5-6
Угол наклона деки (стола), градус:	
продольный	0-8
поперечный	0-8
Установленная мощность, кВт	12
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	2200×1700×1450
Масса, кг	1100

Разработчик-изготовитель – ООО «Клен» (г. Ростов-на-Дону).

Сепаратор воздушный «Клен-СВ»



Предназначен для очистки и калибровки по удельному весу товарного и посевного материала: зерновых, зернобобовых, технических и овощных культур, лекарственных трав, а также очистки и рассева всех видов круп и продуктов их производства. Устанавливается

на прицепе типа транспортер, в ангаре, на крытом или открытом току, на зерноочистительном комплексе типа ЗАВ или КЗС, а также в условиях элеваторов или заводов, осуществляющих переработку сельхозпродукции. Загрузочное устройство подает исходный материал в бункер-питатель, откуда он поступает на вибродосток, а затем в камеру сепарации, где под воздействием воздушного потока и происходят его расслоение и деление по фракциям. После этого материал попадает в лотки прямых и обратных фракций, через которые по зернопроводам распределяются по приемным бункерам (если это ЗАВ) или фасуется в мешки. Может работать как после решетных машин, так и перед ними.

Техническая характеристика

	«Клен-СВ-6»	«Клен-СВ-10»
Производительность, т/ч:		
предварительная очистка	8	14
первичная очистка	6	10
калибровка	2	6
Установленная мощность, кВт	1,9	6,0
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	2100×1000×1850	2400×1000×1950

Разработчик-изготовитель – ООО «Клен» (г. Ростов-на-Дону).

Протравливатель-инкрустатор семян «Клен-ПСБ-0.1»

Предназначен для обеззараживания и инкрустирования семян зерновых, бобовых, овощных и технических культур препаратами на водной основе. Препарат наносится на обрабатываемый материал во вращающемся барабане с возможностью изменения угла наклона оси вращения путем распыления и последующего бережного перемешивания семян для более равномерного распределения протравителя по их поверхности.

Нормы загрузки семенного материала, расход протравителя и время рабочего цикла устанавливаются в зависимости от обрабатываемого материала агрономом-семеноводом. Подачу химиката рекомендуется осуществлять прерывисто.



Техническая характеристика

Объем барабана, л	90
Рекомендуемый объем загрузки семенного материала, л	15
Рекомендуемая продолжительность рабочего цикла, мин	1-2
Установленная мощность, кВт	0,92
Габаритные размеры В×Г×Ш, мм	1250×900×930
Масса, кг	95

Разработчик-изготовитель – ООО «Клен» (г. Ростов-на-Дону).

Протравливатель-инкрустатор семян барабанный «Клен-ПСБ-10» нетравмирующий

Предназначен для нетравмирующего обеззараживания и инкрустирования семян зерновых, бобовых и технических культур препаратами и суспензиями на водной основе. Препарат наносится на обрабатываемый материал дисковым центробежным распылителем,

установленным в приемной воронке, и далее во вращающемся барабане путем бережного перемешивания семян для более равномерного распределения препарата по их поверхности. Дозирование препарата осуществляется электромеханическим насосом-дозатором жидкости с электронным управлением. Для предотвращения оседания суспензии предусмотрен циркуляционный насос.



Техническая характеристика

Производительность, т/ч:	
протравливание	10
инкрустирование	1
Объем барабана, л	160*
Установленная мощность, кВт	1,8
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	2700×700×2000
Масса, кг	375

* Нормы загрузки семенного материала, расход протравителя и время рабочего цикла устанавливаются в зависимости от обрабатываемого материала агрономом-семеноводом.

Разработчик-изготовитель – ООО «Клен» (г. Ростов-на-Дону).

Заключение

Производство высококачественных репродукционных семян остается ключевой проблемой конкурентоспособности отечественной селекции и семеноводства.

По результатам проведенного мониторинга современного состояния селекции и семеноводства сахарной свеклы в России наблюдается практически полное вытеснение отечественных семян сахарной свеклы с рынка свекловичного семеноводства. Так, за период с 2013 по 2017 г. в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, зарегистрировано 98 сортов зарубежной селекции и только 5 – отечественной. По сравнению с предыдущим пятилетним периодом количество российских сортов, включенных в Госреестр, снизилось в 3,4 раза и составляет 4,9% от общего числа, что доказывает отрицательную динамику и необходимость развития отечественной селекции данной культуры. Основная доля родительских компонентов (82,6%) приходится на бельгийскую фирму «SesVanderhave». Другими зарубежными производителями, сорта которых зарегистрированы в Госреестре, являются немецкие фирмы «KWS» (17,5%) и «Strube» (15,5%), «Betaseed INC» (14,6%) (США, Германия).

По мнению ученых ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова, к приоритетным направлениям по генетике и селекции сахарной свеклы следует отнести:

- изучение генетической изменчивости популяций и линий, сортов и гибридов сахарной свеклы по морфологическим, цитологическим, физиологическим, биохимическим и молекулярным маркерам;
- расширение исследований по геномике сахарной свеклы;
- маркер-опосредованную селекцию (MAS) с использованием молекулярных маркеров, позволяющих вести селекцию на молекулярном уровне;
- селекцию на устойчивость сахарной свеклы к вредителям, болезням и абиотическим стрессам;
- целенаправленный поиск локальных повреждений в геноме (TILLING) как метод, сочетающий использование индуцированного мутагенеза с молекулярными методами поиска мутаций и обеспе-

чивающий возможность получения множества аллельных вариантов желаемых для селекционера генов;

- изучение генетической природы сложных количественных признаков, имеющих особую хозяйственную ценность, и картирование локусов (QTL), контролирующих различные этапы формирования таких признаков;

- изучение эпигенетических механизмов регуляции генной активности в процессе развития организмов.

Выведение нового сорта не может обходиться без полевой стадии его отработки на селекционно-опытных делянках. Для реализации современных технологий семеноводства сахарной свеклы требуются оснащение лабораторным оборудованием и специализированной сортоиспытательной техникой для посева и уборки опытных делянок (грядообразователь, сеялка точного высева, комбайн для уборки штеклингов, сортировочная линия, высадко-посадочные машины, машины для чеканки семенных растений, навесные косилки для срезки семенников и др.); строительство объектов инфраструктуры (корнехранилища с регулируемым режимом хранения на 1000 т, крытый ток с сушилкой барабанного типа, система орошения семенных участков).

Также для повышения эффективности селекции сахарной свеклы необходимо использовать современные информационные технологии. Введение электронных баз данных в практику сортового контроля позволит усилить защиту прав потребителей семян и патентообладателей на сорта и гибриды, способствовать повышению качества селекционной работы и семенного материала в стране.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Признаки сортов (мнемоника). Тип растения

- 0 – 00 типа (безэруковый, низкоглюкозиновый);
- 3п – детерминантный, неосыпающийся, безлисточковый;
- e – урожайный-раннеспелый;
- ne – урожайный-среднеранний;
- rn – устойчив к раку, патотип I и к золотистой картофельной нематоде (R01);
- sv – восприимчив к раку, патотип I и к золотистой картофельной нематоде (R01);
- 0т – 0 типа (безэруковый);
- 4п – тетраплоид;
- n – урожайно-сахаристый-среднеспелый;
- nz – сахаристый-среднепоздний;
- gv – устойчив к раку, патотип I; восприимчив к золотистой картофельной нематоде (R01);
- z – сахаристый-позднеспелый.

Регионы Российской Федерации Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию

1. Северный: республики Карелия, Коми, Архангельская, Мурманская области.
2. Северо-Западный: Вологодская, Калининградская, Костромская, Ленинградская, Новгородская, Псковская, Тверская, Ярославская области.
3. Центральный: Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тульская области.
4. Волго-Вятский: республики Марий Эл, Удмуртская, Чувашская, Пермский край, Кировская, Нижегородская, Свердловская области.
5. Центрально-Черноземный: Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская области.
6. Северо-Кавказский: республики Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Адыгея, Дагестан, Ингушетия, Крым, Северная Осетия-Алания, Чеченская, Краснодарский, Ставропольский края, Ростовская область.
7. Средневожский: республики Мордовия, Татарстан, Пензенская, Самарская, Ульяновская области.
8. Нижневожский: Республика Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Саратовская области.
9. Уральский: Республика Башкортостан, Курганская, Оренбургская, Челябинская области.
10. Западно-Сибирский: Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская, Тюменская области.
11. Восточно-Сибирский: республики Бурятия, Саха (Якутия), Тыва, Хакасия, Забайкальский, Красноярский края, Иркутская область.
12. Дальневосточный: Камчатский, Приморский, Хабаровский края, Амурская, Магаданская, Сахалинская области, Еврейская автономная область.

Литература

1. **Дятловская Е.** Минсельхоз обновил Доктрину продовольственной безопасности // Агроинвестор. – 2018 (февраль) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroinvestor.ru/analytics/news/29377-minselkhoz-obnovil-doktrinu-prodovolstvennoy-bezopasnosti/> (дата обращения: 01.03.2018).

2. Россия: На 6 декабря 2017 года убрано около 1171 тыс. га сахарной свеклы [Электронный ресурс]. URL: <http://sugar.ru/node/21319> (дата обращения: 06.12.2017).

3. **Чекмарев П.А.** Состояние и перспективы развития селекционно-семеноводческого комплекса Российской Федерации (по материалам конференции «Стратегия развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации до 2025 года», 19-я Российская агропромышленная выставка «Золотая осень», 4-7 октября 2017 г., Москва, ВДНХ).

4. Проект подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2018-2025 годы. – М., 2017. – 67 с.

5. Сорта и гибриды. Описание [Электронный ресурс]. URL: <http://1maybest.ru/description.html> (дата обращения: 09.04.2018).

6. Семена [Электронный ресурс]. URL: <https://fastplant.ru/seed/mfp/129-kultura,svekla-saharnaya?mfp=129-kultura%2Csvekla-saharnaya&page=20> (дата обращения: 09.04.2018).

7. **Щеголихина Т.А.** Современное состояние селекции сахарной свеклы в России // Техника и оборудование для села – 2018. – С. 14-16.

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

9. **Балабанова Г.И., Гаврилова Е.Ю.** Для свеклосахарной отрасли настало время перемен (по материалам конференции «Рынок сахара стран СНГ») // Сахарная свекла. – 2017. – № 4. – С. 38-41.

10. **Апасов И.В., Путилина Л.Н., Бартенев И.И., Смирнов М.А., Подвигина О.А.** К вопросу о методике производственных испытаний гибридов сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2017. – № 10. – С. 14-19.

11. **Малецкий С.И., Малецкая Е.И., Юданова С.С., Колодяжная Я.С.** Серийные последовательности двух типов плодов у растений сахарной све-

клы при апоzigотической репродукции // Генетика. – 2008. – Т. 44. – № 1. – С. 72-80.

12. **Малецкий С.И.** Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сахарной свеклы // Труды Кубанского ГАУ. – 2016. – № 2 (59). – С. 263-270.

13. **Богомолов М.А.** Источники и доноры селекционно-ценных признаков сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2017. – № 3. – С. 2-4.

14. **Корниенко А.В., Подвигина О.А., Жужжалова Т.П., Федулова Т.П., Богомолов М.А., Ошевнев В.П., Буторина А.К.** Приоритетные направления исследований по генетике и селекции сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) в XXI веке // Генетика. – 2014. – Т. 50. – № 11. – С. 1286-1298.

15. Сахарная свекла – методы создания гетерозисных гибридов [Электронный ресурс]. URL: <http://selekcija.ru/saxarnaya-svekla-metody-sozdaniya-getero-zisnyx-gibridov.html> (дата обращения: 27.03.2018).

16. **Волгин В.В.** Теория и практика создания гетерозисных гибридов сахарной свеклы на ЦМС основе: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.05. Краснодар, 2007. – 48 с.

17. **Азарин К.В., Маркин Н.В., Лотник В.С., Усатов А.В.** ДНК-маркеры в селекции растений: учеб. пособие по молекулярной генетике. – Ростов н/Д.: Изд-во Южного федерального университета, 2012. – 148 с.

18. **Богачева Н.Н., Федулова Т.П., Налбандян А.А., Ошевнев В.П., Грибанова Н.П.** Генетическая изменчивость родительских форм гетерозисных гибридов сахарной свеклы на основе молекулярных маркеров// Сахар. – 2017. – № 9. – С. 16-20.

19. **Федулова Т.П., Федорин Д.Н., Козловская В.Ф.** ДНК-технологии в селекции сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.): современное состояние и перспективы развития // Сахарная свекла. – 2015. – № 10. – С. 11-14.

20. **Подвигина О.А.** Теоретическое обоснование и приемы использования методов биотехнологии в селекции сахарной свеклы: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.05. – Воронеж, 2003. – 44 с.

21. **Жужжалова Т.П., Знаменская В.В., Ошевнев В.П., Колесникова Е.О., Грибанова Н.П., Васильченко Е.Н., Черкасова Н.Н.** Инновационный прием микроклонирования *in vitro* сахарной свеклы в селекционном процессе // Сахарная свекла. – 2017. – № 4. – С. 12-17.

22. **Кищенко Е.М.** Генетическая инженерия сахарной свеклы: проблемы и достижения // Биотехнология. – 2010. – Т. 3. – № 6. – С. 22-35.

23. **Балков И.Я.** Селекция и семеноводство сахарной свеклы – достижения и проблемы // Сахарная свекла. – 2016. – № 10. – С. 8-12.

24. Фитотрон [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/144981/%D0%A4%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD> (дата обращения: 12.04.2018).

25. Селекционный фитотрон как российская альтернатива ГМО [Электронный ресурс]. <https://s30116489994.mirtesen.ru/blog/43500507657/Seleksionnyiy-fitotron-kak-rossiyskaya-alternativa-GMO> (дата обращения: 12.04.2018).

26. **Федулова Т.П.** Использование информационных технологий в селекции сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23928265_51170937.pdf (дата обращения: 06.04.2018).

27. Сахарная свекла. – Ч. 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://agroportal24.ru/selekcija/2517-saharnaya-svekla-chast-1.html> (дата обращения: 17.04.2018).

28. **Доронин В.А., Кравченко Ю.А., Бусол Н.В., Доронин В.В.** Результаты и перспективы развития исследований по семеноводству сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2012. – № 3. – С. 16-18.

29. **Ошевнев В.П., Грибанова Н.П.** Поддержание генофонда линий сахарной свеклы с целью создания гибридов для различных регионов Российской Федерации // Сахарная свекла. – 2015. – № 7. – С. 11-14.

30. **Колчина Л.М.** Технология и техника для возделывания и уборки сахарной свеклы. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 79 с.

31. Сахарная свекла [Электронный ресурс]. URL: http://ruf-2.ru/saharnaya_svekla (дата обращения: 17.04.2018).

32. **Бартенев И.И., Путилина Л.Н., Нечаева О.М., Землянухина О.А., Борзенков С.П.** Влияние различных зон и способов семеноводства сахарной свеклы на качество семян и продуктивность // Сахарная свекла. – 2015. – № 3. – С. 24-26.

33. **Апасов И.В., Смирнов М.А., Бартенев И.И., Борзенков С.П.** Кластерное развитие семеноводства сахарной свеклы в России // Сахарная свекла. – 2016. – № 1. – С. 4-9.

34. **Каракотов С.Д.** Перспективы развития семеноводства сахарной свеклы и использование отечественных дражированных семян [Электрон-

ный ресурс]. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/dlja-agrariev-rossiiskie-semena.html> (дата обращения: 18.04.2018).

35. **Бартенев И.И., Путилина Л.Н., Гаврин Д.С., Подвигина О.А., Борзенков С.П., Новикова А.В.** Методика экономической оценки приемов семеноводства гибридов сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2016. – № 5. – С. 2-7.

36. Перспективы развития семеноводства, производства и переработки сахарной свеклы в Краснодарском крае (по материалам круглого стола) // Сахарная свекла. – 2016. – № 2. – С. 10-15.

37. **Бартенев И.И.** Новая техника для семеноводства // Сахарная свекла. – 2016. – № 9. – С. 14-15.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Современное состояние селекции сахарной свеклы в России	5
2. Методы селекции сахарной свеклы.....	23
3. Технологии ведения семеноводства сахарной свеклы	45
4. Лабораторное оборудование и специализированная техника для селекционно-семеноводческого процесса	57
Заключение	78
Приложения	80
Литература	82

**Вячеслав Филиппович Федоренко,
Николай Петрович Мишуров,
Татьяна Алексеевна Щеголихина**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**
Научный аналитический обзор

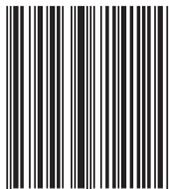
Редактор *М.А. Обознова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *Т.П. Речкиной*
Корректор *В.А. Белова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 01.06.2018 Формат 60x84/16
Печать офсетная Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman»
Печ. л. 5,5 Тираж 500 экз.
Изд. заказ 49. Тип. заказ 265

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

ISBN 978-5-7367-1412-4



9 785736 714124

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, отражающие 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 редакцию.
Стоимость подписки на 2018 г. с учетом доставки
по Российской Федерации – 4092 руб.
с учетом НДС (10%) за 12 номеров;
341 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

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

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

Факс 8 (496) 531-64-90

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



